



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Análisis, caracterización y diseño de Hidrantes multiusuario para riego.

Presentada por:

TESIS DOCTORAL
Ibán Balbastre peralta

Director de Tesis:

Dr. Jaime Arviza Valverde

Valencia, Septiembre 2015.

*A Begoña, Pau, Ibán y Mireia
A Pepe y Carmina, Ariadna, Rubén y Jackie.*

Y a Jaime.

Agradecimientos

A mi buen amigo y director de Tesis *Jaime Arviza Valverde* por su amistad, su apoyo incondicional, su paciencia, y buen hacer a lo largo de los más de 20 años que andamos juntos por la hidráulica, el riego y por la vida.

A Luis por su inmensa colaboración, experiencia y amistad, sin él no estaríamos donde estamos, el LIHR no sería lo que es, y ninguno de estos ensayos se podría haber realizado.

A Juan, Virginia, Álvaro, Pablo, José Vicente, Guillermo, Luis Cano, Nuria y Eva, todos habéis estado pendientes, animando, apoyando, insistiendo y ayudando para que por fin este proyecto se plasme en papel.

A Santiago, Miguel, Natalia y Carolina sin los que no se podría haber ensayado ninguno de los hidrantes, por ser los precursores junto con Jaime de la gran idea que ha resultado ser.

A todas las Comunidades, empresas y contratistas que han suministrado los equipos y han colaborado en los ensayos, una especial mención a Pablo Carnicero, de REGABER por su amistad y la amplia información suministrada.

Por supuesto a todos los que en estos años han sufrido de alguna manera el desarrollo de esta Tesis, amigos y familiares.

Y por supuesto a los que va dirigida esta Tesis.

A Begoña por su amor, cariño y comprensión.

A mis perlas de la más grande a la más pequeña, Pau, Ibán y Mireia.

A los dos grandes hacedores de ser lo que soy, Pepe y Carmina.

A mis hermanos Ariadna y Rubén.

A mi familia Australiana Jackie.

y a mi otra familia Amelia, Javi, Marta y mis sobris Laura y Javier.

Gracias a todos por vuestro apoyo y por estar donde estáis.

RESUMEN

Un aprovechamiento racional y ajustado de los recursos hídricos disponibles en el regadío implica la necesidad de disponer de infraestructuras que mediante conducciones a presión permitan llevar desde captación hasta la planta los volúmenes requeridos. Los sistemas de riego a presión, tanto a nivel colectivo como en parcela, permiten un alto control sobre el agua aplicada y garantizan una alta eficiencia de aplicación.

La adopción de estos sistemas de riego ha conllevado en los últimos 30 años la construcción y puesta en marcha de numerosas redes colectivas de riego a presión. En el arco mediterráneo donde el modelo productivo se basa en una agricultura intensiva de parcelas de tamaño pequeño y medio (superficies medias no superiores a 0,5 ha), el sistema de distribución del agua desde la red a la parcela se realiza normalmente a través de hidrantes denominados multiusuario. Estos dispositivos agrupan los distintos elementos de medición, corte, regulación y automatización de cada usuario en determinados puntos de la red, mejorando la gestión y control de las mismas.

Estos dispositivos presentan unas características singulares que los hacen difíciles de caracterizar y modelizar. Tradicionalmente su diseño y configuración ha corrido a cargo de los ingenieros proyectistas utilizando la propia experiencia como criterio de diseño, desconociendo, en muchos casos, cómo afecta el diseño y configuración a la respuesta hidráulica de estos dispositivos, y la influencia que éstos tendrán en las obras de infraestructura conectadas aguas abajo de los mismos.

El correcto funcionamiento de estos dispositivos es el que garantiza en último lugar, que la presión y caudal que recibe el usuario sea el adecuado a su cultivo y sistema de riego. A su vez son fundamentales para la gestión y control de la red, recordemos que son los dispositivos desde los que actualmente se actúa para organizar el riego, y donde se registran los consumos de agua de los usuarios.

Esta Tesis aborda el estudio de estos hidrantes multiusuario. En primer lugar analizando su estado actual de funcionamiento, recopilando los problemas que se encuentran en la actualidad, resaltando el bloqueo metrológico de contadores, oxidaciones, fugas, pérdidas de carga excesivas, materiales y equipos no adecuados, etc. Problemas que deterioran estos equipos e imposibilitan que realicen las funciones para los que fueron instalados.

En segundo lugar se intenta organizar, los dispositivos en función de su configuración, clasificándolos según la posición del contador de agua, en horizontales y verticales. Se analiza la normativa que define las características de los hidrantes (UNE-EN 14267), demostrando que es insuficiente para este tipo de

elementos. Por lo que a través de la experiencia recogida en el LHIR (Laboratorio de Hidráulica y Riegos) de la UPV, y del ensayo hidráulico de 13 de estos dispositivos, se proponen ensayos de caracterización hidráulica que permitan evaluar la correcta configuración y funcionamiento de los mismos, analizando y proponiendo soluciones al principal problema encontrado, el bloqueo metroológico de contadores.

Una vez analizada la situación de estos hidrantes multiusuario, y tras la recopilación de los problemas encontrados en campo y en laboratorio, se desarrolla un protocolo de diseño que culmina con la redacción de un Pliego de Condiciones Técnicas para este tipo de dispositivos. La aplicación de este pliego junto con la colaboración de SEIASA (Sociedad Española de Infraestructuras Agrarias) desemboca en el desarrollo de una configuración de hidrante tipo denominado "*Costella*", donde se solucionan los principales problemas planteados. Esta parte finaliza con la validación a través de ensayos hidráulicos en el laboratorio (LHIR), de tres hidrantes con esta configuración.

La cuarta y última parte propone un método de análisis, basado en la aplicación EPANET 2.0, que permita verificar y realizar configuraciones de este tipo de hidrantes validando su funcionamiento antes de su instalación en la red.

Utilizando toda la base experimental se ha construido un modelo mediante Técnicas Computacionales de Fluidos (CFD) de los colectores de los hidrantes ensayados. Paralelamente se ha caracterizado cada tipo de hidrante mediante EPANET ajustando los coeficientes de resistencia de los diferentes elementos singulares que configuran cada hidrante.

Estos modelos CFD han permitido validar los modelos en EPANET que simulen con gran precisión la respuesta real de los colectores y por tanto aplicarlos a la simulación de los hidrantes completos, demostrando ser una herramienta de utilidad, en el diseño y caracterización de este tipo de dispositivos.

RESUM

Un aprofitament racional i ajustat dels recursos hídrics disponibles en el regadiu implica la necessitat de disposar d'infraestructures que, mitjançant conduccions a pressió, permeten portar els volums requerits des de la captació fins a la planta. Els sistemes de reg a pressió, tant en l'àmbit col·lectiu com en parcel·les, permeten un alt control sobre l'aigua aplicada i garanteixen una alta eficiència d'aplicació.

L'adopció d'aquests sistemes de reg ha comportat en els últims trenta anys la implantació de nombroses xarxes col·lectives de reg a pressió. En l'arc mediterrani, on el model productiu es basa en una agricultura intensiva de parcel·les de dimensions petites i mitjanes (superfícies mitjanes no superiors a 0,5 ha), el sistema de distribució de l'aigua des de la xarxa fins a la parcel·la es du a terme normalment a través de hidrants denominades multiusuari. Aquests dispositius agrupen els diferents elements de mesurament, tall i automatització de cada usuari en determinats punts de la xarxa, de manera que en milloren la gestió i el control.

Aquests dispositius presenten unes característiques singulars que els fan difícils de caracteritzar i modelitzar. Tradicionalment, el disseny i la configuració han anat a càrrec dels enginyers projectistes utilitzant la pròpia experiència com a dissenyadors, i desconeixent, en molts casos, com afecta el disseny i la configuració a la resposta hidràulica d'aquests dispositius, i la influència que aquests tindran en les obres d'infraestructura connectades aigües avall.

El funcionament correcte d'aquests dispositius és el que garanteix, en darrer lloc, que la pressió i el cabal que rep l'usuari siga l'adequat al cultiu i el sistema de reg. Al seu torn, són fonamentals per a la gestió i el control de la xarxa; recordem que són els dispositius des dels quals avui dia s'actua per a organitzar el reg, i on es registren els consums d'aigua dels usuaris.

Aquesta tesi aborda l'estudi d'aquests hidrants multiusuari. En primer lloc, analitzant-ne l'estat actual de funcionament, recopilant els problemes que hi ha en l'actualitat, ressaltant el bloqueig metrològic de comptadors, oxidacions, fuites, pèrdues de càrrega excessives, materials i equips no adequats, etc. Problemes que deterioren aquests equips i impossibiliten que duguen a terme les funcions per a les quals van ser instal·lats.

En segon lloc, s'intenta organitzar els dispositius en funció de la configuració, i així es classifiquen, segons la posició del comptador d'aigua, en horitzontals i verticals. S'analitza la normativa que defineix les característiques de les hidrants (UNE-EN 14267), i es demostra que és insuficient per a aquesta classe d'elements. Per això, a través de l'experiència arreplegada en el LHIR (Laboratori d'Hidràulica i Regs) de la

UPV, i de l'assaig hidràulic de 13 d'aquests dispositius, es proposen assajos de caracterització hidràulica que permeten avaluar-ne la configuració i el funcionament correctes, s'analitza el bloqueig metrològic de comptadors i es proposen solucions a aquest problema, que és el principal problema detectat.

Una vegada analitzada la situació d'aquestes hidrants multiusuari de reg, i després de la recopilació dels problemes trobats en camp i en laboratori, es desenvolupa un protocol de disseny que culmina amb la redacció d'un plec de condicions tècniques per a aquest tipus de dispositius. L'aplicació d'aquest plec juntament amb la col·laboració de SEIASA (Societat Espanyola d'Infraestructures Agràries) desemboca en el desenvolupament d'una configuració de hidrant tipus denominat "*Costella*", en què se solucionen els principals problemes plantejats. Aquesta part finalitza amb la validació, a través d'assajos hidràulics en el laboratori (LHIR), de tres hidrants amb aquesta configuració.

La quarta i última part proposa un mètode d'anàlisi, basat en l'aplicació EPANET 2.0, que permeti verificar i fer configuracions d'aquest tipus de hidrants validant-ne el funcionament abans d'instal·lar-los en la xarxa.

Utilitzant tota la base experimental, s'ha construït un model mitjançant tècniques computacionals de fluids (CFD) dels col·lectors de les hidrants assajades. Paral·lelament, s'ha caracteritzat cada tipus d'hidrant mitjançant EPANET ajustant els coeficients de resistència dels diversos elements singulars que configuren cada hidrant.

Aquests models CFD han permès validar els models en EPANET que simulen amb gran precisió la resposta real dels col·lectors y per tant aplicar-los a la simulació dels hidrants complets, demostrant ser una ferramenta d'utilitat, en el disseny y caracterització d'aquest tipus de dispositius.

SUMMARY

A rational and correct usage of available water resources in irrigation entails access to infrastructures that utilise pressurised pipelines to carry the required volumes of water from the catchment to the plant. The pressurised irrigation systems, whether at collective or smallholding level, permit a high degree of control over the water applied, and guarantee a high rate of application efficiency.

Over the last 30 years, the adoption of these irrigation systems have led to the construction and start-up of numerous collective pressurised irrigation networks. In the Mediterranean region, where the production model is based on the intensive farming of small and medium-sized plots of land (areas not exceeding 0.5 hectares), the water distribution systems from the network to the allotment is normally via so-called multi-user hydrants. These devices group together the various elements of measuring, cutting off, automation, and the regulation of each user at certain points in the network, which consequently improves the management and control of them.

These devices have unique features that make them difficult to characterise and model. Traditionally their design and configuration has been the responsibility of the engineering design team who use their own experience as a criterion of design, disregarding the fact in many cases, of how the design and configuration affects the hydraulic response of these devices as well as the influence this will have on the infrastructure works connected downstream from these devices.

The correct operation of these devices is what ultimately guarantees that the pressure and flow that the user receives will be appropriate for the user's cultivation and irrigation system.

In turn they are essential to the management and control of the network, bearing in mind that they are the devices which currently serve to organise the system of irrigation, and which keep a record of the user's water consumption.

This thesis deals with the study of these multi-user hydrants. Firstly it analyses their current state of operation, compiling the problems encountered at present, highlighting the metrological blocking of meters, corrosion, leaks, excessive load losses, unsuitable materials and equipment, etc. Problems that impair the equipment and make it impossible for them to perform the functions for which they were installed.

Secondly, an attempt to organise the devices based on their configuration is done, classifying them according to the position of the water meter, in horizontal and vertical. Analyses of the regulations that define the characteristics of the hydrants (UNE-EN14267) is carried out, demonstrating that it is insufficient

for these types of elements. Therefore, through the experience gained in the LHIR of UPV (The Hydraulics and Irrigation Laboratory of the Politechnic University of Valencia), and from the hydraulic trials of 13 of these devices, we propose tests of hydraulic characterisation that allow us to assess the correct configuration and operation of the aforementioned devices, analysing and proposing solutions for the main problem that was encountered - the blocking of metrological meters.

Thirdly, once the situation of the multi-user hydrants is analysed, and after the problems encountered in the field and laboratory are compiled, a design protocol is developed that culminates in a draft of the Technical Specifications of the types of devices. The application of this draft with the collaboration of SEIASA (Spanish Society of Agricultural Infrastructures) leads to the development of a hydrant configuration type called "Costella", where the main challenges that were encountered ultimately are solved. This part of the thesis ends with validation through hydraulic tests in the laboratory (LHIR), of three hydrants with this configuration.

The fourth and last part of the thesis proposes a method of analysis, based on the EPANET 2.0 application, which makes it possible to verify and configure this type of hydrant validating its operation before its installation in the network.

Utilising all the experimental framework a model has been constructed using Computational Fluid Dynamics (CFD) from the collectors of the trialed hydrants. In parallel every type of hydrant has been characterised by means of EPANET adjusting the resistance coefficients of the different unique components that constitute each hydrant.

These CFD models have made it possible to validate the models in EPANET that simulate with great precision the real response of the collectors and therefore apply to the simulation of the whole hydrant, proving to be a useful tool in the design and characterisation of these types of devices.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.	1-1
1.1. JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS.	1-3
1.2. ANTECEDENTES.	1-4
1.3. PROBLEMÁTICA DE LA INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE HIDRANTES MULTIUSUARIO PARA RIEGO.	1-5
1.4. OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DE LA TESIS.	1-8
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN, TIPOLOGÍA Y CARACTERIZACIÓN DE HIDRANTES MULTIUSUARIO PARA RIEGO.	2-1
2.1. INTRODUCCIÓN.	2-3
2.1.1. DEFINICIONES Y NOMENCLATURA UTILIZADA.	2-3
2.2. CLASIFICACIÓN DEL HIDRANTE. (AEN/CTN68 2005)	2-4
2.2.1. NÚMERO DE SALIDAS.	2-4
2.2.2. POR SU FUNCIÓN.	2-5
2.2.3. POR SUS DIMENSIONES.	2-5
2.2.4. POR SU PRESIÓN NOMINAL.	2-6
2.3. TIPOLOGÍA Y MORFOLOGÍA MAS COMÚN EN HIDRANTES MULTIUSUARIO.	2-6
2.3.1. VERTICALES (V).	2-6
2.3.1.1. Alimentado por el extremo (V1).	2-6
2.3.1.2. Alimentado por el punto medio (V2).	2-8
2.3.2. HORIZONTALES (H).	2-9
2.3.2.1. Alimentado por el extremo (H1).	2-9
2.3.2.2. Alimentado por el punto medio (H2).	2-12
2.3.3. GALERÍA FOTOGRÁFICA DE LAS DISTINTAS CONFIGURACIONES DE HIDRANTES MULTIUSUARIO.	2-14
2.3.3.1. Hidrantes verticales (V).	2-14
2.3.3.2. Hidrantes horizontales (H).	2-24
2.4. CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE HIDRANTES MULTIUSUARIO.	2-28
2.4.1. CARACTERÍSTICAS EQUIPOS DE MEDIDA Y BANCO DE ENSAYOS.	2-28
2.4.2. CLASIFICACIÓN, DESIGNACIÓN Y MARCADO DE LOS HIDRANTES.	2-29
2.4.2.1. Información requerida para elementos generales.	2-31
2.4.2.2. Información requerida para las tomas.	2-32
2.4.3. ENSAYOS RECOMENDADOS EN FUNCIÓN DE TIPO DE HIDRANTE.	2-33
2.4.3.1. Comprobación de la metrología a QNP para cada una de las tomas. (Todos los Tipos).	2-34
2.4.3.2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. QNB. (Todos los Tipos).	2-35
2.4.3.3. Pérdidas de carga del hidrante, con todas las tomas abiertas y sin regulación. (Todos los Tipos)	2-37
2.4.3.4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego. Transitorios generados. (Todos los tipos)	2-40
2.4.3.5. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada en su función como reductora de presión. (Tipos 3 y 4)	2-42
2.4.3.6. Rapidez de regulación de presión de la válvula reductora de presión. (Tipos 3 y 4)	2-44
2.4.3.7. Comportamiento de la regulación de caudal ante variaciones de presión en su función como limitadora de caudal. (Tipo 2 y 4)	2-46
2.4.3.8. Rapidez de respuesta del hidrante a la limitación de caudal. (Tipo 2 y 4).	2-49
2.4.3.9. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego. (Tipo 1 y 3)	2-51
2.4.3.10. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego. Con y sin funcionamiento de la VRP. (Tipo 1 y 3)	2-53

2.4.3.11. Prueba de estanqueidad. (Todos los Tipos)	2-55
2.4.3.12. Comprobación del estado y calidad de los colectores de los hidrante.	2-57
2.4.3.13. Calidad de otros componentes del hidrante.	2-65
2.5. OTROS ENSAYOS HIDRÁULICOS DE INTERÉS. ANÁLISIS DEL BLOQUEO Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LOS	
CONTADORES.	2-66
2.5.1. COLECTORES.	2-66
2.5.2. CONTADORES. ANÁLISIS DEL BLOQUEO.	2-68
2.5.3. CONTADORES. CONDICIONES DE INSTALACIÓN.	2-81
2.5.3.1. Calidad del Agua.	2-82
2.5.3.2. Estabilidad del flujo.	2-85
2.6. CONCLUSIONES. DESCRIPCIÓN, TIPOLOGÍA Y CARACTERIZACIÓN DE HIDRANTES MULTIUSUARIO PARA RIEGO.	2-87
2.6.1. DISEÑO Y CONFIGURACIÓN.	2-87
2.6.2. CALIDAD DE LOS COMPONENTES.	2-89
CAPÍTULO 3. GUÍA PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN DE HIDRANTES MULTIUSUARIO PARA RIEGO.	3-1
3.1. OBJETIVOS.	3-3
3.2. TIPOLOGÍA DEL HIDRANTE.	3-3
3.3. CAUDALES RECOMENDADOS.	3-4
3.4. SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS A INSTALAR.	3-5
3.4.1. ELEMENTOS GENERALES DEL HIDRANTE.	3-5
3.4.1.1. Colectores, materiales de unión y accesorios.	3-5
3.4.1.2. Válvulas de maniobra generales.	3-7
3.4.1.3. Elementos de filtración. Filtros caza piedras.	3-8
3.4.1.4. Elementos de regulación. Válvulas hidráulicas generales reductoras de presión.	3-9
3.4.1.5. Ventosas y accesorios generales.	3-9
3.4.1.6. Sistema de automatización, control, registro y accionamiento.	3-9
3.4.1.7. Otros.	3-10
3.4.2. ELEMENTOS DE LAS TOMAS A PARCELA.	3-10
3.4.2.1. Válvulas de maniobra.	3-10
3.4.2.2. Elementos de medición de caudal.	3-10
3.4.2.3. Electroválvulas y válvulas hidráulicas de regulación.	3-14
3.4.2.4. Tuberías a parcela. Salida de las tomas del hidrante.	3-14
3.5. OBRA CIVIL.	3-15
3.5.1. CIMENTACIÓN.	3-15
3.5.2. CASETA DE ALOJAMIENTO DE LAS INSTALACIONES.	3-15
3.5.2.1. Elementos de anclaje.	3-16
3.6. DISEÑO DEL HIDRANTE MULTIUSUARIO TIPO DENOMINADO “COSTELLA”.	3-18
3.6.1. CLASIFICACIÓN DEL HIDRANTE SEGÚN NORMA UNE-EN 14267(AEN/CTN68 2005).	3-18
3.6.2. ESQUEMA GENERAL HIDRANTE TIPO “COSTELLA” DE DNB 100, CON 8 TOMAS INSTALADAS.	3-19
3.6.3. ELEMENTOS GENERALES DEL HIDRANTE.	3-20
3.6.3.1. Válvula de compuerta DN 100.	3-20
3.6.3.2. Filtro Caza piedras DN 100.	3-20
3.6.3.3. Válvula hidráulica reductora de presión DN 100.	3-20
3.6.3.4. Curva 90ºembreada de PE 100 electro soldable.	3-21
3.6.3.5. Colector PE100 o PP con 10 salidas.	3-21
3.6.3.6. Ventosa.	3-21
3.6.3.7. Otros.	3-22
3.6.4. TOMAS A PARCELA INSTALADAS.	3-22
3.6.4.1. Toma A DN 40 mm (1”1/2).	3-23

3.6.4.2. Toma B DN 50 mm (2").	3-24
3.6.4.3. Toma C y D DN 25 mm (1").	3-25
3.6.4.4. Toma E DN 40 mm (1"1/2).	3-26
3.6.4.5. Toma F DN 50 mm (2").	3-27
3.6.4.6. Toma G DN 25 mm (1").	3-28
3.6.4.7. Toma H DN 25 mm (1").	3-29
3.6.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS OTROS HIDRANTES "COSTELLA" ENSAYADOS.	3-30
3.6.5.1. Hidrante 10 (H2-5/Tipo3-7/DNB 100-QNB 63-DNP 20x1 25x1 30x2 50x3/PN10).	3-30
3.6.5.2. Hidrante 12 (H2-5/Tipo3-10/DNB 150-QNB 51-DNP 20x3 25x1 30x5 40x1/PN10).	3-31
3.6.6. CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DEL HIDRANTE TIPO DISEÑADO.	3-31
3.6.7. RESULTADOS.	3-32
3.6.7.1. Comprobación de la metrología a QNP para cada una de las tomas.	3-32
3.6.7.2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo.	3-33
3.6.7.3. Pérdidas de carga del hidrante.	3-34
3.6.7.4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego. Transitorios generados. Funcionamiento como Tipo 1.	3-35
3.6.7.5. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego con el funcionamiento de la VRP. Transitorios generados. Funcionamiento como Tipo 3.	3-36
3.6.7.6. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada en su función como reductora de presión.	3-38
3.6.7.7. Rapidez de regulación de presión de la válvula reductora de presión.	3-39
3.6.7.8. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.	3-40
3.6.7.9. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego.	3-41
3.6.7.10. Prueba de estanqueidad.	3-42
3.6.8. CONCLUSIONES ENSAYO HIDRANTES TIPO "COSTELLA".	3-42
3.7. CONCLUSIONES GENERALES DE LA APLICACIÓN DE LA GUÍA PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN DE HIDRANTES MULTIUSUARIO PARA RIEGO.	3-44
CAPÍTULO 4. MODELIZACIÓN HIDRÁULICA DE HIDRANTES MULTIUSUARIO.	4-1
4.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DE LA MODELIZACIÓN DE HIDRANTES.	4-3
4.2. MATERIALES Y MÉTODOS.	4-4
4.2.1. MODELIZACIÓN CON HERRAMIENTAS CFD. FLOW SIMULATION . SOLIDWORKS.(DASSAULT SYSTÈMES 2013A)	4-4
4.2.1.1. Fundamentos de cálculo.	4-5
4.2.1.2. Características de Flow Simulation.	4-6
4.2.2. MODELIZACIÓN CON HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS HIDRÁULICO. EPANET 2.0.	4-7
4.2.2.1. Fundamentos de calculo.	4-7
4.2.2.2. Características de EPANET 2.0.	4-9
4.2.3. PARÁMETROS HIDRÁULICOS UTILIZADOS EN LAS SIMULACIONES.	4-11
4.2.3.1. Rugosidad absoluta para los materiales utilizados en las tuberías y colectores que configuran el hidrante.	4-11
4.2.3.2. Coeficientes de resistencia (Ks) para evaluar pérdidas singulares o localizadas en los hidrantes.	4-11
4.2.3.3. Curvas de pérdidas de válvulas, contadores y filtros en el análisis de hidrantes completos.	4-25
4.2.4. VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LOS MODELOS. ÍNDICES ESTADÍSTICOS UTILIZADOS.	4-28
4.2.4.1. Error cuadrático medio. (ECM).	4-29
4.2.4.2. Raíz del Error cuadrático medio. (RECM).	4-29
4.2.4.3. Normalización de la raíz del error cuadrático medio. (NRECM).	4-30
4.2.4.4. Error absoluto medio. (MAE).	4-30
4.2.4.5. Coeficiente de correlación PEARSON (r).	4-30
4.2.4.6. Coeficiente de determinación (r ²).	4-30
4.2.4.7. Coeficiente Nash-Sutcliffe. (E).	4-31
4.2.4.8. Índice de ajuste de Willmott (W). (Willmott 1981) .	4-31
4.2.4.9. Índice de ajuste de Willmott modificado (Wm).(Gaile y Willmott 1984) .	4-32

4.2.4.10. El cociente entre el error cuadrático medio y el error absoluto medio. (RECM/MAE).	4-32
4.2.5. SIMULACIONES EN CDF. COLECTOR DEL HIDRANTE 11 (CAPÍTULO 2).	4-32
4.2.5.1. Datos de partida. Ensayo hidráulico en laboratorio.	4-32
4.2.5.2. Parámetros de simulación del CFD.	4-35
4.3. RESULTADOS.	4-36
4.3.1. VALIDACIÓN DE LOS MODELOS CREADOS EN CDF Y EPANET. COLECTOR DEL HIDRANTE 11 (CAPÍTULO 2).	4-36
4.3.1.1. Resultados simulación CFD.	4-36
4.3.1.2. K_s obtenidos de las simulaciones CFD.	4-44
4.3.1.3. Resultados simulación EPANET 2.0, comparación con los resultados de las simulaciones CFD.	4-46
4.3.2. MODELIZACIÓN EN CFD DE LOS COLECTORES DE LOS HIDRANTES ENSAYADOS. OBTENCIÓN DE LOS VALORES REALES DE K_s .	4-50
4.3.2.1. CFD Colector Hidrante 1.	4-50
4.3.2.2. CFD Colector Hidrante 3.	4-52
4.3.2.3. CFD Colector Hidrante 4.	4-54
4.3.2.4. CFD Colector Hidrante 5.	4-56
4.3.2.5. CFD Colector Hidrante 6.	4-58
4.3.2.6. CFD Colector Hidrante 7.	4-60
4.3.2.7. CFD Colector Hidrante 8.	4-62
4.3.2.8. CFD Colector Hidrante 9.	4-64
4.3.2.9. CFD Colector Hidrante 10.	4-66
4.3.2.10. CFD Colector Hidrante 11.	4-69
4.3.2.11. CFD Colector Hidrante Tipo "Costella".	4-71
4.3.3. RESULTADOS DE LOS MODELOS DE EPANET PARA LAS DISTINTAS HIPÓTESIS DE K_s .	4-73
4.3.4. APLICACIÓN PRÁCTICA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA SIMULACIÓN CON EPANET, EN HIPÓTESIS DE FUNCIONAMIENTO DISTINTAS A LAS ENSAYADAS.	4-76
4.3.4.1. Comprobación y corrección de errores en los ensayos hidráulicos. Verificación del Hidrante 1 para los caudales nominales reales.	4-76
4.3.4.2. Caudal máximo por hidrante. Ampliación del hidrante con nuevas tomas. Hidrante 10.	4-78
4.3.4.3. Caudales máximos circulantes por toma para diferentes tipos de instalación en parcela. Aplicación al Hidrante 9.	4-80
4.4. CONCLUSIONES.	4-84
<u>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES.</u>	<u>5-1</u>
5.1. CONCLUSIONES GENERALES DE LA TESIS.	5-3
5.2. RECOMENDACIONES Y PLANES FUTUROS.	5-3
<u>CAPÍTULO 6. BIBLIOGRAFÍA.</u>	<u>6-1</u>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2–1: Compatibilidad del tipo de salidas (DNP) en función del tipo de entrada (DNB).	2-5
Tabla 2–2: Datos ejemplo de nomenclatura para el Hidrante 11 ensayado.	2-29
Tabla 2–3: Características principales de los hidrantes ensayados.	2-30
Tabla 2–4: Hidrante 9. Comprobación de la metrología de las toma QNP.	2-35
Tabla 2–5: Hidrante 9. Error de caudal del hidrante.	2-36
Tabla 2–6: Resumen resultados de la metrología global de los hidrantes ensayados.	2-36
Tabla 2–7: Pérdidas de carga máximas en función del tipo de hidrante.	2-37
Tabla 2–8: Relación de sensores y puntos de medición para el Hidrante 9. (Anejo 1)	2-38
Tabla 2–9: Pérdidas de carga Hidrante 9.	2-39
Tabla 2–10: Resumen de los resultados de las pérdidas de carga para los hidrantes ensayados.	2-39
Tabla 2–11: Resumen de los resultados de la apertura y cierre de tomas. Transitorios Hidráulicos.	2-41
Tabla 2–12: Hidrante 5. Variación del caudal ante la apertura de las tomas en derivación.	2-42
Tabla 2–13: Resumen de los resultados de la regulación de presión.	2-43
Tabla 2–14: Hidrante 9. Tiempo de regulación de la VRP. Cerrado- regulación.	2-44
Tabla 2–15: Resumen de los resultados de la rapidez en la regulación de presión.	2-46
Tabla 2–16: Hidrante 4. Precisión en la limitación de caudal. Hidrante completo.	2-47
Tabla 2–17: Hidrante 4. Precisión en la limitación de caudal. Tomas independientes.	2-48
Tabla 2–18: Hidrante 7. Comprobación del QNL de tarado de las tomas instaladas.	2-49
Tabla 2–19: Hidrante 7. Precisión en la limitación de caudal del hidrante.	2-49
Tabla 2–20: Resumen de los resultados de la rapidez en la regulación de caudal.	2-50
Tabla 2–21: Hidrante 9. Ensayo de Bloqueo. Caudal máximo simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.	2-52
Tabla 2–22: Hidrante 9. Caudal máximo simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP en regulación.	2-53
Tabla 2–23: Hidrante 11. Resultados bloqueo contadores con regulación de presión en las tomas.	2-54
Tabla 2–24: Hidrante 9. Caudal máximo simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP sin regulación.	2-54
Tabla 2–25: Hidrante 11. Resultados bloqueo contadores sin regulación de presión en las tomas.	2-54
Tabla 2–26: Resumen de los resultados de los caudales máximos en tomas sin instalación de riego en parcela, sin regulación de la VRP. Bloqueo de contadores.	2-55
Tabla 2–27: Resumen prueba de estanqueidad de los hidrantes.	2-57
Tabla 2–28: Calidad de los colectores de los hidrantes ensayados. Hidrante 1 a 5.	2-59
Tabla 2–29: Calidad de los colectores de los hidrantes ensayados. Hidrante 6 a 11.	2-60
Tabla 2–30: Resultados ensayos de caudal de bloqueo para los contadores del Hidrante 1.	2-69
Tabla 2–31: Resultados medición en campo de los caudales de transición en el inicio del riego.	2-70
Tabla 2–32: Comportamiento para placa orificio de ratio 0,75	2-73
Tabla 2–33: Resultados ensayo bloqueo contadores de chorro múltiple de diferentes fabricantes	2-75
Tabla 2–34: Porcentaje de contadores bloqueados según el DN de contador	2-77

Tabla 2–35: Características contadores de chorro múltiple, de GECONTA-WEHRLE para su instalación en hidrantes de riego	2-79
Tabla 2–36: Resultados ensayos de bloqueo para tres modelos de contador de chorro múltiple de GECONTA-WEHRLE.	2-79
Tabla 2–37: Resultados ensayos de bloqueo de los contadores GECONTA-WEHRLE en diferentes posiciones.	2-81
Tabla 2–38: Tabla de contadores elegidos y rechazados para el ensayo.	2-83
Tabla 2–39: Resultados de metrología y pérdidas de carga para contadores sustituidos en una CR.	2-84
Tabla 3–1: Intervalo de caudales recomendados en función del tipo y DNB del hidrante	3-5
Tabla 3–2: Características colector. Dimensiones y número de tomas.	3-7
Tabla 3–3: Hidrante 10. Comprobación metrología de las tomas. Hidrante 10 y 12	3-32
Tabla 3–4: Hidrante Tipo “Costella”. Error de caudal del hidrante.	3-33
Tabla 3–5: Resumen resultados de la metrología global de los hidrantes Tipo ensayados.	3-33
Tabla 3–6: Hidrante Tipo “Costella”. Pérdidas de carga. Versión Tipo 3.	3-34
Tabla 3–7: Hidrante Tipo “Costella”. Pérdidas de carga. Versión Tipo 1.	3-34
Tabla 3–8: Resumen de los resultados de las pérdidas de carga para los hidrantes Tipo ensayados.	3-35
Tabla 3–9: Resumen de los resultados de la apertura y cierre de tomas. Transitorios Hidráulicos.	3-37
Tabla 3–10: Resumen de los resultados de la regulación de presión.	3-38
Tabla 3–11: Hidrante 10. Rapidez en la actuación de la VRP de cerrada a regulación.	3-39
Tabla 3–12: Hidrante Tipo “Costella”. Caudal máximo simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.	3-40
Tabla 3–13: Hidrante Tipo “Costella”. Caudal máximo simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego.	3-41
Tabla 3–14: Hidrante Tipo “Costella”. Resultados estanqueidad.	3-42
Tabla 3–15: Resumen prueba de estanqueidad de los hidrantes Tipo Ensayados.	3-42
Tabla 4–1: Rugosidad absoluta para los materiales empleados en la configuración de los hidrantes (k).	4-11
Tabla 4–2: Coeficientes de resistencia (Ks). Manual de utilización de EPANET 2.0.	4-17
Tabla 4–3: Coeficientes de resistencia (Ks). Manual Técnico para tuberías de PE. ASETUB.	4-17
Tabla 4–4: Coeficientes de resistencia (Ks). Manual Técnico fabricante AGRU (Norma DVS 2210-1).	4-18
Tabla 4–5: Coeficientes de resistencia (Ks) Arviza-Agüera. (Arviza, Gonzalez y Balbastre 2002; Agüera Soriano 2003)	4-19
Tabla 4–6: Coeficientes de resistencia (Ks) SOTELO. (Sotelo Avila 1991)	4-20
Tabla 4–7: Factores de fricción (f) para tuberías comerciales, nuevas, de acero, con flujo en la zona de total turbulencia.	4-21
Tabla 4–8: Coeficientes de resistencia (Ks) para accesorios. CRANE.	4-22
Tabla 4–9: Presiones e incertidumbres en mca, registradas en el colector Hidrante 11, según los escenarios ensayados.	4-34
Tabla 4–10: Caudales e incertidumbres en m ³ /s, registradas en el colector Hidrante 11, según los escenarios ensayados.	4-34
Tabla 4–11: Comparación resultados de presión ensayo de laboratorio con el modelo CFD para el escenario 1.	4-38

Tabla 4–12: Comparación resultados de presión ensayo de laboratorio con el modelo CFD para el escenario 2.	4-39
Tabla 4–13: Comparación resultados de presión ensayo de laboratorio con el modelo CFD para el escenario 3.	4-40
Tabla 4–14: Comparación resultados de presión ensayo de laboratorio con el modelo CFD para el escenario 4.	4-41
Tabla 4–15: Comparación resultados de presión ensayo de laboratorio con el modelo CFD para el escenario 5.	4-42
Tabla 4–16: Comparación resultados de presión ensayo de laboratorio con el modelo CFD para el escenario 6.	4-43
Tabla 4–17: Índices estadísticos para la comparación de los resultados del ensayo con la simulación CFD.	4-44
Tabla 4–18: Valores de K_s calculados para el colector del hidrante 11 según los escenarios analizados.	4-45
Tabla 4–19: Comparación resultados de presión entre el modelo CFD y el modelo de EPANET para el escenario 1.	4-47
Tabla 4–20: Comparación resultados de presión entre el modelo CFD y el modelo de EPANET para el escenario 2.	4-47
Tabla 4–21: Comparación resultados de presión entre el modelo CFD y el modelo de EPANET para el escenario 3.	4-47
Tabla 4–22: Comparación resultados de presión entre el modelo CFD y el modelo de EPANET para el escenario 4.	4-48
Tabla 4–23: Comparación resultados de presión entre el modelo CFD y el modelo de EPANET para el escenario 5.	4-48
Tabla 4–24: Comparación resultados de presión entre el modelo CFD y el modelo de EPANET para el escenario 6.	4-48
Tabla 4–25: Índices estadísticos para la comparación de los resultados de la simulación CFD con la simulación en EPANET.	4-49
Tabla 4–26: Índices estadísticos para la comparación de los resultados del ensayo con la simulación en EPANET.	4-49
Tabla 4–27: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 1 según modelo CFD.	4-50
Tabla 4–28: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 3 según modelo CFD.	4-52
Tabla 4–29: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 4 según modelo CFD.	4-54
Tabla 4–30: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 5 según modelo CFD.	4-56
Tabla 4–31: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 6 según modelo CFD.	4-58
Tabla 4–32: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 7 según modelo CFD.	4-60
Tabla 4–33: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 6 según modelo CFD.	4-62
Tabla 4–34: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 9 según modelo CFD.	4-64
Tabla 4–35: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 10 según modelo CFD.	4-67
Tabla 4–36: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 11 según modelo CFD.	4-69
Tabla 4–37: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante Tipo “ <i>Costella</i> ” según modelo CFD.	4-71
Tabla 4–38: Resultados estadísticos para las modelos de EPANET para las distintas hipótesis de K_s .	4-74
Tabla 4–39: Resultados ordenados por RECM.	4-75
Tabla 4–40: Resultados ordenados por MAE.	4-76
Tabla 4–41: Hidrante 1. Pérdidas de carga del hidrante para el caudal de ensayo.	4-77
Tabla 4–42: Hidrante 1. Pérdidas de carga del hidrante para el QNB 31 m ³ /h.	4-78
Tabla 4–43: Hidrante 10. Pérdidas de carga del hidrante para la configuración inicial.	4-79

Tabla 4-44: Hidrante 10. Pérdidas de carga del hidrante para la nueva configuración.	4-79
Tabla 4-45: Hidrante 9. Pérdidas de carga del hidrante para QNB.	4-81
Tabla 4-46: Hidrante 9. Caudales máximos con instalación de riego en parcela.	4-83
Tabla 4-47: Hidrante 9. Caudales máximos sin instalación de riego en parcela y con válvula reductora de presión en funcionamiento.	4-83
Tabla 4-48: Hidrante 9. Caudales máximos con instalación de riego en parcela.	4-84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2–1: Morfología hidrante vertical V1	2-6
Figura 2–2: Morfología hidrante vertical V1-1	2-6
Figura 2–3: Morfología hidrante vertical V1-2	2-7
Figura 2–4: Morfología hidrante vertical V1-3	2-7
Figura 2–5: Morfología hidrante vertical V1-4	2-7
Figura 2–6: Morfología hidrantes verticales V2.	2-8
Figura 2–7: Morfología hidrantes verticales V2-1-1	2-8
Figura 2–8: Morfología hidrantes verticales V2-1-3	2-8
Figura 2–9: Morfología hidrantes verticales V2-1-2	2-8
Figura 2–10: Morfología hidrante vertical V2-2.	2-9
Figura 2–11: Morfología hidrante horizontal H1.	2-9
Figura 2–12: Morfología hidrante horizontal H1-1.	2-10
Figura 2–13: Morfología hidrante horizontal H1-2.	2-10
Figura 2–14: Morfología hidrante horizontal H1-3.	2-10
Figura 2–15: Morfología hidrante horizontal H1-4	2-11
Figura 2–16: Morfología hidrante horizontal H1-5.	2-11
Figura 2–17: Morfología hidrante horizontal H1-6.	2-11
Figura 2–18: Morfología hidrante horizontal H1-7.	2-12
Figura 2–19: Morfología hidrante horizontal H2.	2-12
Figura 2–20: Morfología hidrante horizontal H2-1.	2-12
Figura 2–21: Morfología hidrante horizontal H2-2.	2-13
Figura 2–22: Morfología hidrante horizontal H2-3.	2-13
Figura 2–23: Morfología hidrante horizontal H2-4.	2-13
Figura 2–24: Morfología hidrante horizontal H2-5.	2-14
Figura 2–25: Localización de los sensores de presión en el ensayo del hidrante 9.	2-38
Figura 3–1: Morfología hidrante horizontal H2-5	3-4
Figura 3–2: Ejemplo de configuración de colector en PP o PE100 con 10 tomas y DNB 100.	3-7
Figura 3–3: Tipos de Filtros Caza piedras. En Y, cesta lateral y cesta superior.(Regaber 2015; HAWLE 2015)	3-8
Figura 3–4: Vistas caseta recomendada hidrante tipo "Costella". Vistas alzado y lateral.	3-15
Figura 3–5: Secciones caseta recomendada hidrante tipo "Costella". Sección planta y lateral.	3-16
Figura 3–6: Hidrante diseñado según la guía. Características reflejadas en la guía de diseño. I.	3-16
Figura 3–7: Hidrante diseñado según la guía. Características reflejadas en la guía de diseño. Errores de diseño. II	3-17
Figura 3–8: Esquema hidrante Tipo "Costella".	3-19
Figura 4–1: Codos de 90°. Con diferentes radios de curvatura. Ejemplos de colectores de hidrantes ensayados.	4-13
Figura 4–2: Codos de 45° con diferentes radios de curvaturas. Ejemplos de colectores de hidrantes ensayados.	4-13
Figura 4–3: Diminución bruscas de sección en tomas. Ejemplo de colectores de hidrantes ensayados.	4-14
Figura 4–4: Aumento progresivo de sección con diferentes ángulos de ampliación. Ejemplo de colectores de hidrantes ensayados.	4-14

Figura 4–5: Tés iguales en derivación de flujo. Ejemplos de colectores de hidrantes ensayados.	4-14
Figura 4–6: Tés reducidas en derivación de flujo de las tomas. Ejemplos de colectores de hidrantes ensayados.	4-15
Figura 4–7: Salida brusca en la entrada principal al colector. Ejemplo de colector de hidrante ensayado.	4-15
Figura 4–8: Entrada bruscas en las tomas, resalte de las tomas dentro del colector. Ejemplos de colectores de hidrantes ensayados.	4-16
Figura 4–9: Esquema salidas del colector Hidrante 4. Detalle Te de la primera Salida.	4-24
Figura 4–10: Esquemas colector Hidrante 11. Tomas de presión.	4-33
Figura 4–11: Estructura de la malla utilizada en la construcción de los modelos en CFD.	4-37
Figura 4–12: Resultados de velocidad para el hidrante 11 en el escenario 1.	4-37
Figura 4–13: Resultados de presión para el hidrante 11 en el escenario 1.	4-38
Figura 4–14: Resultados de velocidad para el hidrante 11 en el escenario 2.	4-39
Figura 4–15: Resultados de presión para el hidrante 11 en el escenario 2.	4-39
Figura 4–16: Resultados de velocidad para el hidrante 11 en el escenario 3.	4-40
Figura 4–17: Resultados de presión para el hidrante 11 en el escenario 3.	4-40
Figura 4–18: Resultados de velocidad para el hidrante 11 en el escenario 4.	4-41
Figura 4–19: Resultados de presión para el hidrante 11 en el escenario 4.	4-41
Figura 4–20: Resultados de velocidad para el hidrante 11 en el escenario 5.	4-42
Figura 4–21: Resultados de presión para el hidrante 11 en el escenario 5.	4-42
Figura 4–22: Resultados de velocidad para el hidrante 11 en el escenario 6.	4-43
Figura 4–23: Resultados de presión para el hidrante 11 en el escenario 6.	4-43
Figura 4–24: Esquema colector Hidrante 11. Singularidades calculadas.	4-45
Figura 4–25: Configuración del colector del hidrante 11 en EPANET.	4-46
Figura 4–26: Esquema colector Hidrante 1. Singularidades calculadas.	4-50
Figura 4–27: Resultados de velocidad para el Hidrante 1. Sección Alzado.	4-51
Figura 4–28: Resultados de presión para el Hidrante 1. Sección Alzado.	4-51
Figura 4–29: Esquema colector Hidrante 3. Singularidades calculadas.	4-52
Figura 4–30: Resultados de velocidad para el Hidrante 3. Sección Alzado.	4-53
Figura 4–31: Resultados de presión para el Hidrante 3. Sección Alzado.	4-53
Figura 4–32: Esquema colector Hidrante 4. Singularidades calculadas.	4-54
Figura 4–33: Resultados de velocidad para el Hidrante 4. Sección Alzado.	4-55
Figura 4–34: Resultados de presión para el Hidrante 4. Sección Alzado.	4-55
Figura 4–35: Esquema colector Hidrante 5. Singularidades calculadas.	4-56
Figura 4–36: Resultados de velocidad para el Hidrante 5. Sección Alzado.	4-57
Figura 4–37: Resultados de presión para el Hidrante 5. Sección Alzado.	4-57
Figura 4–38: Esquema colector Hidrante 6. Singularidades calculadas.	4-58
Figura 4–39: Resultados de velocidad para el Hidrante 6. Sección Alzado.	4-58
Figura 4–40: Resultados de presión para el Hidrante 6. Sección Alzado.	4-59
Figura 4–41: Esquema colector Hidrante 7. Singularidades calculadas.	4-60
Figura 4–42: Resultados de velocidad para el Hidrante 7. Sección Planta y alzado.	4-61

Figura 4–43: Resultados de presión para el Hidrante 7. Sección Planta y Alzado	4-61
Figura 4–44: Esquema colector Hidrante 8. Singularidades calculadas.	4-62
Figura 4–45: Resultados de velocidad para el Hidrante 8. Sección Alzado.	4-63
Figura 4–46: Resultados de presión para el Hidrante 8. Sección Alzado.	4-63
Figura 4–47: Esquema colector Hidrante 9. Singularidades calculadas.	4-64
Figura 4–48: Resultados de velocidad para el Hidrante 9. Sección Alzado	4-65
Figura 4–49: Resultados de presión para el Hidrante 9. Sección Alzado.	4-65
Figura 4–50: Esquema colector Hidrante 10. Singularidades calculadas.	4-66
Figura 4–51: Resultados de velocidad para el Hidrante 10. Secciones alzado, perfil y Tomas.	4-67
Figura 4–52: Resultados de presión para el Hidrante 10. Secciones alzado, perfil y Tomas.	4-68
Figura 4–53: Esquema colector Hidrante 11. Singularidades calculadas para QNB.	4-69
Figura 4–54: Resultados de velocidad para el Hidrante 11. Sección y alzado.	4-70
Figura 4–55: Resultados de presión para el Hidrante 11. Sección y Alzado	4-70
Figura 4–56: Esquema colector Hidrante Tipo “Costella”. Singularidades calculadas.	4-71
Figura 4–57: Resultados de velocidad para el Hidrante Tipo “Costella”. Secciones alzado, perfil y Tomas.	4-72
Figura 4–58: Resultados de presión para el Hidrante Tipo “Costella”. Secciones alzado, perfil y Tomas.	4-73
Figura 4–59: Esquema del modelo de EPANET del Hidrante 1.	4-77
Figura 4–60: Esquema del modelo de EPANET del Hidrante 10 con la configuración original.	4-78
Figura 4–61: Esquema del modelo de EPANET del Hidrante 10 con la nueva Toma H.	4-80
Figura 4–62: Esquema del modelo de EPANET del Hidrante 9.	4-81
Figura 4–63: Esquema del modelo de EPANET del Hidrante 9. Simulación de presión requerida en las tomas.	4-82

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2-1: Hidrante Vertical V1. C.R. Bétera. 2000. Tipo 1. (Fotos Balbastre I.). Contadores aguas abajo de la toma, vacíos entre riegos, filtro caza piedras en posición incorrecta y ventosa sin válvula de aislamiento.	2-14
Fotografía 2-2: Hidrante Vertical V1. C.R. Valle de Carcer y Sellent. Tipo 3. (Fotos Balbastre I.). Tomas poco separadas lo que dificulta el mantenimiento, obligando a que las válvulas hidráulicas estén ladeadas, filtro caza piedras en posición incorrecta.	2-15
Fotografía 2-3: Hidrante V1-2 C.R. San Isidro y Realengo 2010. Tipo 4.(Fotos Miranda M., Balbastre I.). Poco espaciamiento entre tomas, ventosa sin válvula de aislamiento y filtro caza piedras mal colocado.	2-15
Fotografía 2-4: Hidrante vertical V1-3. C.R. Tarragon 2014. Tipo 1. (Fotos Balbastre I.). Difícil acceso a las tomas por salidas excesivas en el hidrante, sin elemento de filtración.	2-16
Fotografía 2-5: Hidrante vertical V1-3. C.R. de Guardamar del Segura 2010. Tipo 4. (Fotos Miranda M. y Balbastre I.). Tomas muy juntas. Dificultad para acceso a algunas tomas, ventosa sin válvula de aislamiento, filtro caza piedras mal colocado.	2-16
Fotografía 2-6: Hidrante vertical V1-4. C.R. Cota 220 2010. Tipo 1. (Fotos Miranda M.). Buen acceso a las tomas y válvula de retención en cada toma para evitar el vaciado del contador después de la parada del riego.	2-17
Fotografía 2-7: Hidrante vertical V2. C.R. Carlet 2010. Tipo 3. (Fotos Miranda M.) Contadores se vacían después del riego. Filtro caza piedras mal colocado, ventosa sin válvula de aislamiento, colector pintado (recubrimiento no adecuado).	2-17
Fotografía 2-8: Hidrante vertical V2. C.R. Benimodo 2010 y 2013. Tipo 3. (Fotos Miranda M. y Balbastre I.). Filtro caza piedras mal colocado.	2-18
Fotografía 2-9: Hidrante vertical V2. C.R. Los Tollos 2012. Tipo 1. (Fotos Balbastre I.). Filtro caza piedras mal colocado, ventosa sin válvula de aislamiento, tomas muy justas.	2-18
Fotografía 2-10: Hidrante vertical V2-1-1. C.R. de Castellón, Nules y Villareal 2010. Tipo 3. (Fotos Miranda M.). Contadores agua abajo lo que permite que se vacíen después del riego. Filtro de malla mal colocado, ventosa en algunos hidrantes sin válvula de aislamiento.	2-19
Fotografía 2-11: Hidrante vertical V2-1-2. C.R. Los Tollos 2010. Tipo 1. (Fotos Miranda M. y Balbastre I.). Filtro caza piedras mal colocado, ventosa sin válvula de aislamiento, tomas muy juntas y múltiples, lo que impide al accesos a las tomas en segundo plano.	2-19
Fotografía 2-12: Hidrante vertical V2-1-2. C.R. Rafelguaraf 2010. Tipo 1. (Fotos Miranda M.). Contadores aguas abajo lo que permite que se vacíen después del riego. Filtro caza piedras mal colocado, ventosa sin válvula de aislamiento. En el drenaje de las válvulas hidráulicas se coloca un emisor de riego localizado, para que la apertura sea progresiva e intentar eliminar el bloqueo de contadores por caudales elevados en el inicio del riego.	2-20
Fotografía 2-13: Hidrante vertical V2-1-2. C.R. Picassent Sector IV 2008 y 2010. Tipo 1. (Fotos Miranda M., Balbastre I.). Filtro de malla mal colocado, ventosa sin válvula de aislamiento. Tomas en derivación para cada salida. Estas tomas permiten tener acceso al agua sin estar programado el riego	2-21

Fotografía 2-14: Hidrante vertical V2-1-2. C.R. Picassent Sector XI 2008 y 2010. Tipo 1. (Fotos Miranda M., Balbastre I.). Filtro de malla mal colocado, ventosa sin válvula de aislamiento. Tomas en derivación para cada salida. Estas tomas permiten tener acceso al agua sin estar programado el riego.	2-21
Fotografía 2-15: Hidrante vertical V2-1-3. C.R. Carlet 2010. Tipo 3. (Fotos Miranda M.). Contadores se vacían después del riego. Filtro caza piedras mal colocado, ventosa sin válvula de aislamiento, colector pintado (recubrimiento no adecuado). Excesivas tomas por hidrantes y muy juntas, lo que impide el acceso a las tomas en segundo plano y dificulta el mantenimiento.	2-22
Fotografía 2-16: Hidrante vertical V2-1-3. C.R. Rio de Alcoy 2010. Tipo 3. (Fotos Miranda M., Balbastre I.). Filtro caza piedras mal colocado, ventosa sin válvula de aislamiento y mal colocada. Excesivas tomas por hidrantes y muy juntas, lo que impide el acceso a las tomas en segundo plano y dificulta el mantenimiento.	2-22
Fotografía 2-17: Hidrante vertical V2-2. C.R. Cota 220 2010. Tipo 3. (Fotos Miranda M.). Buen acceso a las tomas y válvula de retención en cada toma para evitar el vaciado del contador después de la parada del riego. Filtro bien colocado.	2-23
Fotografía 2-18: Hidrante vertical V2-2. C.R. del Bajo Priorato (Tarragona). Tipo 3. Fotos (Moval Agroingeniería 2015). Buen acceso a las tomas. Válvula de retención en cada toma pero colocada aguas arriba del contador lo que no evita el vaciado de los contadores después del riego. Sin elemento de filtración.	2-23
Fotografía 2-19: Hidrante horizontal H1-1. C.R. Alhama de Murcia. Tipo 3. Fotos (CR Alhama de Murcia 2015). Buen acceso a las tomas.	2-24
Fotografía 2-20: Hidrante horizontal H1-3. C.R. Alhama de Murcia. Tipo 3. Fotos (CR Alhama de Murcia 2015). Buen acceso a las tomas.	2-24
Fotografía 2-21: Hidrante horizontal H1-4. C.R. Casinos 2010. Tipo 3. (Fotos Miranda M., Palau C.V.). Dificultad en el acceso a las tomas.	2-24
Fotografía 2-22: Hidrante horizontal H1-7. C.R. CGU Alto Vinalopó 2010. Tipo 1. (Fotos Miranda M.). Filtro bien colocado. Buen acceso a las tomas.	2-25
Fotografía 2-23: Hidrante horizontal H1-7. Tipo 3. Fotos (Munasa 2015). Dificil acceso para mantenimiento.	2-25
Fotografía 2-24: Hidrante horizontal H2. Tipo 1. Fotos (Munasa 2015). Sin elemento de filtrado, contadores en mala posición (horizontales pero girados 90º) y acceso limitado.	2-26
Fotografía 2-25: Hidrante horizontal H2-2. Tipo 4. Fotos (Munasa 2015). Derecha contadores en mala posición (horizontales pero girados 90º).	2-26
Fotografía 2-26: Hidrante horizontal H2-2. C.R. CGU Alto Vinalopó 2010. Tipo 3. (Fotos Miranda M.). Filtro bien colocado. Buen acceso a las tomas. Anclajes insuficientes.	2-26
Fotografía 2-27: Hidrante horizontal H2-4. C.R. Senyera Tipo 1. (Fotos Palau C.V.) Dificil acceso a las tomas, difícil mantenimiento. Sin válvula de aislamiento en la ventosa. Sin ningún elemento de filtrado. Tramos rectos aguas arriba de los contadores.	2-27
Fotografía 2-28: Hidrante horizontal H2-5. C.R. L'Alcudia. Tipo 3. (Fotos Balbastre I.). Buen acceso para mantenimiento. Elemento de filtrado en posición correcta. Tramos rectos aguas arriba y abajo de los contadores.	2-27
Fotografía 2-29: Detalle del Hidrante ensayado número 11.	2-30

Fotografía 2-30: Hidrante 1. Daños en la pintura del colector. Brida y Portabrida.	2-61
Fotografía 2-31: Hidrante 1. Corte realizado. Estado interior de la zona seccionada. Detalle con puntos de corrosión y alta rugosidad interior. Soldadura de las tomas con resalte.	2-61
Fotografía 2-32: Hidrante 2. Detalle soldadura tomas al colector con resalte. Detalle alta rugosidad interior.	2-61
Fotografía 2-33: Hidrante 2. Estado interior zona seccionada. Detalle de corrosión y acumulación de Zn.	2-62
Fotografía 2-34: Hidrante 3. Estado interior zona seccionada. Detalle puntos de corrosión y alta acumulación de Zn.	2-62
Fotografía 2-35: Hidrante 5. Estado interior zona seccionada, extremo toma 87 (extremo de colgado para el galvanizado).	2-62
Fotografía 2-36: Hidrante 6. Inserción de los tubos con resalte que configuran las salidas y la conexión de la ventosa. Detalles del estado interior de los extremos.	2-63
Fotografía 2-37: Hidrante 7. Estado interior, se observa que la inserción de los tubos que configuran las salidas es limpia, sin inserciones del tubo de la toma en el colector.	2-63
Fotografía 2-38: Hidrante 7. Puntos de corrosión.	2-64
Fotografía 2-39: Hidrante 8. Estado interior donde se observa la inserción con resalte de los tubos que configuran las salidas y la conexión de la ventosa.	2-64
Fotografía 2-40: Hidrante 8. Detalles del estado interior puntos de corrosión.	2-64
Fotografía 2-41: Hidrante 2. Daños y corrosión exterior del filtro caza piedras.	2-65
Fotografía 2-42: Hidrante 2. Corrosión y no uniformidad en los tornillos de apriete de la tapa del filtro caza piedras.	2-65
Fotografía 2-43: Hidrante 2. Corrosión en la malla del filtro caza piedras.	2-66
Fotografía 2-44: Estado soldadura exterior	2-67
Fotografía 2-45: Estado interior zona seccionada. Detalle.	2-67
Fotografía 2-46: Colector completo	2-68
Fotografía 2-47: Estado interior zona no seccionada. Alta rugosidad y oxidación generalizada.	2-68
Fotografía 2-48: Detalles instalación en la Toma de DN 30.	2-71
Fotografía 2-49: Colocación de emisor de riego en el drenaje de la electroválvula para evitar el bloqueo de contadores.	2-74
Fotografía 2-50: Detalles de la instalación del contador para el bloqueo en ensayos de laboratorio.	2-78
Fotografía 2-51: Contador Wehrle Modelo RMM en posición horizontal	2-80
Fotografía 2-52: Contador Wehrle Modelo MTKHWK en posición horizontal, girado 90°.	2-80
Fotografía 2-53: Contador Wehrle Modelo MTKHWK y RMM en posición vertical.	2-80
Fotografía 2-54: Condiciones de instalación deficientes. Piedras retenidas por el prefiltro y mecanismo lleno de barro en un contador de Chorro Múltiple.	2-83
Fotografía 2-55: Estado exterior contador 25C. Presenta restos de obturación en el filtro.	2-84
Fotografía 2-56: Estado exterior contador 30F. Presenta oxidación interior y restos de obturación en el filtro.	2-85
Fotografía 3-1: Soldadura de la salida del colector en PP por encaje o tipo socket	3-6
Fotografía 3-2: Detalles del hidrante "Costella". Lado izquierdo (tomas A-B-C-D) y lado derecho (tomas E-F-G-H)	3-22
Fotografía 3-3: Detalle del Hidrante 10, Tipo "Costella". Izquierda tomas A-B-C-D , derecha tomas E-F-G.	3-30

Fotografía 3-4: Detalle del Hidrante 12, Tipo “Costella”.	3-31
---	------

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 2–1: Respuesta del hidrante 9 ante la apertura y cierre de tomas de riego.	2-41
Gráfica 2–2: Respuesta del hidrante 9 ante la regulación de presión.	2-43
Gráfica 2–3: Rapidez de respuesta del hidrante 9 ante la regulación de presión	2-45
Gráfica 2–4: Rapidez de respuesta del hidrante 7 ante la regulación de presión. Inestabilidad Toma J.	2-45
Gráfica 2–5: Respuesta del Hidrante 4 ante la limitación de caudal independiente para cada toma.	2-48
Gráfica 2–6: Rapidez de respuesta del hidrante 7 ante la regulación de caudal. Tomas independientes.	2-50
Gráfica 2–7: Inestabilidad en la limitación de caudal del hidrante 7. Ensayo global del hidrante. Rapidez de regulación. La inestabilidad de las válvulas provoca inestabilidad generalizada del hidrante.	2-51
Gráfica 2–8: Evolución de la estanqueidad para el hidrante 9.	2-56
Gráfica 2–9: Evolución del caudal durante el periodo de ensayo. Toma DN 30.	2-71
Gráfica 3–1: Hidrante Tipo “Costella”. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas de riego. Versión Tipo 1.	3-36
Gráfica 3–2: Hidrante Tipo “Costella”. Respuesta del hidrante ante la regulación de presión ante la apertura y cierre de tomas. Versión Tipo 3.	3-37
Gráfica 3–3: Hidrante Tipo “Costella”. Respuesta del hidrante ante la regulación de presión.	3-38
Gráfica 3–4: Rapidez de respuesta del hidrante 10 ante la regulación de presión	3-40
Gráfica 4–1: Pérdidas de carga en función del caudal para válvula hidráulica de membrana de DN 40. Diferencias entre datos del fabricante y ensayo hidráulico.	4-26
Gráfica 4–2: Pérdidas de carga en función del caudal para contador <i>Woltman</i> de DN 50. Diferencias entre datos del fabricante y ensayo hidráulico.	4-27
Gráfica 4–3: Pérdidas de carga en función del caudal para filtro caza piedras en Y de DN 100. Diferencias entre datos del fabricante y ensayo hidráulico.	4-27

NOMENCLATURA UTILIZADA

α : Angulo de la paredes de un estrechamiento o ensanchamiento en una accesorio.

β : Relación de diámetros en una singularidad.

γ : Peso específico

C_o : Coeficiente para el cálculo de K_s en un aumento de sección progresivo.

CFD: Computacional Fluid Dynamics

CR: Comunidad de Regantes.

CW: Contador tipo *Woltman*.

CHM: Contador de chorro múltiple.

Δh : Pérdidas de carga.

ΔH : Diferencia de energías específicas entre secciones o de cotas piezométricas si se desprecian las alturas cinéticas.

Δh_N : Pérdidas de carga en una toma del hidrante. Obtenida de la diferencia de cota piezométrica entre la entrada del hidrante y aguas abajo de la toma.

D1: Diámetro interior de entrada en una singularidad.

D2: Diámetro interior de salida en una singularidad

De: Diámetro exterior.

Di: Diámetro interior.

DN: Diámetro nominal

DNB: Diámetro nominal del hidrante.

DNP: Diámetro nominal de la salida o toma de un hidrante multiusuario.

ϵ : Disipación de la turbulencia

ϵ (%): Error relativo en porcentaje.

E: Coeficiente Nash-Sutcliffe.

e: Espesor de una tubería

ECM: Error cuadrático medio.

EMA: Error máximo admisible.

f : Coeficiente de fricción de pérdidas de carga continuas.

g : Aceleración de la gravedad.

H_i : Energía específica en la sección i

h_s : Pérdida de carga de una singularidad.

k : Rugosidad absoluta de una tubería en mm.

K_s AGRU o AGRU: Coeficientes de resistencia obtenidos del manual de fabricante AGRU.

K_s ARVIZA-AGÜERA o ARVIZA: Coeficientes de resistencia obtenidos de los libros de hidráulica de los autores Arviza y Agüera.

K_s ASETUB o ASETUB: Coeficientes de resistencia obtenidos del manual de ASETUB.

K_s CFD (Testigo).

K_s CRANE1 o CRANE1: Coeficientes de resistencia obtenidos del manual de la compañía CRANE, combinación 1.

K_s CRANE2 o CRANE2: Coeficientes de resistencia obtenidos del manual de la compañía CRANE, combinación 2.

K_s EPANET o EPANET: Coeficientes de resistencia obtenidos del manual de EPANET 2.0.

- Ks IDEL'CHIK1 o IDEL'CHIK: Coeficientes de resistencia obtenidos del "HandBook of hydraulic resistance".(IDEL'CHIK y Fried 1986) combinación 1.
- Ks IDEL'CHIK2: Coeficientes de resistencia obtenidos del "HandBook of hydraulic resistance".(IDEL'CHIK y Fried 1986) combinación 2.
- Ks SOTELO o SOTELO: Coeficientes de resistencia obtenidos del libro Hidráulica General de (Sotelo Avila 1991).
- Ks: Coeficiente de resistencia para el cálculo de pérdidas de carga singulares.
- K_{Si}: Coeficiente de resistencia en el tramo en derivación lateral de salida a 90° de una Te.
- K_{Sr}: Coeficiente de resistencia en el tramo recto de salida de una Te de 90°.
- K_v: Coeficiente de caudal de una válvula, que es el caudal en m³/h que provoca en la válvula una pérdida de 1 bar.
- L : Longitud.
- LHIR: Laboratorio de Hidráulica y Riegos de la Universitat Politècnica de València
- μ : Viscosidad absoluta
- m: Relación entre el radio de curvatura y el diámetro de un codo u curva. R/D.
- MAE: Error medio absoluto.
- n : Elementos de una muestra.
- NRECM: Normalización de la raíz del error cuadrático medio.
- NS_{DN}: Número de salidas o tomas para un diámetro nominal en un hidrante multiusuario.
- NSH: Número total de salidas o tomas de un hidrante multiusuario.
- ρ : Densidad
- $\overline{P_{CFD}}$:Presión media obtenida en los modelos CFD.
- PE: Polietileno.
- P_{Epa}: Presión obtenida de las simulaciones en EPANET.
- $\overline{P_{EPA}}$: Presión media obtenida en los modelos de EPANET.
- P_i: Presión en la sección i
- PN : Presión nominal
- P_{obs}: Presión observada en ensayos hidráulicos de laboratorio o en modelos realizados en CFD que sustituyen a los ensayos de laboratorio.
- PP-H: Polipropileno homopolímero.
- PP-R: Polipropileno copolímero al azar
- PP: Polipropileno.
- PRFV : Poliéster reforzado con fibra de vidrio
- PTR o PT: Presión de tarado del regulador de presión del hidrante.
- PVC-U: Policloruro de vinilo no plastificado.
- PVC: Policloruro de vinilo.
- Q: Caudal
- q: Consumo en un nudo o toma del hidrante.
- Q₁: Caudal mínimo. Caudal más bajo al cual se requiere que funcione el contador de agua dentro del error máximo admisible.
- Q₂: Caudal de transición. Caudal que se sitúa entre el caudal permanente Q₃ y el caudal mínimo Q₁. Divide el rango de caudal en dos zonas, la "zona superior" y la "zona inferior", cada una caracterizada por su propio error máximo permitido..

Q₃: Caudal permanente. Caudal más alto dentro de las condiciones normales de funcionamiento al cual se requiere que el contador de agua funcione de manera satisfactoria dentro del error máximo admisible. Anteriormente QN o caudal nominal.

Q₄: Caudal de sobrecarga. Mayor caudal, al que se requiere que trabaje el contador, durante un corto periodo de tiempo, dentro de su error máximo admisible, mientras se mantiene el rendimiento metrológico cuando funciona posteriormente cajo las condiciones de trabajo.

Q_{CEM}: Caudal registrado por los caudalímetros electromagnéticos del banco de ensayos.

QI: Caudal derivado en la salida lateral a 90° de una Te.

QMA: Caudal máximo ocasional. Caudal máximo que puede salir por la salida durante un periodo de tiempo de pocos minutos, sin que se produzca deterioro de partes o de todo el equipo.

Qn o QN: Caudal nominal de un elemento.

QNB: Caudal nominal del hidrante multiusuario.

QNC: Caudal nominal del contador, que por ser el mas restrictivo en la mayoría de los casos coincidirá con el QNP de la salida considerada.

QNL: Caudal nominal del limitador de caudal.

QNP: Caudal nominal de las conexiones de salida o tomas del hidrante, fijando un índice numérico según el número de salida considerada. (QNP₁ Caudal nominal para la salida 1).

QNR: Caudal nominal del regulador de presión.

Qp: Caudal de entrada en una Te.

Q_p: Caudal permanente registrado en el proceso de puesta en riego.

Qr: Caudal derivado en la salida recta de una Te.

QSC: Caudal de sobrecarga. Mayor caudal, al que se requiere que trabaje el contador, durante un corto periodo de tiempo, dentro de su error máximo admisible, mientras se mantiene el rendimiento metrológico cuando funciona posteriormente cajo las condiciones de trabajo consideradas

Q_T: Caudal transitorio máximo registrado en el proceso de puesta en riego.

r: Coeficiente de correlación de PEARSON.

R: Radio de curvatura de codos o curvas.

r²: Coeficiente de determinación.

RANS: Reynolds Averaged Navier

Re : Número de Reynolds

RECM: Raíz del Error cuadrático medio.

RH: Unión rosca hembra.

RM: Unión rosca macho.

σ: Desviación típica.

SDR: Relaciones de dimensiones estándar de una tubería. DN/e.

Sl: Área sección lateral de salida de una Te.

Sp: Área sección principal de entrada de una Te.

Sr: Área sección recta de salida de una Te.

t : Tiempo

T^a : Temperatura

V: Velocidad media

V1 : Velocidad de entrada en un elemento singular.

V2 : Velocidad de salida en un elemento singular.

VB: Válvula de bola o esfera.

VC: Válvula de compuerta.

VH: Válvula hidráulica.

V_i: Velocidad media del flujo en la sección i.

VM: Válvula de mariposa.

VRP: Válvula reductora de presión.

VSP: Válvula sostenedora de presión.

W: Índice de ajuste de Willmott.

W_m: Índice de ajuste de Willmott modificado

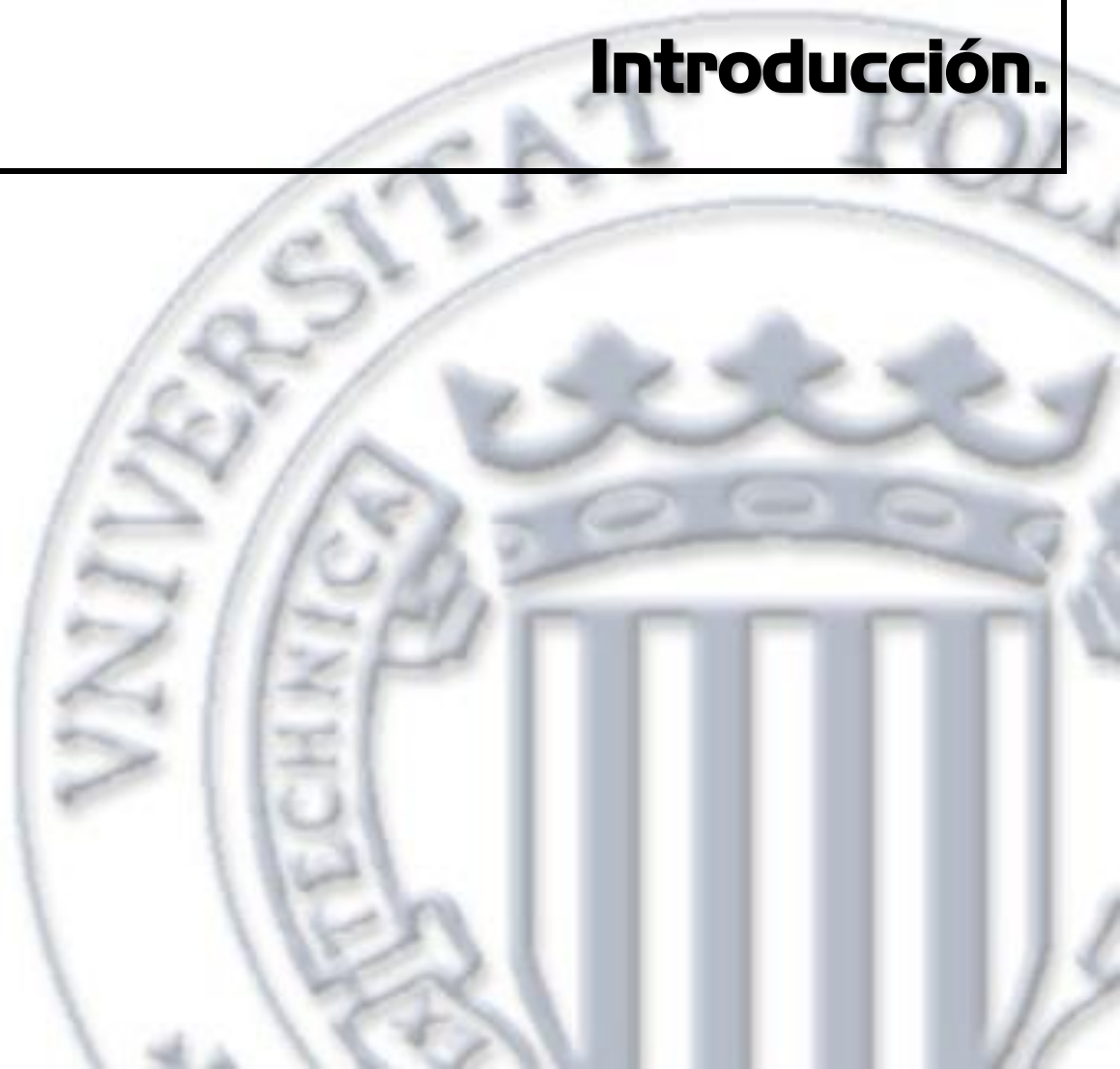
Z_i : Cota de la sección i



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Capítulo I.

Introducción.



1.1. Justificación de la Tesis.

El agua es un recurso natural que ha supuesto a lo largo de la historia un papel fundamental en el desarrollo de las civilizaciones. Estudiar el funcionamiento de los sistemas de distribución de agua, cómo circula y en qué cantidad, ha sido siempre una inquietud importante en el campo de la Hidráulica.

La falta de disponibilidad es especialmente grave en la cuenca del Mediterráneo, donde una climatología variable unida a altas demandas de agua, conduce a un déficit hídrico importante, siendo necesaria constantemente la ampliación de recursos hídricos. Así los diferentes gobiernos han ido proponiendo a lo largo de los últimos años políticas enfocadas principalmente a ampliar estos recursos, no solo para agricultura sino para mantener modelos productivos enfocados a el turismo y el desarrollo de planes urbanísticos, así tenemos El Plan Hidrológico Nacional (PHN), formulada en la Ley 10/2001 del 5 de Julio y, derogada por el gobierno socialista durante junio de 2004, que lo modifica proponiendo sus alternativas, Transvase del Júcar – Vinalopó, construcción de desaladoras, etc.. estas políticas siempre enfocadas al aumento de la disponibilidad de agua.

En el uso de recursos hídricos para agricultura en los últimos 30 años se han invertido gran cantidad de recursos públicos y privados en la modernización de las infraestructuras hidráulicas para regadío (lo que se ha denominado modernización de riego), siempre intentando un uso más racional del agua. Después de estos años se constata que si bien estas modernizaciones mejoran la distribución y disponibilidad del agua, la mala gestión, diseño y mantenimiento han hecho que muchas de estas instalaciones estén infrutilizadas y no hayan conseguido, en muchos casos, alcanzar los objetivos para la que se proyectaron y ejecutaron.

A día de hoy no tenemos disponible información precisa sobre cómo se utiliza el agua en agricultura ni se dispone de datos concretos de cómo estas inversiones han conducido a una racionalización de los recursos.

Año tras año es frecuente que desde el LHIR (Laboratorio de Hidráulica y Riegos de la UPV) nos encontremos con solicitudes de comunidades de regantes con numerosos problemas en la gestión de sus recursos, no por falta de disponibilidad sino por desequilibrios importantes entre los recursos disponibles o utilizados y los facturados a los usuarios finales.

Es frecuente verificar problemas en los sistemas de medición implantados, por deficiencias de mantenimiento instalación y diseño, haciendo que muchas comunidades abandonen estos sistemas de medición. Consideramos que un uso racional de los recursos debe pasar por conocer con exactitud cuánto agua se inyecta y se consume en cada red de distribución.

En el arco mediterráneo donde el modelo productivo se basa en una agricultura intensiva de parcelas de tamaño pequeño y medio (superficies medias no superiores a 0,5 ha), el sistema de distribución del agua desde la red a la parcela se realiza normalmente a través de hidrantes denominados multiusuario. Estos dispositivos agrupan los distintos elementos de medición, corte y automatización de cada usuario en determinados puntos de la red, mejorando la gestión y control de las mismas.

Precisamente la Tesis está enfocada a mejorar el diseño de estos hidrantes, redundando en una mejora de la gestión de los sistemas de medición a través del mejor conocimiento de estos hidrantes.

La presente Tesis doctoral analiza el diseño y configuración de los hidrantes multiusuario, revisando el funcionamiento de los sistemas de medición de caudal y haciendo hincapié en las ventajas e inconvenientes que presentan en cada situación. Y desde un punto de vista metrológico, observar aquellos aspectos de su instalación que pueden afectar a la medición. Proponer diseños y metodologías, que permitan garantizar diseños y configuraciones adecuadas garantizando funcionamientos adecuados y de bajo mantenimiento en este tipo de instalaciones. En definitiva, invita a gestionar y diseñar de forma más eficiente los sistemas de control y medición en redes de riego a presión.

1.2. Antecedentes.

La consideración de los hidrantes multiusuario es un tema no tratado en la bibliografía, no se ha considerado nunca como sistemas completos, sino que su estudio se ha limitado siempre al tratamiento individual de los elementos de lo componen, contadores, válvulas, incluso a la unión de contador y válvula que también denominamos hidrante.

Ya en 2003 y 2004 el propio LHIR realiza estudios comparativos para fabricantes de estos equipos, donde se estudia principalmente la metrología del contador en estas disposiciones. Así en 2003 se estudian hidrantes para las combinaciones de 2", 3" y 4" con contadores de tipo *Woltman*. Posteriormente en 2004 se ensayan combinaciones de 1", y 1"1/4, de tres fabricantes para su instalación en una Comunidad de Regantes. Los resultados no trascienden al ser ensayos de carácter confidencial.

No es hasta el 2005 cuando aparece la Norma UNE-EN 14267 "Técnicas de Riego. Hidrantes para riego." (AEN/CTN68 2005) que pretende con el apogeo de las modernizaciones de riego introducir criterios comunes en las características que deben tener estos equipos. Y no es hasta 2008 donde el laboratorio del

CENTER¹ empieza a estudiar este tipo de hidrantes, en ese año se compara el funcionamiento de tres modelos de hidrante formado por contador más válvula hidráulica y válvulas volumétricas (Cañada López y Madurga del Cura 2008).

Anteriormente con la creación de SEIASA² en noviembre de 1999, y su incursión en la realización y gestión de obras de regadío, empieza a tomar interés por los hidrantes multiusuario ya que se encuentra con escasa información al respecto y bastante problemas de funcionamiento. Así en 2006 se realiza la primera petición al LHIR, de un ensayo de caracterización de hidrante multiusuario (Hidrante 1).

En un intento de clarificar y poner orden en estas instalaciones, en 2011 con la colaboración de SEIASA y La Cátedra de SEIASA de la UPV, se comienza a trabajar en el diseño de una configuración tipo y de un pliego de condiciones para estas instalaciones, dando como fruto un primer diseño y borrador del pliego (Miranda Ivars y Arviza Valverde 2011), pero no es hasta 2012 donde se realiza un diseño definitivo y un pliego completo.

1.3. Problemática de la instalación y funcionamiento de hidrantes multiusuario para riego.

Tal y como define la norma *UNE EN 14267-V2 Técnicas de Riego: Hidrantes para riego*.(AEN/CTN68 2005), un hidrante es un sistema de válvula integrada diseñado para asegurar el suministro de agua de riego a una red comunitaria desde una red presurizada que se localiza generalmente bajo tierra. El hidrante está constituido por cuerpo y una o más conexiones de salidas ensambladas a éste, se caracteriza por el diámetro del cuerpo y por los diámetros de las conexiones de salida e incluye al menos las funciones de corte de suministro y medición de caudal, pudiendo también incorporar las funciones de limitación de caudal y regulación de presión.

Por tanto HIDRANTE MULTIUSUARIO de riego, es el resultado de una agrupación de tomas conectadas a la red en un punto. Son albergadas generalmente en una construcción de hormigón prefabricado, donde se alojan tanto los elementos de control, como de automatización y medición.

¹ Centro nacional de Tecnología de Regadíos. Dependiente del MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente)

² Sociedad Estatal de Infraestructuras Agrarias S.A. Dependiente del MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente)

Se podría decir que dentro del conjunto global de las obras de una red de riego, los hidrantes al estar en las proximidades de las parcelas son los elementos más visibles, y accesibles, por tanto son los que mejor reflejan a nivel de usuario el funcionamiento global de la red. El correcto funcionamiento de estos dispositivos es el que garantiza en último lugar, que la presión y caudal que recibe el usuario sea el adecuado para el correcto funcionamiento del riego en parcela. A su vez son fundamentales para la gestión y control de la red, recordemos que son los dispositivos desde los que se actúa para organizar el riego, y donde se registran los consumos de agua de los usuarios.

Teniendo en cuenta la gran cantidad de hidrantes instalados en la Comunidad Valenciana, es conveniente echar la vista atrás y examinar minuciosamente la problemática de los mismos e identificar sus causas.

Tras un exhaustivo trabajo de campo realizado en el Proyecto Final de Carrera "*Análisis de la problemática actual en el funcionamiento de hidrantes en redes colectivas de riego a presión. Diseño de un hidrante tipo y elaboración de las prescripciones técnicas que deben cumplir los elementos que lo componen*" presentado por *Miranda Ivars M.* y dirigido por *Arviza Valverde J.* (Miranda Ivars y Arviza Valverde 2011), donde se examina en diferentes comunidades de regantes, la problemática de este tipo de instalaciones ya puestas en funcionamiento y los más de 13 ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuarios realizados por el LHIR en los últimos 10 años, se recopilaron los siguientes problemas agrupados en función de la naturaleza de los mismos.

Podemos clasificar los problemas según sus causas en:

- Derivados de una gestión deficiente o falta de mantenimiento
- Como consecuencia de un mal diseño y configuración.
- De una deficiente calidad de los materiales instalados.
- Otros problemas.

Deficiencia por falta de mantenimiento y mala gestión.

1. Frecuente obstrucción de los filtros de malla a la entrada de los hidrantes lo que está ocasionado por una deficiente filtración al inicio de la red.
2. Problemas de bloqueo en válvulas generales de maniobra por falta de operación sobre ellas lo que provoca que las válvulas estén en una misma posición durante años.
3. Obstrucción y rotura de elementos por una deficiente filtración o problemas calcáreos, contadores inservibles, electroválvulas que no actúan, manómetros no operativos.

Deficiencia por el mal diseño y configuración.

4. Bloqueo metrológico de contadores. Los contadores se bloquean en campo sin que registren lecturas.
5. Posición incorrecta de los contadores.
6. Posición incorrecta de los filtros caza piedras a la entrada del hidrante. Se colocan en posición vertical sin que éstos sean capaces de retener los elementos filtrados.
7. Colocación de filtros de malla a la entrada del hidrante con filtrado inicial en el inicio de la red.
8. Mal o ausencia de anclaje del hidrante y sus elementos, ocasionando tuberías forzadas y roturas. Son numerosos los hidrantes en los que los elementos reposan sobre piedras, ladrillos, tablas de madera, cuerdas.
9. Demasiadas tomas por hidrante, dificultad de maniobra y mantenimiento, provocando fugas y pérdidas de carga elevadas.
10. Parcelas demasiado alejadas del hidrante lo que provoca pérdidas de carga elevadas y falta de presión en parcela.
11. Limitadoras de caudal mal dimensionadas proporcionando caudales inferiores a los necesarios para el riego en parcela.
12. Casetas mal cimentadas e instaladas, que han provocado vuelcos y asientos diferenciales, con rotura de los elementos del hidrante.
13. Mala disposición general de los elementos, carencia de unas distancias mínimas entre ellos, o bien un diseño no pensado para una manipulación fácil de los elementos.

Deficiencia por la mala calidad de los materiales o mala instalación.

14. Bloqueo de contadores.
15. Oxidación y perforaciones de los colectores de los hidrantes.
16. Fallos en los sistemas de automatización, electroválvulas que no funcionan, no abren automáticamente desde el telemando, unidades remotas mal instaladas, metrología distinta de los contadores en el hidrante y lo registrado en los sistemas de lectura automática.

Otros problemas

17. Robos de todos los elementos metálicos y eléctricos del hidrante.
18. Contadores rotos por heladas
19. Roturas del cableado de la automatización por roedores.
20. Fusión de las unidades remotas por tormentas eléctricas.

1.4. Objetivos y estructura de la tesis.

Como se ha mostrado anteriormente, las principales causas de los problemas de este tipo de instalaciones son debidas a un deficiente diseño y configuración. En la presente tesis nos centraremos en la resolución de este tipos de problemas, estructurándola en 3 partes.

Una parte inicial (Capítulos 1 y 2) donde se abordan, y exponen, las diferentes tipologías de hidrantes multiusuarios que nos encontramos instalados en la actualidad.

A su vez se exponen protocolos de ensayos hidráulicos que se deben realizar a este tipo de instalaciones, para prevenir, antes de su instalación en campo, los problemas derivados de su configuración y elección de materiales. Estos protocolos se apoyan en más de 10 ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario realizados en el LHIR, y el gran número de ensayos de contadores, válvulas y filtros de numerosos fabricantes, lo que permite profundizar, remarcar y detallar problemas planteados anteriormente, encontrando para muchos casos las causas y sus soluciones.

Esta parte por tanto permite analizar con detalle este tipo de instalaciones permitiendo proponer soluciones reales a los problemas encontrados, generando la necesidad de disponer herramientas de análisis y simulación que nos permitan un diseño racional de estas instalaciones.

La segunda parte (Capítulo 3) tiene como objeto sentar las bases del diseño de los hidrantes, proponiendo parámetros básicos para su diseño, tales como caudales máximos en función del diámetro nominal del hidrante (DNB), materiales y normativas a tener en cuenta. En definitiva definir las bases de un Pliego de Condiciones de Prescripciones Técnicas, a tener en cuenta en el proyecto de estas instalaciones.

La consideración de estas bases en el diseño nos permitirá asegurar que se minimizan la mayoría de los problemas planteados, desembocando en la propuesta de una configuración tipo desarrollada junto con la colaboración de SEIASA³, que ha dado como fruto el hidrante tipo denominado "**Costella**"⁴. Esta parte finaliza con los resultados del ensayo hidráulico de este prototipo y de dos más ya instalados en campo (Hidrante 10 y 12), que corroboran los beneficios de esta configuración frente a las habitualmente utilizadas.

³ SEIASA: Sociedad Estatal de Infraestructuras Agrarias.

⁴ "Costella" significa costilla en Valenciano.

La cuarta y última parte (Capítulo 4) se desarrolla con el objetivo de suministrar a los técnicos de metodologías de simulación y análisis, que permitan diseñar y comprobar el funcionamiento de los hidrantes proyectados, asegurando que su funcionamiento hidráulico es el adecuado.

Se desarrolla una metodología de simulación a través de la herramienta de análisis hidráulico EPANET, la cual ha sido validada comparando los resultados con los ensayos hidráulicos, y de simulaciones CFD realizadas con la aplicación Flow Simulation (Dassault Systèmes 2013a). La metodología planteada se basa en la obtención con precisión de modelos de los colectores de los hidrantes ensayados. Posteriormente se completan las simulaciones para varios hidrantes completos, comparando ensayos propuestos en el Capítulo 2 con los obtenidos en los ensayos de laboratorio.

En resumen la tesis y sus objetivos principales son:

Capítulo 1: Introducción.

- Mostrar la problemática del diseño y configuración de los hidrantes multiusuario.

Capítulo 2: Descripción, tipología y caracterización de hidrantes multiusuario para riego.

- Definir los distintos tipos de hidrantes multiusuarios utilizados en la actualidad.
- Definir los ensayos necesarios para la caracterización hidráulica de los hidrantes, y sus elementos.

Capítulo 3: Guía para el diseño y selección de hidrantes multiusuario para riego.

- Proponer parámetros de diseño y materiales que eliminen los problemas mostrados en los capítulos anteriores.
- Desarrollar un diseño de hidrante que minimice estos problemas.
- Verificar mediante ensayos hidráulicos el diseño propuesto.

Capítulo 4: Modelización hidráulica de Hidrantes multiusuario.

- Proponer un método de simulación hidráulica que permita comprobar el funcionamiento del hidrantes multiusuario.

Estos 4 capítulos se apoyan en un segundo documento de anejos que complementan y justifican lo mostrado en la Tesis. La estructura de este documento Anejos es:

Anejo 1. Características de los Bancos de Ensayos Utilizados. Incertidumbre y precisión de los datos registrados.

- Se detallan las características de los equipos e incertidumbre en las medidas, utilizadas en los ensayos hidráulicos, realizados en el LHIR.

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

- Se muestran los ensayos completos de los 10 hidrantes multiusuario ensayados, a través de los cuales se han propuestos los ensayos de caracterización para estos dispositivos.

Anejo 3. Otros ensayos hidráulicos de interés.

- Se muestran los ensayos completos de otros equipos, lo que ha permitido profundizar y analizar algunos de los problemas planteados. Se centran sobre todo en el análisis del funcionamiento de los contadores en los hidrantes.

Anejo 4. Pliego de condiciones técnicas particulares para el diseño y selección de hidrantes multiusuario para riego.

- Pliego de condiciones completo.

Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo “Costella”.

- Se muestran los ensayos completos de los 3 hidrantes multiusuario con esta configuración ensayados, a través de los cuales se valida el diseño propuesto.

Anejo 6. Resultados de la modelización de hidrantes.

- Resultados de las simulaciones CFD realizadas.
- Resultados estadísticos de la comparación de los modelos de EPANET con los creados en CFD o ensayos hidráulicos.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Capítulo 2.

Descripción, tipología y caracterización de hidrantes multiusuario para riego.



2.1. Introducción.

En este apartado se realiza una visión general de los distintos hidrantes que en la actualidad se utilizan en riego, realizando una clasificación de los mismos a nivel de funcionamiento y equipamiento.

Nos detendremos con más detalle en la morfología y características de los hidrantes multiusuario más utilizados para riego, realizando una revisión detallada de los problemas encontrados a través de los ensayos de caracterización realizados a lo largo de los últimos 10 años.

Se propondrán ensayos hidráulicos que permitan garantizar el correcto funcionamiento de estos dispositivos así como la calidad de los materiales empleados

De esta forma sentaremos las bases que permitan desarrollar la guía de diseño Capítulo 3 y la metodología de análisis y dimensionado propuesta en el Capítulo 4.

2.1.1. Definiciones y nomenclatura utilizada.

En primer lugar introduciremos una serie de definiciones que permitan unificar la nomenclatura a utilizar en la definición del tipo y características del hidrante.

DNB o DN (Diámetro nominal del hidrante): Diámetro nominal del hidrante que será igual al DN de la conexión de entrada y al de los elementos generales.

DNP (Diámetro nominal de salida): Diámetro nominal de la conexión de salida. Si el hidrante es multiusuario el DNP podrán ser varios, según cada toma instalada.

NSH (Número de salidas hidrante): Número total de salidas instaladas en el hidrante.

NS_{DN} (Número de salidas para cada DNP): Número total de salidas instaladas para cada DNP.

QN (Caudal Nominal): Mayor caudal, dentro de las condiciones de trabajo establecidas, al que se requiere que los componentes de los hidrantes de riego funcionen de manera satisfactoria dentro del error máximo admisible.

Debido a que el hidrante está compuesto por varios componentes, definimos los siguientes tipos de caudal nominal.

- ***QNB*** : Caudal nominal del cuerpo del hidrante, o de los elementos generales consideraremos como el más restrictivo de todos los elementos que lo componen.

- **QNP** : Caudal nominal de las conexiones de salida, fijando un índice numérico según el número de salida considerada. (QNP_1 Caudal nominal para la salida 1).
- **QNR** : Caudal nominal del regulador de presión.
- **QNL** : Caudal nominal del limitador de caudal.
- **QNC** : Caudal nominal del contador, que por ser el más restrictivo en la mayoría de los casos coincidirá con el QNP de la salida considerada.

$$QNB = \sum_{i=0}^{NSH} QNC_i$$

QMA (Caudal máximo ocasional): Caudal máximo que puede salir por la salida durante un periodo de tiempo de pocos minutos, sin que se produzca deterioro de partes o de todo el equipo.

QSC (Caudal de sobrecarga): Mayor caudal, al que se requiere que trabaje el contador, durante un corto periodo de tiempo, dentro de su error máximo admisible, mientras se mantiene el rendimiento metrológico cuando funciona posteriormente bajo las condiciones de trabajo consideradas.

Δh (pérdidas de carga): Pérdidas de energía, para un caudal dado.

ΔhN (pérdida de carga nominal): Pérdida de energía en una toma del hidrante para el caudal nominal.

PTR (presión de calibración del regulador de presión): Presión de tarado del regulador de presión del hidrante.

2.2. Clasificación del hidrante.⁵ (AEN/CTN68 2005)

2.2.1. Número de salidas.

En primer lugar atenderemos los tipos de hidrante según el número de salidas instaladas, clasificando los hidrantes en:

1. Individuales: Aquellos que únicamente son capaces de abastecer a una parcela o disponen de una única salida.
2. Multiusuario: Aquellos tienen capacidad de abastecimiento a varias parcelas o disponen de más de una salida.

⁵ Basado en la clasificación según norma UNE-EN 14267. Técnicas de riego. Hidrantes.

2.2.2. Por su función.

Encontramos cuatro tipos:

1. Tipo 1: Corte y medición. $\Delta h^6 = 5$ mca
2. Tipo 2: Corte, medición y limitador de caudal. $\Delta h = 8$ mca
3. Tipo 3: Corte, medición y regulador de presión. $\Delta h = 8$ mca
4. Tipo 4: Corte, medición, regulador de presión y limitador de caudal. $\Delta h = 11$ mca

2.2.3. Por sus dimensiones.

La clasificación de los hidrantes por sus dimensiones se basa en el DNB, DNP y NS_{DN} para cada tipo de salida. En la siguiente tabla se orienta en el tipo de salidas compatible con cada DNB, la combinación del tipo y número de tomas para cada DNB deberá realizarse según el tipo de hidrante, y basándose en la capacidad máxima de suministro del hidrante (QNB), tal y como se desarrolla posteriormente en el Capítulo 3.

Tabla 2–1: Compatibilidad del tipo de salidas (DNP) en función del tipo de entrada (DNB).

Diámetro nominal conexión de la salida (DNP)	Diámetro nominal conexión entrada (DNB)				
	65	80	100	150	200
20 (3/4")	X	X	X	X	X
25 (1")	X	X	X	X	X
40 (1" ½)	X	X	X	X	X
50 (2")	X	X	X	X	X
65 (2" ½)	X	X	X	X	X
80 (3")		X	X	X	X
100 (4")			X	X	X
150 (6")				X	X
200 (8")					X

⁶ Pérdida de carga total medida entre la conexión aguas arriba que enlaza con la red de distribución y la conexión con la red del usuario. El valor para cada tipo es el valor máximo que no debe superar el hidrante para su caudal nominal funcionando cada salida a su QNC.

2.2.4. Por su presión nominal.

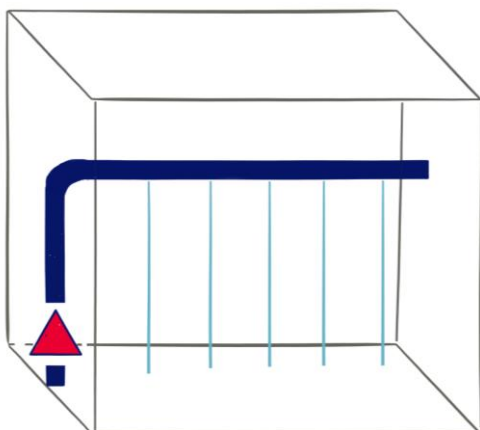
Se elige el elemento que soporte menor presión como el que define la presión nominal del hidrante, siendo los valores adoptados PN6, PN10, PN16 y PN 25.

2.3. Tipología y morfología más común en hidrantes multiusuario.

Clasificaremos los hidrantes según la posición del contador de agua, distinguiendo así dos grandes grupos HORIZONTALES y VERTICALES, dentro de estos grandes grupos mostraremos las configuraciones más utilizadas en la actualidad.

2.3.1. Verticales (V).

2.3.1.1. Alimentado por el extremo (V1).



Es de las configuraciones que más se encuentran en las redes actuales.

Ventajas:

- Configuración simple
- Ocupa poco espacio en parcela
- Lectura directa de los contadores

Inconvenientes:

- Contadores verticales
- Poco espacio para mantenimiento
- Filtro caza piedras en posición incorrecta

Figura 2-1: Morfología hidrante vertical V1

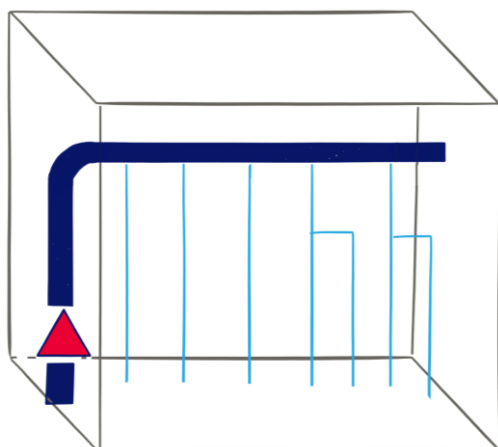
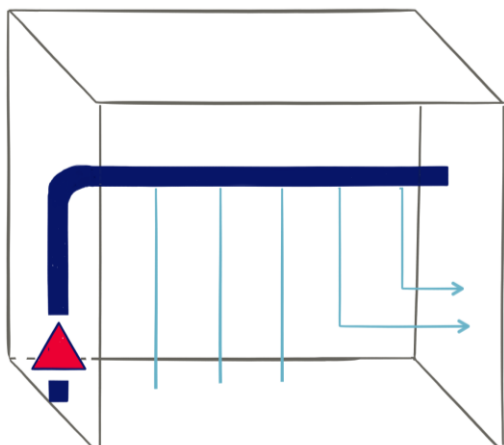


Figura 2-2: Morfología hidrante vertical V1-1

Configuración V1-1.

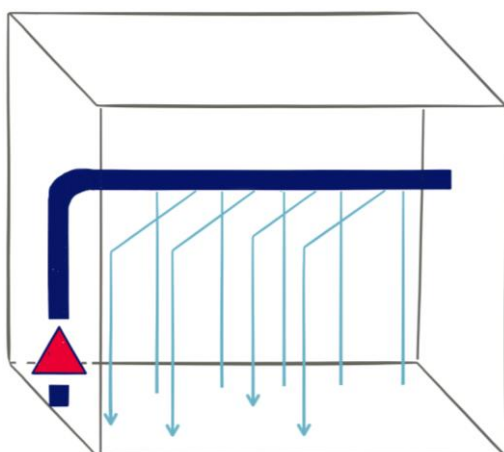
Similar a la anterior donde se utilizan elementos comunes para varias tomas. Esta solución no es deseable ya que en muchos casos los contadores están aguas abajo de la electroválvula, quedando los contadores en descarga entre riegos. Se aumenta además los problemas de configuración y acceso a los elementos para mantenimiento de las tomas. También se presenta esta configuración cuando se colocan tomas de agua independientes a la de riego para llenado de cubas, etc. Esta opción se analiza en los ensayos hidráulicos de los apartados posteriores.



Configuración V1-2.

Similar al V1 donde algunas de las salidas de las tomas no salen del hidrante enterradas.

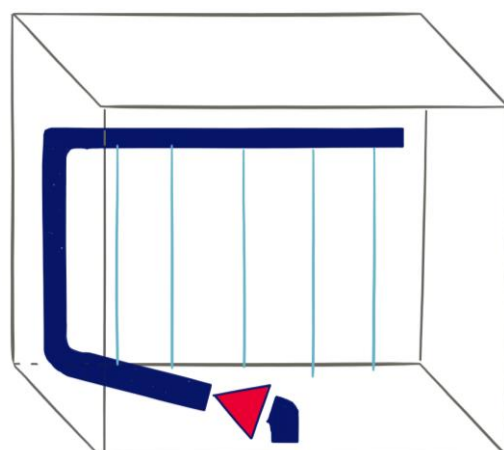
Figura 2-3: Morfología hidrante vertical V1-2



Configuración V1-3.

Similar al V1 donde se aumenta el número de tomas colocando salidas horizontales en el colector. Se agravan los problemas de mantenimiento siendo en muchos casos inaccesibles las tomas que están en un plano posterior.

Figura 2-4: Morfología hidrante vertical V1-3



Configuración V1-4.

Similar al V1 Donde se disponen los elementos generales del hidrante horizontales solucionando el problema de la colocación del filtro caza piedras. Se aumenta el tamaño de la caseta y el terreno ocupado por el hidrante, facilitando el acceso a todos los elementos del hidrante.

Figura 2-5: Morfología hidrante vertical V1-4

2.3.1.2. Alimentado por el punto medio (V2).

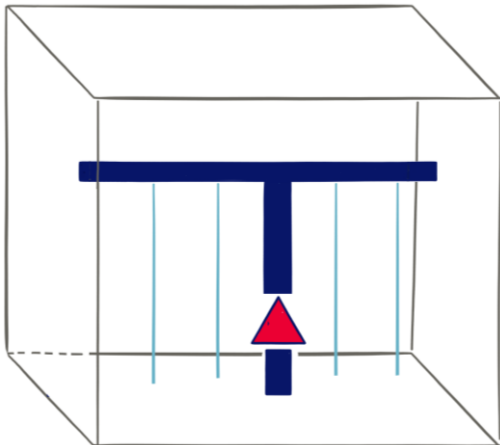


Figura 2-6: Morfología hidrantes verticales V2.

Muy similar a la V1, y junto con ésta es de las configuraciones que más se encuentran presentes en las redes actuales.

Ventajas:

- Configuración simple
- Ocupa poco espacio en parcela
- Lectura directa de los contadores
- Facilita el reparto de presiones y caudales al alimentar el colector por el centro. El diámetro del colector es menor.

Inconvenientes:

- Contadores verticales
- Poco espacio para mantenimiento
- Filtro caza piedras en posición incorrecta

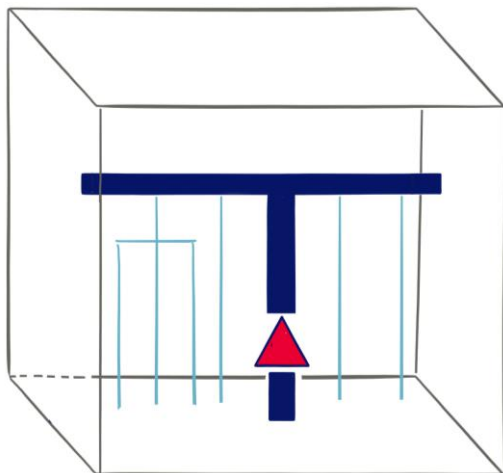


Figura 2-7: Morfología hidrantes verticales

V2-1-1

Configuración V2-1.

Similar al V2 y con varias salidas por toma, como el V1-1. No recomendada como ya se comentó en dicha configuración. Se muestran varias configuraciones (V2-1-2 y V2-1-3), siendo más problemáticas para permitir el acceso a todos los elementos del hidrante.

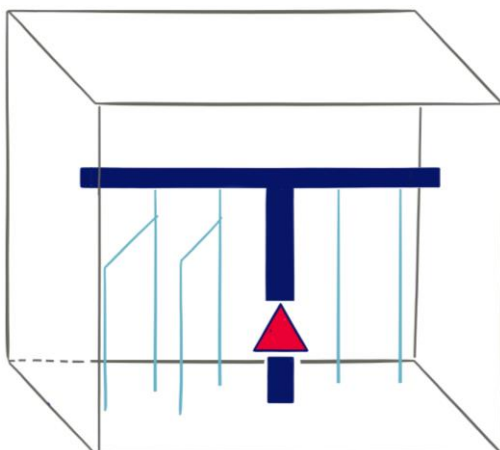


Figura 2-9: Morfología hidrantes verticales

V2-1-2

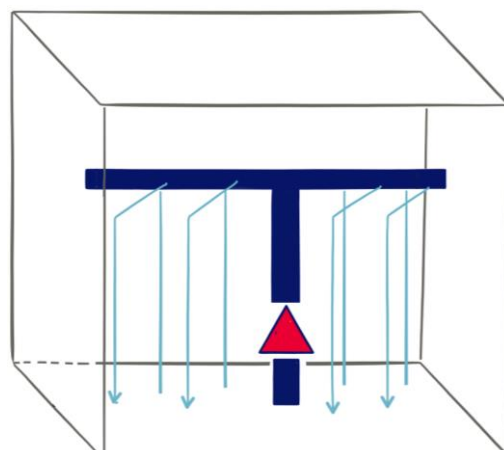


Figura 2-8: Morfología hidrantes verticales

V2-1-3

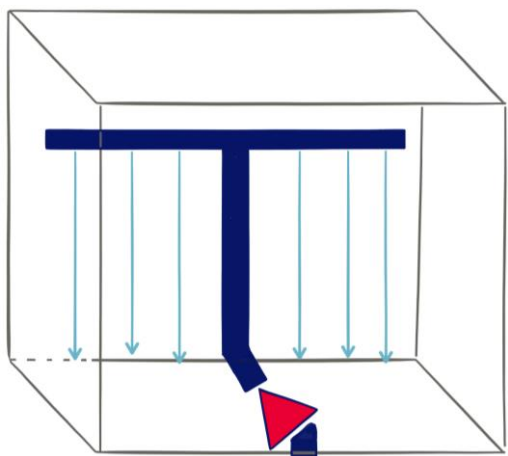


Figura 2–10: Morfología hidrante vertical V2-2.

Configuración V2-2.

Similar a V2 y V1-4. Donde se disponen los elementos generales del hidrante horizontales, solucionando el problema de la colocación del filtro caza piedras. Se aumenta el tamaño de la caseta y el terreno ocupado por el hidrante. Facilita el acceso a todos los elementos del hidrante.

2.3.2. Horizontales (H).

Son configuraciones que no se han utilizado de forma habitual en redes de riego, pero como posteriormente analizaremos son las configuraciones que se deben utilizar ya que el contador se coloca en posición horizontal.

2.3.2.1. Alimentado por el extremo (H1).

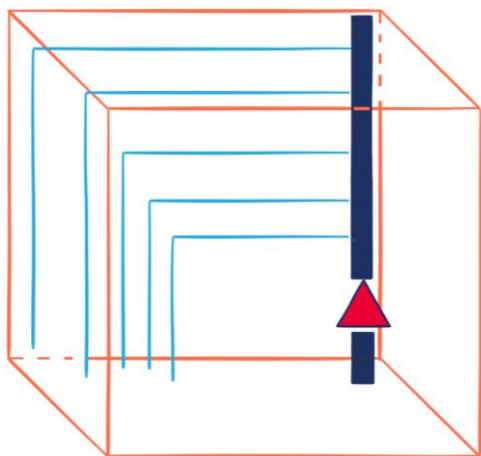


Figura 2–11: Morfología hidrante horizontal H1.

Ventajas:

- Contadores horizontales.
- Más espacio para mantenimiento.
- Fácil anclaje de las tomas a la pared

Inconvenientes:

- Filtro caza piedras en posición incorrecta.
- Ocupa más espacio en parcela.
- Lectura indirecta de los contadores (los contadores deben colocarse con el totalizador hacia la parte superior).
- Menor número de tomas por hidrante.

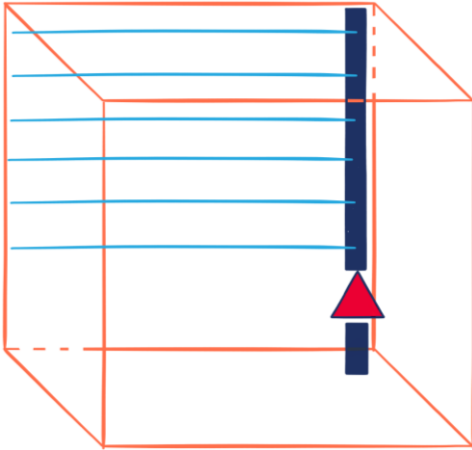


Figura 2–12: Morfología hidrante horizontal H1-1.

Configuración H1-1

Similar al H1 pero con salidas no enterradas.

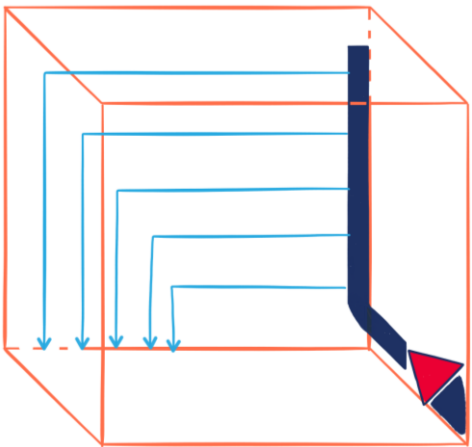


Figura 2–13: Morfología hidrante horizontal H1-2.

Configuración H1-2

Similar al H1 pero con los elementos generales en horizontal se eliminan los problemas de la disposición del filtro caza piedras. La caseta debe ser más grande, lo que mejora el acceso a los elementos.

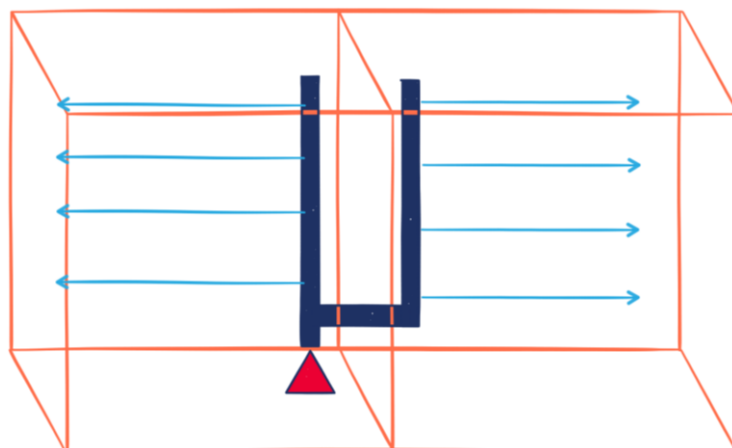


Figura 2–14: Morfología hidrante horizontal H1-3.

Configuración H1-3

Similar al H1-1 pero doble, también se puede configurar con las salidas de las tomas enterradas. Esta disposición permite aumentar el número de tomas con los mismos elementos generales.

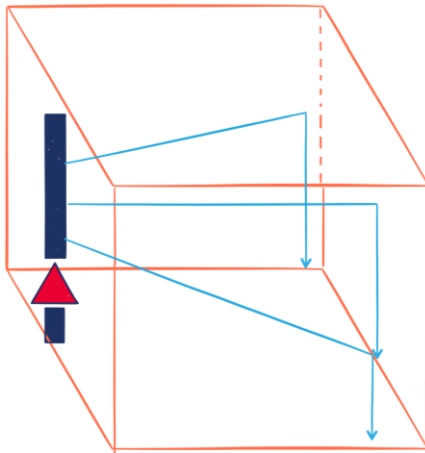


Figura 2–15: Morfología hidrante horizontal H1-4

Configuración H1-4

Utilizado para tomas de gran diámetro. La disposición de las tomas se realiza en ángulos distintos en el colector. Su disposición y anclaje dificulta enormemente el acceso a los dispositivos de cada una de las tomas.

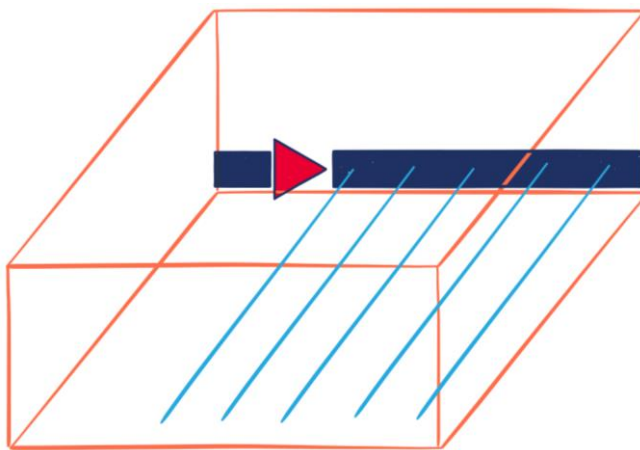


Figura 2–16: Morfología hidrante horizontal H1-5.

Configuración H1-5

Fue de las primeras configuraciones instaladas. Interesante por el poco espacio ocupado y la lectura directa de los contadores. Sigue siendo muy utilizada en instalaciones pequeñas. Su principal desventaja es estar semienterrada, problemas de inundación (corrosiones, problemas con la automatización, etc..) y su acceso por la parte superior, portones excesivamente grandes, que con el paso del tiempo son difícil de abrir. Dificultad en el acceso para mantenimiento.

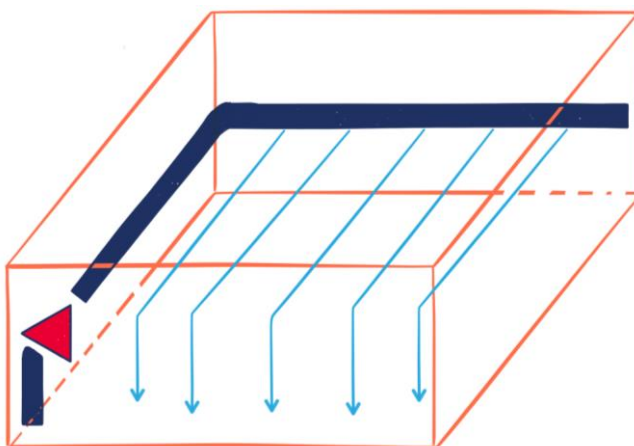


Figura 2–17: Morfología hidrante horizontal H1-6.

Configuración H1-6

Similar a la anterior pero donde los elementos generales son colocados paralelos a las tomas. Se aumenta la capacidad del hidrante.

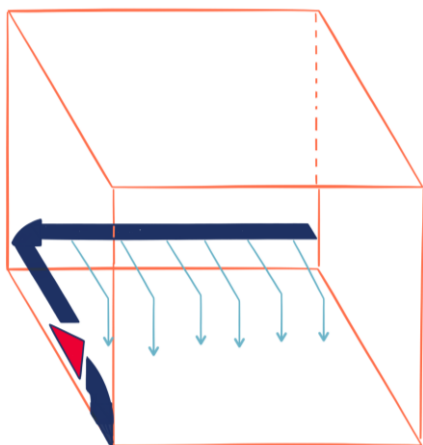


Figura 2-18: Morfología hidrante horizontal H1-7.

Configuración H1-7

Similar al H1-6 pero situado en caseta, no en arqueta semienterrada. Se eliminan así los problemas planteados anteriormente. Se mejora el acceso a los elementos.

2.3.2.2. Alimentado por el punto medio (H2).

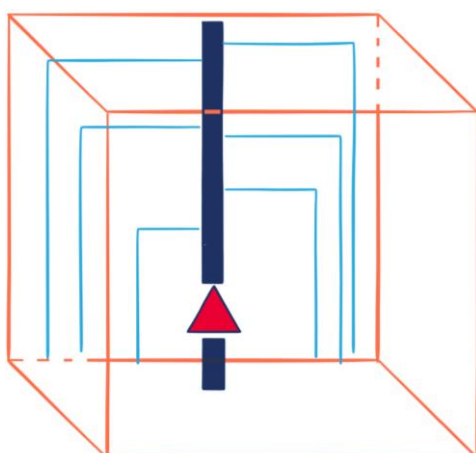


Figura 2-19: Morfología hidrante horizontal H2.

Ventajas:

- Contadores horizontales.
- Más espacio para mantenimiento.
- Fácil anclaje de las tomas a la pared
- Facilita el reparto de presiones y caudales al alimentar el colector por el centro. El diámetro del colector es menor.

Inconvenientes:

- Filtro caza piedras en posición incorrecta.
- Ocupa más espacio en parcela.
- Lectura indirecta de los contadores.
- Menor número de tomas por hidrante.

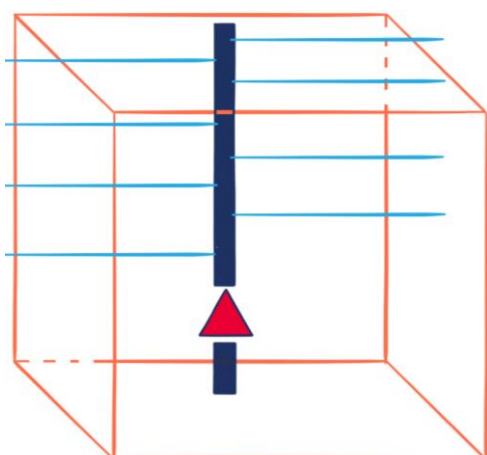
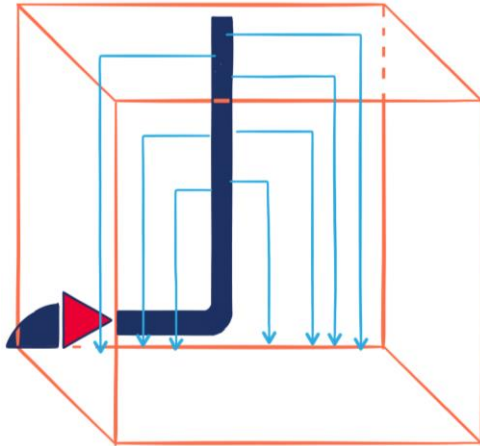


Figura 2-20: Morfología hidrante horizontal H2-1.

Configuración H2-1

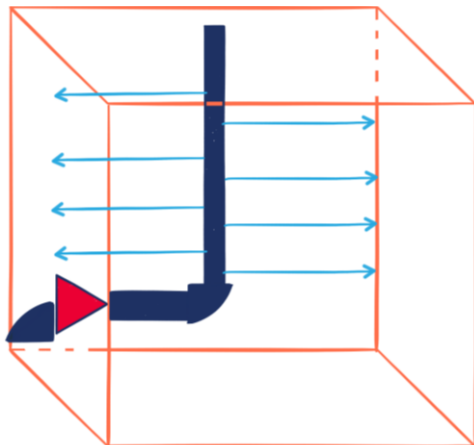
Similar al H2 pero con salidas no enterradas.



Configuración H2-2

Similar a H2 y H1-7. Donde se disponen los elementos generales del hidrante horizontales, solucionando el problema de la colocación del filtro caza piedras. Se aumenta el tamaño de la caseta y el terreno ocupado por el hidrante. Facilita el acceso a todos los elementos del hidrante.

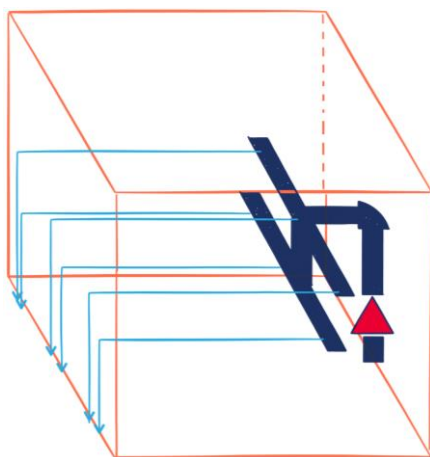
Figura 2–21: Morfología hidrante horizontal H2-2.



Configuración H2-3

Similar al H2-2 pero con salidas no enterradas.

Figura 2–22: Morfología hidrante horizontal H2-3.



Configuración H2-4

Configuración en varios niveles se aumenta la capacidad en el número de tomas abastecidas, pero se dificulta el acceso a los elementos de las tomas. Difícil anclaje de las tomas.

Figura 2–23: Morfología hidrante horizontal H2-4.

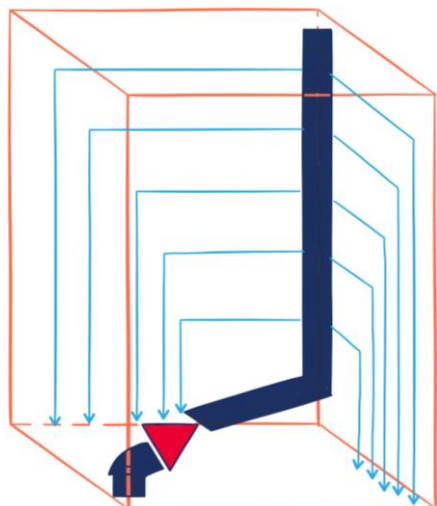


Figura 2-24: Morfología hidrante horizontal H2-5.

Configuración H2-5

Se coloca el colector en una esquina de la caseta con las salidas a 90°, esto permite el anclaje de las tomas a las paredes de la caseta. Se eliminan la mayoría de los problemas planteados anteriormente.

- Elementos generales en posición horizontal.
- Contadores horizontales.
- Buen acceso para mantenimiento y reparaciones.
- Hasta 10 tomas a parcela.

Esta última configuración es la desarrollada junto a SEIASA, con objeto de solucionar los problemas que plantean este tipo de instalaciones. En el Capítulo 3 se desarrolla con más detalle esta configuración.

2.3.3. Galería fotográfica de las distintas configuraciones de hidrantes multiusuario.

2.3.3.1. Hidrantes verticales (V).

Hidrantes vertical V1



Fotografía 2-1: Hidrante Vertical V1. C.R. Bétera. 2000. Tipo 1. (Fotos Balbastre I.). Contadores aguas abajo de la toma, vacíos entre riegos, filtro caza piedras en posición incorrecta y ventosa sin válvula de aislamiento.



Fotografía 2-2: Hidrante Vertical V1. C.R. Valle de Carcer y Sellent. Tipo 3. (Fotos Balbastre I.). Tomas poco separadas lo que dificulta el mantenimiento, obligando a que las válvulas hidráulicas estén ladeadas, filtro caza piedras en posición incorrecta.

Hidrantes vertical V1-2

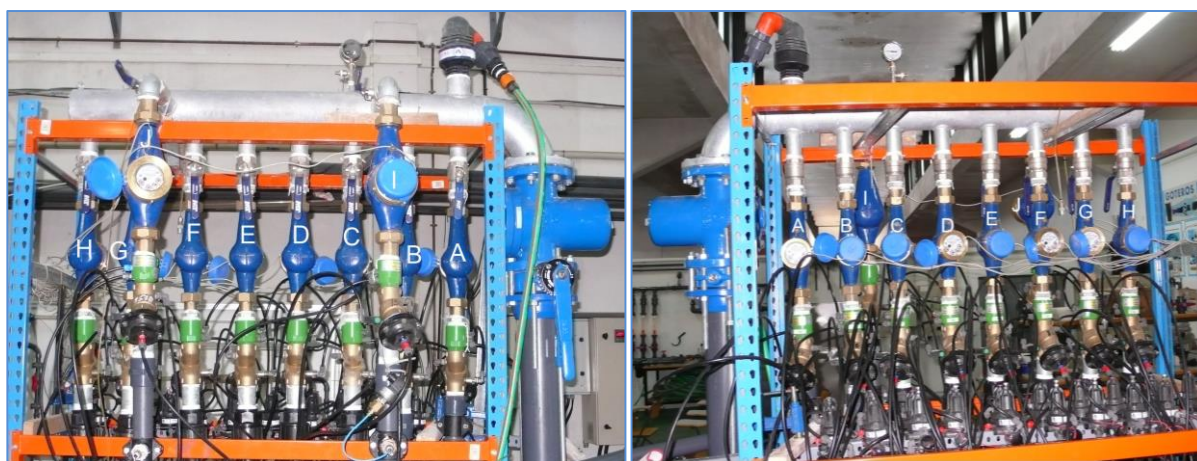


Fotografía 2-3: Hidrante V1-2 C.R. San Isidro y Realengo 2010. Tipo 4.(Fotos Miranda M., Balbastre I.). Poco espaciamento entre tomas, ventosa sin válvula de aislamiento y filtro caza piedras mal colocado.

Hidrante vertical V1-3



Fotografía 2-4: Hidrante vertical V1-3. C.R. Tarragon 2014. Tipo 1. (Fotos Balbastre I.). Dificil acceso a las tomas por salidas excesivas en el hidrante, sin elemento de filtración.



Fotografía 2-5: Hidrante vertical V1-3. C.R. de Guardamar del Segura 2010. Tipo 4. (Fotos Miranda M. y Balbastre I.). Tomas muy juntas. Dificultad para acceso a algunas tomas, ventosa sin válvula de aislamiento, filtro caza piedras mal colocado.

Hidrante vertical V1-4

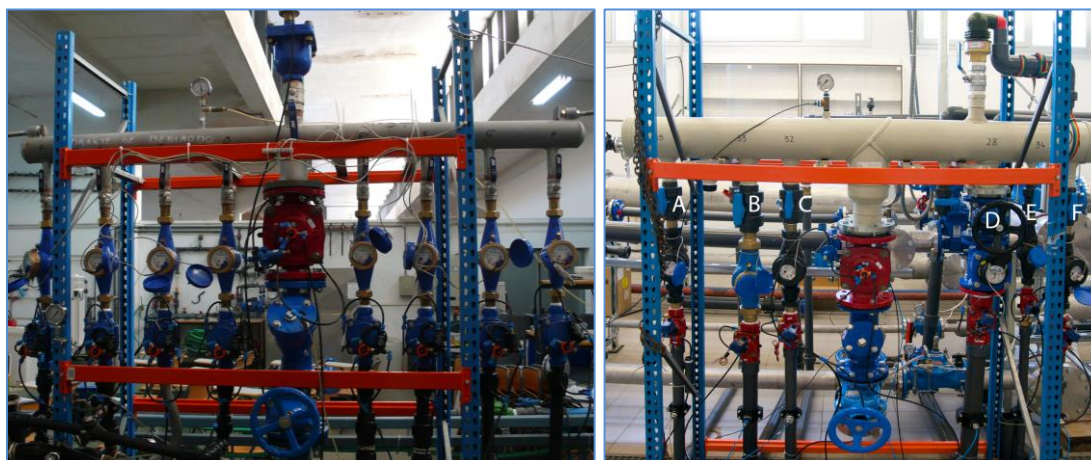


Fotografía 2-6: Hidrante vertical V1-4. C.R. Cota 220 2010. Tipo 1. (Fotos Miranda M.) Buen acceso a las tomas y válvula de retención en cada toma para evitar el vaciado del contador después de la parada del riego.

Hidrante vertical V2



Fotografía 2-7: Hidrante vertical V2. C.R. Carlet 2010. Tipo 3. (Fotos Miranda M.) Contadores se vacían después del riego. Filtro caza piedras mal colocado, ventosa sin válvula de aislamiento, colector pintado (recubrimiento no adecuado).



Fotografía 2-8: Hidrante vertical V2. C.R. Benimodo 2010 y 2013. Tipo 3. (Fotos Miranda M. y Balbastre I.). Filtro caza piedras mal colocado.

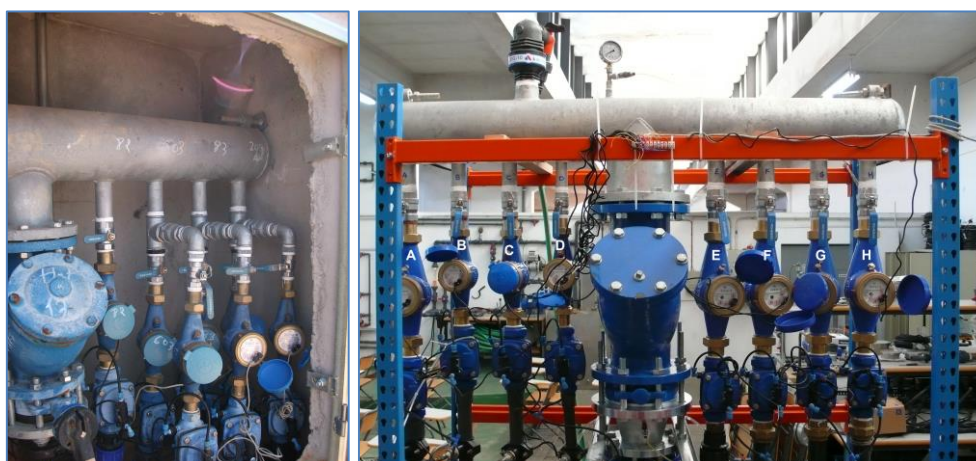


Fotografía 2-9: Hidrante vertical V2. C.R. Los Tollos 2012. Tipo 1. (Fotos Balbastre I.). Filtro caza piedras mal colocado, ventosa sin válvula de aislamiento, tomas muy justas.

Hidrante vertical V2-1



Fotografía 2-10: Hidrante vertical V2-1-1. C.R. de Castellón, Nules y Villareal 2010. Tipo 3. (Fotos Miranda M.). Contadores agua abajo lo que permite que se vacíen después del riego. Filtro de malla mal colocado, ventosa en algunos hidrantes sin válvula de aislamiento.



Fotografía 2-11: Hidrante vertical V2-1-2. C.R. Los Tollos 2010. Tipo 1. (Fotos Miranda M. y Balbastre I.). Filtro caza piedras mal colocado, ventosa sin válvula de aislamiento, tomas muy juntas y múltiples, lo que impide al accesos a las tomas en segundo plano.



Fotografía 2-12: Hidrante vertical V2-1-2. C.R. Rafelguaraf 2010. Tipo 1. (Fotos Miranda M.). Contadores aguas abajo lo que permite que se vacían después del riego. Filtro caza piedras mal colocado, ventosa sin válvula de aislamiento. En el drenaje de las válvulas hidráulicas se coloca un emisor de riego localizado, para que la apertura sea progresiva e intentar eliminar el bloqueo de contadores por caudales elevados en el inicio del riego.

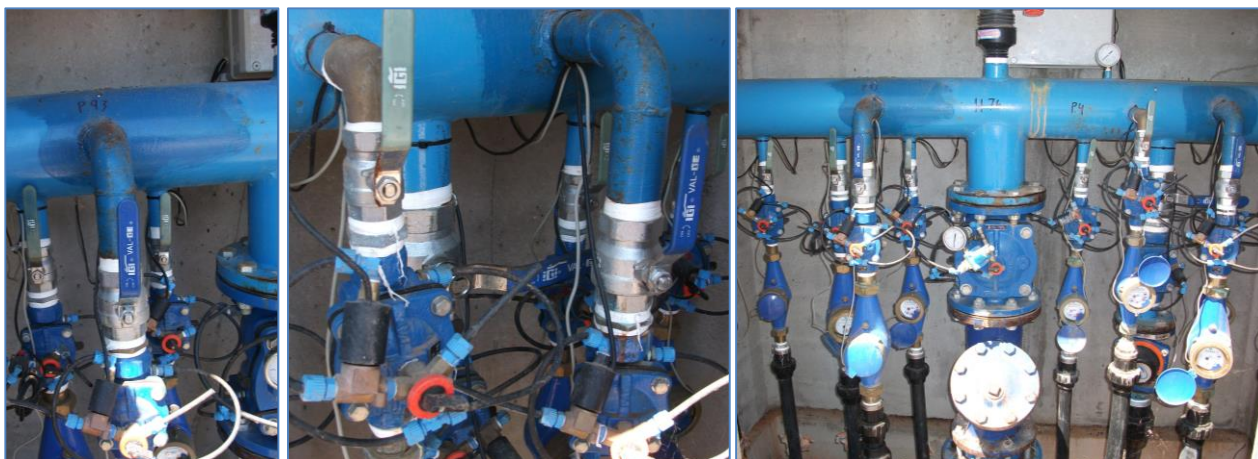




Fotografía 2-13: Hidrante vertical V2-1-2. C.R. Picassent Sector IV 2008 y 2010. Tipo 1. (Fotos Miranda M., Balbastre I.). Filtro de malla mal colocado, ventosa sin válvula de aislamiento. Tomas en derivación para cada salida. Estas tomas permiten tener acceso al agua sin estar programado el riego



Fotografía 2-14: Hidrante vertical V2-1-2. C.R. Picassent Sector XI 2008 y 2010. Tipo 1. (Fotos Miranda M., Balbastre I.). Filtro de malla mal colocado, ventosa sin válvula de aislamiento. Tomas en derivación para cada salida. Estas tomas permiten tener acceso al agua sin estar programado el riego.



Fotografía 2-15: Hidrante vertical V2-1-3. C.R. Carlet 2010. Tipo 3. (Fotos Miranda M.). Contadores se vacían después del riego. Filtro caza piedras mal colocado, ventosa sin válvula de aislamiento, colector pintado (recubrimiento no adecuado). Excesivas tomas por hidrantes y muy juntas, lo que impide el acceso a las tomas en segundo plano y dificulta el mantenimiento.



Fotografía 2-16: Hidrante vertical V2-1-3. C.R. Rio de Alcoy 2010. Tipo 3. (Fotos Miranda M., Balbastre I.). Filtro caza piedras mal colocado, ventosa sin válvula de aislamiento y mal colocada. Excesivas tomas por hidrantes y muy juntas, lo que impide el acceso a las tomas en segundo plano y dificulta el mantenimiento.

Hidrante vertical V2-2



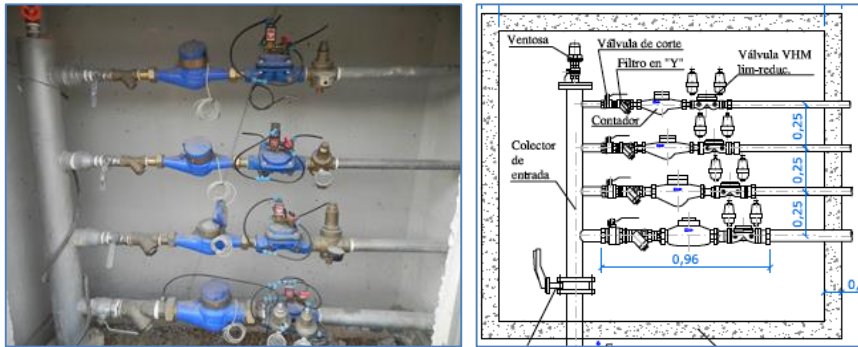
Fotografía 2-17: Hidrante vertical V2-2. C.R. Cota 220 2010. Tipo 3. (Fotos Miranda M.). Buen acceso a las tomas y válvula de retención en cada toma para evitar el vaciado del contador después de la parada del riego. Filtro bien colocado.



Fotografía 2-18: Hidrante vertical V2-2. C.R. del Bajo Priorato (Tarragona). Tipo 3. Fotos (Moval Agroingeniería 2015). Buen acceso a las tomas. Válvula de retención en cada toma pero colocada aguas arriba del contador lo que no evita el vaciado de los contadores después del riego. Sin elemento de filtración.

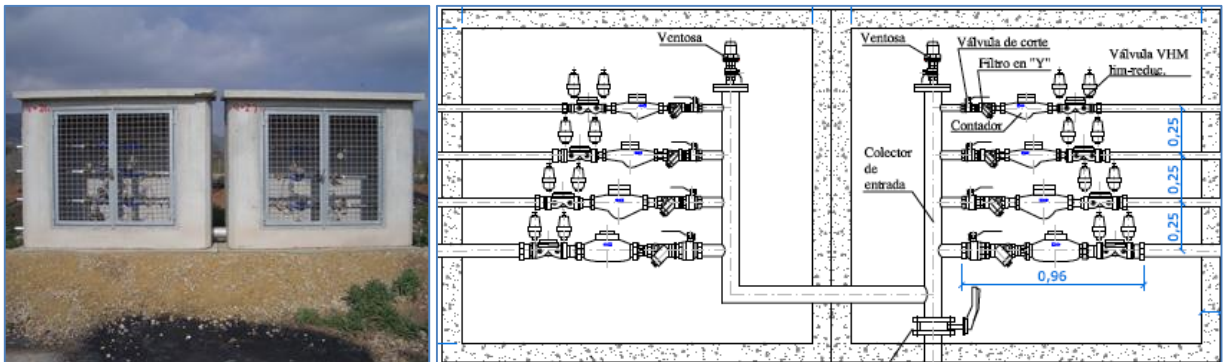
2.3.3.2. Hidrantes horizontales (H).

Hidrantes horizontal H1-1



Fotografía 2-19: Hidrante horizontal H1-1. C.R. Alhama de Murcia. Tipo 3. Fotos (CR Alhama de Murcia 2015). Buen acceso a las tomas.

Hidrantes horizontal H1-3



Fotografía 2-20: Hidrante horizontal H1-3. C.R. Alhama de Murcia. Tipo 3. Fotos (CR Alhama de Murcia 2015). Buen acceso a las tomas.

Hidrantes horizontal H1-4



Fotografía 2-21: Hidrante horizontal H1-4. C.R. Casinos 2010. Tipo 3. (Fotos Miranda M., Palau C.V.). Dificultad en el acceso a las tomas.



Fotografía 2-22: Hidrante horizontal H1-7. C.R. CGU Alto Vinalopó 2010. Tipo 1. (Fotos Miranda M.). Filtro bien colocado. Buen acceso a las tomas.



Fotografía 2-23: Hidrante horizontal H1-7. Tipo 3. Fotos (Munasa 2015). Difícil acceso para mantenimiento.

Hidrante horizontal H2



Fotografía 2-24: Hidrante horizontal H2. Tipo 1. Fotos (Munasa 2015). Sin elemento de filtrado, contadores en mala posición (horizontales pero girados 90°) y acceso limitado.

Hidrante horizontal H2-2



Fotografía 2-25: Hidrante horizontal H2-2. Tipo 4. Fotos (Munasa 2015). Derecha contadores en mala posición (horizontales pero girados 90°).



Fotografía 2-26: Hidrante horizontal H2-2. C.R. CGU Alto Vinalopó 2010. Tipo 3. (Fotos Miranda M.). Filtro bien colocado. Buen acceso a las tomas. Anclajes insuficientes.

Hidrante horizontal H2-4



Fotografía 2-27: Hidrante horizontal H2-4. C.R. Senyera Tipo 1. (Fotos Palau C.V.) Difícil acceso a las tomas, difícil mantenimiento. Sin válvula de aislamiento en la ventosa. Sin ningún elemento de filtrado. Tramos rectos aguas arriba de los contadores.

Hidrante horizontal H2-5



Fotografía 2-28: Hidrante horizontal H2-5. C.R. L'Alcudia. Tipo 3. (Fotos Balbastre I.). Buen acceso para mantenimiento. Elemento de filtrado en posición correcta. Tramos rectos aguas arriba y abajo de los contadores.

2.4. Caracterización hidráulica de hidrantes multiusuario.

Durante los últimos 10 años se ha realizado la caracterización hidráulica de 13 hidrantes multiusuario, con diferentes configuraciones y materiales, dichos ensayos reflejan el comportamiento de los hidrantes instalados en campo ante situaciones límites. En este periodo se ha ido adecuando la normativa vigente UNE-EN 14267 “Técnicas de riego. Hidrantes para riego.” (AEN/CTN68 2005), a las particularidades de estos equipos. Adaptando los ensayos realizados a los equipos suministrados así como a los problemas observados en estas instalaciones en campo y laboratorio.

Todos los hidrantes ensayados han sido suministrados por los peticionarios de los ensayos, del conjunto de hidrantes que iban a ser instalados en campo, por lo que los equipos ensayados son nuevos y no están deteriorados por el uso.

En este apartado analizamos los ensayos recomendados que deben de realizarse a los hidrantes, mostrando los objetivos y resultados obtenidos para cada ensayo. Los ensayos completos para cada uno de los hidrantes se pueden consultar en el Anejo 2 de esta tesis.

2.4.1. Características equipos de medida y banco de ensayos.

Todos los ensayos se han realizado en el LIR (Laboratorio de Ingeniería Rural) ubicado en la Escuela Técnica Superior de Enología y Medio Rural (ESTMRE) de la Universidad Politécnica de Valencia, y a partir del 2012 en el nuevo laboratorio denominado LHIR (Laboratorio de Hidráulica y Riegos) en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (ESTIAMN) de la Universidad Politécnica de Valencia.

Ambos laboratorios disponían de los mismos sensores y sistemas de adquisición de equipos, la única diferencia estriba en la capacidad de ensayo, (mayores alturas manométricas, caudales disponibles y sistemas de pesada para la medición del caudal), en la actualidad el laboratorio consta de un Banco de ensayo de elementos hidráulicos para DN250, DN100, DN50 y DN25 con las características que se resumen en el Anejo 1.

2.4.2. Clasificación, designación y marcado de los hidrantes.

Con objeto de unificar y proponer una forma de nombrar el hidrante de forma que refleje las características principales del mismo, tanto dimensionales como funcionales. Se propone que en el marcado y designación figuren las siguientes características.

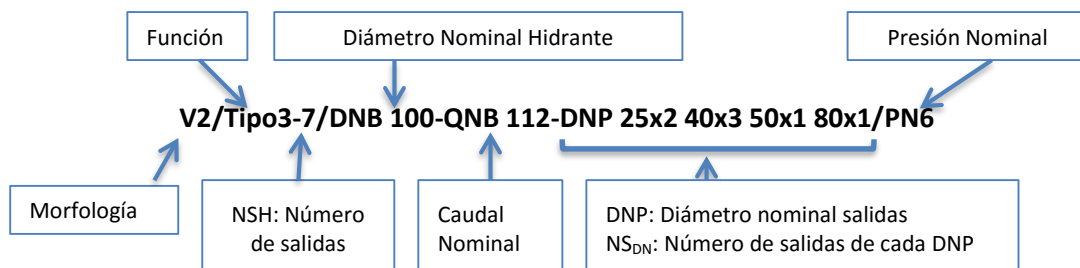
1. Código morfológico de la configuración en función de la disposición de los elementos generales y contadores. (Apartado 2.3)
2. Función. (Apartado 2.2.2)
3. Número de salidas. NSH.
4. Diámetro nominal en mm de los elementos generales DNB.
5. Caudal nominal del hidrante en m³/h. QNB.
6. Diámetro nominal en mm de las salidas. Haciendo referencia al DN del elemento de medición de agua instalado en las toma o salida. DNP.
7. Número de tomas de cada DN. NS_{DN}.
8. Presión nominal en bares. Elegida del elemento con menor presión del conjunto de elementos del hidrante. PN.

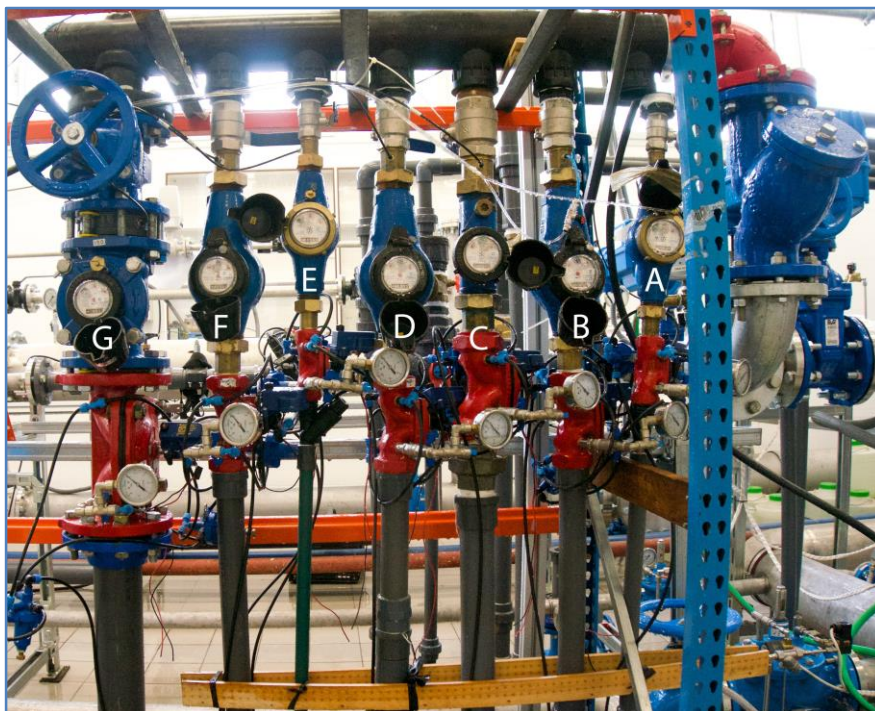
En la siguiente tabla se reflejan todos los parámetros indicados en la lista anterior.

Tabla 2–2: Datos ejemplo de nomenclatura para el Hidrante 11 ensayado.

V1					
Función		Tipo 3			
NSH		7			
Dimensiones					
DNB		100			
QNB		112			
Salidas	DNP	25	40	50	80
	NS_{DN}	2	3	1	1
Presión (bar)		6		Manómetro	

La designación del hidrante según la clasificación anteriormente descrita será:





Fotografía 2-29: Detalle del Hidrante ensayado número 11.

En la siguiente tabla se muestra las características de los hidrantes ensayados:

Tabla 2-3: Características principales de los hidrantes ensayados.

Hidrante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11
Configuración	V2-1-2	V2-1-3	V2-1-2	V1	V2-1-2	V2	V1-3	V2	V2	V1
Función/Tipo	3	3	1	4	1	3	4	1	3	3
NSH	5	7	8	3	6	8	10	6	6	7
DNB	80	80	100	100	100	80	100	150	100	100
QNB	31,0	31,0	61,5	61,0	53,0	28,0	68,0	63,5	73,5	112,0
DNP NS _{DN}	80	-	-	-	1	-	-	-	-	1
	65	-	-	-	-	-	-	-	1	
	50	-	-	-	1	1	-	-	1	1
	40	1	1	5	-	2	-	2	5	3
	30	2	-	-	1	3	-	8	2	-
	25	1	6	3	-	-	8	-	1	1
20	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
PN	10	10	10	10	10	10	10	6	10	6
Fecha Ensayo	2006	2007	2007	2008	2008	2008	2008	2008	2013	2015

Tal y como se mostrará en el Capítulo 4, para realizar una correcta modelización de los hidrantes se deberá disponer de toda la información y características del mismo, de ahí que las características principales del

hidrante deben completarse con una descripción individual de cada uno de los elementos que constituyen el mismo, indicando según el elementos considerado, los siguientes apartados.

2.4.2.1. Información requerida para elementos generales.

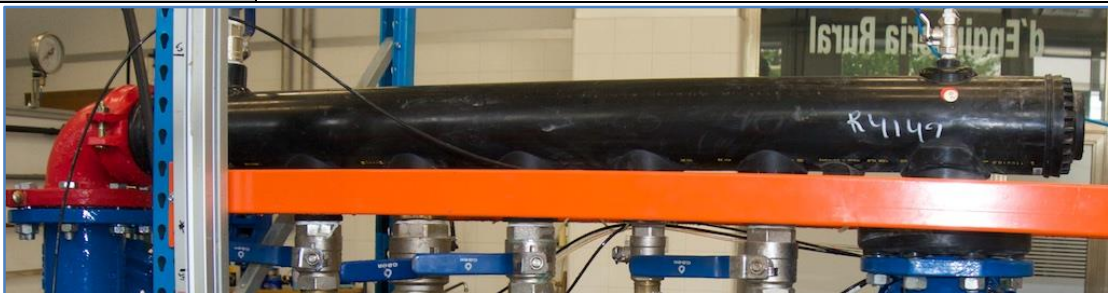
Filtro Caza piedras DN 100

Descripción.	Filtro caza piedras.
Función	Protección del hidrante ante elementos extraños
Fabricante	REGABER. GAER
Modelo	En Y
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	100 mm
Otros	Tapa y cuerpo de fundición gris con recubrimiento epoxi de 250 µm. Malla Acero Inoxidable AISI-304 de 3 mm de diámetro.



Colector

Descripción.	Colector de PP-H unión ranurada.
Función	Conexión a las tomas de parcela.
Fabricante	Montaje y mecanizado de Ta Comercial
Presión nominal (bar)	10
Diámetro nominal.	110 mm (conexión), SDR11
Otros	<p>7 salidas para tomas a parcela distribuidas longitudinalmente a lo largo del colector, terminadas en un manguito rosca macho excepto la de DN 80 que la salida es con brida.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6 de DN 63 mm (2") • 1 de DN 80 mm (3") <p>1 salida en la parte superior DN 32 mm (1"), para colocación de ventosa.</p> <p>1 salida en la parte superior DN 16 mm (3/4") para la colocación de manómetro.</p>



2.4.2.2. Información requerida para las tomas.**Tomas B, D y F: Parcelas 14-47, 13-67 y 84 DN 40 mm (1"1/2).**

- ✓ Válvula de esfera metálica DN 40 (1"1/2) PN 30.
- ✓ Contador chorro múltiple DN 40 mm. Colocación en vertical.

Descripción.	Contador de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	Geconta
Modelo	Multijet
Presión nominal (bar)	10
Diámetro nominal.	40 mm
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	10 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	20 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula y reductora sostenedora de presión.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece. Mantener la presión aguas arriba y reducir la presión aguas abajo de la toma.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	1"1/2 - 40 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca
Pilotos	Minipiloto Dorot 29-200 regulador de presión (verde 1-4,5 kg/cm ²) Sostenedor de presión Reductor de presión

- ✓ Tubería a parcela de PE100 DN 50 mm PN 0,6 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 50 mm PN 1,0 MPa.

2.4.3. Ensayos recomendados en función de Tipo de Hidrante.

Los ensayos hidráulicos recomendados se basan en los recogidos en la Norma UNE-EN 14267 (AEN/CTN68 2005), adaptados a las características especiales de los hidrantes multiusuario. Destacar que la norma está enfocada a hidrantes individuales por los que algunos de los ensayos descritos en las normas son difíciles de realizar tal y como en ella se describen. Estos ensayos están más enfocados a comprobar la calidad y especificaciones de cada uno de los componentes que pueden configurar los hidrantes, así se fijan ensayos para contadores, válvulas de maniobra, reguladores de presión, limitadores de caudal etc.

Los ensayos propuestos están adaptados para que a partir de ellos se pueda comprobar el funcionamiento conjunto de las tomas tal y como trabajarán en campo, sin olvidar los requisitos o especificaciones fijados en la norma.

Los ensayos propuestos son los siguientes:

1. Comprobación de la metrología a QNP para cada una de las tomas.
2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. QNB.
3. Pérdidas de carga del hidrante, con todas las tomas abiertas y sin regulación.
4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego. Transitorios generados.
5. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada en su función como reductora de presión.
6. Rapidez de regulación de presión de la válvula reductora de presión.
7. Comportamiento de la regulación de caudal ante variaciones de presión en su función como limitadora de caudal.
8. Rapidez de respuesta del hidrante a la limitación de caudal.
9. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.
10. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego. Con y sin funcionamiento de la VRP.
11. Prueba de estanqueidad.
12. Comprobación del estado y calidad del colector del hidrante.

A continuación se detallan cada uno de los ensayos propuestos. Mostrando un resumen de los resultados obtenidos en los ensayos realizados.

Indicar que no en todos los hidrantes se han podido realizar todas las pruebas citadas anteriormente, bien por su función, o por la fecha cronológica en la que se ensayaron. Muchos de los ensayos se han ido poniendo a punto en función de los resultados o problemas encontrados en ensayos anteriores, hasta fijar los ensayos mínimos recomendamos que se describen a continuación.

2.4.3.1. Comprobación de la metrología a QNP para cada una de las tomas. (Todos los Tipos).

El ensayo consiste en comprobar la metrología del contador de cada toma para su caudal nominal (QNP) y con el resto de tomas cerradas. La realización de este ensayo permite detectar problemas de medición de los contadores de las tomas.

La metrología registrada por el contador de la toma se puede obtener de tres formas distintas en función de del contador de la toma.

1. Emisor de pulsos del contador. El sistema de adquisición de datos del laboratorio registra los pulsos y su frecuencia, obteniendo el caudal del contador, simula lo que realiza el sistema de automatización en campo. El número de pulsos se fija en función de las características del contador.
2. Comparación fotográfica. Se realizan fotografías secuenciales del totalizador del contador a una velocidad de obturación mínima de 1/60 s. El caudal se obtiene de la lectura del mecanismo obteniendo el tiempo entre tomas de los datos de la fotografía o del cronómetro colocado en la imagen.
3. Lectura directa del mecanismo controlando el paso de un determinado volumen, en un tiempo controlado por un cronómetro. En este caso se realizan varias repeticiones para minimizar los posibles errores de lectura.

Estas mediciones se comparan con un sistema de medida patrón calibrado y verificado periódicamente. En función del contador se compara con los caudalímetros electromagnéticos del banco de ensayo o por pesada (Anejo1).

El error se calcula según la norma UNE-EN 14267 o UNE-EN 14268 (AEN/CTN68 2005, 2006). Los resultados obtenidos para el Hidrante 9 son:

Tabla 2-4: Hidrante 9. Comprobación de la metrología de las toma QNP.

Toma	A	B	C	D	E	F
Parcela	35	33	32	28	34	31
QNP(m ³ /h)	10	15	10	25	3,5	10
Qp(m ³ /h)	9,79	14,80	9,84	25,50	3,41	9,85
CEM	50	50	50	50	25	50
Q _{CEM} (m ³ /h)	9,96	14,95	9,97	24,95	3,53	9,96
εp(%)	-1,69	-1,01	-1,38	2,20	-3,43	-1,09

Siendo:

- QNP: Caudal nominal del contador de la toma, en m³/hora
- Qp: Caudal registrado por el emisor de pulsos del contador, se realiza una medición de al menos 3 pulsos, en m³/hora
- CEM: Contador electromagnético utilizado.
- Q_{CEM}: Caudal contador CEM, medida patrón, en m³/hora
- εp : Error relativo en porcentaje.

En este caso los errores son admisibles y están dentro de los indicados por la normativa que fija valores máximos de error para contadores de riego de $\pm 5\%$. No sería válido las tomas D y E si consideramos como norma de referencia UNE-EN 14154 "Contadores de agua"(AEN/CTN82 2012a) que fija un error para el Q3 o QN de $\pm 2\%$.

En los hidrantes ensayados (Hidrante 9 y 11) la metrología de los contadores ha sido correcta prácticamente en todos los casos, en algún caso particular se encontraron deficiencias en los emisores de pulsos (Hidrante 2), y algún contador presentaba errores superior al 5% (Hidrante 11).

2.4.3.2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. QNB. (Todos los Tipos).

Si consideramos el hidrante multiusuario como un equipo al que se debe pedir una serie de prestaciones, se debe evaluar de forma global los parámetros hidráulicos de funcionamiento, así en este caso se verifica la metrología del hidrante de forma global, considerando el QNB del mismo. A su vez permite comprobar desviaciones de caudal de unas tomas con respecto a otras.

El ensayo consiste en una vez fijado y estable el QNB del hidrante y el QNP de la tomas, medir el caudal de cada toma de forma secuencial, de forma similar a la descrita en el ensayo anterior. Se compara la suma de los caudales registrados en las tomas con la media del registrado de forma continua durante el ensayo por el caudalímetro electromagnético del banco. El ensayo será favorable si el error es inferior al fijado por la norma y siempre que el caudal del banco haya sido estable durante el ensayo.

A modo de ejemplo se muestran los resultados obtenidos para el hidrante 9.

Tabla 2-5: Hidrante 9. Error de caudal del hidrante.

Toma	QNP (m ³ /h)	Caudal Medido Contador (m ³ /h)
A	10,0	10,09
B	15,0	14,60
C	10,0	9,95
D	25	28,50
E	3,5	3,70
F	10,0	9,15
Total Hidrante	73,5	75,99

Q _{HIDRANTE}	Q _{CEM}	ε (%)
75,99	73,21	+3,80

Siendo:

- Q_{HIDRANTE}: Caudal total del hidrante, en m³/hora
- Q_{CEM}: Caudal contador CEM, medida patrón, en m³/hora
- ε: Error relativo.

El error producido se encuentra dentro de los valores indicados por la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005, 2006)

En la Tabla 2-6 se resumen los resultados para todos los hidrantes ensayados.

Tabla 2-6: Resumen resultados de la metrología global de los hidrantes ensayados.

Hidrante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11
Configuración	V2-1-2	V2-1-3	V2-1-2	V1	V2-1-2	V2	V1-3	V2	V2	V1
Función/Tipo	3	3	1	4	1	3	4	1	3	3
QNB (m³/h)	31,0(51) ⁷	31,0	61,5	61,0	53,0	28,0	68,0	63,5	73,5	112,0
Q_{HIDRANTE} (m³/h)	51,46	-	60,59	64,29	52,51	28,44	67,22	60,80	75,99	115,50
Q_{CEM} (m³/h)	49,69	-	60,34	63,91	53,28	28,08	67,86	62,00	73,21	111,40
ε (%)	+3,60	-	-0,41	-0,60	-1,43	-1,30	+0,90	+1,90	+3,80	-3,70

⁷ Tal y como puede comprobar en el Anejo 2, para este hidrante y por un error en la documentación entregada los contadores de las tomas 1 y 3 el QN no era de 10 m³/h sino 5 m³/h, de ahí la diferencia del QNB ensayado (51 m³/h) con el real del hidrante (31 m³/h). En el Capítulo 4 se realiza la simulación del hidrante para el QNB real del hidrante.

Los errores en todos los casos son aceptables, únicamente resaltar que se observan desviaciones de caudal hacia tomas de calibre mayor, tal y como se aprecia en los resultados del hidrante 9.

En el caso del hidrante 2 el ensayo no se pudo realizar debido a la imposibilidad de medir cada uno de los contadores de forma manual o mediante imágenes, ya que el modelo de contador de este hidrante no tiene el totalizador totalmente visible y en uno de los contadores el emisor de pulsos no funcionaba por lo que no se pudo obtener Q_{HIDRANTE} .

2.4.3.3. Pérdidas de carga del hidrante, con todas las tomas abiertas y sin regulación. (Todos los Tipos)

El ensayo de pérdidas de carga es con diferencia el que mejor representa las características funcionales del hidrante. La norma UNE-EN 14267 (AEN/CTN68 2005), en su apartado 6.2 fija los valores de pérdidas aceptables (Tabla 2–7). La pérdida de carga se deberá obtener en la totalidad del hidrante para el QNB y QNP de las tomas, entre la conexión a la red y la conexión con el usuario, con el hidrante totalmente abierto y con los sistemas de regulación desconectados.

Tabla 2–7: Pérdidas de carga máximas en función del tipo de hidrante.

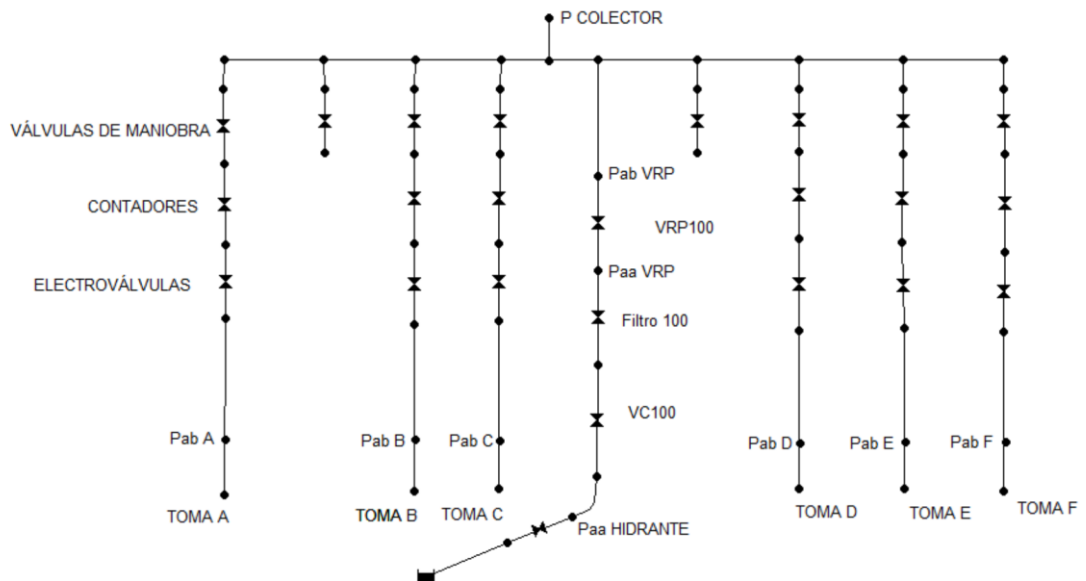
Tipo (Función)	Δh_N (mca)
1	5
2	8
3	8
4	11

Los resultados del ensayo indican, si el hidrante está bien configurado y sus elementos bien elegidos. Remarcar que es importante limitar la pérdidas que producen estos equipos en aras a reducir los costes energéticos de las instalaciones, pero en los tipos 3 y 4 (con VRP), la pérdida permitida puede ser mayor a la recomendada ayudando de esta forma a las funciones de regulación de presión.

El ensayo es complejo al tener que instalar numerosos sensores de presión, uno por cada toma más los colocados en los elementos generales. En general en todos los hidrantes ensayados se han medido la presiones como mínimo en los puntos que se pueden ver en la Figura 2–25.

Tabla 2–8: Relación de sensores y puntos de medición para el Hidrante 9. (Anejo 1)

Medición Elementos Generales	Código Sensor	Tipo	Medición Tomas	Código Sensor	Tipo
Caudal Total circulante por el hidrante	Q3	CEM100	Presión aguas abajo Toma A	17	W1000
Presión aguas arriba del hidrante	19	NF1600	Presión aguas abajo Toma B	16	L1000
Presión aguas arriba VRP	20	NF1600	Presión aguas abajo Toma C	7	W1000
Presión aguas abajo VRP	21	NF1600	Presión aguas abajo Toma D	6	L1000
Presión en el colector	3	NF1000	Presión aguas abajo Toma E	5	W1000
			Presión aguas abajo Toma F	4	L1000



Pab: Medición presión aguas abajo de la toma o elemento

P Colector: Medición de presión en el colector del hidrante.

Paa: Medición de presión aguas arriba del elemento.

Figura 2–25: Localización de los sensores de presión en el ensayo del hidrante 9.

Los resultados de pérdidas de carga para el QNB en el caso del hidrante 9 son:

Tabla 2–9: Pérdidas de carga Hidrante 9.

Δh_N Toma A (mca)	Δh_N Toma B (mca)	Δh_N Toma C (mca)	Δh_N Toma D (mca)	Δh_N Toma E (mca)	Δh_N Toma F (mca)	Δh VC + Filtro (mca)	Δh VRP (mca)	Q_{CEM} (m ³ /h)
8,15	8,29	8,19	7,83	8,90	7,66	4,48	0,84	73,20

Siendo:

- Q_{CEM} : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM, en m³/hora
- Δh_N (Toma x) : Pérdidas de carga totales entre la medición aguas arriba del hidrante y la medición aguas abajo de la toma X, para el caudal circulante por la toma (ver caudal en Tabla 2–5), en mca
- Δh (VC + Filtro) : Pérdida de carga de la válvula de compuerta DN 100 del hidrante y del filtro caza piedras, en mca.
- Δh (VRP) : Pérdida de carga de la válvula reductora de presión totalmente abierta, en mca.

Según la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005) las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 3 son 8 mca (80 kPa, 0,8 bar), por lo que las pérdidas están dentro de las recomendadas por dicha norma. Algunas tomas superan ligeramente estos valores pero como ya se indicó en un hidrante Tipo 3, este valor no es limitante y al exceder ligeramente los valores recomendados no se detectan problemas de configuración o equipos mal seleccionados.

En la siguiente tabla se resumen los resultados para todos los hidrantes ensayados:

Tabla 2–10: Resumen de los resultados de las pérdidas de carga para los hidrantes ensayados.

Hidrante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11
Configuración	V2-1-2	V2-1-3	V2-1-2	V1	V2-1-2	V2	V1-3	V2	V2	V1
Función/Tipo	3	3	1	4	1	3	4	1	3	3
DNB	80	80	100	100	100	80	100	150	100	100
QNB (m³/h)	31,0(51)	31,0	61,5	61,0	53,0	28,0	68,0	63,5	73,5	112,0
Δh_N Norma (mca)	8	8	5	11	5	8	11	5	8	8
Cumple	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Tomas no Cumplen	Todas	-	6	-	2	-	9	2	4	Todas
Δh_N máximo (mca)	19,15	5,36	13,05	9,47	5,76	5,30	13,34	5,56	8,90	13,80

Como se puede observar solo 3 de los 10 hidrantes ensayados superan las pruebas, en el resto se analizan las causas de los valores de pérdidas registrados, encontrando las siguientes causas a dichos valores:

- Hidrante 1: Tal y como se indicó en el apartado 2.4.3.2 la alta pérdida se debió a un error de la documentación entregada ensayando el hidrante para un QNB superior al real.

- Hidrante 2: Los valores de pérdidas son más bajos de los recomendados, debido a que las tomas no disponen de electroválvula para cada toma. El funcionamiento del hidrante se realiza a través de la VRP general. Los contadores no están en carga entre riegos.
- Hidrante 3: Altas pérdidas por una incorrecta selección de la electroválvula que, independientemente del DNP de la toma, es de DN 25. Introduciendo pérdidas excesivas en las tomas.
- Hidrante 5: Las diferencias son pequeñas no encontrando problemas de configuración o selección.
- Hidrante 6: No hay problemas de configuración, las pérdidas son bajas por que el QNB está por debajo del máximo recomendado para el DNB del hidrante.
- Hidrante 7: Placas orificio en las limitadoras de caudal, están mal seleccionadas provocado pérdidas excesivas además de un número excesivo de tomas en el hidrante (10).
- Hidrante 8: Las tomas con pérdidas mayores a las recomendadas son de DNP 30 mm, detectando que los contadores de este fabricante para ese calibre tienen pérdidas excesivamente altas.
- Hidrante 9: Las diferencias son pequeñas el QNB está ligeramente por encima del recomendado para el DNB del hidrante.
- Hidrante 11: El QNB del hidrante excede el recomendado (Capítulo 3, Tabla 3–1), el hidrante está infra dimensionado para el número y DNP de las tomas, lo que provoca pérdidas excesivas.

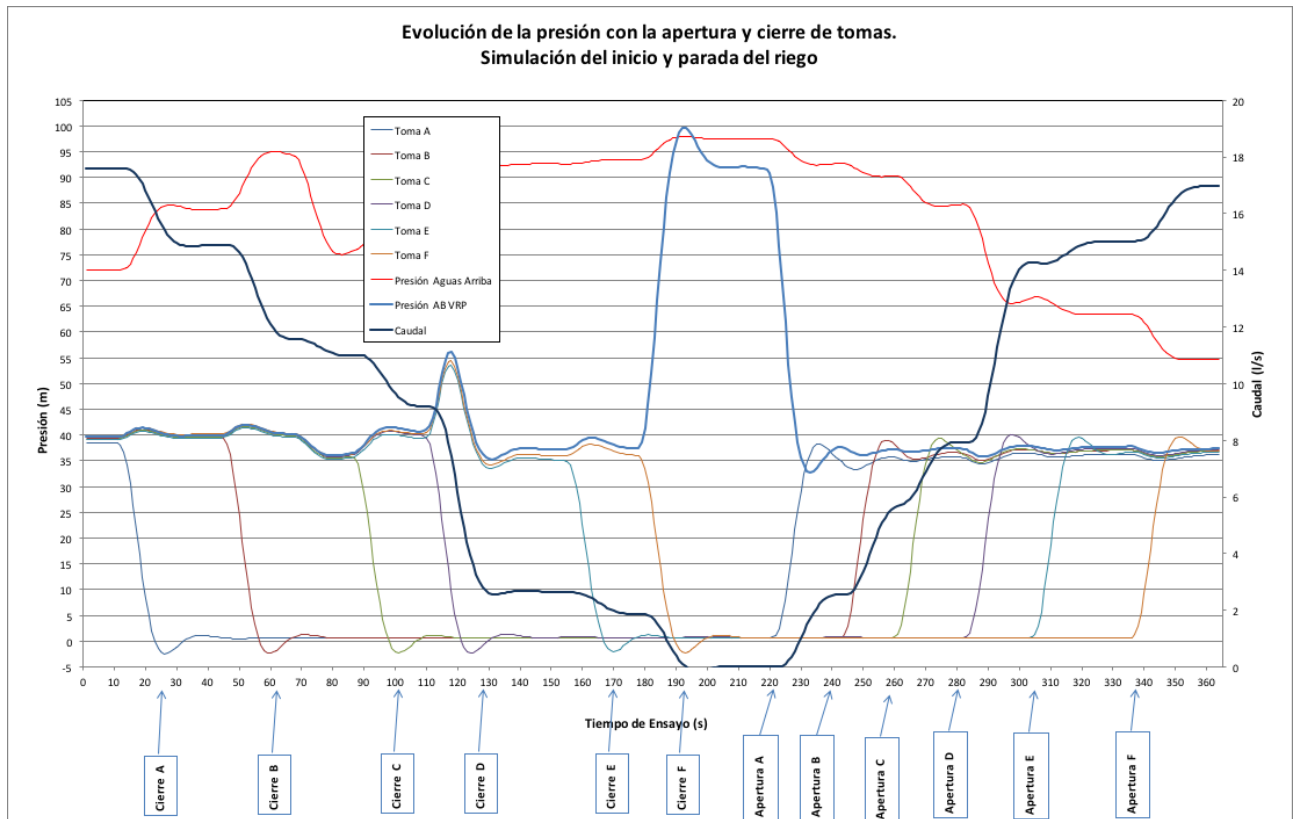
2.4.3.4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego. Transitorios generados. (Todos los tipos)

Esta prueba no es descrita en las normas, ya que en está solo se hace referencia a pruebas de transitorio en el apartado 8.5 de la norma. La prueba de transitorios es inviable de realizar con la configuración y características de un hidrante multiusuario.

La prueba que se propone, permite simular la evolución de la presión y caudal del hidrante en el proceso de apertura y cierre de las electroválvulas de las tomas, simulando el inicio y parada de riego en una situación real de en campo. A su vez por un registro continuo de la presión se pueden visualizar los transitorios provocados por el cierre y apertura de tomas.

El ensayo se realiza con los elementos de regulación activados y se procede a la apertura y cierre secuencial de las tomas, en intervalos suficientemente espaciados para que se establezcan los valores de presión y caudal después de cada apertura y cierre.

En la Gráfica 2–1 se muestran los resultados obtenidos para el Hidrante 9.



Gráfica 2-1: Respuesta del hidrante 9 ante la apertura y cierre de tomas de riego.

Como se puede observar en la Gráfica 2-1, el hidrante 9 se comporta de forma estable ante estas situaciones de apertura y cierre, no mostrando transitorios importantes excepto al cerrar la Toma D (DN 65), ya que el caudal que se deriva en dicha toma es un 39% del total del hidrante, la sobrepresión alcanza es de 15 mca sobre la presión de regulación. En la Tabla 2-11 se resumen los resultados obtenidos para el resto de hidrantes, indicando los transitorios registrados y su magnitud.

Tabla 2-11: Resumen de los resultados de la apertura y cierre de tomas. Transitorios Hidráulicos.

Hidrante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11
Configuración	V2-1-2	V2-1-3	V2-1-2	V1	V2-1-2	V2	V1-3	V2	V2	V1
Función/Tipo	3	3	1	4	1	3	4	1	3	3
QNB (m ³ /h)	31,0(51)	31,0	61,5	61,0	53,0	28,0	68,0	63,5	73,5	112,0
Transitorio	SI	-	No	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO
ΔH max (mca)	20	-	-	5	-	25	15	-	15	-
Toma	5	-	-	3"	-	H	F	-	D	-
Proceso	Cierre	-	-	Cierre	-	Cierre	Apertura	-	Cierre	-

Como resultados adicionales a este ensayo indicar que algunos hidrantes (Hidrante 3 y 5) disponen en cada toma de una salida adicional antes de la electroválvula. Pensada para que el usuario disponga de agua en

cualquier momento, éstas tomas descargan a la atmosfera, por lo que en estos casos se ha realizado una prueba adicional comprobando cómo afecta al hidrante la apertura de estas tomas. Los resultados observados demuestran que la apertura de estas tomas en el proceso de riego provoca un aumento del caudal total demandado por el hidrante perjudicando los QNP y las presiones necesarias en el resto de tomas. (Tabla 2–12)

Tabla 2–12: Hidrante 5. Variación del caudal ante la apertura de las tomas en derivación.

Toma	QNP (m ³ /h)	Q _{final} (m ³ /h)
Hidrante	53,3	61,90
Toma 72-73	15,0	24,09
Toma 91	10,0	14,08
Toma 90	6,0	10,25
Toma 132	6,0	2,52
Toma 88	10,0	5,79
Toma 87	6,0	2,73

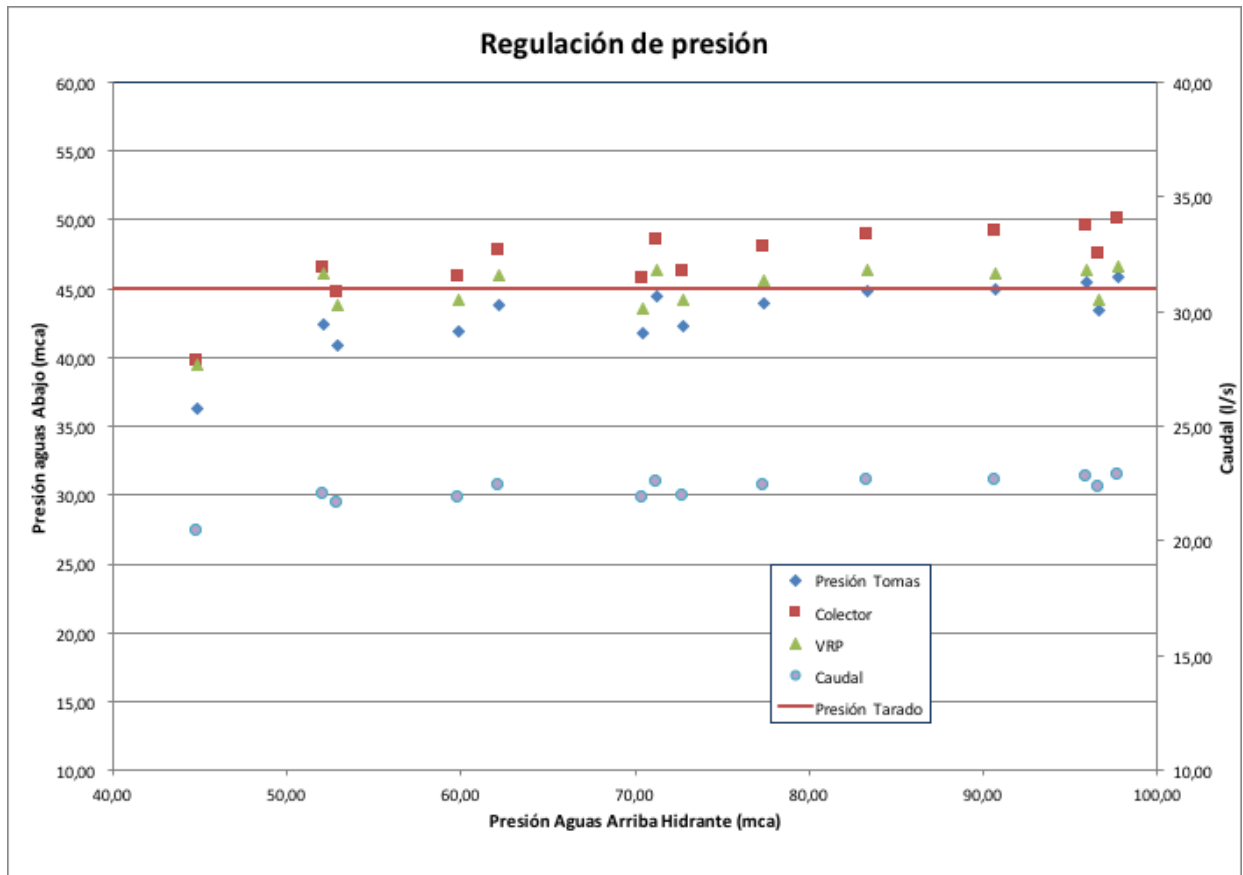
2.4.3.5. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada en su función como reductora de presión. (Tipos 3 y 4)

La regulación de presión en los hidrante multiusuario es normalmente como reductoras de presión. En cuanto a las reductoras de presión encontramos hidrantes con dos sistemas de regulación distintos, en el primero la reducción se realiza en los elementos comunes del hidrante realizándose para todas las tomas, en el segundo la regulación se realiza en la electroválvula de cada toma.

Al igual que el ensayo anterior, la norma en su apartado 8.6 define como ensayar los reguladores de presión en los hidrantes, lo especificado en dicho apartado es de difícil aplicación a estos hidrantes, ya que las variaciones de presión y caudal exigidas por la norma son difíciles de alcanzar en los ensayos.

El ensayo propuesto en esta tesis se realiza variando la presión de entrada del hidrante y comprobando la presión de regulación (PTR), tanto en la VRP como aguas abajo de las tomas. En los hidrantes Tipo 4 las pruebas se realizan con la función de limitación de caudal desconectada.

Como ejemplo se muestran los resultados obtenidos para el hidrante 9.



Gráfica 2-2: Respuesta del hidrante 9 ante la regulación de presión.

La regulación de la válvula reductora en este caso es buena y estable, asegurando una presión adecuada en las tomas de riego.

Los problemas encontrados en esta prueba son debidos a valores incorrectos en la presión de tarado, normalmente más bajos de los recomendados provocando déficits de presión en las tomas lo que no asegura el riego a presión en parcela. En la Tabla 2-13 se resumen los resultados para los hidrantes de los Tipos 3 y 4 ensayados.

Tabla 2-13: Resumen de los resultados de la regulación de presión.

Hidrante	1	2	4	6	7	9	11
Configuración	V2-1-2	V2-1-3	V1	V2	V1-3	V2	V1
Función/Tipo	3	3	4	3	4	3	3
QNB (m ³ /h)	31,0(51)	31,0	61,0	28,0	68,0	73,5	112
PTR (mca)	40	40	30	30	40	45	25
Rango Presiones ensayo (mca)	44-70	60-75	50-80	50-80	40-70	45-98	-
Presión Tomas (mca)	38-42	36-44	32-36	28	38-40	40-45	<25
Regulación	En toma	General	En Toma	General	En toma	General	En toma

La precisión de regulación es aceptable en todos los hidrante únicamente volver a señalar que la PTR baja del hidrante 11 provoca presiones bajas en las tomas no garantizando el riego en parcela.

2.4.3.6. Rapidez de regulación de presión de la válvula reductora de presión. (Tipos 3 y 4)

Este ensayo complementa el ensayo anterior y permite verificar la rapidez de actuación de las válvulas reductoras de presión. El objeto del ensayo también es comprobar la transmisión de altas presiones aguas abajo de la VRP, así como la inestabilidad que se observa en algunos casos en los procesos de regulación de presión en estas válvulas.

El ensayo se realiza de posiciones de cerrado (CLOSE) a automático (AUTO) de la válvula de tres vías que controla la VRP, registrando la presión con frecuencias altas (inferiores a 1/10 s).

Los resultados registrados para el Hidrante 7 y 9 son los siguientes:

Proceso de VRP Cerrada a regulación.

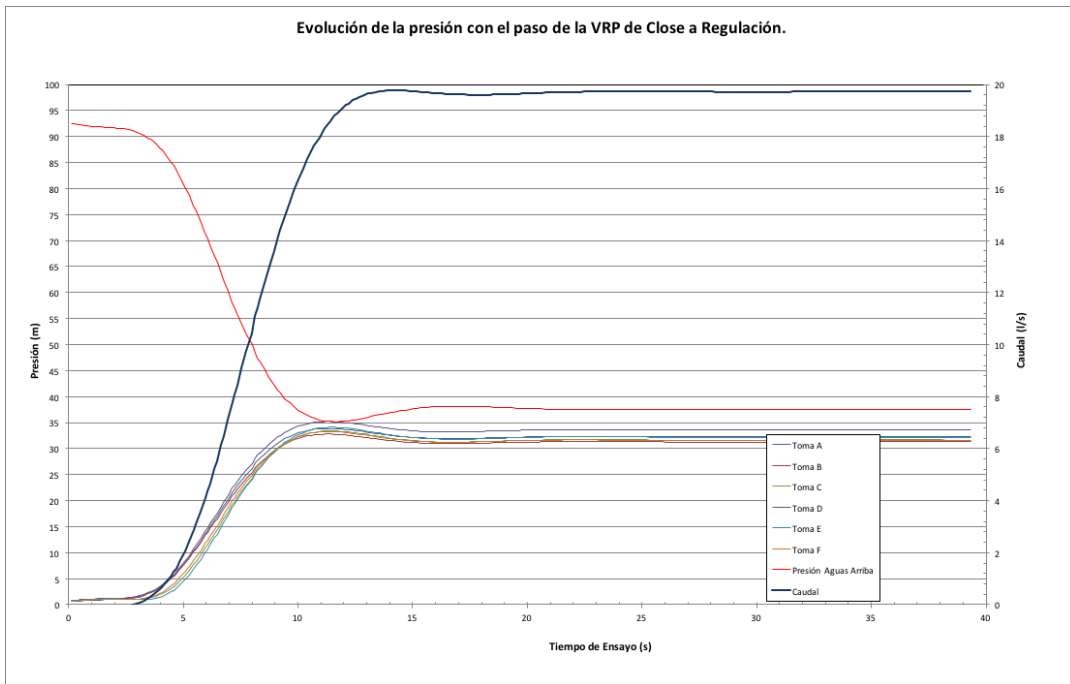
Tabla 2–14: Hidrante 9. Tiempo de regulación de la VRP. Cerrado- regulación.

Medida	T1(s)	T2(s)	$\frac{P_{aa}}{\gamma}$ (mca)	$\frac{P_{ab}}{\gamma}$ VRP (mca)	Q_{CEM} (m ³ /h)
1	2,21	21,69	57,9	35,68	19,70
2	2,90	21,14	57,68	35,41	19,69
3	2,26	22,85	57,58	35,19	19,73
4	1,60	20,32	57,46	35,01	19,73
5	2,98	21,49	57,54	35,05	19,73
Medias	2,39	21,50	57,63	35,27	19,72
σ	0,57	0,92	0,17	0,28	0,02

Siendo:

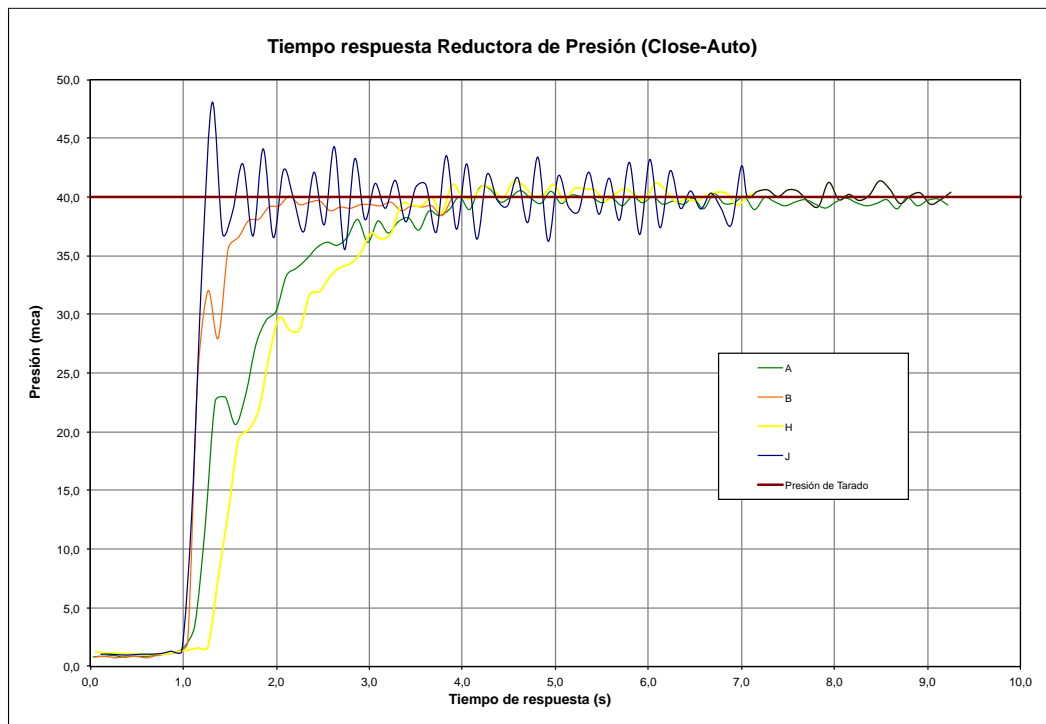
- T1: Tiempo desde el comienzo de la maniobra hasta que la válvula comienza a regular, en segundos.
- T2: Tiempo desde el comienzo de la maniobra hasta que la válvula estabiliza la presión de regulación, en segundos.
- P_{aa}/γ : Altura de presión aguas arriba del hidrante desde T2 hasta el final del ensayo, en metros.
- P_{ab}/γ VRP: Altura de presión aguas abajo VRP desde T2 hasta el final del ensayo, en metros
- Q_{CEM} : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM desde T2 hasta el final del ensayo, en m³/hora
- σ : Desviación típica.

Los valores obtenidos son los normales para válvulas hidráulicas de membrana, permaneciendo estables los tiempos y presiones de regulación en las repeticiones realizadas.



Gráfica 2-3: Rapidez de respuesta del hidrante 9 ante la regulación de presión

En este caso se realizan varias repeticiones obteniendo resultados similares en los tiempos medios de regulación.



Gráfica 2-4: Rapidez de respuesta del hidrante 7 ante la regulación de presión. Inestabilidad Toma J.

Este es uno de los ensayos que han ido evolucionando con el paso de tiempo, por lo que no todos los hidrantes ensayados disponen de la misma información. A continuación se resumen los resultados más relevantes de esta prueba para los hidrantes ensayados.

Tabla 2–15: Resumen de los resultados de la rapidez en la regulación de presión.

Hidrante	1	2	4	6	7	9	11
Configuración	V2-1-2	V2-1-3	V1	V2	V1-3	V2	V1
Función/Tipo	3	3	4	3	4	3	3
QNB (m ³ /h)	31,0(51)	31,0	61,0	28,0	68,0	73,5	112
PTR (mca)	40	40	30	30	40	45	25
Tiempo (s)	-	-	4- 14	5	1,5-3,2	1,6-3	-
Inestabilidad	-	-	NO	NO	SI	NO	SI
Transmisión de la presión Aguas Abajo	-	-	SI	SI	SI	SI	SI

Dos de los hidrantes presentan inestabilidad de las válvulas de regulación lo que como posteriormente se mostrará puede provocar inestabilidad generalizada del hidrante, provocando fenómenos indeseables de funcionamiento.

Todas las válvulas de regulación utilizadas son de membrana, por lo que como cabría esperar, transmiten la presión estática aguas abajo de la misma, provocando que los elementos del hidrante se queden a altas presiones una vez parado el riego.

2.4.3.7. Comportamiento de la regulación de caudal ante variaciones de presión en su función como limitadora de caudal. (Tipo 2 y 4)

De igual forma que en los ensayos de regulación de presión, es complicado realizar el ensayo 8.7 descrito en la norma, ya que la limitación de caudal se instala en la electroválvula de cada una de las tomas del hidrante siendo necesario realizar un ensayo por cada toma.

El objetivo del ensayo es comprobar que el QNL regulado es adecuado al QNP de la toma y que el caudal global de hidrante con las limitadoras en funcionamiento es la suma de los QNL de cada toma, el ensayo propuesto se divide en dos partes, realizando el segundo si el primero no es favorable.

1. Con todas las tomas en funcionamiento se comprueba que el caudal global no difiera de la suma de QNL de las tomas, para varias presiones de entrada del hidrante.
2. Comprobar el QNL de cada toma por lo que se ensaya cada toma de forma individual para el QNL y variación de presión a la entrada.

En los hidrantes Tipo 4 las pruebas se deben de realizar con la función de regulación de presión desconectada.

No es común encontrar hidrantes multiusuario con esta función. Aunque sería deseable en muchas tomas, ésta es una función no deseada por los usuarios finales. Además hay que indicar que en la mayoría de los casos la mala elección de la placa orificio que controla la regulación de caudal provoca verdaderos quebraderos de cabeza en la gestión de los hidrantes. Estas reflexiones se apoyan en los ensayos realizados ya que los dos hidrantes ensayados con ésta función, tuvieron problemas de diseño y configuración en las placas tal y como mostramos a continuación.

Hidrante 4

Según los datos suministrados con el hidrantes los QNL fijados eran un 20% de QNP de las tomas.

Tabla 2–16: Hidrante 4. Precisión en la limitación de caudal. Hidrante completo.

Toma	QNP (m³/h)	QNL_{Teórico} (m³/h)	QNL_{Real} (m³/h)	Q_{Medido} (m³/h)	ε (%)
3"	40	48	75,6		
1"1/4	6	7,2	9		
2"	15	18	23,76		
Hidrante	61	73,2	108,36	98,05	9,52

Siendo:

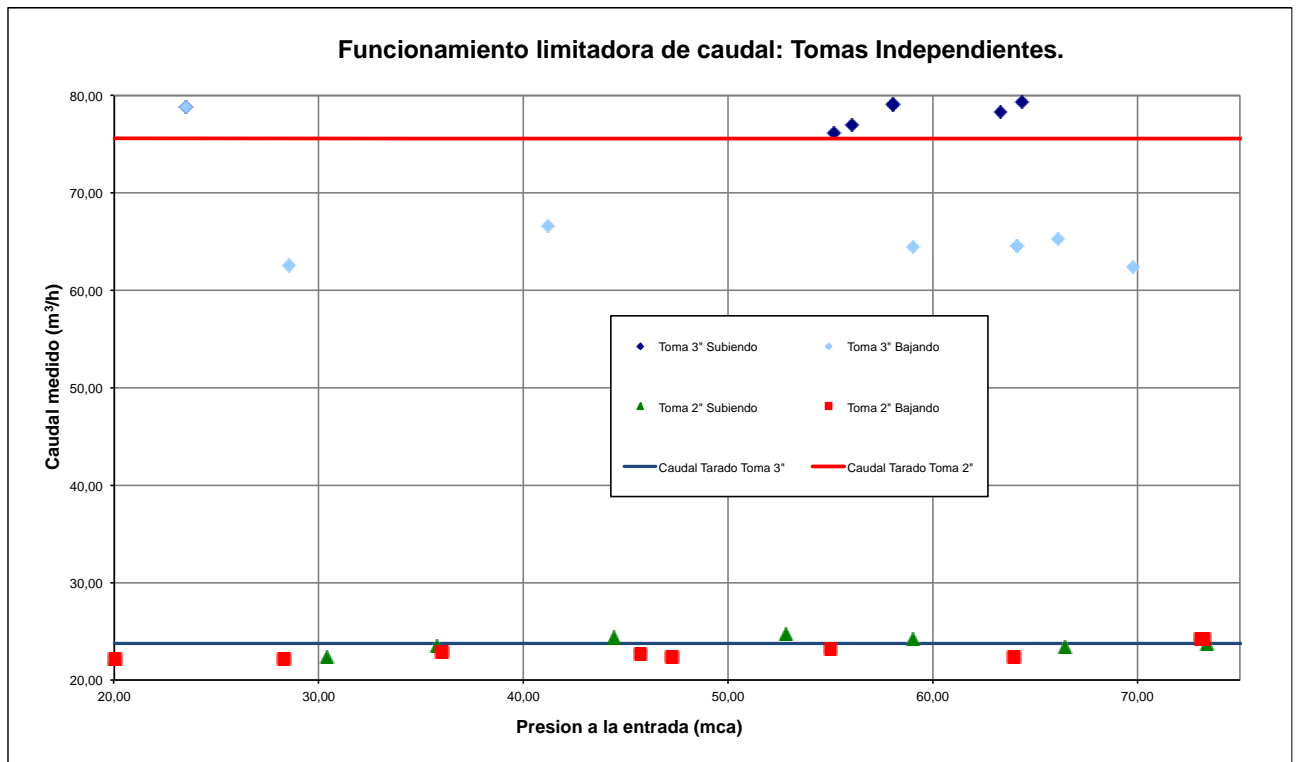
- QNP : Caudal de nominal del contador o válvula volumétrica de cada una de las tomas, en m³/hora.
- QNL_{Teórico} : Caudal de tarado teórico del piloto limitador de caudal de cada una de las tomas, obtenido al aumentar el Caudal nominal de la toma en un 20%, en m³/hora.
- QNL_{Real} : Caudal de tarado real al que se encuentra tarada cada una de las tomas del hidrante, en m³/hora.
- Q_{Medido} Caudal medio de todo el ensayo con el contador CEM, medida patrón, en m³/hora.
- ε : Error relativo, variación de caudal en %.

Como se puede comprobar los valores difieren bastante de los previstos, por lo que se realiza el ensayo ajustando el tarado de la válvulas a los caudales teóricos y realizando el ensayo para cada una de las tomas de forma individual, con los siguientes resultados.

Tabla 2–17: Hidrante 4. Precisión en la limitación de caudal. Tomas independientes.

Toma	QNP (m ³ /h)	QNL _{Teórico} (m ³ /h)	QNL _{Real} (m ³ /h)	Q _{Medido} (m ³ /h)	ε (%)
3”(bajando)	40	48	75,6	66,18	-5,05
3”(subiendo)	40	48	75,6	79,41	12,45
3”(media)	40	48	75,6	72,84	3,65
2”(bajando)	15	18	23,76	22,91	3,57
2”(subiendo)	15	18	23,76	23,55	0,89
2”(media)	15	18	23,76	23,28	2,01

No se muestran datos de la toma de 1”1/4 ya que la inestabilidad que muestra esta válvula hace imposible estabilizar las medidas.



Gráfica 2–5: Respuesta del Hidrante 4 ante la limitación de caudal independiente para cada toma.

Con las placas orificio instaladas no es posible regular los caudales teóricos, aun así las limitadoras muestran una buena precisión en la regulación para los caudales reales de tarado (Gráfica 2–5 y Tabla 2–17). En estas condiciones de diseño las limitadoras no actuarán y por tanto no serán operativas.

Hidrante 7

En este caso sucede algo parecido al caso anterior, los QNL de las tomas difieren de los teóricos de tarado, además de mostrar frecuentes fenómenos de inestabilidad.

Tabla 2–18: Hidrante 7. Comprobación del QNL de tarado de las tomas instaladas.

Toma	Nº Parcela	QNL _{Teórico} (l/s)	QNL _{Real} (l/s)	Observaciones
A	154	1,9	1,67	
B	162	1,9	1,75	
C	155	1,9	1,59	
D	158	1,9	—	Inestabilidad
E	160	1,9	—	Inestabilidad
F	161	1,9	0,93	
G	—	1,9	—	Inestabilidad
H	163	1,9	1,83	
I	156	1,9	1,74	
J	157	1,9	1,54	

Se regulan las válvulas al QNL_{Teórico} obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 2–19: Hidrante 7. Precisión en la limitación de caudal del hidrante.

Toma	QNL _{Teórico} (m ³ /h)	QNL _{Medido} (m ³ /h)	ε (%)
Hidrante	68,40	71,83	-5,01

Siendo:

- QNL_{Teórico} : Caudal de tarado teórico del piloto limitador de caudal de cada una de las tomas, obtenido de la suma del caudal de regulación de cada una de las tomas (1,9 l/s, Q_{Hidrante} = 19 l/s = 68,4 m³/h), en m³/hora.
- QNL_{Medido} Caudal medio de todo el ensayo con el contador CEM, medida patrón, en m³/hora.
- ε : Error relativo, variación de caudal en %, en relación con el de tarado

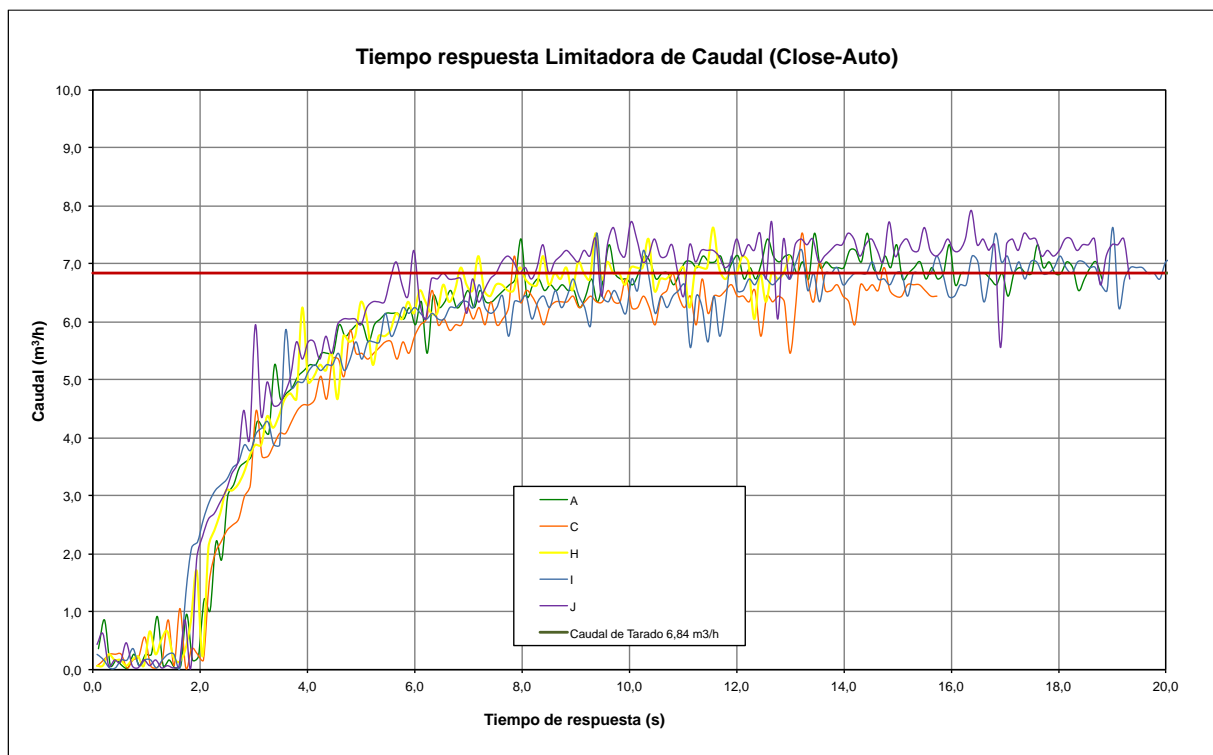
2.4.3.8. Rapidez de respuesta del hidrante a la limitación de caudal. (Tipo 2 y 4).

Con los mismos parámetros y objetivos que los indicados en el apartado 2.4.3.6 con la rapidez en la regulación de presión. En este caso los fenómenos de inestabilidad observados son mayores.

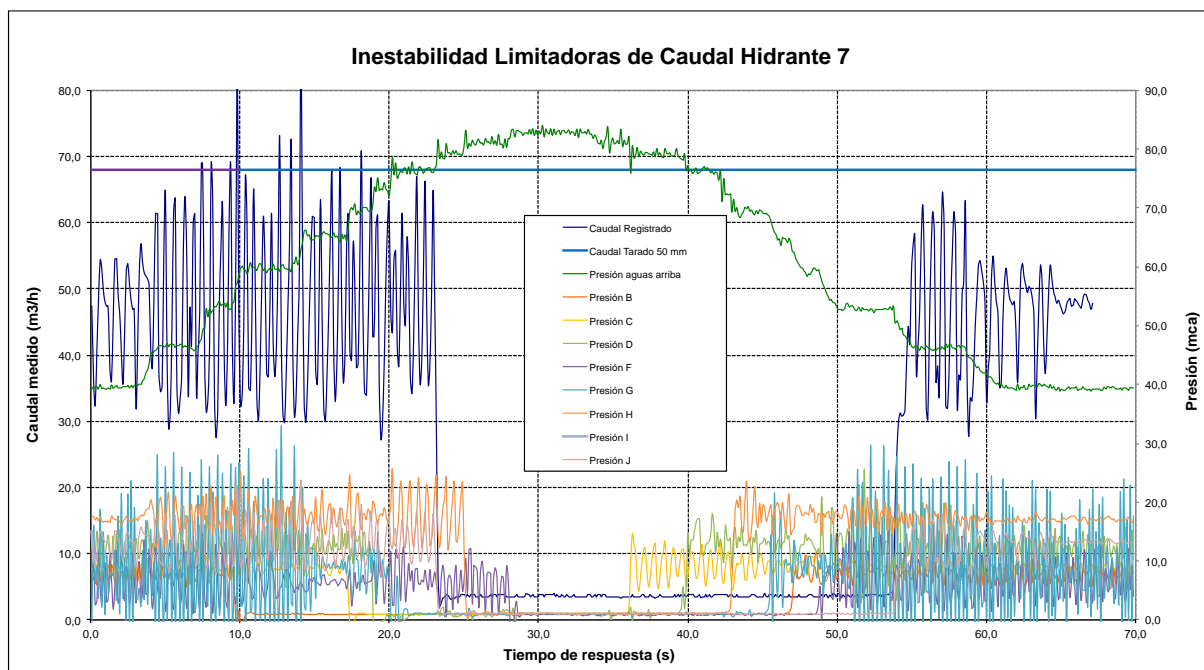
Tabla 2–20: Resumen de los resultados de la rapidez en la regulación de caudal.

Hidrante	4	7
Configuración	V1	V1-3
Función/Tipo	4	4
QNB (m ³ /h)	61,0	68,0
QNL (m ³ /h)	108,4	68,4
Tiempo (s)	5- 14	7,2-9
Inestabilidad	SI	SI
Tomas inestables	1"1/4	D-E-G

En la Gráfica 2–7 se observa el desarrollo del ensayo para comprobar la rapidez de limitación de caudal global del hidrante 7. Comprobamos que la inestabilidad provocada por una o más válvulas en los hidrantes se transmite al resto de tomas, provocando una inestabilidad generalizada del hidrante. Estas situaciones se producen frecuentemente en campo, por lo que estos sistemas son eliminados o desconectados de la instalación como consecuencia de un mal diseño y deficiente selección de las placas orificio y de los pilotos limitadores de caudal.



Gráfica 2–6: Rapidez de respuesta del hidrante 7 ante la regulación de caudal. Tomas independientes.



Gráfica 2-7: Inestabilidad en la limitación de caudal del hidrante 7. Ensayo global del hidrante. Rapidez de regulación. La inestabilidad de las válvulas provoca inestabilidad generalizada del hidrante.

2.4.3.9. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego. (Tipo 1 y 3)

A raíz de los problemas de bloqueo en contadores de velocidad encontrados en campo a nivel de toma, se desarrollan ensayos específicos para este tipo de instalaciones

En los contadores mecánicos el giro de la turbina depende de la velocidad de impacto del agua sobre la misma. Cuando los caudales son muy altos, el impacto sobre ella será superior produciéndose un desacople en la transmisión magnética que une a la turbina con el totalizador. De esta forma, el totalizador queda bloqueado y sin movimiento, dejando de contabilizar el agua consumida.

El problema es complejo de analizar y sus causas ahora claras, han costado análisis y ensayos específicos para evaluar el problema y abordar las posibles soluciones (Apartado 2.5.2.). No es objeto de este apartado abordar las causas y soluciones al problema sino proponer varios ensayos que permitan detectar si los contadores tienen riesgo de bloqueo o no.

Avanzamos que el bloqueo en si no es el problema, el problema real es que muchas veces después de que un contador se bloquee por caudales muy superiores para los que el contador está diseñado, éste

permanece bloqueado hasta que la instalación se para. En campo se observa que estos contadores, riego tras riego, están bloqueados no registrando lecturas, por lo tanto siendo imposible facturar a esos usuarios.

Como algún ensayo anterior el ensayo se ha ido poniendo a punto, de ahí que los datos no sean similares para todos los hidrantes.

El ensayo de bloqueo simulando instalación de riego en parcela, hace referencia a simular el riego en una parcela a cota superior a la del hidrante, donde la instalación en parcela se encuentra en carga. Esto se consigue en laboratorio no eliminado la regulación de las válvulas que se utilizan aguas abajo de la toma del hidrante para regular el QNP de la toma.

El bloqueo del contador se realiza de forma visual e individual para cada toma, estando el resto de las tomas cerradas con el sistema de regulación de presión activado (Tipo 3). Se aumenta de forma progresiva el caudal, hasta alcanzar un caudal elevado, aproximadamente dos veces el Q_{max} del contador. Se anota si el contador se bloquea o no. Si el contador se bloquea se va reduciendo el caudal de forma progresiva observando si este recupera la metrología.

Como ejemplo se muestran los resultados para el ensayo del hidrante 9:

Tabla 2–21: Hidrante 9. Ensayo de Bloqueo. Caudal máximo simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	$\frac{P_{aa}}{\gamma}$ (mca)	$\frac{P_{ab}}{\gamma}$ (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
A	10	20	53,85	30,99	10,09	No Bloqueo
B	15	30	64,44	31,55	16,23	No Bloqueo
C	10	20	65,42	32,19	10,37	No Bloqueo
D	25	50	59,24	32,90	25,58	No Bloqueo
E	3,5	7	66,67	29,59	4,18	No Bloqueo
F	10	20	65,44	32,32	10,13	No Bloqueo

Siendo:

- TOMA: Toma ensayada
- QNP: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- P_{aa}/γ : Altura de presión aguas arriba del hidrante, en mca.
- P_{ab}/γ : Altura de presión aguas abajo de la toma, en mca.
- Q_{CEM} Máximo: Caudal máximo de ensayo medido con contador CEM, en m³/hora

En esta situación es prácticamente imposible que se puedan bloquear los contadores ya que los caudales máximos que pueden circular por las tomas están limitados por la resistencia del circuito aguas abajo de la toma y por la presión fija de tarado de la VRP (hidrante 9 es de Tipo 3).

El ensayo se realiza como testigo para compararlo con los siguientes, permitiendo mostrar que una correcta instalación evita el bloqueo de contadores.

No se muestran resultados para otros hidrantes ya que esta prueba se empezó a realizar a partir del ensayo del hidrante 9 (2013).

2.4.3.10. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego. Con y sin funcionamiento de la VRP. (Tipo 1 y 3)

Estos ensayos son similares al anterior donde se ha eliminado la regulación aguas abajo de la toma, por lo que el circuito queda en descarga simulando que la instalación en parcela está vacía o es inexistente, caso de llenado de balsas de riego en parcela. En definitiva se simula presión atmosférica en parcela.

En el caso de hidrantes de tipo 3, el ensayo se divide en dos, un primer ensayo con las VRP con su función de regulación activada, y un segundo con esta función desactivada.

Los resultados para los hidrantes 9 y 11 fueron los siguientes:

Tabla 2–22: Hidrante 9. Caudal máximo simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP en regulación.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	$\frac{P_{aa}}{\gamma}$ (mca)	$\frac{P_{ab}}{\gamma}$ (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
A	10	20	70,51	11,38	28,44	No Bloqueo
B	15	30	66,80	5,13	33,81	No Bloqueo
C	10	20	70,84	12,02	27,80	No Bloqueo
D	25	50	30,17	7,30	55,29	No Bloqueo
E	3,5	7	61,47	3,65	9,70	No Bloqueo
F	10	20	59,26	15,02	25,90	No Bloqueo

Tabla 2–23: Hidrante 11. Resultados bloqueo contadores con regulación de presión en las tomas.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	$\frac{P_{aa}}{\gamma}$ (mca)	$\frac{P_{ab}}{\gamma}$ (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
A	3,50	7	57,72	12,29	12,21	Bloqueo
B	10	20	59,46	21,85	37,60	No Bloqueo
D	10	20	66,65	29,03	36,23	No Bloqueo
E	3,5	7	57,80	5,46	11,95	Bloqueo
F	10	20	64,22	23,90	39,37	No Bloqueo

Tabla 2–24: Hidrante 9. Caudal máximo simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP sin regulación.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	$\frac{P_{aa}}{\gamma}$ (mca)	$\frac{P_{ab}}{\gamma}$ (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
A	10	20	64,11	19,64	37,88	Bloqueo recupera a Q _{max}
B	15	30	92,42	14,70	59,90	No Bloqueo
C	10	20	64,62	20,61	36,95	No Bloqueo
D	25	50	56,50	17,71	83,81	No Bloqueo
E	3,5	7	61,10	6,73	13,74	Bloqueo recupera a Q _{max}
F	10	20	51,77	21,37	31,09	No Bloqueo

Tabla 2–25: Hidrante 11. Resultados bloqueo contadores sin regulación de presión en las tomas.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	$\frac{P_{aa}}{\gamma}$ (mca)	$\frac{P_{ab}}{\gamma}$ (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
A	3,50	7	61,94	14,65	12,15	Bloqueo No recupera
B	10	20	70,36	25,34	40,68	Bloqueo Recupera 16,56 m ³ /h
D	10	20	72,78	32,74	38,52	No Bloqueo
E	3,5	7	61,73	14,42	12,53	Bloqueo No recupera
F	10	20	73,43	26,31	41,76	No Bloqueo

El resumen de los resultados para los hidrantes ensayados son los que siguen:

Tabla 2–26: Resumen de los resultados de los caudales máximos en tomas sin instalación de riego en parcela, sin regulación de la VRP. Bloqueo de contadores.

Hidrante	1	2	3	5	6	8	9	11
Configuración	V2-1-2	V2-1-3	V2-1-2	V2-1-2	V2	V2	V2	V1
Función/Tipo	3	3	1	1	3	1	3	3
QNB (m ³ /h)	31,0(51)	31,0	61,5	53,0	28,0	63,5	73,5	112,0
Bloqueo	-	-	SI	-	-	SI	SI	SI
Recupera	-	-	NO	-	-	NO	SI	SI
Tomas Recuperan	-	-	-	-	-	-	A-E	B
Q recupera	-	-	-	-	-	-	Qmax	<Qmax
Tomas No recuperan	-	-	A-D-E	-	-	B-C-D	-	A-E
DNP	-	-	25	-	-	25-30	-	25
Qn (m ³ /h)	-	-	3,5	-	-	3,5-5	-	3,5
Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	-	-	13,1	-	-	13-16	-	12,5

No todos los hidrantes se ensayaron a bloqueo (Hidrantes 1, 2, 5, y 6), aunque los contadores de algunos de ellos fueron analizados en ensayos específicos a los que posteriormente se hará referencia (Apartado 2.5).

Como se observa el bloqueo se minimiza con el funcionamiento de la VRP, aunque no desaparece. Indicar que con motivo de este fenómeno algún fabricante modifico sus contadores para minimizar este fenómeno tal y como se mostrará en el apartado 2.5.

2.4.3.11. Prueba de estanqueidad. (Todos los Tipos)

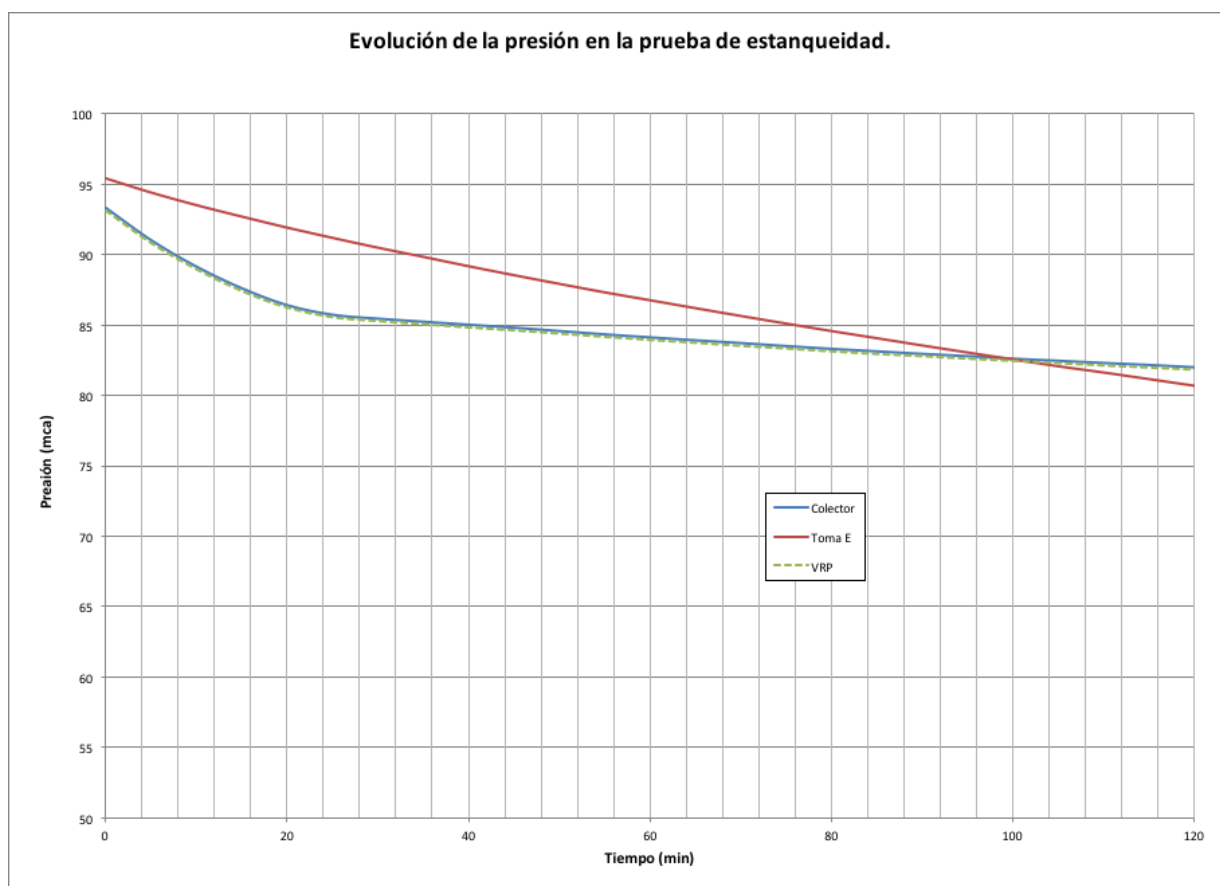
En la norma UNE-EN 14267 (AEN/CTN68 2005) en su apartado 8.2 fija los criterios de ensayo para comprobar la estanqueidad de los hidrantes y resistencia a presión, basándose a su vez en los ensayos descritos en la UNE-EN 1074-1 (AEN/CTN19 2001a). Los ensayos descritos en estas normas no son aplicables a los hidrantes multiusuario ya que es imposible que ninguno pueda pasar dichas pruebas, los requisitos de estanqueidad están pensados para cada elemento del hidrante de forma aislada.

La estanqueidad se evalúa sometiendo al hidrante a una presión cercana a la PN del hidrante durante un tiempo mínimo de 10 minutos, comprobando que no hay fugas en los elementos y conexiones que configuran el hidrante. El ensayo se puede dividir en dos verificando la estanqueidad del colector y

elementos generales por un lado y de las tomas por otro. En ambos casos el ensayo se realizará de la siguiente forma.

1. Ensayo global del hidrante. Con el hidrante lleno de agua y sin aire acumulado se procede a aislar el hidrante cerrando la válvula de maniobra a la entrada del hidrante y cada una de las electroválvulas de las tomas.
2. Ensayo del colector y elementos generales. Se aísla el colector cerrando la válvula de maniobra de la entrada del hidrante y las válvulas de maniobra de la salida del colector.
3. Ensayo de las tomas. Se aísla cada toma desde la válvula de maniobra de la salida del colector a la válvula de maniobra instalada aguas abajo de la toma y que permite regular el QNP de la toma.

En la Gráfica 2–8 se muestra la evolución de la presión en la prueba de estanqueidad para el hidrante 9.



Gráfica 2–8: Evolución de la estanqueidad para el hidrante 9.

Los resultados de estanqueidad de los hidrantes ensayados haciendo referencia al tipo de ensayo realizado, son:

Tabla 2–27: Resumen prueba de estanqueidad de los hidrantes.

Hidrante	3	4	5	6	7	8	9	11
Configuración	V2-1-2	V1	V2-1-2	V2	V1-3	V2	V2	V1
Función/Tipo	1	4	1	3	4	1	3	3
QNB (m ³ /h)	61,5	61,0	53,0	28,0	68,0	63,5	73,5	112,0
Tipo ensayo	1	1	1	1	1	1	2-3	2-3
Fugas	NO	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI
Elemento Fuga	-	Tubos Comando	Tapones Solenoides Ventosas	-	-	Uniones	-	Unión Tomas
Presión ensayo (MPa)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,7
Tiempo (min)	10	10	10	10	10	60	120	60

2.4.3.12. Comprobación del estado y calidad de los colectores de los hidrante.

Los colectores de los hidrantes son el elemento de distribución del mismo. Su resistencia mecánica debe ser la adecuada para mantener la integridad del hidrante así como evitar fugas innecesarias, sus dimensiones y sistemas de unión deben ser las correctas para evitar pérdidas excesivas, y facilitar una correcta distribución de los caudales hacia las tomas de riego.

Estos elementos han estado exentos de pasar controles de calidad o seguir algún tipo de normativa en su construcción, como por ejemplo la UNE 19900-1 y UNE 53943 indicadas para las baterías y colectores para la centralización de contadores de agua potable (AEN/CTN53 2009; AEN/CTN19 2005a, 2005b). Con motivo de la falta de controles y como garantía de integridad del hidrante se realizan junto con los ensayos hidráulicos de los hidrantes una inspección visual de la calidad de los materiales del hidrante, prestando especial atención a los colectores.

Los criterios a tener en cuenta en la inspección de los mismos, siguen las indicaciones de las normas UNE-EN 14267, 1074-6 y 1074-1, la cual en su epígrafe 4.10 y 4.11 (AEN/CTN19 2001a; AEN/CTN68 2005) establece que los materiales seleccionados como revestimiento de los elementos del hidrantes deben ser resistentes, tanto en su interior como en su exterior, a la corrosión y el envejecimiento.

En las inspecciones, que son destructivas ya que para su inspección interior se corta el colector por varios puntos, se comprueban los siguientes aspectos.

- Material
- Recubrimientos interno y externo.
- Diámetro nominal entrada.
- Diámetro nominal salidas.
- Sistemas de unión.
- Tipo de inserción o soldado de las tomas al colector.
- Separación entre tomas.

Los defectos más comunes que se han encontrados de estas inspecciones visuales son:

- En los colectores de acero se han encontrado defectos graves en los recubrimientos externos, pero sobre todo internos, encontrando puntos de oxidación evidentes en la mayoría de los colectores. Ningún tratamiento de los inspeccionados (pintado, galvanizado electrolítico, galvanizado en caliente) ha resultado eficaz y válido para este tipo de instalaciones.

Los recubrimientos pintado y galvanizado electrolítico por la naturaleza de los mismos son insuficientes y no utilizables en este tipo de instalaciones, en cuanto al galvanizado en caliente puede ser un sistema válido, si el proceso de galvanizado tiene a posteriori unos controles de calidad adecuados. En este último caso los problemas encontrados son de acumulación de bolsas de aire en los extremos del colector, provocando que esas zonas no estén galvanizadas, a su vez el proceso aumenta la rugosidad del colector dejando incrustaciones de Zn que en la puesta en marcha del colector pueden desprenderse y ocasionar puntos de oxidación.

- En los colectores de acero inspeccionados se han comprobado aumentos de la rugosidad por el proceso de galvanización y gran cantidad de residuos depositados en los procesos de soldadura.
- Es común también encontrar que las salidas del hidrante se configuran con resalte, es decir se suelda el tubo de la toma introduciendo cierta longitud dentro del colector, lo que origina pérdidas de carga y turbulencias excesivas en estos puntos, dificultando la distribución del flujo a lo largo del colector. Esta deficiencia se encuentra tanto para colectores de acero como de materiales termoplásticos.
- Otro defecto es la separación entre tomas, siendo en muchos casos escasas lo que dificulta las labores de montaje, reparación y mantenimiento. Incumpliendo incluso las normas UNE 19900 y UNE 53943.

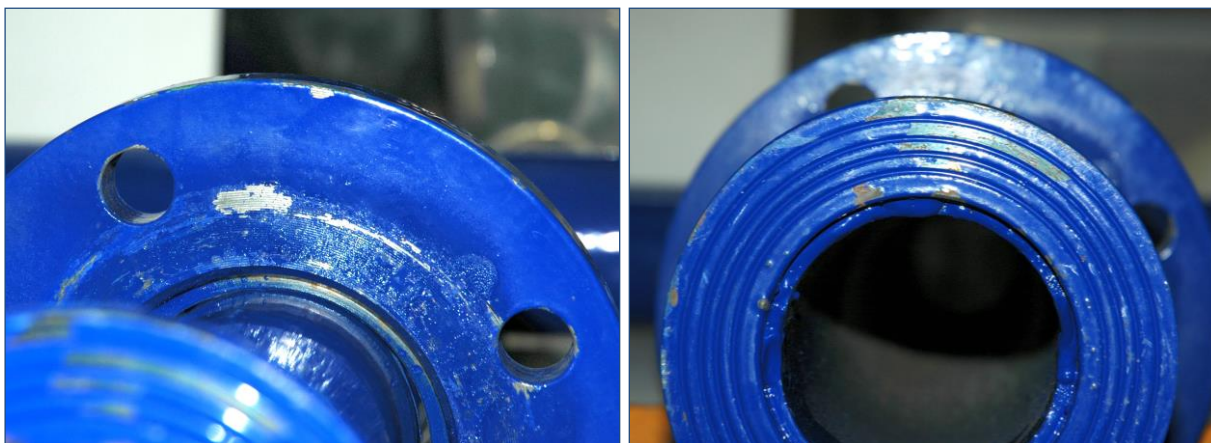
Tabla 2–28: Calidad de los colectores de los hidrantes ensayados. Hidrante 1 a 5.

Hidrante	1	2	3	4	5		
Configuración	V2-1-2	V2-1-3	V2-1-2	V1	V2-1-2		
Función/Tipo	3	3	1	4	1		
NSH	5	7	8	3	6		
DNB	80	80	100	100	100		
QNB (m³/h)	31,0	31,0	61,5	61,0	53,0		
Material	Acero Carbono (DIN 2458)	Acero Carbono M (DIN 2440)	Acero Carbono M (DIN 2440)	PP-H	Acero Carbono M (DIN 2440)		
Recubrimiento Externo	Pintado	Galvanizado Caliente	Galvanizado Caliente	-	Galvanizado Caliente		
Recubrimiento Interno	Ninguno	Galvanizado Caliente	Galvanizado Caliente	-	Galvanizado Caliente		
DN Entrada	80	80	100	110	150		
Di Entrada (mm)	88,9	88,9	114,3	90	155,1		
DN Colector	80	80	100	110	150		
DN Salidas	50	40	50	5	50		
Di Salidas (mm)	54,5	41,9	53,1	Varias	53,1		
Colector	DNP						
	80	-	-	-	1	-	
	65	-	-	-	-	-	
	50	6	-	8	3	-	
	NS_{DN}	40	-	12	-	1	12
	30	-	-	-	-	-	-
	25	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	
Tipo unión Entrada/Tomas	Brida/RM	Brida/RM	Brida/RM	Brida/RH, Brida	Brida/RM		
Inserción tomas	Con resalte	Con resalte	Con resalte	A tope	A Tope		
Separación Tomas (mm)	250	100	200	200-150	200		
Defectos	Oxidación, Rugosidad, Recubrimiento, resalte tomas	Oxidación, Rugosidad, Recubrimiento, resalte tomas Separación	Oxidación, Rugosidad Recubrimiento resalte tomas	Ninguno	Rugosidad		
Control Calidad	NO	NO	NO	SI	NO		

Tabla 2–29: Calidad de los colectores de los hidrantes ensayados. Hidrante 6 a 11.

Hidrante	6	7	8	9	11
Configuración	V2	V1-3	V2	V2	V1
Función/Tipo	3	4	1	3	3
NSH	8	10	6	6	7
DNB	80	100	150	100	100
QNB (m ³ /h)	28,0	68,0	63,5	73,5	112,0
Material	Acero Carbono M (DIN 2440)	Acero Carbono M (DIN 2440)	Acero Carbono M (DIN 2440)	PP-H	PP-H- Acero
Recubrimiento Externo	Galvanizado Caliente	Galvanizado Caliente	Galvanizado Caliente	-	Resina Epoxi
Recubrimiento Interno	Galvanizado Caliente	Galvanizado Caliente	Galvanizado Caliente	-	Resina Epoxi
DN Entrada	80	100	150	110	110
Di Entrada (mm)	88,9	114,3	155,1	90	90
DN Colector	80	100	150	160	110
DN Salidas	25	40	Varias	Varias	
Di Salidas (mm)	25,7	41,9	-	-	
DNP NS _{DN} Colector	80	-	-	-	1
	65	-	-	-	1
	50	8	-	-	1
	40	-	12	5	4
	30	-	-	2	-
	25	-	-	1	2
	20	-	-	-	-
Tipo unión Entrada/Tomas	Brida/RM	Brida/RM	Brida/RM	Brida/RH- Brida	Brida/RH- Brida
Inserción tomas	Con resalte	A tope	Con resalte	A tope	Con resalte
Separación Tomas (mm)	200	150 - 75	150	150	150
Defectos	Rugosidad, resalte tomas	Oxidación, Rugosidad Separación	Oxidación, Rugosidad resalte tomas	Separación	Separación
Control Calidad	NO	NO	NO	SI	SI

A continuación se muestran fotografías de los problemas de calidad encontrados en los colectores de los hidrantes ensayados.



Fotografía 2-30: Hidrante 1. Daños en la pintura del colector. Brida y Portabrida.



Fotografía 2-31: Hidrante 1. Corte realizado. Estado interior de la zona seccionada. Detalle con puntos de corrosión y alta rugosidad interior. Soldadura de las tomas con resalte.



Fotografía 2-32: Hidrante 2. Detalle soldadura tomas al colector con resalte. Detalle alta rugosidad interior.



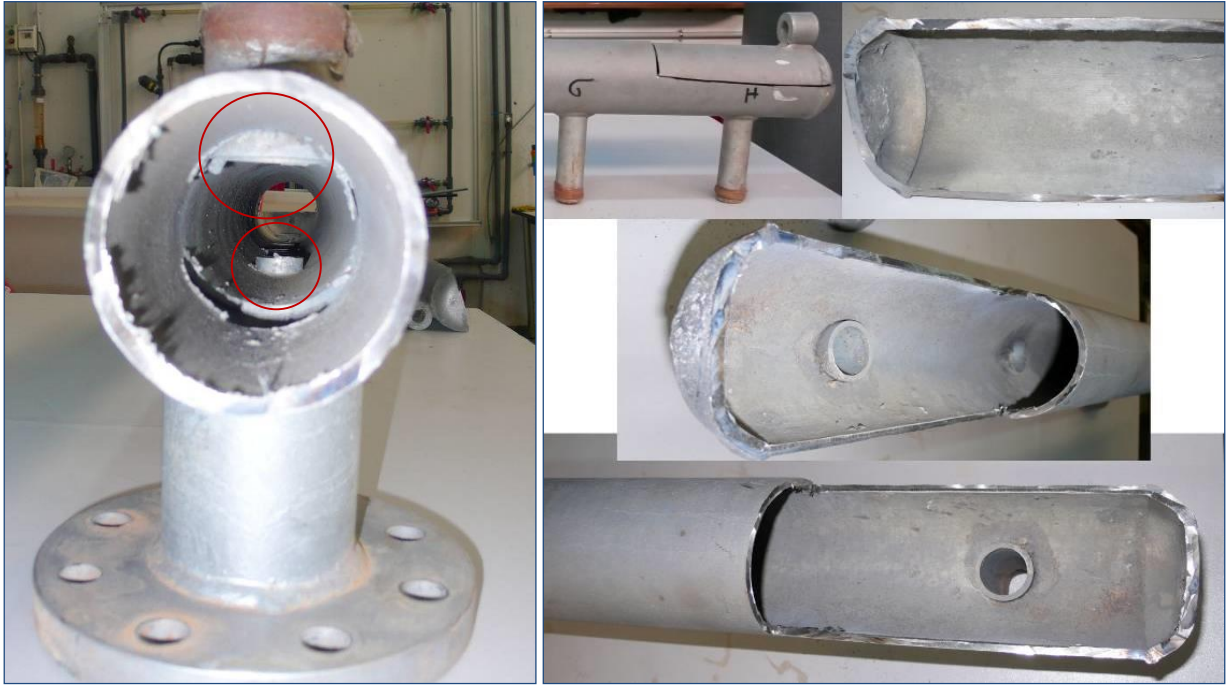
Fotografía 2-33: Hidrante 2. Estado interior zona seccionada. Detalle de corrosión y acumulación de Zn.



Fotografía 2-34: Hidrante 3. Estado interior zona seccionada. Detalle puntos de corrosión y alta acumulación de Zn.



Fotografía 2-35: Hidrante 5. Estado interior zona seccionada, extremo toma 87 (extremo de colgado para el galvanizado).



Fotografía 2-36: Hidrante 6. Inserción de los tubos con resalte que configuran las salidas y la conexión de la ventosa. Detalles del estado interior de los extremos.



Fotografía 2-37: Hidrante 7. Estado interior, se observa que la inserción de los tubos que configuran las salidas es limpia, sin inserciones del tubo de la toma en el colector.



Fotografía 2-38: Hidrante 7. Puntos de corrosión.



Fotografía 2-39: Hidrante 8. Estado interior donde se observa la inserción con resalte de los tubos que configuran las salidas y la conexión de la ventosa.



Fotografía 2-40: Hidrante 8. Detalles del estado interior puntos de corrosión.

2.4.3.13. Calidad de otros componentes del hidrante.

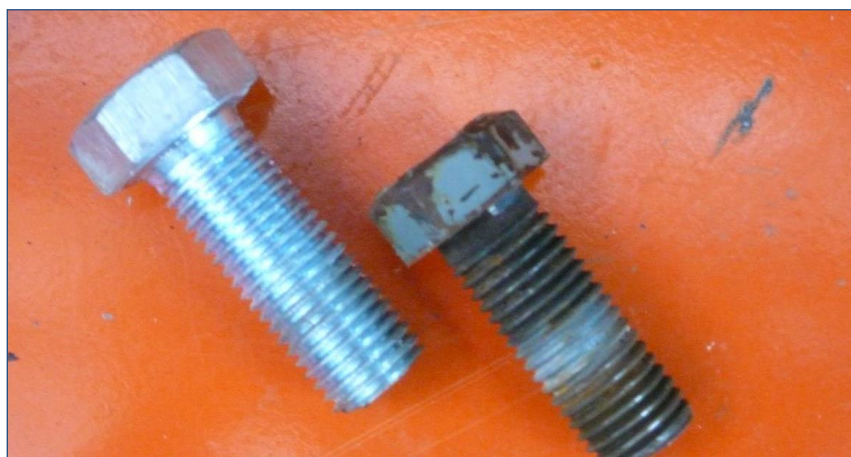
El general, tal y como se comentó anteriormente, el resto de componentes del hidrante suelen tener calidades buenas o aceptables. En la mayoría de los casos, contadores, válvulas, filtros y accesorios, han seguido por parte del fabricante unos procesos de fabricación y calidad adecuados a las normas de cada uno de ellos.

Pero esto no es siempre así, encontrado elementos deteriorados y con calidades deficientes. A modo de ejemplo se muestra el filtro caza piedras del Hidrante 2.

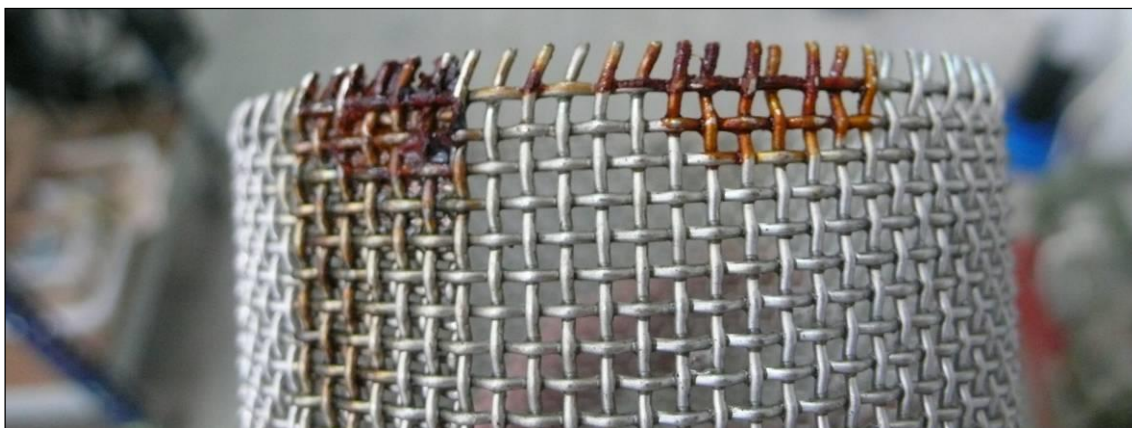
De la inspección visual del Hidrante 2, llama la atención el deterioro externo del filtro caza piedras en el cual se detectan una serie de anomalías que contradicen la resistencia a la corrosión de los elementos del hidrante tal y como se ha hecho referencia en apartados anteriores. Las deficiencias encontradas se muestran en las siguientes fotografías.



Fotografía 2-41: Hidrante 2. Daños y corrosión exterior del filtro caza piedras.



Fotografía 2-42: Hidrante 2. Corrosión y no uniformidad en los tornillos de apriete de la tapa del filtro caza piedras.



Fotografía 2-43: Hidrante 2. Corrosión en la malla del filtro caza piedras.

2.5. Otros ensayos hidráulicos de interés. Análisis del Bloqueo y condiciones de instalación de los contadores.

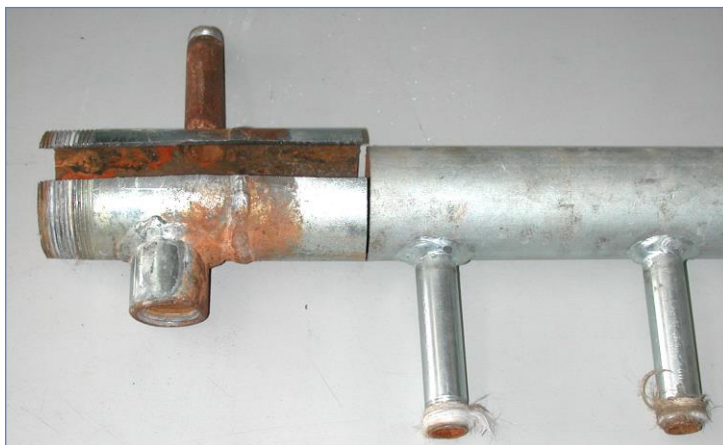
La mayoría de los ensayos que se analizan en este apartado son de los elementos que más problemas han planteado, los colectores y los contadores. En este último caso los ensayos no se centran en comprobar la metrología del contador sino en buscar explicaciones al bloqueo de los mismos.

Los ensayos completos se pueden consultar en el Anejo 3 de la Tesis.

2.5.1. Colectores.

Posterior al ensayo del hidrante 1 y tras el cual se analizó las características del colector de este hidrante, alarmando a los peticionarios de la baja calidad del mismo, se solicitó la evaluación de otro colector con galvanizados por baños electrolíticos, los resultados fueron igualmente alarmantes de ahí que como se expuso en el apartado 2.4.3.12, este tipo de recubrimiento no sea apto para estas instalaciones, su justificación es por los resultados de la evaluación de este colector. A partir de ese momento se incorporó como prueba a realizar en todos los hidrantes.

Hidrante		Colector
Configuración		V1
NSH		10
DNB		80
QNB (m ³ /h)		31,0
Material		Acero Carbono (DIN 2458)
Recubrimiento Externo		Galvanizado Electrolítico
Recubrimiento Interno		Galvanizado Electrolítico
DN Entrada		50
Di Entrada (mm)		54,5
DN Salidas		30
Di Salidas		37,2
DNP NS _{DN} Colector	80	-
	65	-
	50	-
	40	-
	30	10
	25	-
	20	-
Tipo unión Entrada/Tomas		RH/RM
Inserción tomas		A tope
Separación Tomas (mm)		150
Defectos		Oxidación, Rugosidad, Recubrimiento,
Control Calidad		NO



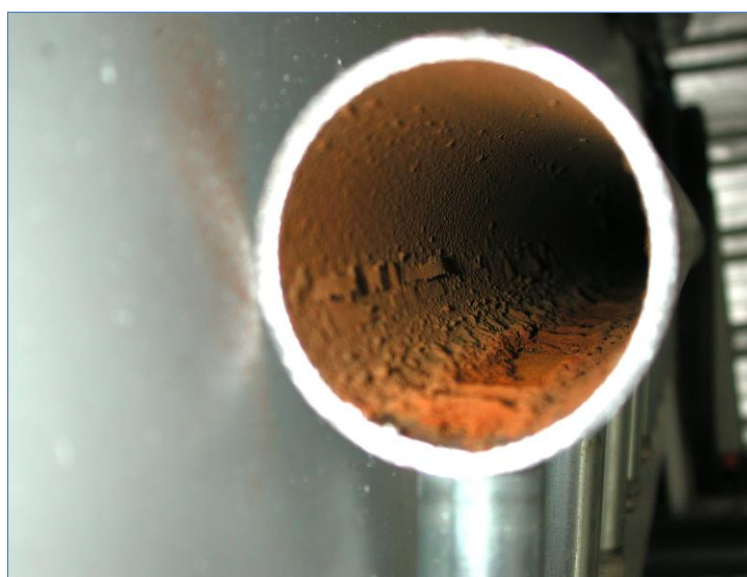
Fotografía 2-44: Estado soldadura exterior



Fotografía 2-45: Estado interior zona seccionada. Detalle.



Fotografía 2-46: Colector completo



Fotografía 2-47: Estado interior zona no seccionada. Alta rugosidad y oxidación generalizada.

El estado del colector indica que no es apto para su utilización como componente de los hidrantes multiusuarios de riego. El alto nivel de corrosión encontrado hace que se desprendan porciones de óxido que pueden dañar los elementos de medición y de riego instalados aguas abajo del colector.

2.5.2. Contadores. Análisis del bloqueo.

No hay que decir que los contadores son los elementos más importantes y sensibles del hidrante multiusuario. De su correcto funcionamiento depende que se consigan muchos de los objetivos para los que estas instalaciones han sido diseñadas. En los apartados anteriores 1.3 y 2.4.3.10, se mostraban problemas graves de funcionamiento con el bloqueo de los contadores, que ponen en riesgo el funcionamiento de los hidrantes.

Es recurrente el fenómeno de bloqueo en muchas comunidades de regantes, que les está conduciendo a cambios masivos de contadores o a la eliminación de la metrología como sistema de medición de agua consumida, pasando a facturar el agua por superficie.

Se comprueba que el fenómeno es casi exclusivo de los contadores de chorro múltiple (Palau Estevan et al. 2015), que son los contadores más utilizados en hidrantes multiusuarios de DN 15 a DN 40, siendo los que más problemas de bloqueo presentan los de calibre DN15 a DN 30.

Reforzando estas ideas y antes de analizar el problemas desde varios puntos de vista podemos completar los resultados del apartado 2.4.3.10, con el ensayo de los contadores a bloqueo del Hidrante 1 que fue solicitado a posteriori después de comprobar en campo, una vez instalado el hidrante, que se producía este fenómeno.

Los caudales a partir de los cuales los contadores del Hidrante 1, quedaron bloqueados fueron los siguientes:

Tabla 2–30: Resultados ensayos de caudal de bloqueo para los contadores del Hidrante 1.

Diámetro nominal contador (mm)	QNP (m³/h)	Caudal de Bloqueo. 1ª Repetición (m³/h)	Caudal de Bloqueo 2ª Repetición (m³/h)
20	2,5	9,0	8,8
25	3,5	12,6	13,1
32	6,0	20,0	21,0

Los contadores no recuperan la metrología en ningún caso al reducir el caudal circulante una vez el bloqueo se ha producido.

¿Por qué ocurre este fenómeno?

La explicación la encontramos en el funcionamiento de este tipo de contadores, (Palau Estevan 2005). En los contadores de chorro múltiple la velocidad de giro de la turbina depende de la velocidad de impacto del agua sobre la misma. Cuando los caudales son muy altos el impacto será superior produciéndose un desacople en la transmisión magnética que une la turbina con el totalizador. De esta forma, el totalizador queda bloqueado y sin movimiento, dejando de contabilizar el agua consumida.

¿Qué provoca caudales y velocidades de impacto altas sobre la turbina?

Aquí la explicación la encontramos en las condiciones de instalación. En muchos hidrantes el contador es el último elemento del mismo (Hidrante 1 y 2), quedando el contador vacío de agua o en descarga tras el

riego, incumpliendo claramente las recomendaciones de instalación dadas por todos los fabricantes de contadores, y por todas las normas de contadores. Todos son contundentes “el contador debe estar siempre en carga”.

Otro factor que facilita estos caudales altos, es la tendencia a colocar tuberías desde el hidrante a la parcela de DN muy superior al de la toma del hidrante, disminuyendo las pérdidas de carga en régimen permanente de la instalación y aumentando el riesgo de caudales altos al inicio del riego.

También encontramos que en el inicio del riego se pueden dar gradientes de presión elevados (presión a la entrada del hidrante de 40 a 60 mca, y prácticamente presión atmosférica en parcela), ayudada por la diferencia de cotas favorable entre el hidrante y la parcela, lo que provoca caudales y velocidades elevadas en el inicio del riego. En muchas ocasiones este caudal transitorio (Q_T) sobrepasa el Q_{max} (Q_4) del contador. Hay que recordar que en riego localizado es normal que las instalaciones de vacíen una vez parado el riego, quedando la instalación en parcela despresurizada.

Este fenómeno se pudo constatar en ensayos de campo, donde para diferentes DN de contador se evaluaban los caudales transitorios producidos en el inicio del riego. Los hidrantes pertenecían a la red donde se instaló el Hidrante 8 ensayado⁸.

Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

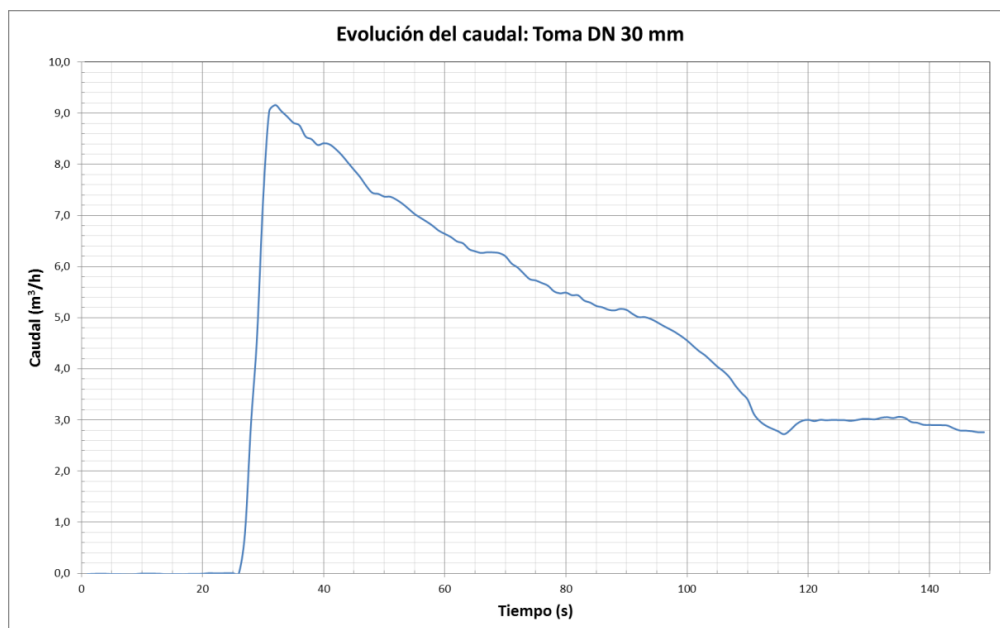
Tabla 2–31: Resultados medición en campo de los caudales de transición en el inicio del riego.

Toma	DN	Q_n (m^3/h)	Q_{max} (m^3/h)	$\frac{P_{max}}{\gamma}$ (mca)	$\frac{P_{min}}{\gamma}$ (mca)	Q_T (m^3/h)	Q_P (m^3/h)	Q_T/Q_P
25	25	3,5	7	35	26	6,1	2,4	2,54
30	30	5,0	10	40	24	9,2	3,0	3,07
40	40	10,0	20,0	50	25	12,5	6,4	1,95

Siendo:

- DN: Diámetro nominal contador de la toma.
- P_{max}/γ : Altura de presión máxima leída en el manómetro del hidrante, en mca.
- P_{min}/γ : Altura de presión mínima leída en el manómetro del hidrante, en mca.
- Q_T : Caudal transitorio máximo registrado en el proceso de puesta en riego, en $m^3/hora$.
- Q_P : Caudal permanente registrado en el proceso de puesta en riego, en $m^3/hora$.
- Q_T/Q_P : Relación entre el caudal transitorio y permanente registrado.

⁸ Ensayo “Medición de caudales transitorios en tomas de riego de hidrantes multiusuario. Noviembre 2012.” Anejo 3.



Gráfica 2-9: Evolución del caudal durante el periodo de ensayo. Toma DN 30.



Fotografía 2-48: Detalles instalación en la Toma de DN 30.

Los caudales máximos registrados en muchos casos pueden ser tres veces más elevados que el caudal en régimen permanente, lo que puede conducir a caudales instantáneos muy superiores a los caudales nominales de las tomas.

Otro fenómeno que puede provocar altas velocidades de la turbina son los fenómenos de inestabilidad de las válvula hidráulicas en su funcionamiento como VRP, VSP o limitadoras en las tomas. Este fenómeno aparece ocasionalmente en válvulas de membrana para determinadas combinaciones de caudal y presión, provocando que la válvula no consiga regular la PTR o QNL. La válvula entra en un ciclo de apertura y cierre, que en muchos casos desaparece al cabo del tiempo. Estas aperturas y cierres bruscos, en válvulas de pequeño DN, provoca aumentos de velocidad que pueden producir el desacoplamiento de la transmisión

magnética, sin que se registren caudales medios superiores al QNP de la toma. Este fenómeno se observa en el ensayo hidráulico del hidrante 11, que dispone para cada toma de una VRP.

La aparición de este fenómeno es relativamente reciente (10 años). ¿Por qué aparece en la actualidad este fenómeno y no con anterioridad?

Cabría pensar que el fenómeno puede ser debido a una reducción en la calidad de los contadores utilizados. Aunque durante estos años sí se ha podido comprobar, que los mecanismos no presentan las mismas robusteces y características que modelos anteriores, todos los fabricantes disponen de certificados que demuestran que han pasados controles de calidad y cumplen con las normativas vigentes, por lo que esta premisa es difícil de demostrar.

La explicación más plausible la encontramos como consecuencia de un cambio en los modelos de organización del riego en las redes colectivas, como consecuencia de la aparición sistemas de automatización generalizada a nivel de toma de usuario.

Con anterioridad los modelos de organización del riego más extendidos eran a la demanda, donde el usuario es el que pone en funcionamiento su instalación, por lo que la tubería desde el hidrante a la parcela siempre estaba en carga. Al aparecer sistemas de automatización más competitivos y su instalación generalizada en todas las redes, el modelo de organización de riego pasa a ser por turnos, agrupándolos a nivel de toma o hidrante multiusuario, donde la comunidad es la que organiza el riego, y las tuberías a parcela pueden estar vacías o sin presión, aumentando el riesgo de caudales altos en el inicio del riego.

¿Se pueden evitar estas altas velocidades de impacto en las turbinas?

Es difícil cambiar los modelos de gestión, y las normativas de contadores. Si se puede tomar otras medidas, por ejemplo en el ensayo de los contadores del Hidrante 1, se propuso la colocación de placas orificio que evitaban estos caudales elevados (Tabla 2–32).

La medida a pesar de ser eficaz, no fue bien acogida por añadir pérdidas adicionales al hidrante, y no fue adoptada. Recordemos que muchos de los hidrantes con este problema son de tipo 3, con válvula reductora de presión, por lo que estas pérdidas son más que asumibles.

Algún fabricante, en función de cómo vaya a ir instalado su contador, ya incorpora de serie estos dispositivos.

Placa orificio con una relación de diámetros de 0,75

Tabla 2–32: Comportamiento para placa orificio de ratio 0,75

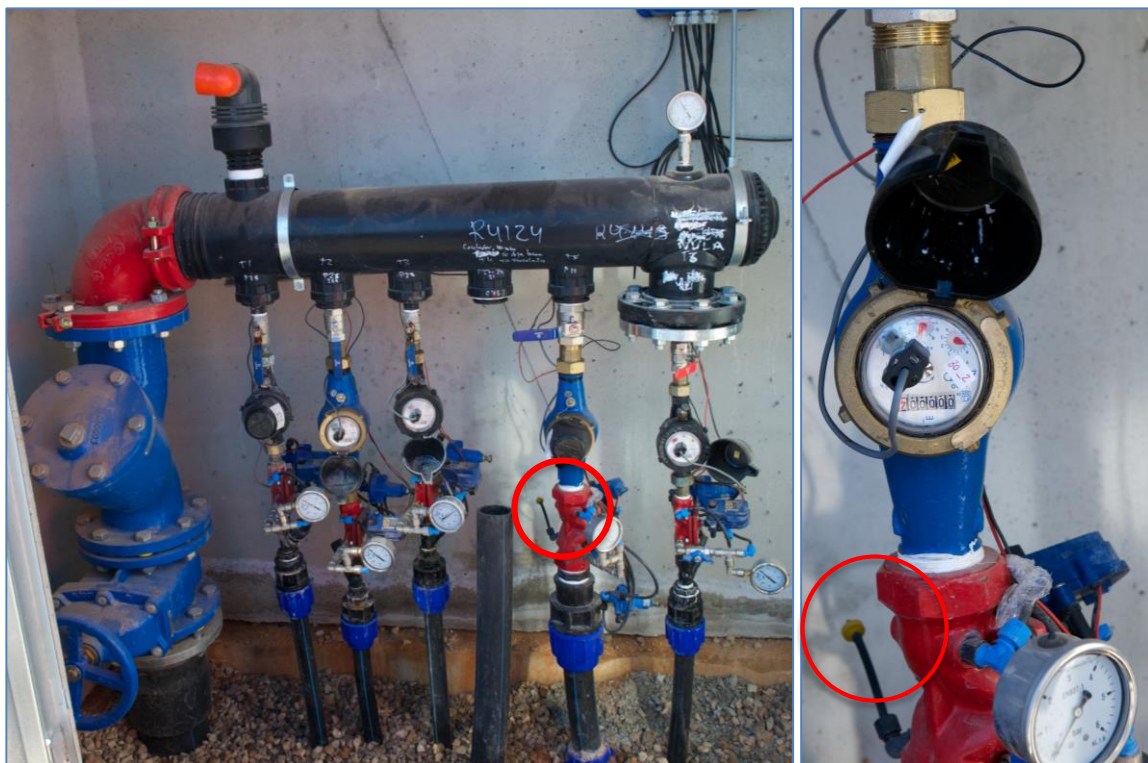
DN	Diámetro orificio (mm)	QN (m ³ /h)	Q (m ³ /h) Δh =1 mca	Q (m ³ /h) Δh =25 mca	Δh Q Bloqueo (mca)
15	11,25	< 1,0	1,15	5,8	26,5
20	15,00	2,1	2,04	10,0	18,5
25	18,75	3,5	5,32	18,6	17,0
32	24,00	5,0	8,04	26,0	17,0

Siendo:

- QN: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q Δh =1 mca: Caudal , en m³/hora que produce una pérdida de 1 mca en la placa orificio.
- Q Δh =25 mca: Caudal , en m³/hora que produce una pérdida de 25 mca en la placa orificio.
- Δh Q Bloqueo: Pérdida que se produce en la placa orificio para el caudal de bloqueo, en mca.

Otra solución que se ha instalado, es la colocación de un emisor auto compensante en el tubo de drenaje de la electroválvula de la toma, con el objetivo de alargar el tiempo de apertura de la misma y realizar un llenado más prolongado de las instalaciones, evitando de esta forma los elevados caudales de arranque (Hidrante 11, Fotografía 2-12 y Fotografía 2-49). Aunque esta medida puede resultar efectiva no siempre es eficaz, caso del bloqueo provocado por inestabilidad de la válvula, también ocasiona problemas ya que el emisor se deteriora, obtura, incluso salta, perdiéndose el efecto del mismo y provocando problemas añadidos.

Otra solución encontrada, no para disminuir los caudales sino para minimizar el bloqueo, ha sido la utilización de contadores con QNC superiores a los necesarios para la toma, haciendo funcionar los contadores por debajo del QNC, lo que puede provocar de errores de medición mayores con el envejecimiento del instrumento.



Fotografía 2-49: Colocación de emisor de riego en el drenaje de la electroválvula para evitar el bloqueo de contadores.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriores y siguiendo con el análisis, se han realizado ensayos hidráulicos profundizando en el problema e intentando contestar a las siguientes preguntas:

1. ¿El bloqueo afecta por igual a todos los fabricantes?.
2. ¿Cómo afectan los modelos de contadores de chorro múltiple utilizados en riego en su bloqueo?.
3. ¿Afecta la posición del contador al fenómeno del bloqueo?.

¿El bloqueo afecta por igual a todos los fabricantes?.

En los hidrantes multiusuario se han ensayado contadores de muchos fabricantes, siendo los resultados independientes del fabricante, con ligeras diferencias pero con resultados globales similares. El bloqueo se ha producido para los contadores en posición vertical de todos los fabricantes ensayados.

Los fabricantes analizados en los hidrantes multiusuario son:

- GECONTA-WEHRLE.
- HIDROCONTA.
- ARAD.
- AHS.
- IBERCONTA.
- BARS-METERS

Tabla 2–33: Resultados ensayo bloqueo contadores de chorro múltiple de diferentes fabricantes

Fabricante	MODELO	DN (mm)	Q _n (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q _{CEM} (DesBloqueo) (m ³ /h)
ARAD ⁹	MS 1"1/2 06-63272	40	10	20	38,8 No bloqueo	-
	MS 1"1/2 10-76116	40	10	20	39,3 No bloqueo	-
	MJ ¾" 08-521935	20	2,5	5	10,7 Bloqueo	QN
	MJ ¾" 08-521948	20	2,5	5	8,5 Bloqueo	QN
BAR METERS ¹⁰	MT-KD-P	40	10	20	41,3 Bloqueo	NO
	MT-KD-P	40	10	20	43,3 Bloqueo	NO
GECONTA-WEHRLE ¹¹	Beta-Mj-Sdc 1" ½	40	10	20	47,5 Bloqueo	20,52
	Beta-Mj-Sdc 1" ½	40	10	20	47,5 Bloqueo	24,12
	Beta-Mj-Sdc 1" ¼	32	6	12	30,6 Bloqueo	10,44
	Beta-Mj-Sdc 1" ¼	32	6	12	28,3 Bloqueo	8,82
	Beta-Mj-Sdc 1"	25	3,5	7	19,8 Bloqueo	6,48
	Beta-Mj-Sdc 1"	25	3,5	7	22,32 No Bloqueo	-
ARAD	Multijet Plástico	15	1,5	3	6,26 No Bloqueo	-
	Multijet Plástico	15	1,5	3	6,59 No Bloqueo	-
	Multijet Plástico	15	1,5	3	6,77 No Bloqueo	-
	Multijet Plástico	15	1,5	3	6,12 No Bloqueo	-
	Multijet Plástico	15	1,5	3	6,30 No Bloqueo	-
	Multijet Plástico	15	1,5	3	4,92 Bloqueo	Sí 1,02
	Multijet Plástico	15	1,5	3	6,02 Bloqueo	No

⁹ "Informe sobre los contadores Multijet para su instalación en hidrantes de riego. Laboratorio Parets del Vallés (Barcelona). Julio 2010." Anejo 3.

¹⁰ "Informe sobre los contadores volumétricos, de BAR-METERS en su instalación en hidrantes de riego. LIR NUEVO Valencia. Diciembre de 2011." Anejo 3.

¹¹ "Informe sobre los contadores Watertech, su instalación en hidrantes de riego. Nuevo LIR Valencia Julio de 2012." Anejo 3.

Fabricante	MODELO	DN (mm)	Q _n (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q _{CEM} (DesBloqueo) (m ³ /h)
ARAD ¹²	Multijet Plástico	15	1,5	3	5,90 Bloqueo	No
	Multijet Plástico	15	1,5	3	5,94 Bloqueo	No
	Multijet Plástico	15	1,5	3	5,83 Bloqueo	No
	Multijet Plástico	15	1,5	3	6,16 No Bloqueo	-
	Multijet Plástico	15	1,5	3	5,76 Bloqueo	Sí 1,44
	Multijet Plástico	15	1,5	3	6,48 No Bloqueo	-
	Multijet Plástico	20	2,5	5	10,55 Bloqueo	Sí 2,16
	Multijet Plástico	20	2,5	5	10,22 No Bloqueo	-
	Multijet Plástico	20	2,5	5	10,44 No Bloqueo	-
	Multijet Plástico	20	2,5	5	10,20 No Bloqueo	-
	Multijet Plástico	20	2,5	5	10,08 Bloqueo	Sí 3,60
	Multijet Plástico	20	2,5	5	10,44 No Bloqueo	-
	Multijet Plástico	20	2,5	5	10,19 Bloqueo	Sí 3,24
	Multijet Plástico	20	2,5	5	10,58 No Bloqueo	-
	Multijet Plástico	20	2,5	5	10,26 Bloqueo	Sí 4,32
	Multijet Plástico	20	2,5	5	9,04 Bloqueo	Sí 3,28
	Multijet Plástico	20	2,5	5	8,64 Bloqueo	Sí 3,96
	Multijet Plástico	20	2,5	5	9,58 Bloqueo	Sí 2,34
	Multijet Plástico	20	2,5	5	9,36 Bloqueo	Sí 2,23
	Multijet Plástico	25	3,5	7	6,98 Bloqueo	Sí 0,72
	Multijet	25	3,5	7	14,83 Bloqueo	Sí 1,58
	Multijet	25	3,5	7	13,90 Bloqueo	Sí 1,44
	Multijet	25	3,5	7	12,71 Bloqueo	Sí 1,15
	Multijet Plástico	25	3,5	7	7,02 Bloqueo	Sí 1,08
	Multijet Plástico	25	3,5	7	13,32 Bloqueo	Sí 1,08
	Multijet	25	3,5	7	14,76 Bloqueo	Sí 1,30
	Multijet	25	3,5	7	12,06 Bloqueo	Sí 0,83
	Multijet	25	3,5	7	14,08 Bloqueo	Sí 1,08
	Multijet	25	3,5	7	12,92 Bloqueo	Sí 1,80
	Multijet	25	3,5	7	12,78 Bloqueo	Sí 1,66
Multijet	25	3,5	7	12,60 Bloqueo	Sí 1,51	
Multijet	25	3,5	7	12,52 Bloqueo	Sí 1,62	
Multijet	30	6	12	15,98 Bloqueo	Sí 2,41	

¹² "Verificación del estado de los contadores de DN 15, 20, 25, 30, 40 y 50 mm, en su instalación en hidrantes multiusuario en una la Comunidad de Regantes. NLIR Valencia. Febrero 2015." Anejo 3.

Fabricante	MODELO	DN (mm)	Q _n (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q _{CEM} (DesBloqueo) (m ³ /h)
ARAD	Multijet	30	6	12	11,99 Bloqueo	Sí 2,27
	Multijet	30	6	12	11,99 Bloqueo	Sí 2,52
	Multijet	30	6	12	14,15 Bloqueo	Sí 1,69
	Multijet	30	6	12	15,12 Bloqueo	Sí 2,09
	Multijet	30	6	12	14,80 Bloqueo	Sí 1,91
	Multijet	30	6	12	14,04 Bloqueo	Sí 2,52
	Multijet	30	6	12	15,08 Bloqueo	Sí 1,87
	Multijet	40	10	20	39,24 Bloqueo	Sí 12,02
	Multijet	40	10	20	40,00 No Bloqueo	-
	Multijet	40	10	20	40,32 Bloqueo	Sí 12,96
	Multijet	40	10	20	40,48 No Bloqueo	-
	Multijet	40	10	20	40,25 No Bloqueo	-

Siendo:

- DN: Diámetro nominal en mm.
- Q_n: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora
- Q_{CEM} (Desbloqueo) : Caudal al que se desbloquea el contador cuando se reduce el caudal después de haber sido bloqueado.

Si atendemos a estos resultados y los unimos a los del bloqueo analizado en los hidrantes ensayados (Apartado 2.4.3.10), podemos indicar que el bloqueo es independiente del fabricante, todos muestran contadores bloqueados para los calibres ensayados. Si ordenamos estos resultados por calibres los porcentajes de bloqueo son mayores para los DN 30 y DN 25 seguidos por los de DN 20, DN 15 y DN 40. El caudal de bloqueo se sitúa para aproximadamente en 2 veces el Q_{max} del contador. Caudales muy elevados, para los que no están diseñados estos contadores. (Tabla 2–34)

Tabla 2–34: Porcentaje de contadores bloqueados según el DN de contador

DN	Contadores Totales	Contadores Bloqueados	%
15	13	6	46,15
20	15	10	66,67
25	17	16	94,12
30	17	17	100,00
40	24	7	29,17



Fotografía 2-50: Detalles de la instalación del contador para el bloqueo en ensayos de laboratorio.

¿Cómo afectan los modelos de contadores de chorro múltiple utilizados en riego en su bloqueo?

O dicho de otra forma *¿existen modelos de contadores de chorro múltiple de un mismo fabricante que no se bloqueen?*

La respuesta es que sí, y era de esperar ya que los criterios metrológicos son distintos para riego que para agua potable,(AEN/CTN68 2005, 2006 ; Ministerio Obras Públicas y Urbanismo 1989; AEN/CTN82 2012a), por lo que es de esperar que existan modelos con calidades muy distintas en función del uso que se le vaya a dar. También se puede comprobar comparando la calidad de los mecanismos interiores para contadores de uso habitual en riego y agua potable.

Tras los resultados de bloqueo realizados en muchos ensayos de hidrantes, algún fabricante, solicitó ensayos con distintos modelos del mismo contador para comprobar si el bloqueo se producía. Se procedió a ensayar a bloqueo de tres modelos de contadores de chorro múltiple para tres DN de un mismo fabricante, con los siguientes resultados.

Tabla 2–35: Características contadores de chorro múltiple, de GECONTA-WEHRLE para su instalación en hidrantes de riego

MODELO	DN (mm)	Qn (m ³ /h)	Descripción
WFAMH ¹³	32	6	Contador original instalado en el hidrante.
RMM	32	6	Contador con el cuerpo similar al anterior pero con diferente totalizador
MTKHWK	32	6	Cuerpo y totalizador distinta a la anteriores, aislamiento por pieza de latón.
MTKHWK ¹⁴	20	2,5	Cuerpo y totalizador distinta a la anteriores, aislamiento por pieza de latón.
MTKHWK	25	3,5	Cuerpo y totalizador distinta a la anteriores, aislamiento por pieza de latón.

Tabla 2–36: Resultados ensayos de bloqueo para tres modelos de contador de chorro múltiple de GECONTA-WEHRLE.

MODELO	Posición	Diámetro (mm)	Q _{max} (m ³ /h)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)
WFAMH	Vertical	32	12	Bloqueo 20
RMM	Vertical	32	12	Bloqueo 18
MTKHWK	Vertical	32	12	No Bloqueo 29,52
MTKHWK	Vertical	20	5	No Bloqueo 13,14
MTKHWK	Vertical	25	7	No Bloqueo 18,07

Siendo:

- Q_n: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora

Con lo que se deduce que hay modelos que a pesar de estar sometidos a las mismas condiciones no se bloquean, el problema está en su coste. El modelo que no se bloquea es más caro que los anteriores no siendo aceptados por la mayoría de las direcciones de obra.

¹³ "Ensayo sobre contadores de chorro múltiple, de GECONTA-WEHRLE para su instalación en hidrantes de riego. LIR Valencia. Julio de 2007." Anejo 3

¹⁴ "Ensayo de contadores de chorro múltiple de GECONTA-WEHRLE modelo MTK-HWK de diámetros 20 y 25 mm, en su instalación en hidrantes de riego. LIR valencia. Julio de 2007." Anejo 3.

¿Afecta la posición del contador al fenómeno del bloqueo?

Sí que afecta, y se puede comprobar tras los resultados obtenidos en los ensayos anteriores donde además de analizar varios modelos se ensayaron estos modelos en diferentes posiciones:

1. Posición horizontal del contador con el mecanismo hacia arriba, tal y como recomiendan la mayoría de los fabricantes (eje de la turbina en vertical).



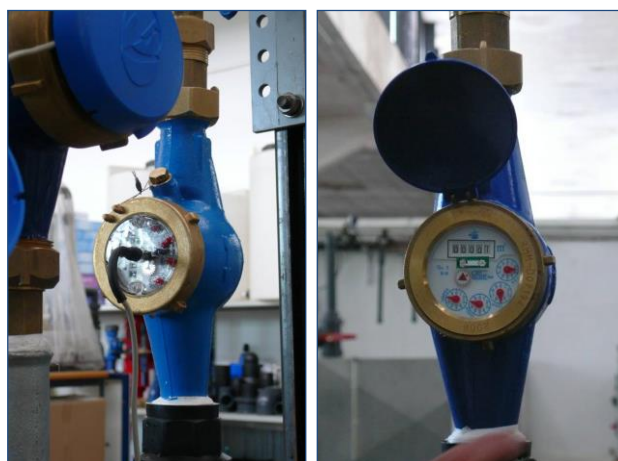
Fotografía 2-51: Contador Wehrle Modelo RMM en posición horizontal

2. Posición horizontal del contador con el mecanismo girado 90°, colocándolo en posición vertical(eje de la turbina en horizontal).



Fotografía 2-52: Contador Wehrle Modelo MTKHWK en posición horizontal, girado 90°.

3. Posición vertical del contador y mecanismo, tal y como se instalan en la mayoría de hidrantes multiusuario, y en la totalidad de hidrantes ensayados (eje de la turbina en horizontal).



Fotografía 2-53: Contador Wehrle Modelo MTKHWK y RMM en posición vertical.

Como se puede observar en la Tabla 2–37, los contadores en posición totalmente horizontal no se bloquean, circule el caudal que circule y para cualquier modelo de contador.

Tabla 2–37: Resultados ensayos de bloqueo de los contadores GECONTA-WEHRLE en diferentes posiciones.

MODELO	Posición	DN (mm)	Q _{max} (m ³ /h)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)
WFAMH	Horizontal	30	12	No bloqueo a 23,4
WFAMH	Horizontal 90º	30	12	Bloqueo 18
WFAMH	Vertical	30	12	Bloqueo 20
RMM	Horizontal	30	12	No bloqueo 23,4
RMM	Horizontal 90º	30	12	Bloqueo 16,2
RMM	Vertical	30	12	Bloqueo 18
MTKHWK	Horizontal	30	12	No Bloqueo 23,4
MTKHWK	Horizontal 90º	30	12	No Bloqueo 23,4
MTKHWK	Vertical	30	12	No Bloqueo 29,52
MTKHWK	Horizontal	20	5	No Bloqueo 10,15
MTKHWK	Horizontal 90º	20	5	No Bloqueo 10,04
MTKHWK	Vertical	20	5	No Bloqueo 13,14
MTKHWK	Horizontal	25	7	No Bloqueo 18,54
MTKHWK	Horizontal 90º	25	7	No Bloqueo 18,54
MTKHWK	Vertical	25	7	No Bloqueo 18,07

Estos resultados son extrapolables a los demás fabricantes de contadores de chorro múltiple, tal y como manifiesta (Palau Estevan et al. 2015), que ensayaron 58 contadores de diferentes calibres y fabricantes, obteniendo resultados similares a los anteriores. Ninguno de los contadores en posición horizontal ensayado se bloquea.

2.5.3. Contadores. Condiciones de instalación.

Una vez aclarado y creemos que solucionado el tema del bloqueo de contadores, analizamos brevemente las condiciones de instalación de los mismos.

Aunque en todas las normas de contadores se hace referencia a las condiciones de uso de los mismos (Ministerio Obras Públicas y Urbanismo 1989; AEN/CTN68 2006; AEN/CTN82 2012a), en agricultura en muchas instalaciones se incumplen los requisitos básicos de instalación que garanticen la correcta metrología de los mismos. Si dejamos a un lado la posición de instalación, la cual ya hemos abordado, y que

deben estar en carga tal y como indican todos los fabricantes y se refleja en la norma UNE-EN 14268 en el apartado de objeto y campo de aplicación (AEN/CTN68 2006).

A continuación, nos centraremos en la calidad del agua que miden y a la necesidad de estabilidad del flujo (distancia aguas arriba y abajo que se recomiendan en su instalación).

2.5.3.1. Calidad del Agua.

En cuanto a la calidad del agua, está claro que el agua para riego no es agua potable, pero sí se dispone en todas las instalaciones de sistemas de filtrado (en cabecera de la red y en hidrante) que deberían garantizar una calidad de agua aceptable y que no repercuta en la metrología de los contadores. Aun así la norma UNE-EN 14268 establece dos clases de contadores (I y II), clasificándolos según sean capaces de tolerar aguas con partículas sólidas o no. Los fabricantes no incorporan esta información en su documentación técnica, siendo la mayoría de contadores instalados en los hidrantes de Clase I, por lo que difícilmente toleran partículas sólidas arrastradas por el agua de riego.

Con frecuencia se han solicitado ensayos de contadores en uso, con el objetivo de verificar el estado de los mismos. En muchos casos estos ensayos no se han podido llevar a cabo, ya que una simple inspección visual ha permitido constatar que los contadores no han estado en unas condiciones de uso adecuadas, precintos rotos, mecanismos llenos de agua, elevadas partículas sólidas retenidas en el prefiltro, etc. (Fotografía 2-54).

Mostramos a continuación los resultados de uno de esos ensayos, donde el funcionamiento de los contadores en unas condiciones inadecuadas ha provocado un rápido deterioro de los mismos, obligando a su sustitución.

En un principio el ensayo¹⁵ estaba enfocado a comprobar la metrología de los contadores y comprobar el bloqueo, se debían seleccionar 15 contadores (5 de DN25, 5 de DN30 y 5 de DN40), de un lote de 2811 contadores que una comunidad de regantes había retirado y sustituido. La elección ya en sí, indicaba problemas graves de funcionamiento, ya que se tuvo que rechazar el 64% de los contadores elegidos inicialmente (Tabla 2-38), por no presentar unas características mínimas de ensayo. Los factores de rechazo fueron:

¹⁵ "Informe sobre los contadores retirados de los hidrantes multiusuario de una Comunidad de Regantes. Nuevo LIR Valencia. Octubre de 2012." Anejo 3.

1. Obturación muy importante del filtro-estabilizador del flujo, colocado a la entrada del contador, se detectan obturaciones por elementos solidos de hasta el 95%.
2. No disponer de filtro-estabilizador del flujo, colocado a la entrada del contador.
3. Presentar rotura en el precinto del fabricante.



Fotografía 2-54: Condiciones de instalación deficientes. Piedras retenidas por el prefiltro y mecanismo lleno de barro en un contador de Chorro Múltiple.

Tabla 2-38: Tabla de contadores elegidos y rechazados para el ensayo.

DN	40	30	25	Total
Nº Total disponible	625	757	799	2181
Muestra seleccionada	7	14	48	69
% Muestra Seleccionada	1,12	1,85	6,00	3,16
Muestra elegida	5	10	10	25
% Muestra elegida sobre el total	0,8	1,32	1,25	1,14
% Muestra Ensayada sobre le total	0,8	0,66	0,63	0,69
Muestra desechada	2	4	38	44
% Muestra desechada sobre el total	0,32	0,53	4,76	2,01

DN	40	30	25	Total
% Muestra desechada sobre los seleccionados	28,57	28,57	79,2	63,77
Muestra desechada por obturaciones	2	4	19	25
Muestra desechada por ausencia de filtro	0	0	17	17
Muestra desechada por precinto roto	0	0	2	2

La muestra seleccionada se procedió a su ensayo metrológico con los siguientes resultados:

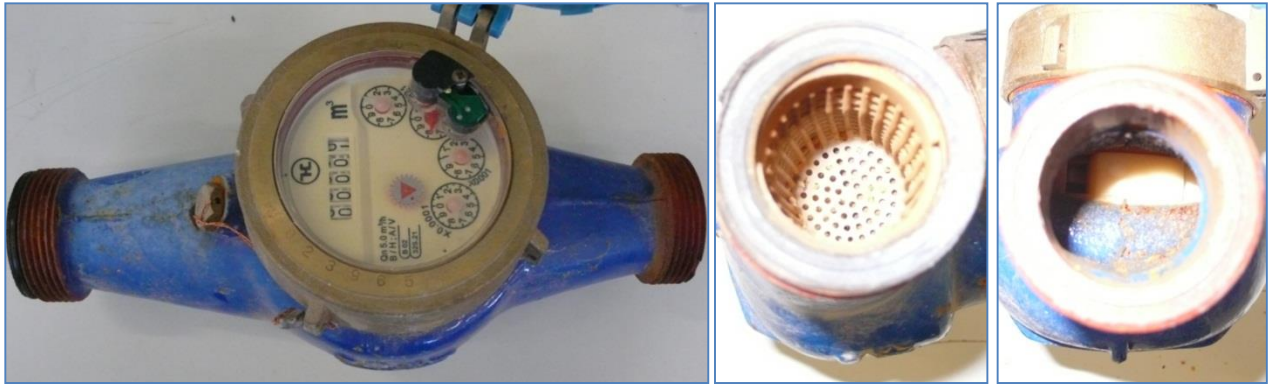
Tabla 2–39: Resultados de metrología y pérdidas de carga para contadores sustituidos en una CR.

Contador	DN	Qn (m ³ /h)	Volumen 16(m ³)	Q contador (m ³ /h)	Q patron (m ³ /h)	ε (%)	Δh (mca)
40A	40	10	898	7,54	10,02	-24,8	2,94
40B	40	10	1	7,49	9,99	-25,1	2,95
40C	40	10	1	6,79	9,74	-30,2	1,31
40D	40	10	1	7,67	9,94	-22,8	1,85
40E	40	10	1	6,98	9,56	-27,0	2,30
30A	30	5	148	0	4,72	-100,0	3,94
30C	30	5	2	3,84	5,13	-25,1	5,12
30F	30	5	1	0	4,54	-100,0	5,00
30I	30	5	1	3,67	4,8	-23,6	3,77
30J	30	5	2	0	4,81	-100,0	4,05
30G	30	5	837	3,82	4,87	-21,6	3,93
25B	25	3,5	2	2,84	3,82	-25,5	2,48
25C	25	3,5	0-1	0	3,37	-100,0	2,26
25D	25	3,5	0-1	2,62	3,45	-24,1	2,40
25E	25	3,5	2	2,64	3,33	-20,7	1,97
25G	25	3,5	1	2,65	3,36	-21,2	1,94



Fotografía 2-55: Estado exterior contador 25C. Presenta restos de obturación en el filtro.

¹⁶ Lectura inicial de contador en m³



Fotografía 2-56: Estado exterior contador 30F. Presenta oxidación interior y restos de obturación en el filtro.

Los resultados son desastrosos, ningún contador está en condiciones de ser usado para riego, los errores son inadmisibles y las pérdidas de carga indican que los mecanismos están en malas condiciones o están parcialmente obturados. Muchos fugaban por el totalizador o directamente no funcionaban, el totalizador estaba bloqueado. Comprobando los volúmenes registrados antes del ensayo se verifica que el deterioro no es debido al uso.

¿Cuál es la posible causa de tal deterioro?. La explicación es sencilla los mecanismos habían estado sometidos a unas condiciones de instalación inadecuadas, el nivel de deterioro era provocado por el arrastre de partículas sólidas siendo los contadores de Clase I. Este arrastre fue debido, a una deficiente limpieza de tuberías en la puesta en marcha de la red, un inadecuado funcionamiento de los sistemas de filtración, y una posición inadecuada del filtro caza piedras del hidrante (Hidrante 8 de los ensayados), por lo que no era capaz de retener las partículas sólidas que arrastraba el agua.

2.5.3.2. Estabilidad del flujo.

En la mayoría de caudalímetros y contadores es fundamental para una correcta metrología partir de un flujo uniforme, de ahí se recomiendan condiciones de instalación que garanticen esa estabilidad. La estabilidad del flujo se consigue en la mayoría de los casos colocándolos tras tramos rectos alejándolos de las posibles perturbaciones del flujo ocasionadas por codos, válvulas, estrechamientos, etc., o con la colocación aguas arriba de estabilizadores de flujo.

La Asociación Española de fabricantes de contadores de agua (ANFAGUA 2013), recomienda valores mínimos de tramos rectos aguas arriba y abajo del contador, para cualquier tipo y según el elemento perturbador, siendo los requisitos mínimos de 0-3 D aguas abajo y de 3 a 10 D aguas arriba.

Tras ensayos de laboratorio (Arregui de la Cruz et al. 2004) indican que rara vez los contadores de chorro múltiple ven afectada su metrología por la perturbación del flujo, ocurriendo lo contrario con los contadores de tipo *Woltman*, que si ven afectada su metrología sobre todo a caudales bajos por la distorsión del flujo, por lo que se recomiendan tramos rectos de 5 a 20 D dependiendo del modelo.

La distorsión del flujo tal y como indican (Arregui de la Cruz et al. 2004; Palau Estevan 2005), no solo puede variar la metrología del contador sino también su durabilidad, al respecto faltan referencias y ensayos que ratifiquen esta conclusión, pero si atendemos a las condiciones de instalación más comunes de los contadores en los hidrantes multiusuario, que nunca se respetan unas distancias mínimas o la presencia de elementos perturbadores a la entrada y a la salida, caudales de arranque elevados, calidades cuestionables del agua, su metrología y durabilidad están comprometidas a lo largo de su vida útil.

2.6. Conclusiones. Descripción, tipología y caracterización de hidrantes multiusuario para riego.

El protocolo de ensayo hidráulico desarrollado y adaptado de la norma UNE-EN 14267, que da la posibilidad de caracterizar estos equipos, ha resultado de gran utilidad a la hora de evaluar su idoneidad en su instalación en redes de riego, siendo una herramienta fundamental para el desarrollo de la tesis y la justificación de los capítulos posteriores.

Capítulo 3 Guía para el diseño y selección de hidrantes multiusuario para riego.

Capítulo 4 Modelización hidráulica de Hidrantes multiusuario.

La gran cantidad de problemas citados en los ensayos de hidrantes, así como los recopilados en su instalación en campo en los últimos 10 años (Miranda Ivars y Arviza Valverde 2011), son debidos principalmente a deficiencia en el diseño, configuración y baja calidad de los materiales de los hidrantes.

También indicar que a pesar de la gran variabilidad de tipología de hidrantes multiusuario encontrada y descrita en apartados anteriores la mayoría de los hidrantes ensayados y proyectados durante los últimos 10 años son de configuración V1 y V2, presentando graves problemas de funcionamiento y configuración.

2.6.1. Diseño y configuración.

1. Los contadores de chorro múltiple deberán colocarse horizontales con el totalizador en la parte superior, de esta forma se eliminan los problemas de bloqueo independientemente del caudal circulante.

El bloqueo de la turbina es un fenómeno que les ocurre a menudo a este tipo de instrumentos cuando durante un corto periodo de tiempo circulan por ellos caudales anormalmente altos, o en transitorios provocados por la inestabilidad de las válvulas reguladoras de presión (Hidrante 11), procesos frecuentes de aparecer en instalaciones de riego.

Es recomendable la instalación de tramos rectos adecuados aguas arriba y abajo de los contadores, asegurando la metrología y durabilidad de los contadores en todos los casos.

La elección del contador para la toma de riego debe realizarse considerando que el QNC sea igual o ligeramente inferior al caudal requerido en parcela.

2. Debe ser obligatorio considerar la norma UNE-EN 14267 (AEN/CTN68 2005) en el diseño de los hidrantes. Siete de los doce hidrantes ensayados no cumplen a pérdidas de carga, cinco de ellos por una mala selección de los elementos y configuración. Esta prueba permite comprobar que la elección de los elementos es adecuada, aunque en el caso de los hidrantes Tipo 3 y 4, el factor de pérdidas no es limitante ya que disponen en su configuración de válvulas reductoras de presión.
3. Se deberán evitar en los colectores un número excesivo de tomas (máximo 8 a 10), y que la relación del DN de las distintas tomas no sea excesivo, tal y como se verifico en el hidrante 4 y 9. Tomas de gran DN pueden provocar transitorios importantes así como desabastecimiento de otras tomas. También deberán eliminarse las tomas auxiliares (Hidrantes 3 y 5) ya que pueden provocar caudales excesivos y desabastecimiento en el resto de tomas cuando son activadas.
Debido a la variabilidad de DN de las tomas abastecidas por los colectores y la gran cantidad de elementos singulares que componen los hidrantes, es complicado el cálculo teórico de pérdidas que permita predecir su comportamiento en campo, de ahí que es necesario desarrollar metodologías de cálculo, diseño y análisis que permitan predecir dicho comportamiento.
4. Se deberán comprobar las distancias entre tomas así como la disposición de los elementos, de tal forma que se garantice el fácil acceso y manipulación de todos los elementos del hidrante, facilitando las labores de reparación y de mantenimiento.
5. La colocación de un elemento filtrante a la entrada del hidrante es necesaria, pero hay que cuidar su colocación de tal forma que retenga los elementos filtrados. En los 10 hidrantes ensayados su colocación no es adecuada, lo que hace que los elementos retenidos vuelvan a la red una vez parado el riego, este fenómeno unido a la falta de mantenimiento de los mismos, hace que las partículas retenidas se vayan disgregando y puedan pasar la barrera de filtración, dañando finalmente los elementos aguas abajo, y especialmente a los contadores. (Apartado 2.5.3)
6. Los elementos de regulación (reductores de presión y limitadores de caudal) deberán ser tarados adecuadamente y comprobados antes de su puesta en marcha. Una inadecuada presión de tarado o selección de las placas orificio puede provocar inestabilidad en la regulación provocando bloqueo de contadores (Hidrante 4, 7 y 11).
7. La reducción de presión se deberá realizar de forma global y no en cada toma. La regulación es más fiable y se minimizan los fenómenos de inestabilidad.

8. Los sistemas automáticos de corte (electroválvulas) de las tomas deberán ir colocados aguas abajo de las mismas, para garantizar que los elementos del hidrante estén siempre en carga (Hidrante 1).

2.6.2. Calidad de los componentes.

1. Los contadores de agua serán de una calidad contrastada, no solo se deberán exigir los controles metrológicos pertinentes, sino también la calidad y durabilidad de los materiales que los constituyen. Los fabricantes disponen de contadores de diferentes calidades en función de donde vayan a instalarse (ámbito Rural, agua potable o industria), siendo además diferentes las precisiones y requerimientos exigidos por norma según este ámbito (AEN/CTN68 2006; AEN/CTN82 2012a; Ministerio Obras Públicas y Urbanismo 1989). Esta diferencia de calidad se pudo observar en los ensayos del apartado 2.5.2, donde contadores de igual DN pero con componentes internos muy distintos se comportaban de forma muy diferente ante caudales elevados.

Los fabricantes también deberían revisar su documentación comercial ya que la totalidad de los contadores ensayados permiten su instalación en vertical, cuando se ha podido comprobar que en riego pueden tener un mal funcionamiento, o no funcionar en muchos casos.

2. La calidad y materiales de los colectores debe ser adecuada para evitar riesgos de oxidación y fugas. Se deberá exigir que el fabricante disponga de controles de calidad adecuados, o sellos de calidad, que garanticen la durabilidad del revestimiento interno y externo, que evite corrosión de los mismos. Se desechará el acero con recubrimiento pintado o galvanizado electrolítico, y se deberán inspeccionar minuciosamente, los galvanizados en caliente. (Hidrante 1, 2, 7 y 8, ensayo colector apartado 2.5.1). Preferiblemente se deberán utilizar materiales termoplásticos (Polipropileno y Polietileno de alta densidad).

En todos los casos y siempre que no represente problemas de resistencia mecánica las tomas al colector deberán realizarse sin resalte interior.

3. Los sistemas de unión, reducción y cambio de dirección deberán ser elegidos según los materiales a unir, y deberán garantizarse la calidad de los mismos. Una inadecuada elección de este tipo de elementos redundará en fugas. Que debido a lo complicado de los montajes son difíciles de eliminar en campo, estas fugas disminuyen la eficiencia en el agua utilizada y ayudan al deterioro de los elementos de los hidrantes. (Hidrante 1, 5 y 11).



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Capítulo 3.
Guía para el diseño y
selección de hidrantes
multiusuario para riego.



3.1. Objetivos.

En este capítulo nos centraremos en definir una serie de criterios que permitan servir de guía, para la elección de la configuración y selección de los elementos más adecuados para hidrantes multiusuario atendiendo a su calidad y función.

Como se ha expuesto en los capítulos anteriores los problemas de diseño y configuración han provocado instalaciones poco útiles y en muchos casos inoperativas, que no solo ha provocado gastos importantes para solucionar estos problemas, sino que en muchos casos ha conllevado el abandono de muchos de los sistemas instalados.

El desarrollo completo de la guía se concreta en la redacción de un Pliego de Condiciones de Prescripciones Técnicas Particulares de Obra Civil e Instalaciones para los hidrantes multiusuario, que deberá ser tenido en cuenta en la redacción de proyectos, construcción de las obras, puesta en marcha y pruebas de funcionamiento en los que se incluyan hidrantes multiusuario en Redes de Distribución de Agua a Presión. El pliego completo se puede consultar en el Anejo 4 de la Tesis.

Unido a esta guía se pretende mostrar un diseño desarrollado junto con SEISA, con el objeto de configurar hidrantes, con un funcionamiento garantizado en todas sus funciones y con un máximo de durabilidad. La configuración desarrollada se analizará junto con otros dos hidrantes similares que se han ensayado en la fase experimental, comprobando si dicha configuración permite eliminar o reducir todos o parte de los problemas planteados en este tipo de instalaciones (Capítulo 1 y Capítulo 2).

3.2. Tipología del hidrante.

El hidrante definido en esta guía es de los denominados “multiusuarios”. El hidrante debe constar de una válvula general de corte, sistema de retención de sólidos que pueda llevar el agua, válvula reguladora de presión cuando ésta sea necesaria (Tipo 3 y 4), colector de distribución con un número de salidas entre 4 y 10, con diámetros de 20 a 100 mm, con un sistema de medición de los volúmenes de agua consumidos por cada salida, válvula hidráulica de corte con solenoide para su actuación remota (Tipo 1 y 3) y piloto con limitador de caudal (Tipo 2 y 4), así como ventosas para la eliminación de aire y todas las piezas auxiliares, conexiones y tubos necesarios para la configuración completa del hidrante.

El hidrante irá en el interior de una caseta de hormigón prefabricado de las dimensiones adecuadas al diámetro nominal del colector y para facilitar el manejo del mismo, apoyada sobre una solera de hormigón armado de dimensiones adecuadas para la citada caseta.

La configuración del hidrantes será siempre de tipo H, contadores en posición horizontal con el totalizador también horizontal. Preferiblemente deberá ser de configuración H2-5.

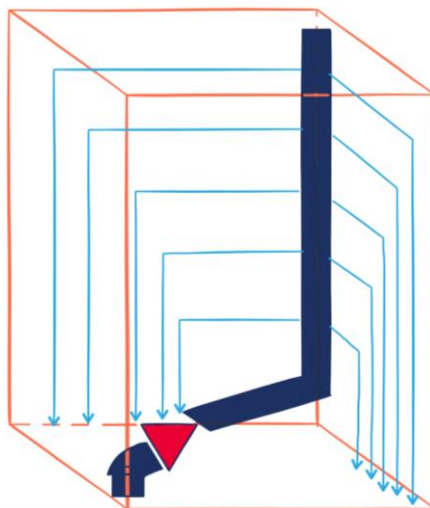


Figura 3-1: Morfología hidrante horizontal H2-5

3.3. Caudales recomendados.

En la siguiente tabla se proporciona una relación de caudales máximos recomendados para los distintos tamaños de hidrante. Este caudal garantiza que las pérdidas carga totales estén dentro de los valores indicados en la norma UNE EN 14267(AEN/CTN68 2005), así como que la velocidad no supere valores mayores a 3 m/s.

El caudal indicado es aproximado y podrá variar en función de los elementos generales seleccionados y el tamaño de las tomas a instalar.

Tabla 3–1: Intervalo de caudales recomendados en función del tipo y DNB del hidrante¹⁷

DNB	Velocidad Máxima (m/s)	Caudales Recomendados (m ³ /h) ¹⁸	
		Tipo 1	Tipo 2, 3, 4
80 mm (3")	3,0	27-45	45
100 mm (4")	3,0	40-70	70
150 mm (6")	2,5	70-135	135
200 mm (8")	2,5	165-190	190

3.4. Selección de los equipos a instalar.

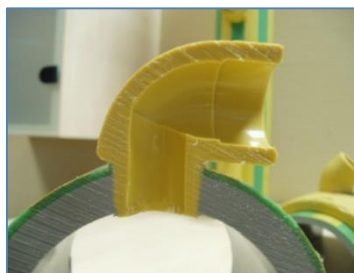
3.4.1. Elementos generales del hidrante.

3.4.1.1. Colectores, materiales de unión y accesorios.

1. Los colectores serán de polietileno (PE) o de polipropileno (PP) cumpliendo los requisitos establecidos en la norma UNE 53943(AEN/CTN53 2009). El resto de materiales están desaconsejados por no garantizarse la calidad de los mismos en la configuración de los colectores.
2. Se recomienda la adopción de polipropileno (PP-R o PP-H) cuando el hidrante vaya a estar sometido, por las condiciones climáticas y de instalación, a temperaturas superiores a 40°C y a esfuerzos mecánicos importantes.
3. En el caso de colectores de PE se debe emplear únicamente PE 100. Los elementos de este material, tubos y accesorios, deben ser conformes a los requisitos que corresponden a la norma UNE- EN 12201 (AEN/CTN53 2003a, 2003b, 2003c).
4. La configuración del colector, según la norma UNE 53943 (AEN/CTN53 2009) será tipo candelabro inserto roscado. Realizando la unión de las salidas al colector preferiblemente por soldadura de encaje o socket, o soldadura a tope por solape con accesorios elípticos MKM, evitando inserción de parte del tubo de la toma dentro del colector generando resaltes.

¹⁷ Los valores resaltados en negrita son obtenidos por pérdidas de carga como parámetro límite, en el resto el parámetro límite es la velocidad máxima.

¹⁸ Los valores obtenidos son considerando diferentes configuraciones para los distintos DNP de las tomas. En los hidrantes de tipo 1 el valor más bajo corresponde a considerar tomas de DNP 30 en el hidrante, donde los contadores de la mayoría de los fabricantes tienen pérdidas de más de 3 mca para el QN o Q3, para el resto de DNP se puede ir a los valores mayores del intervalo.



Fotografía 3-1: Soldadura de la salida del colector en PP por encaje o tipo socket

5. Los colectores serán de diámetro nominal 90, 110, 160 o 200 mm dependiendo de los caudales demandados por las tomas en ellos conectadas. (Apartado 3.3)
6. La dimensión mínima del colector, según la dirección del eje hidráulico, será de 1100 mm, siendo la distancia mínima entre ejes de toma de 240 mm.
7. En cada altura habrá como máximo dos tomas colocadas a 180°.
8. Las tomas de salida podrán ser de DNP 20, 30, 40, 50, 65, 80 o 100 mm ($\frac{3}{4}$ ", 1", 1"¼, 1"½, 2", 2"½, 3" y 4").
9. Las tomas de mayor diámetro deberán localizarse en la parte superior del colector, mientras que las de menor se instalarán hacia abajo según sea menor el diámetro de la salida.
10. Las salidas de DNP 20 a 40 serán mediante unión roscada.
11. Las salidas de DNP 50 serán mediante rosca unión roscada o acople para brida ranurada¹⁹.
12. Las salidas de DNP 65 en adelante serán mediante brida convencional o brida ranurada.
13. La separación entre tomas debe permitir la instalación en línea de todos los elementos situados aguas abajo: válvula de corte, contador volumétrico²⁰ y válvula hidráulica con solenoide. Por tanto la separación entre ejes de salida puede ser sensiblemente superior al valor mínimo establecido por la norma.
14. En la parte superior del colector se localizará una toma termosoldada con salida rosca hembra de 1", ó 2" para la instalación de una válvula ventosa.
15. El número total de salidas no será nunca superior a 12, aunque lo habitual será un colector estándar con 10 salidas.
16. En el proyecto de obra, para cada hidrante, se debe especificar el diámetro del colector y el número y diámetro de tomas que debe tener en una tabla como la que a continuación se expone. O similar al expuesto en el apartado 2.4.2. En la tabla también se refleja en DNP incompatible con el colector del hidrante.

¹⁹ También denominada Vitaulic.

²⁰ En el caso de contadores volumétricos de 2" la distancia mínima vertical entre tomas debe ser de 340 mm. En el caso de contadores Woltman de 50 mm de 280 m, y si es de 65 de 320 mm.

Tabla 3–2: Características colector. Dimensiones y número de tomas.

DNB	Número y tipo de tomas (DNP)							
	100 (4")	80 (3")	65 (2 ½")	50 (2")	40 (1 ½")	30 (1 ¼")	25 (1")	20 (¾")
80 mm	-	-	-	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i
100 mm	-	-	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i
150 mm	-	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i
200 mm	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i

X_i : Diámetro de toma valido para el DN del hidrante.

- : Diámetro de toma no válido para el DN del hidrante.

17. El primer elemento a instalar en cada una de las tomas a la salida del colector será un codo de 45°, de tal forma que las ramas de cada una de las tomas formen para cada altura un ángulo de 90° entre sí.²¹

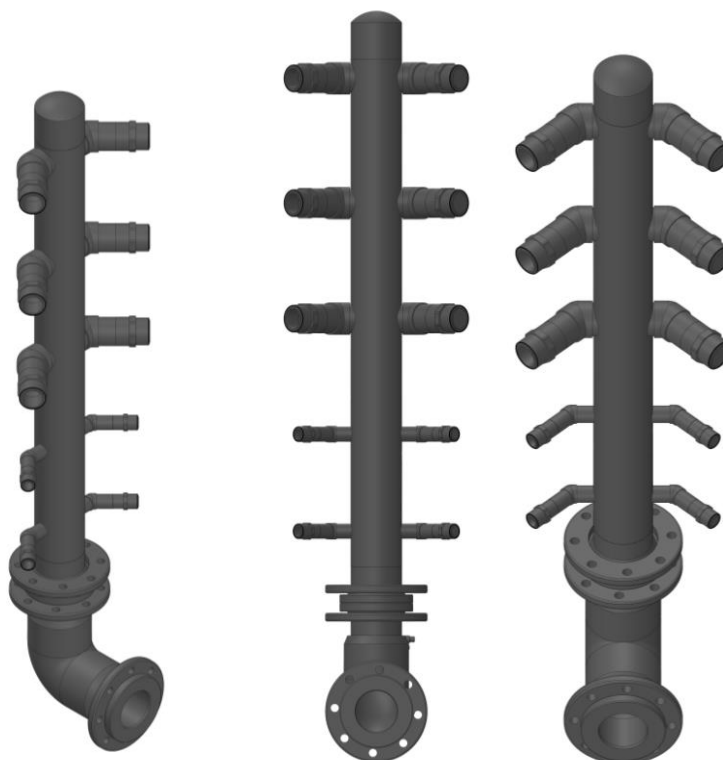


Figura 3–2: Ejemplo de configuración de colector en PP o PE100 con 10 tomas y DNB 100.

3.4.1.2. Válvulas de maniobra generales.

La válvula general de corte o maniobra será de compuerta o mariposa con cierre elástico. La válvula debe cumplir los requisitos impuestos en la norma UNE-EN 1074-1 (AEN/CTN19 2001b).

²¹ Si las conexiones en el colector se han fabricado a 180°, si en el colector se han configurado las tomas con codo de 45° no será necesario la colocación de los mismos.

La válvula de corte, preferentemente de compuerta, deberá ser del mismo diámetro nominal que el colector del hidrante.

3.4.1.3. Elementos de filtración. Filtros caza piedras.

Los filtros caza piedras que se colocarán en los hidrantes serán del tipo “filtro en Y”, “cesta vertical”, o “tapa lateral”, con conexiones por bridas, con tapa estanca PN-16 bar, con salida roscada para descarga de presión.

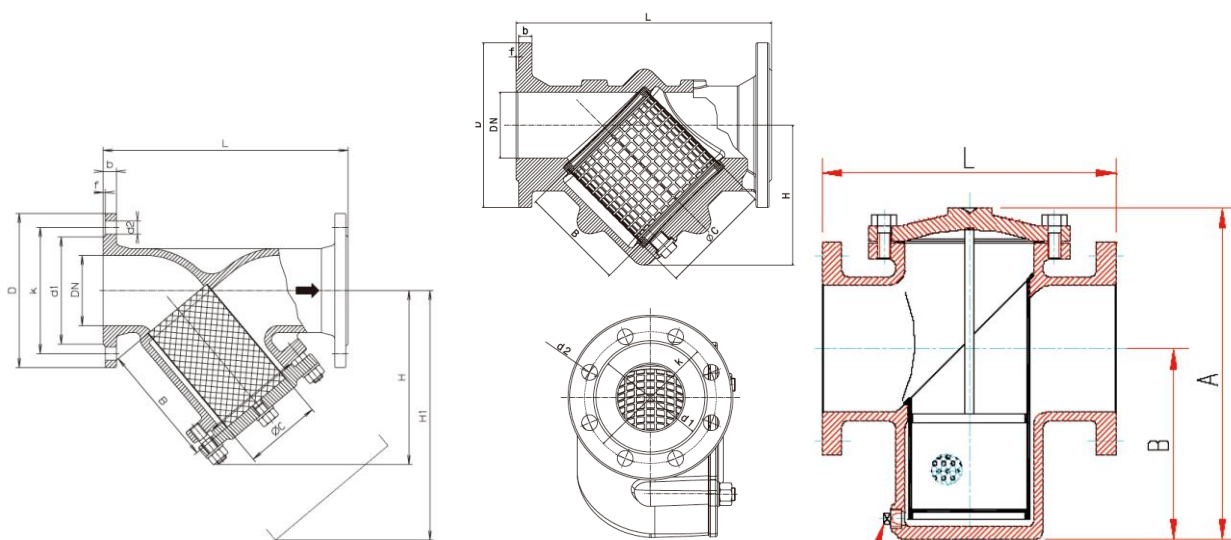


Figura 3–3: Tipos de Filtros Caza piedras. En Y, cesta lateral y cesta superior. (Regaber 2015; HAWLE 2015)

La malla de acero inoxidable AISI 304, tornillería en acero cincado y junta de EPDM.

El filtro se colocará horizontal y con la cesta hacia abajo. Debiéndose disponer de suficiente espacio para el desmontaje de la tapa y la sustitución o limpieza si fuera necesario de la malla interior.

Se podrá optar por otra disposición siempre que retenga las partículas y sea fácilmente accesible para su mantenimiento.

El fabricante debe suministrar con la documentación técnica las gráficas que relacionen los caudales circulantes con las pérdidas de carga entre extremos para el grado de filtración adoptado.

3.4.1.4. Elementos de regulación. Válvulas hidráulicas generales reductoras de presión.

Las válvulas hidráulicas de control de presión (reguladoras de presión) se instalarán en aquellas situaciones en que la presión aguas arriba del hidrante sea muy superior a la estrictamente necesaria aguas abajo del mismo, y la no regulación condicione un funcionamiento anómalo de los elementos de medida (contadores) y válvulas de cierre y/o obligue a adoptar Presiones de trabajo (PN) de los tubos que conectan el hidrante con las parcelas objeto del riego superiores a las normales de trabajo para el sistema de riego adoptado.

En la documentación técnica el fabricante se debe incluir el coeficiente de caudal de la válvula K_v , caudales máximos y mínimos dentro de los que la válvula produce una regulación efectiva, así con la variación de presión admisible.

Las válvulas hidráulicas de control (regulación de caudal ó presión) deben cumplir lo especificado en la Norma UNE-EN 1074-5(AEN/CTN19 2001c).

En el caso de que por cuestiones de regulación la válvula sea de igual o de menor diámetro nominal, la pérdida podrá exceder los valores máximos establecidos por la citada Norma, garantizando, en cualquier caso que a válvula abierta la presión aguas abajo sea mayor siempre que la requerida.

3.4.1.5. Ventosas y accesorios generales.

En la parte superior del colector de distribución del hidrante deberá instalarse una válvula ventosa de 1 o 2", dependiendo del caudal distribuido. La ventosa deberá tener efecto cinético y automático. Entre la misma y el colector deberá instalarse una válvula de corte, normalmente de tipo bola o esfera.

3.4.1.6. Sistema de automatización, control, registro y accionamiento.

Indicar que el emisor de pulso debe garantizar y mantener la metrología del contador, deben evitarse interferencias electromagnéticas, y que los solenoides deben de recibir la tensión suficiente para su adecuada respuesta.

3.4.1.7. Otros.

El hidrante constara de manómetro de rango adecuado para la presión nominal del mismo, conectado en la toma del colector habilitada para tal efecto, en el caso de disponer de valvulería de regulación se dispondrá de otro manómetro aguas arriba de la misma. Los manómetros estarán aislados por una válvula de corte.

Se podrá disponer en dicha toma de filtro de anillas o mallas de 1" y de un grado de filtración de 100 a 120 μm . Esta toma de presión se utilizará como conexión general del tubo de comando para la actuación de las electroválvulas instaladas en cada una de las tomas. (Figura 3-7 página 3-17)

3.4.2. Elementos de las tomas a parcela.

3.4.2.1. Válvulas de maniobra.

A la salida del codo de 45° aguas abajo de la toma del colector se instalarán válvulas de corte de paso total. Para tomas con diámetros comprendidos entre 20 y 63 mm las válvulas serán de esfera de PVC, de paso total, para diámetros superiores serán de mariposa tipo "wafer" o compuerta con cierre elástico y unión mediante bridas. Ambos tipos de válvulas cumplirán los requisitos generales expuestos en la norma UNE-EN ISO 1452-1 (AEN/CTN19 2001a)

3.4.2.2. Elementos de medición de caudal.

Todo tipo de contador debe cumplir lo establecido en la norma UNE-EN 14154 (AEN/CTN82 2012a, 2012b, 2012c) en cada una de sus tres partes

1. Requisitos generales
2. Instalación y condiciones de uso
3. Métodos de ensayo y equipamiento

Según la citada norma el contador de agua debe estar clara e indeleblemente marcado con la siguiente información, agrupada o distribuida por la carcasa, el dial del dispositivo indicador, una placa de identificación o sobre la tapa del contador si no es separable.

- Unidad de medida (metro cúbico)
- Valor numérico de Q_3
- Ratio Q_3/Q_1 (precedido por "R", esto es "R160")
- El ratio Q_2/Q_1 , cuando difiere de 1,6.
- La presión máxima admisible cuando difiere de 1 MPa
- El sentido del flujo

- La letra V o H, si el contador solo puede funcionar en la posición vertical u horizontal.
- La clase de la temperatura, cuando difiere de $\Delta P 63^{22}$
- La clase de sensibilidad a irregularidades en el campo de velocidad²³.
- El nombre o marca del fabricante
- El año de fabricación (últimos dos dígitos) y un número de serie
- El nivel de severidad del entorno climático y mecánico
- La clase CEM

A su vez y dado que los contadores se utilizan para la medida del volumen consumido en sistemas de riego, estos serán conformes a la norma UNE EN 14268 (AEN/CTN68 2005).

En caso a haber alguna discrepancia con la norma UNE EN 14154 se cumplirán los requisitos y condiciones de funcionamiento más restrictivas.

El fabricante debe indicar los materiales con los que se ha construido el contador adecuándose a las condiciones de uso y diseño, y cumpliendo los requisitos establecidos en las normas anteriormente citadas.

En particular deben tenerse en cuenta las siguientes condiciones:

- Todas las partes del contador en contacto con el agua que pasa a través de él deben fabricarse con materiales que son convencionalmente conocidos como no-tóxicos, no-contaminantes y biológicamente inertes.
- El contador de agua completo debe fabricarse con materiales resistentes a la corrosión interna y externa o que estén protegidos por un tratamiento superficial adecuado.
- El dispositivo indicador del contador de agua debe protegerse mediante una ventana transparente. También se puede suministrar una tapa de forma adecuada como protección adicional.
- El contador de agua debe incorporar dispositivos para eliminar los efectos de la condensación cuando exista riesgo de formación de la condensación en la cara interna de la ventana del dispositivo indicador del contador de agua.

El elemento del contador que muestra el número entero de metros cúbicos consumidos no debe estar en contacto con el agua. Todos los elementos del equipo deben tener al menos un nivel de protección IP67.

²² La pérdida máxima de presión dentro de las Condiciones Nominales de Funcionamiento (CNF) no debe sobrepasar los 63 kPa.

²³ Esta información puede darse en documento separado.

El error máximo admisible (EMA) viene indicado en la Norma UNE-EN 14154 y debe ser inferior, dependiendo el rango del caudal que esté pasando por el contador.

Si $Q_1 \leq Q \leq Q_2$ el EMA debe ser menor del 5%²⁴

Si $Q_2 \leq Q \leq Q_4$ el EMA debe ser menor del 2%

Según la norma UNE-EN 14267 la clase metrológica de todos los contadores debe ser: Clase B lo que supone que:

$$\frac{Q_3}{Q_1} \geq 25$$

Siendo el rango de caudales para todos los contadores:

$$\frac{Q_4}{Q_3} \geq 1.25$$

Instalación de contadores en hidrante

Todos los contadores se instalarán en posición horizontal, independiente del tipo y diámetro.

Para garantizar la estabilidad del flujo se respetarán tramos rectos de tubería aguas arriba y abajo del contador. Como mínimo aguas arriba la longitud de tramo recto deberá ser al menos de 10 veces el diámetro nominal del contador. Aguas abajo la longitud de tramo recto deberá ser al menos 5 veces el diámetro nominal del contador.

Solo podrán reducirse estas distancias si el fabricante del contador ofrece documentación escrita indicando explícitamente las distancias a respetar para garantizar la estabilidad del flujo. En caso contrario se respetarán las distancias anteriormente indicadas.

Los contadores funcionarán siempre totalmente llenos de líquido y a presión superior a la mínima establecida por la norma, e instalados siempre que sea posible a un nivel inferior a la conducción aguas abajo.

Se evitarán los golpes de ariete, los arranques y las paradas bruscas de caudal, así como los suministros de caudales y presiones anormales, fuera de los garantizados en las especificaciones técnicas. Si se prevén caudales transitorios excepcionalmente altos se deberán instalar aquellos dispositivos que reduzcan dichos caudales.

²⁴ Q₁: Caudal mínimo – Q₂: Caudal de transición – Q₃: Caudal máximo permanente. Q₄: Caudal de sobrecarga.

Selección de contadores en hidrante

La selección del contador para la toma de riego debe realizarse considerando que el QNC sea igual o ligeramente inferior al caudal requerido en parcela.

Contadores chorro múltiple.

Se instalarán contadores de chorro múltiple cuando el caudal de toma sea igual o inferior a 15 m³/hora. El rango de diámetros nominales estará comprendido entre 20 y 50 mm.

Contadores de tipo Woltman

Se instalarán cuando los caudales de toma sean superiores a 15 m³/hora. Dada la naturaleza del hidrante multiusuario definido en el presente pliego no se prevén caudales superiores a 60 m³/hora por toma, por lo que los calibres de este tipo de contadores estarán comprendidos entre 50 y 100 mm.

En estos casos la altura del contador con tapa abierta supera los 320 mm lo que se tendrá que tener en consideración a la hora de establecer la separación vertical entre tomas del colector del hidrante multiusuario.

Válvulas volumétricas o hidrantes.

Los requisitos generales y métodos de ensayo vienen definidos en la norma UNE 68 074 (AEN/CTN68 1986).

Se entiende, según la norma, como válvula volumétrica aquellas dotadas de un contador y de un mecanismo de cierre que permiten suministrar volúmenes de agua prefijados, independientemente del caudal instantáneo que por ellas circule.

El hidrante sería la combinación de dos elementos en el mismo cuerpo: una válvula hidráulica de doble cámara y contador tipo *Woltman*.

Al tratarse de la combinación de una válvula hidráulica y un contador tipo *Woltman* le son de aplicación todas las normas expuestas en los apartados anteriores y en particular las normas UNE EN 14154, 1074-1, 1074-5 y 14268 (AEN/CTN82 2012a; AEN/CTN19 2001a, 2001c ; AEN/CTN68 2006)

3.4.2.3. Electroválvulas y válvulas hidráulicas de regulación.

Aguas abajo de los contadores de cada rama y cumpliendo las longitudes mínimas de tramos rectos indicadas en el apartado 3.4.2.2, se instalará un codo de 90° tras el cual en posición vertical se instalarán las válvulas hidráulicas actuadas mediante solenoide tipo *latch* de 3 vías. Todas las válvulas hidráulicas deberán disponer en su conexión directa a la cámara de una válvula de tres vías de tal forma que pueda actuarse la misma de forma manual, durante el ensayo de la válvula o durante labores de mantenimiento. Preferiblemente se instalara la posición de abierto a la posición aguas abajo de la válvula, en el caso de que se deje libre se conectara un tubo de comando de longitud suficiente como para descargar el agua de la cámara al exterior de la caseta del hidrante

El diámetro de la válvula debe coincidir con el diámetro nominal del contador instalado en la misma rama aguas arriba.

Estas válvulas deben cumplir los requisitos y características que hacen referencias las normas UNE EN 1074-1 y 1074-2 (AEN/CTN19 2001a, 2001b)

En el caso de que estas válvulas actúen como elementos de control: válvulas limitadoras de caudal deberán cumplir con todo lo expuesto en la Norma UNE EN 1074-5 (AEN/CTN19 2001c)

Para conseguir la limitación de caudal se deberá instalar en el extremo aguas arriba una placa orificio calibrada para el diámetro nominal de la válvula, caudal a calibrar y presión diferencial de control.

La función de limitación de caudal debe ser ensayada en el conjunto del hidrante en laboratorio independiente antes de su puesta en obra.

3.4.2.4. Tuberías a parcela. Salida de las tomas del hidrante.

Las tuberías desde las salidas del hidrante multiusuario hasta cada una de las parcelas que abastece, se solucionarán mediante tubos de PVC-U o PEAD (PE100). El diámetro de los tubos debe ser función del caudal requerido en parcela. La velocidad inferior debe ser mayor que 0,3 m/s, para evitar sedimentos y que determinados sólidos en suspensión pudieran quedar retenidos en codos, válvulas o cambios de dirección, o derivaciones.

El diámetro interior y por tanto la velocidad de circulación deben ser tales que se minimicen las pérdidas entre hidrante e inicio de parcela cumpliendo la restricción de velocidad mínima establecida en el párrafo anterior.

3.5. Obra civil.

3.5.1. Cimentación.

Se realizará una compactación adecuada del terreno, con la colocación de material granular para un correcto drenaje, y que evite asientos diferenciales. Terminado por un zuncho perimetral sobre el que se colocará la caseta.

3.5.2. Caseta de alojamiento de las instalaciones.

De dimensiones adecuadas para el alojamiento de las instalaciones hidráulicas y que permita el mantenimiento y manejo de la instalación, se proyecta en placas de hormigón prefabricado de 6 cm de espesor, de planta interior de 1,5 x 1,5 m, como mínimo y una altura interior de 2,25 m. Dispondrá de ventilación y doble puerta para el acceso.

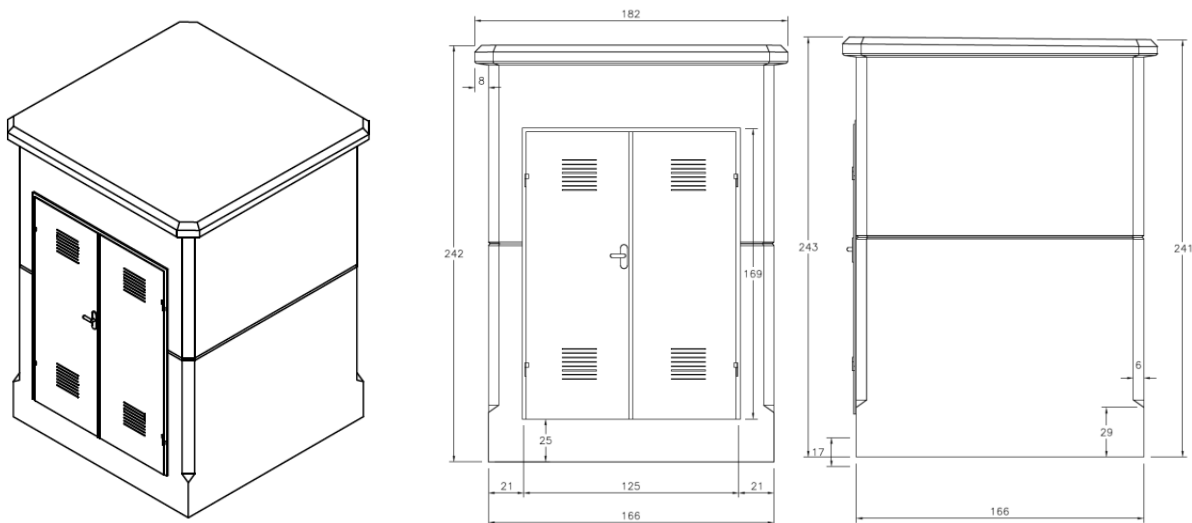


Figura 3-4: Vistas caseta recomendada hidrante tipo "Costella". Vistas alzado y lateral.

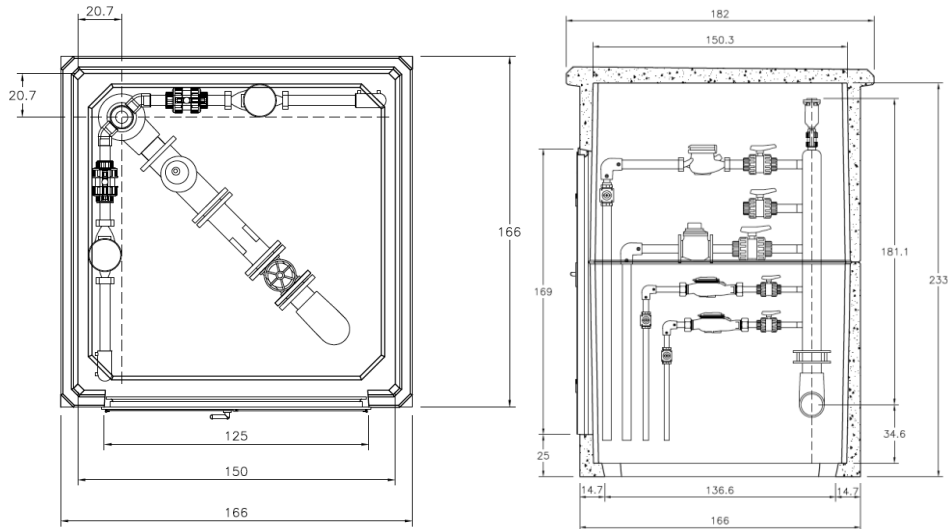


Figura 3–5: Secciones caseta recomendada hidrante tipo "Costella". Sección planta y lateral.

3.5.2.1. Elementos de anclaje.

Se colocarán a las paredes del hidrante railes de sujeción con escuadras que sustentarán y anclaran los elementos hidráulicos, evitando que sean los accesorios y tuberías los que soporten los esfuerzos a los que estén sometidos.

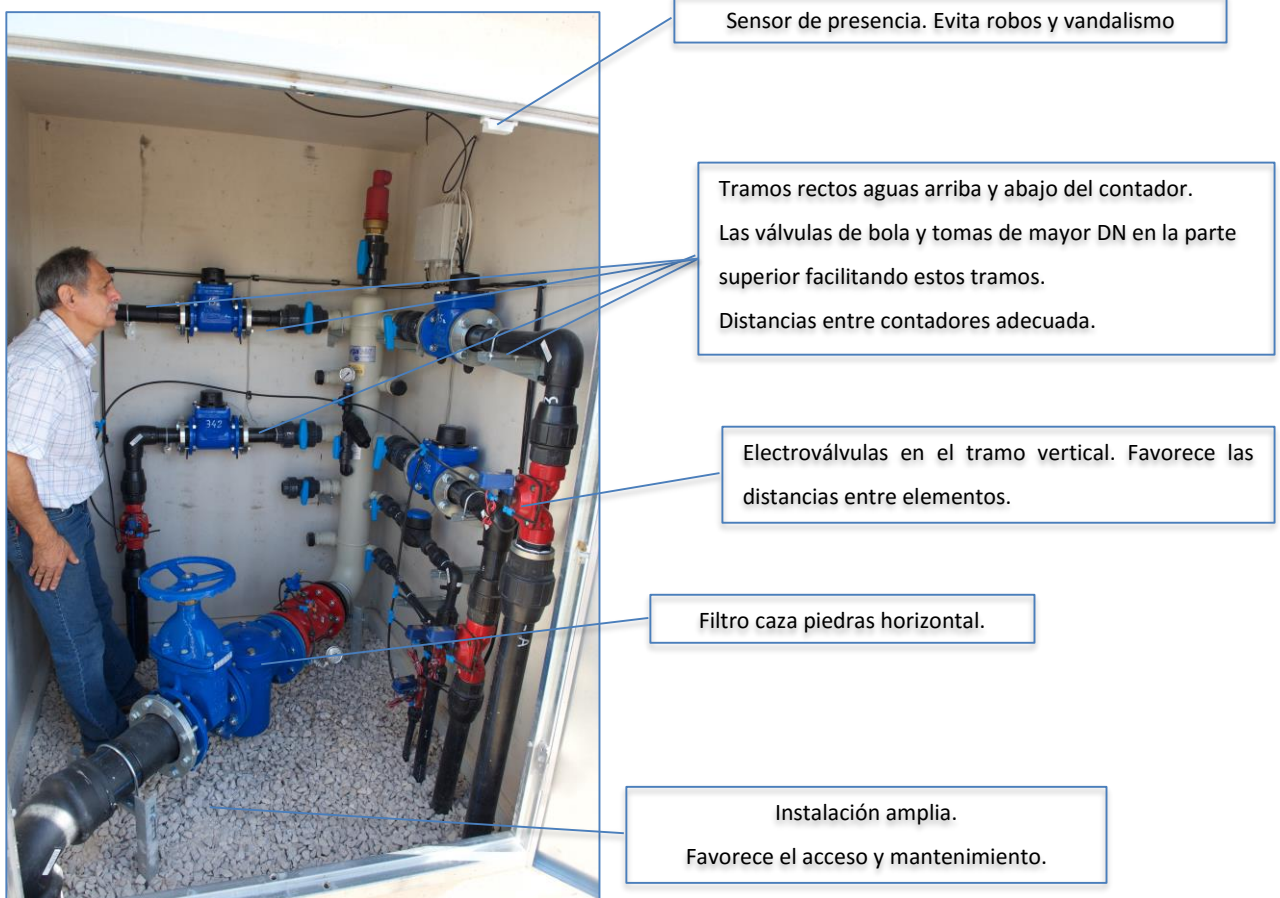


Figura 3–6: Hidrante diseñado según la guía. Características reflejadas en la guía de diseño. I.

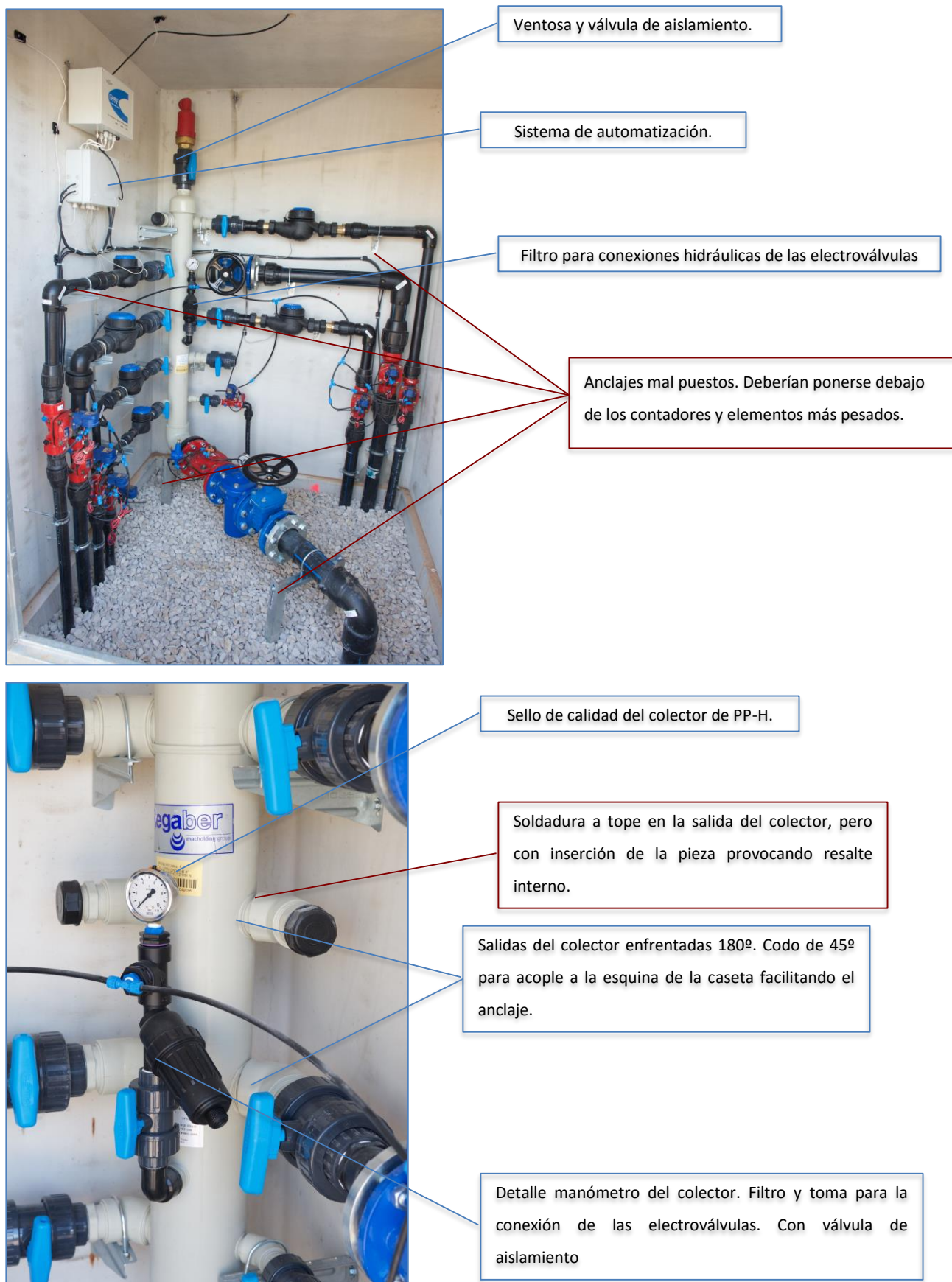


Figura 3-7: Hidrante diseñado según la guía. Características reflejadas en la guía de diseño. Errores de diseño. II

3.6. Diseño del hidrante multiusuario Tipo denominado “Costella”.

Con objeto de verificar lo expuesto anteriormente en la guía, se seleccionan elementos adecuados para el hidrante, se configura un prototipo de hidrante multiusuario que permita verificar hidráulicamente el funcionamiento del mismo. Se prioriza en la configuración colocar el máximo número de tomas para disponer de tomas de DN similar pero con elementos de distintos fabricantes, y elementos de distinto tipo (válvulas volumétricas, válvulas hidráulicas de membrana, diafragma etc.).

Esta configuración permite disponer de más información a la hora de seleccionar los materiales que constituirán los hidrantes reales, si bien se puede producir que en algunos ensayos el hidrante no cumpla con lo establecido en la guía anterior. Los resultados del ensayo se comparan con los obtenidos para dos hidrantes con la misma configuración y ya puestos en funcionamiento en redes de riego a presión. Los resultados completos de los ensayos se pueden consultar en el Anejo 5.

3.6.1. Clasificación del hidrante según norma UNE-EN 14267(AEN/CTN68 2005).

H2-5				
Función		Tipo 3		
NSH		8		
Dimensiones				
DNB		100		
QNB		64		
Salidas	DNP	25	40	50
	NS _{DN}	4	2	2
Presión (bar)		10		Contadores

La denominación del hidrante según su clasificación será:

H2-5/Tipo3-10/DNB 100-QNB 64-DNP 25x4 40x2 50x2/PN10

3.6.2. Esquema general hidrante tipo “Costella” de DNB 100, con 8 tomas instaladas.

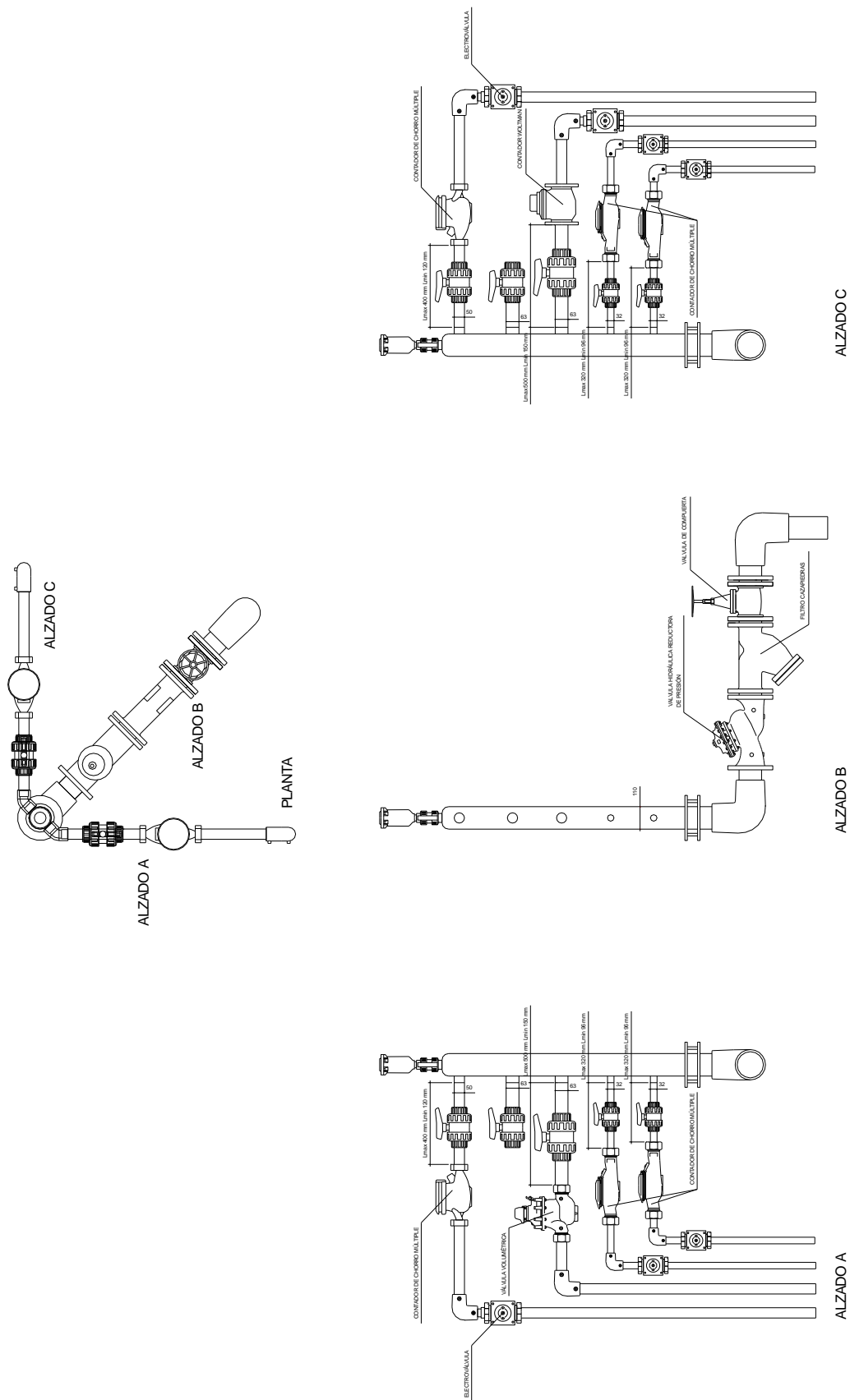


Figura 3–8: Esquema hidrante Tipo “Costella”.

3.6.3. Elementos generales del hidrante.

3.6.3.1. Válvula de compuerta DN 100.

Descripción.	Válvula de corte de compuerta con asiento elástico.
Función	Aislamiento del hidrante de la red
Fabricante	REGABER. GAER
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	100 mm
Origen	Suministrada por REGABER
Cierre	Compuerta de fundición dúctil recubierta con EPDM
Otros	Tapa, cuerpo y volante de fundición dúctil con recubrimiento epoxi de 250 µm



3.6.3.2. Filtro Caza piedras DN 100.

Descripción.	Filtro caza piedras.
Función	Protección del hidrante ante elementos extraños
Fabricante	REGABER. GAER
Modelo	En Y
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	100 mm
Origen	Suministrada por REGABER
Otros	Tapa y cuerpo de fundición gris con recubrimiento epoxi de 250 µm. Malla Acero Inoxidable AISI-304 de 3 mm de diámetro.



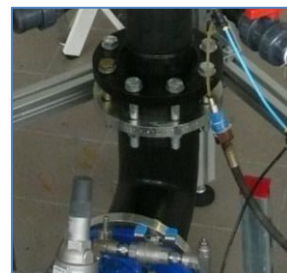
3.6.3.3. Válvula hidráulica reductora de presión DN 100.

Descripción.	Válvula hidráulica reductora de presión.
Función	Reducir la presión de las tomas de riego del hidrante
Fabricante	BERMAD Serie 700
Modelo	720 ES
Presión nominal (bar)	25
Diámetro nominal.	100 mm
Origen	Suministrada por ADEQUA
Cierre	Diafragma



3.6.3.4. Curva 90° embreada de PE 100 electro soldable.

Descripción.	Curva de PE de alta densidad electro soldable
Función	Conexión con colector vertical.
Fabricante	Montaje y mecanizado de FORNER'S
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	110 mm
Origen	Suministrada por Laboratorio



3.6.3.5. Colector PE100 o PP con 10 salidas.

Descripción.	Colector de PE de alta densidad o PP unión por brida.
Función	Conexión a las tomas de parcela.
Fabricante	Montaje y mecanizado de FORNER'S
Presión nominal (bar)	10
Diámetro nominal.	110 mm
Origen	Suministrada por Laboratorio.
Otros	<p>10 salidas para tomas a parcela distribuidas longitudinalmente a lo largo del colector, enfrentadas 180°, terminadas en un codo de 45° rosca macho. Las tomas de mayor diámetro se instalarán en la parte superior del colector para disponer de mayor longitud en la instalación de las tomas a parcela.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6 de DN 63 mm (2") separadas de 260 a 240 mm • 4 de DN 32 mm (1") separadas 210 mm <p>1 salida en el extremo de DN 32 mm (1"), para colocación de ventosa.</p> <p>1 salida en posición intermedia de DN 32 mm (1") y en un ángulo de 90° con las tomas a parcela para la colocación de manómetro, filtro y toma para comando de valvulería automática.</p>



3.6.3.6. Ventosa.

Descripción.	Válvula ventosa trifuncional de 1".
Función	Eliminación y admisión de aire del hidrante
Fabricante	IRUA
Modelo	940 Uniblock
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	1"
Origen	Suministrada por IRUA
Otros	Aislada mediante válvula de esfera al colector.



3.6.3.7. Otros.

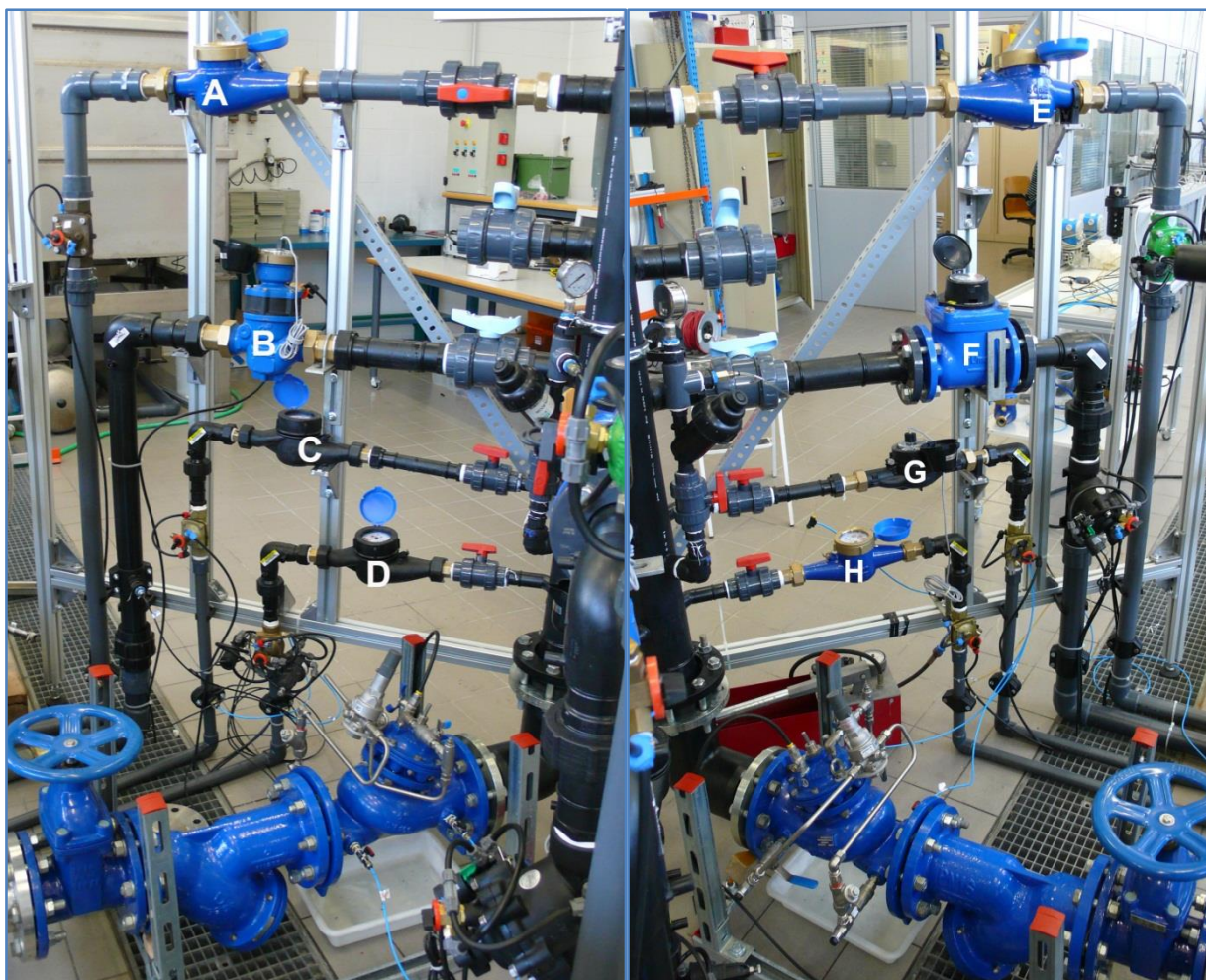
Elementos complementarios que permiten verificar el funcionamiento del hidrante y su mantenimiento conectados a la toma intermedia del colector y con codo para su posición vertical.

- Manómetro de 0-10 bar. O rango adecuado a la presión del hidrante, con precisión adecuada.
- Filtro de 1" de malla o anillas para tratar el agua de comando de las válvulas automáticas, favoreciendo el mantenimiento global del hidrante. Aislado mediante válvula de esfera al colector.

3.6.4. Tomas a parcela instaladas.

En general las tomas constan de válvula de corte de esfera de PVC, contador, y válvula hidráulica (electroválvula), los elementos se conectan con accesorios de PE100 o PVC de PN 1,0 MPa. La elección de los accesorios deberán garantizar la estanqueidad, resistencia a fertilizante y a corrosión. El caudal nominal del hidrante se calcula en función de los caudales nominales de cada una de las tomas.

$$QN = 64,0 \text{ m}^3/\text{h}$$



Fotografía 3-2: Detalles del hidrante "Costella". Lado izquierdo (tomas A-B-C-D) y lado derecho (tomas E-F-G-H)

A continuación se caracteriza cada una de las tomas instaladas.

3.6.4.1. Toma A DN 40 mm (1"1/2).

- ✓ Reducción 2"-1"1/2.
- ✓ Válvula de esfera de PVC DN 50 (1"1/2) PN 16.
- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 50 PN 1.0 MPa. ²⁵
- ✓ Contador chorro múltiple DN 40 mm. Colocación en horizontal.

Descripción.	Contador metálico de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	GECONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	40 mm
Origen	Suministrado por GECONTA
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	10 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	20 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 50 PN 1,0 MPa. ²⁶
- ✓ Codo 90º de PVC o PE100 DN 50 PN 1,0 MPa.
- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 50 PN 1,0 MPa.
- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	1"1/2 - 40 mm
Origen	Suministrada por Laboratorio (LHIR)
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca - Bronce

²⁵ El tramo recto entre inicio de la válvula de esfera y la entrada de contador será de 10 Diámetros como mínimo, en nuestro caso 400 mm.

²⁶ El tramo recto entre salida del contador y codo de 90º, será de 5 Diámetros como mínimo, en nuestro caso 200 mm.

- ✓ Enlace de 3 piezas de PVC o PE100 DN 50 PN 1,6 MPa. Para el desmontaje de la válvula. Se podrá sustituir por enlace de PE40, rosca macho unión mecánica.
- ✓ Tubería a parcela de PE40 DN 50 mm PN 0,6 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 50 mm PN 1,0 MPa.²⁷

3.6.4.2. Toma B DN 50 mm (2").

- ✓ Válvula de esfera de PVC DN 63 (2") PN 16.
- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 63 PN 1,0 MPa.²⁸
- ✓ Hidrante o válvula volumétrica de DN 50 mm. Colocación en horizontal.

Descripción.	Hidrante: Válvula hidráulica + Contador <i>woltman</i>
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo y automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	REGABER-
Modelo	HIDRANTE BMK
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	50 mm (2")
Origen	Suministrado por REGABER
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	15 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	30 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del hidrante

- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 63 PN 1,0 MPa.²⁹
- ✓ Codo 90° de PVC o PE100 DN 63 PN 1,0 MPa.
- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 63 PN 1,0 MPa.
- ✓ Enlace de 3 piezas de PVC o PE100 DN 63 PN 1,6 MPa. Para el desmontaje de la válvula. Se podrá sustituir por enlace de PE40, rosca macho unión mecánica.
- ✓ Tubería a parcela de PE40 DN 63 mm PN 0,6 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 63 mm PN 1,0 MPa.

²⁷ La tubería final se conecta hasta depósito del laboratorio, intercalada a mitad se instala una válvula de esfera del mismo diámetro que permita simular la resistencia de una instalación de riego aguas abajo de la toma, en los ensayos la válvula se cierra parcialmente para asegurar que por la toma circula el QNP del contador.

²⁸ El tramo recto entre inicio de la válvula de esfera y la entrada de contador será de 10 Diámetros como mínimo, en nuestro caso 500 mm.

²⁹ El tramo recto entre salida del contador y codo de 90°, será de 5 Diámetros como mínimo, en nuestro caso 250 mm.

3.6.4.3. Toma C y D DN 25 mm (1").

- ✓ Válvula de esfera de PVC DN 32 (1") PN 16.
- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 32 PN 1,0 MPa.³⁰
- ✓ Contador chorro múltiple DN 25 mm. Colocación en horizontal.

Descripción.	Contador plástico de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	GECONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	25 mm
Origen	Suministrado por GECONTA
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	3,5 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	7 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 32 PN 1,0 MPa. ³¹
- ✓ Codo 90º de PVC o PE100 DN 32 PN 1,0 MPa.
- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 32 PN 1,0 MPa.
- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	1" - 25 mm
Origen	Suministrada por Laboratorio (LHIR)
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca - Bronce

- ✓ Enlace de 3 piezas de PVC o PE100 DN 32 PN 1,6 MPa. Para el desmontaje de la válvula. Se podrá sustituir por enlace de PE40, rosca macho unión mecánica.
- ✓ Tubería a parcela de PE40 DN 32 mm PN 0,6 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 32 mm PN 1,0 MPa.

³⁰ El tramo recto entre inicio de la válvula de esfera y la entrada de contador será de 10 Diámetros como mínimo, en nuestro caso 250 mm.

³¹ El tramo recto entre salida del contador y codo de 90º, será de 5 Diámetros como mínimo, en nuestro caso 125 mm.

3.6.4.4. Toma E DN 40 mm (1"1/2).

- ✓ Reducción 2"-1"1/2.
- ✓ Válvula de esfera de PVC DN 50 (1"1/2) PN 16.
- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 50 PN 1,0 MPa. ³²
- ✓ Contador chorro múltiple DN 40 mm. Colocación en horizontal.

Descripción.	Contador metálico de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	GECONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	40 mm
Origen	Suministrado por GECONTA
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	10 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	20 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 50 PN 1,0 MPa. ³³
- ✓ Codo 90° de PVC o PE100 DN 50 PN 1,0 MPa.
- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 50 PN 1,0 MPa.
- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	BERMAD Serie 400
Modelo	IR-405-Z
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	1"1/2 - 40 mm
Origen	Suministrada por ADEQUA
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca

- ✓ Enlace de 3 piezas de PVC o PE100 DN 50 PN 1,6 MPa. Para el desmontaje de la válvula. Se podrá sustituir por enlace de PE40, rosca macho unión mecánica.
- ✓ Tubería a parcela de PE40 DN 50 mm PN 0,6 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 50 mm PN 1,0 MPa.

³² El tramo recto entre inicio de la válvula de esfera y la entrada de contador será de 10 Diámetros como mínimo, en nuestro caso 400 mm.

³³ El tramo recto entre salida del contador y codo de 90°, será de 5 Diámetros como mínimo, en nuestro caso 200 mm.

3.6.4.5. Toma F DN 50 mm (2").

- ✓ Válvula de esfera de PVC DN 63 (2") PN 16.
- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 63 PN 1,0 MPa. ³⁴
- ✓ Contador *Woltman* DN 50 mm. Colocación en horizontal.

Descripción.	Contador metálico tipo <i>Woltman</i>
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo.
Fabricante	GECONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	50 mm (2")
Origen	Suministrado por GECONTA
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	15 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	30 m ³ /h
Uniones	Brida

- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 63 PN 1,0 MPa. ³⁵
- ✓ Codo 90° de PVC o PE100 DN 63 PN 1,0 MPa.
- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 63 PN 1,0 MPa.
- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	BERMAD Serie 100
Modelo	Oblicua en Y
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	2" - 50 mm
Origen	Suministrada por ADEQUA
Cierre	Diafragma
Otros	Unión rosca material cuerpo y tapa en PP

- ✓ Enlace de 3 piezas de PVC o PE100 DN 63 PN 1,6 MPa. Para el desmontaje de la válvula. Se podrá sustituir por enlace de PE40, rosca macho unión mecánica.
- ✓ Tubería a parcela de PE40 DN 63 mm PN 0,6 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 63 mm PN 1,0 MPa.

³⁴ El tramo recto entre inicio de la válvula de esfera y la entrada de contador será de 10 Diámetros como mínimo, en nuestro caso 500 mm.

³⁵ El tramo recto entre salida del contador y codo de 90°, será de 5 Diámetros como mínimo, en nuestro caso 250 mm.

3.6.4.6. Toma G DN 25 mm (1").

- ✓ Válvula de esfera de PVC DN 32 (1") PN 16.
- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 32 PN 1,0 MPa.³⁶
- ✓ Contador chorro múltiple DN 25 mm. Colocación en horizontal.

Descripción.	Contador plástico de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	REGABER-
Modelo	MultiJet
Presión nominal (bar)	10
Diámetro nominal.	25 mm
Origen	Suministrado por REGABER
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	3,5 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	7 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 32 PN 1,0 MPa. ³⁷
- ✓ Codo 90º de PVC o PE100 DN 32 PN 1,0 MPa.
- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 32 PN 1,0 MPa.
- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	1" - 25 mm
Origen	Suministrada por Laboratorio (LIR)
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca - Bronce

- ✓ Enlace de 3 piezas de PVC o PE100 DN 32 PN 1,6 MPa. Para el desmontaje de la válvula. Se podrá sustituir por enlace de PE40, rosca macho unión mecánica.
- ✓ Tubería a parcela de PE40 DN 32 mm PN 0,6 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 32 mm PN 1,0 MPa.

³⁶ El tramo recto entre inicio de la válvula de esfera y la entrada de contador será de 10 Diámetros como mínimo, en nuestro caso 250 mm.

³⁷ El tramo recto entre salida del contador y codo de 90º, será de 5 Diámetros como mínimo, en nuestro caso 125 mm.

3.6.4.7. Toma H DN 25 mm (1").

- ✓ Válvula de esfera de PVC DN 32 (1") PN 16.
- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 32 PN 1,0 MPa.³⁸
- ✓ Contador chorro múltiple DN 25 mm. Colocación en horizontal.

Descripción.	Contador metálico de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	GECONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	25 mm
Origen	Suministrado por GECONTA
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	3,5 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	7 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 32 PN 1,0 MPa. ³⁹
- ✓ Codo 90º de PVC o PE100 DN 32 PN 1,0 MPa.
- ✓ Tramo recto de tubería de PVC o PE100 DN 32 PN 1,0 MPa.
- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	1" - 25 mm
Origen	Suministrada por Laboratorio (LIR)
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca - Bronce

- ✓ Enlace de 3 piezas de PVC o PE100 DN 32 PN 1,6 MPa. Para el desmontaje de la válvula. Se podrá sustituir por enlace de PE40, rosca macho unión mecánica.
- ✓ Tubería a parcela de PE40 DN 32 mm PN 0,6 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 32 mm PN 1,0 MPa.

³⁸ El tramo recto entre inicio de la válvula de esfera y la entrada de contador será de 10 Diámetros como mínimo, en nuestro caso 250 mm.

³⁹ El tramo recto entre salida del contador y codo de 90º, será de 5 Diámetros como mínimo, en nuestro caso 125 mm.

3.6.5. Características de los otros hidrantes “Costella” ensayados.

3.6.5.1. Hidrante 10 (H2-5/Tipo3-7/DNB 100-QNB 63-DNP 20x1 25x1 30x2 50x3/PN10).

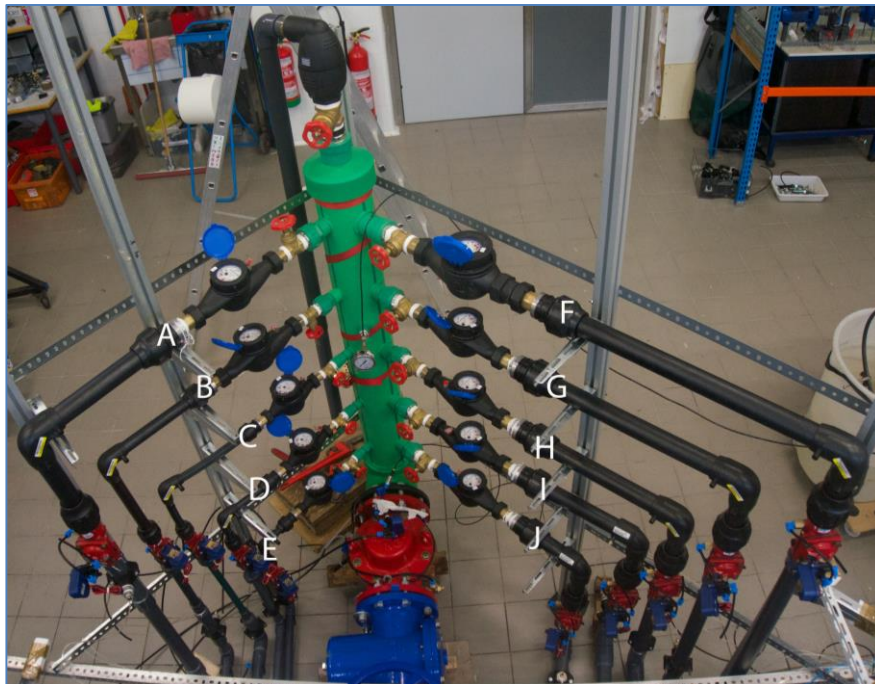
H2-5					
Función	Tipo 3				
NSH	7				
Dimensiones					
DNB	100				
QNB	63				
Salidas	DNP	20	25	30	50
	NS _{DN}	1	1	2	3
Presión (bar)	10			Contadores	



Fotografía 3-3: Detalle del Hidrante 10, Tipo “Costella”. Izquierda tomas A-B-C-D , derecha tomas E-F-G.

3.6.5.2. Hidrante 12 (H2-5/Tipo3-10/DNB 150-QNB 51-DNP 20x3 25x1 30x5 40x1/PN10).

H2-5					
Función		Tipo 3			
NSH		10			
Dimensiones					
DNB		150			
QNB		51			
Salidas	DNP	20	25	30	40
	NS _{DN}	3	1	5	1
Presión (bar)		10		Contadores	



Fotografía 3-4: Detalle del Hidrante 12, Tipo "Costella".

3.6.6. Caracterización hidráulica del hidrante tipo diseñado.

Ensayos realizados.

1. Comprobación de la metrología a QNP para cada una de las tomas.
2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. QNB.
3. Pérdidas de carga del hidrante, con todas las tomas abiertas y sin regulación.

4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego. Transitorios generados. Funcionamiento como Tipo 1.
5. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego con el funcionamiento de la VRP. Transitorios generados. Funcionamiento como Tipo 3.
6. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada en su función como reductora de presión.
7. Rapidez de regulación de presión de la válvula reductora de presión.
8. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.
9. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego.
10. Prueba de estanqueidad.

3.6.7. Resultados.

3.6.7.1. Comprobación de la metrología a QNP para cada una de las tomas.

En el caso del hidrante Tipo no se realizó la prueba para los QNP de cada una de las tomas ya que los contadores habían pasado previamente por un ensayo metrológico. Se muestran los resultados de los otros dos hidrantes ensayados.

Tabla 3–3: Hidrante 10. Comprobación metrología de las tomas. Hidrante 10 y 12

Toma	$\epsilon_p(\%)$	
	Hidrante 10	Hidrante 12
A	-2,52	-0,16
B	-1,69	-1,8
C	-3,13	-4,78
D	-1,93	-2,08
E	-3,18	-3,47
F	-0,9	-5,24
G	0,75	-2,23
H	-	-2,02
I	-	-1,24
J	-	-1,55

Algún contador muestra errores superiores a los esperados.

3.6.7.2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo.

Los resultado para el hidrante Tipo son:

Tabla 3–4: Hidrante Tipo “Costella”. Error de caudal del hidrante.

Toma	QNP (m ³ /h)	Caudal Medido Contador (m ³ /h)
A	10,0	11,67
B	15,0	15,42
C	3,5	3,40
D	3,5	3,52
E	10,0	10,21
F	15,0	14,65
G	3,5	3,86
H	3,5	3,92
Total Hidrante	64,0	66,65

Q _{HIDRANTE}	Q _{CEM}	ε (%)
66,65	64,40	+3,5

Siendo:

- Q_{HIDRANTE}: Caudal total del hidrante, en m³/hora
- Q_{CEM}: : Caudal contador CEM, medida patrón, en m³/hora
- ε : Error relativo.

Para el resto de hidrantes:

Tabla 3–5: Resumen resultados de la metrología global de los hidrantes Tipo ensayados.

Hidrante	10	12
Configuración	H2-5	H2-5
Función/Tipo	3	3
QNB	63,0	51,0
Q_{HIDRANTE}	65,43	52,22-
Q_{CEM}	62,99	51,14-
ε (%)	+3,88	+2,10

El error producido se encuentra dentro de los valores indicados por la norma UNE-EN 14267 (AEN/CTN68 2005).

3.6.7.3. Pérdidas de carga del hidrante.

En este apartado se resumen aquellos resultados para el caudal nominal del hidrante (64,0 m³/h). Ensayado para la configuración de Tipo 1 y Tipo 3.

Tabla 3–6: Hidrante Tipo “Costella”. Pérdidas de carga. Versión Tipo 3.

Δh_N (Media Tomas 40mm)	Δh_N (Media Tomas 25 mm)	Δh_N (Toma 50mm)	Δh VC + Filtro	Δh VRP	Δh Colector	Q_{CEM}
10,20	11,19	9,17	1,98	3,99	0,50	64,0

Δh_N (Toma A)	Δh_N (Toma B)	Δh_N (Toma C)	Δh_N (Toma D)	Δh_N (Toma E)	Δh_N (Toma F)	Δh_N (Toma G)	Δh_N (Toma H)	Δh VC + Filtro	Δh VRP	Δh Colector	Q_{CEM}
10,03	10,33	10,83	11,41	10,36	8,02	11,33	13,43	1,98	3,99	0,50	64,0

Siendo:

- Q_{CEM} : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM, en m³/hora
- Δh_N (Media Tomas X) : Media de las pérdidas de carga totales para las tomas de tipo X, para el caudal nominal del hidrante, en mca
- Δh_N (Toma x) : Pérdidas de carga totales entre la medición aguas arriba del hidrante y la medición aguas abajo de la toma X, para el caudal circulante por la toma (ver caudal en tablas apartado anterior), en mca
- Δh (VC + Filtro) : Pérdida de carga de la válvula de compuerta DN 100 del hidrante y del filtro caza piedras, en mca.
- Δh (VRP) : Pérdida de carga de la válvula reductora de presión totalmente abierta, en mca.

Según la norma UNE-EN 14267 las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 3 son 0,8 bar (80 KPa, 8 m). Las pérdidas de cargas son superiores en todas las tomas. Las pérdidas de la toma H son superiores a las de tomas del mismo diámetro debido a que el caudal regulado para esta toma es superior al nominal del contador.

En su versión Tipo 1 (corte y medición), los valores de pérdidas serían.

Tabla 3–7: Hidrante Tipo “Costella”. Pérdidas de carga. Versión Tipo 1.

Δh_N (Media Tomas 40mm)	Δh_N (Media Tomas 25 mm)	Δh_N (Toma 50mm)	Δh VC + Filtro	Δh Colector	Q_{CEM}
6,21	7,20	5,19	1,98	0,50	64,0

Δh_N (Toma A)	Δh_N (Toma B)	Δh_N (Toma C)	Δh_N (Toma D)	Δh_N (Toma E)	Δh_N (Toma F)	Δh_N (Toma G)	Δh_N (Toma H)	Δh VC + Filtro	Δh Colector	Q_{CEM}
6,04	6,35	6,85	7,43	6,38	4,03	7,34	9,44	1,98	0,50	64,00

Según la norma UNE EN 14267 las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 1 son 0,5 bar (50 kPa, 5 m). Las pérdidas de cargas son superiores en todas las tomas, excepto la toma F.

A posteriori debido a las altas pérdidas obtenidas se ensayaron los elementos generales del hidrante por separado, verificando las altas pérdidas que producían para el QNB, el filtro caza piedras y la VRP. En estos ensayos se obtuvieron diferencias de + 1 mca para el filtro caza piedras con respecto a lo aportado por el fabricante y - 2 mca en la VRP, con respecto a lo mostrado en el ensayo del hidrante, lo que se debió a que la válvula en el ensayo del hidrante no estaba totalmente abierta.

Los resultados para los otros hidrantes se pueden comprobar en la Tabla 3–8.

En el Hidrante 10 aunque 3 de sus tomas tienen pérdidas superiores a las recomendadas, estas se obtuvieron para caudales ligeramente superiores a los QNP de dichas tomas. Las pérdidas bajas que muestra el hidrante 12 son debidas a una mala selección de los elementos generales para el QNB de 51 m³/h, recordemos que el DNB para este hidrantes es de 150 cuando según la Tabla 3–1 debería ser 100.

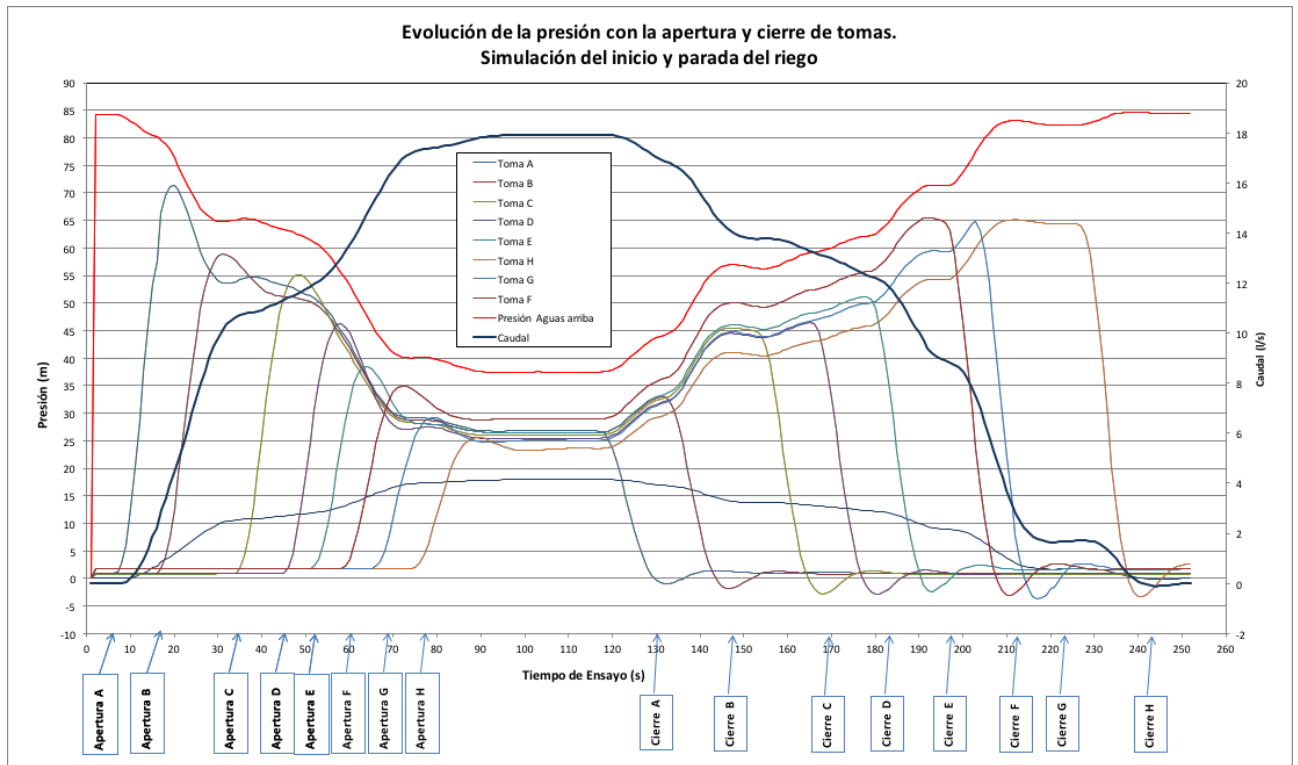
Tabla 3–8: Resumen de los resultados de las pérdidas de carga para los hidrantes Tipo ensayados.

Hidrante	10	12
Configuración	H2-5	H2-5
Función/Tipo	3	3
QNB (m ³ /h)	63,0	51,0
Δh_N (Norma)	8	8
Cumple	NO	SI
Tomas no Cumplen	C-D-E	-
Δh_N máximo (mca)	8,48	5,86

3.6.7.4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.

Transitorios generados. Funcionamiento como Tipo 1.

Este ensayo y debido a que la configuración es de un prototipo, se realiza en dos situaciones distintas con la VRP en regulación y sin regulación totalmente abierta, simulando así el funcionamiento de un hidrante de Tipo 3 y Tipo 1 respectivamente.

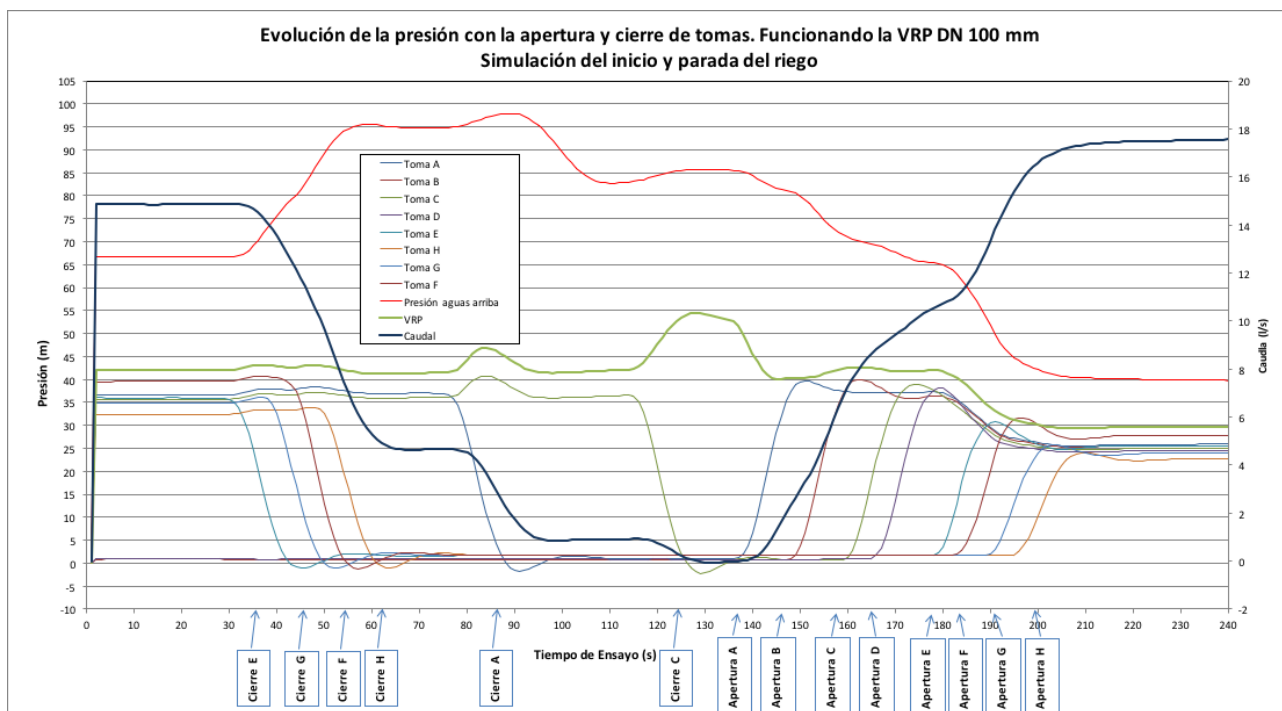


Gráfica 3-1: Hidrante Tipo "Costella". Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas de riego. Versión Tipo 1.

El hidrante se comporta de forma estable ante estas situaciones de apertura y cierre, no mostrando transitorios importantes en ningún caso.

3.6.7.5. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego con el funcionamiento de la VRP. Transitorios generados. Funcionamiento como Tipo 3.

Se activa el funcionamiento de la válvula reductora de presión, y se realiza un procedimiento similar al del apartado anterior 3.6.7.4, verificando la presión de regulación ante la apertura (inicio riego) y cierre (parada de riego), verificando si la válvula reduce la presión a caudales bajos o en estática.



Gráfica 3-2: Hidrante Tipo “Costella”. Respuesta del hidrante ante la regulación de presión ante la apertura y cierre de tomas. Versión Tipo 3.

La regulación de la válvula reductora es buena y estable, asegurando una presión adecuada en las tomas de riego. El valor de regulación en estática es adecuado aunque ligeramente superior a la presión de tarado. No se detectan transitorios en la apertura y cierre de tomas.

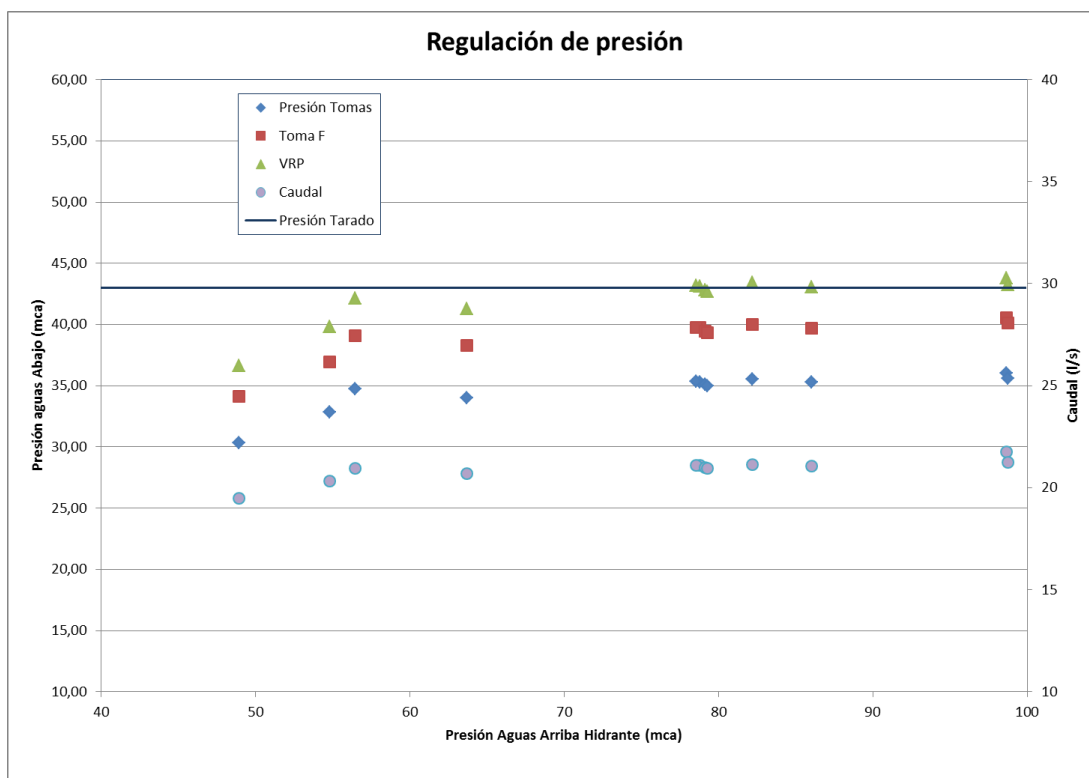
Los resultados para el resto de hidrantes Tipo ensayados se muestran en la Tabla 3-9:

Tabla 3-9: Resumen de los resultados de la apertura y cierre de tomas. Transitorios Hidráulicos.

Hidrante	10	12
Configuración	H2-5	H2-5
Función/Tipo	3	3
QNB (m ³ /h)	63,0	51,0
Transitorio	SI	Si
ΔH máx. (mca)	5	10
Toma	F	I
Proceso	Apertura y Cierre	Cierre

3.6.7.6. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada en su función como reductora de presión.

La presión de tarado PTR para el hidrantes es de 43 mca, las variaciones de presión reguladas en función de la presión de entrada se pueden observar en la Gráfica 3–3.



Gráfica 3–3: Hidrante Tipo “Costella”. Respuesta del hidrante ante la regulación de presión.

La regulación de la válvula reductora es buena y estable, asegurando una presión adecuada en las tomas de riego.

Los resultados para el resto de hidrantes Tipo ensayados:

Tabla 3–10: Resumen de los resultados de la regulación de presión.

Hidrante	10	12 (25)	12 (40)
Configuración	H2-5	H2-5	H2-5
Función/Tipo	3	3	3
QNB (m ³ /h)	63,0	51,0	51,0
PTR (mca)	40	25	40
Rango Presiones ensayo (mca)	45-98	43-87	40-95
Presión Tomas (mca)	38-45	22-24	36-42
Regulación	General	General	General

El Hidrante 12 se evaluó para dos PTR distintas, ya que la PTR por defecto es de 25 mca, se comprobó insuficiente para asegurar la correcta presión en parcela, se repitió el ensayo a una PTR = 40 mca.

En todos los casos la presión regulada es estable y se consigue una buena regulación de presión.

3.6.7.7. Rapidez de regulación de presión de la válvula reductora de presión.

EL ensayo no se realizó para el prototipo ya que la válvula demuestra en el apartado 3.6.7.5, ser lo suficientemente rápida en su regulación como para regular la presión en estática.

Mostramos los resultados del Hidrante 10, ya que por fugas en la toma de presión de la VRP del Hidrante 12 esta prueba no se pudo realizar.

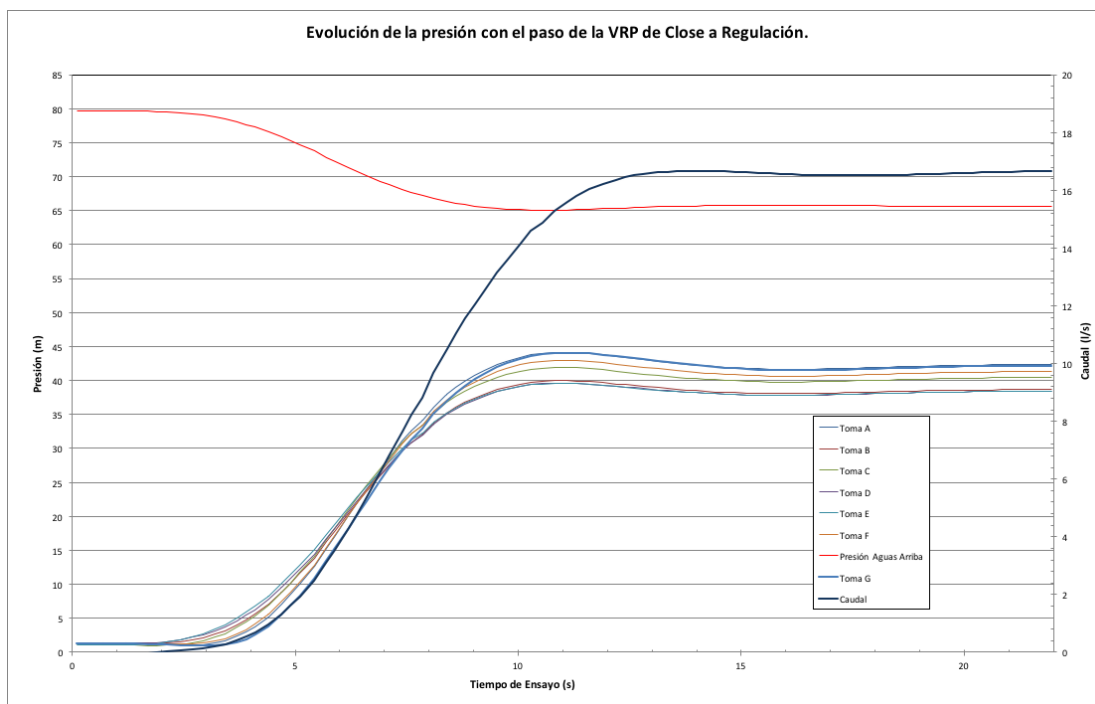
Proceso de VRP Cerrada a regulación.

Tabla 3–11: Hidrante 10. Rapidez en la actuación de la VRP de cerrada a regulación.

Medida	T1(s)	T2(s)	P _{aa} /γ (mca)	P _{ab} /γ VRP (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
1	1,69	15,38	65,68	40,99	16,57
2	1,83	16,23	65,95	40,89	16,46
3	8,02	24,01	66,27	40,87	16,28
4	5,05	21,49	66,27	40,88	16,22
5	1,60	13,60	65,81	40,95	16,46
Medias	3,64	18,14	66,00	40,92	16,40
σ	2,85	4,40	0,27	0,05	0,14

Siendo:

- T1: Tiempo desde el comienzo de la maniobra hasta que la válvula comienza a regular, en segundos.
- T2: Tiempo desde el comienzo de la maniobra hasta que la válvula estabiliza la presión de regulación, en segundos.
- P_{aa}/γ: Altura de presión aguas arriba del hidrante desde T2 hasta el final del ensayo, en metros.
- P_{ab}/γ VRP: Altura de presión aguas abajo VRP desde T2 hasta el final del ensayo, en metros
- Q_{CEM}: : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM desde T2 hasta el final del ensayo, en m³/hora
- σ: Desviación típica.



Gráfica 3-4: Rapidez de respuesta del hidrante 10 ante la regulación de presión

3.6.7.8. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.

Recordamos que es el ensayo testigo para comprobar el bloqueo de los contadores. Los resultados para el prototipo son:

Tabla 3-12: Hidrante Tipo "Costella". Caudal máximo simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	P _{aa} /γ (mca)	P _{ab} /γ VRP (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
A	10	20	79,94	70,68	18,83	No Bloqueo
B	15	30	75,85	65,43	25,20	No Bloqueo
C	3,5	7	82,47	74,43	5,90	No Bloqueo
D	3,5	7	82,72	61,95	5,90	No Bloqueo
E	10	20	80,67	65,95	16,74	No Bloqueo
F	15	30	77,85	72,6	22,57	No Bloqueo
G	3,5	7	82,32	71,84	6,48	No Bloqueo
H	3,5	7	82,23	64,79	6,74	No Bloqueo

Siendo:

- TOMA: Toma ensayada
- QNP: Caudal nominal del contador, en m³/hora.

- Q_{max} : Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- P_{aa}/γ : Altura de presión aguas arriba del hidrante, en metros.
- P_{ab}/γ VRP: Altura de presión aguas debajo de la toma, en metros
- Q_{CEM} Máximo: Caudal máximo de ensayo medido con contador CEM, en m³/hora

Para el resto de hidrantes Tipo en ninguna de las tomas aparece bloqueo de los contadores.

3.6.7.9. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego.

El prototipo solo se ensayó con la VPR sin regulación, situación más desfavorable de las posibles, con los siguientes resultados.

Tabla 3–13: Hidrante Tipo “Costella”. Caudal máximo simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q_{max} (m ³ /h)	P_{aa}/γ (mca)	P_{ab}/γ VRP (mca)	Q_{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
A	10	20	65,11	16,70	40,21	No Bloqueo
B	15	30	58,34	13,15	38,77	No Bloqueo
C	3,5	7	81,36	14,73	12,6	No Bloqueo
D	3,5	7	81,3	18,57	12,49	No Bloqueo
E	10	20	68,25	12,80	36,18	No Bloqueo
F	15	30	43,80	10,79	61,41	No Bloqueo
G	3,5	7	81,05	22,65	13,86	No Bloqueo
H	3,5	7	81,33	19,74	11,59	No Bloqueo

Siendo:

- TOMA: Toma ensayada
- QNP: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max} : Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- P_{aa}/γ : Altura de presión aguas arriba del hidrante, en metros.
- P_{ab}/γ VRP: Altura de presión aguas debajo de la toma, en metros
- Q_{CEM} Máximo: Caudal máximo de ensayo medido con contador CEM, en m³/hora

Para cualquier DN, incluso para caudales dos veces el Q_{max} no se produce bloqueo de contadores. Para el resto de hidrantes Tipo ensayados, se observan resultados similares. No se producen bloqueos en ningún caso.

3.6.7.10. Prueba de estanqueidad.

Se somete el hidrantes a una presión hidrostática de 1,0 MPa, durante 1 hora. La variación de presión producida está dentro de los valores normales considerando una estanqueidad adecuada del hidrante.

Tabla 3–14: Hidrante Tipo “Costella”. Resultados estanqueidad.

Toma	Conexión Válvula bola	Contador	Conexiones válvula hidráulica.
A	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
B	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
C	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
D	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
E	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
F	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
G	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
H	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas

Tabla 3–15: Resumen prueba de estanqueidad de los hidrantes Tipo Ensayados.

Hidrante	10	12
Configuración	H2-5	H2-5
Función/Tipo	3	3
QNB (m³/h)	63,0	51,0
Tipo ensayo	1	1
Fugas	NO	SI
Elemento Fuga	-	Tubo comando VRP
Presión ensayo (MPa)	0,90	0,75
Tiempo (min)	120	20

3.6.8. Conclusiones ensayo hidrantes Tipo “Costella”.

La medición para el QNB del hidrante muestra una buena precisión con respecto a medido en el banco de ensayo, estando dentro de los valores que marca la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005). No es así para el QNP de alguna de las tomas para los hidrantes ensayados.

Los resultados de pérdidas de carga no son concluyentes por problemas con los datos obtenidos para el filtro caza piedras y la VRP, si ajustamos los valores a los indicados por el fabricante el hidrante cumple sin problemas.

En el ensayo del filtro se observa que las malla de estos disponen de una costura de soldadura y en función de cómo se coloque en el filtro las pérdidas son distintas. Lo que hace pensar que con los elementos elegidos no hay problemas de pérdidas de carga.

Se recomienda contrastar la información comercial o realizar los ensayos hidráulicos correspondientes para adecuar el caudal máximo a las pérdidas máximas permitidas, sobre todo para este tipo de hidrantes cuando su configuración es de Tipo 1, en el caso del Tipo 3. Aun así y debido a la instalación de la VRP, el incorporar elementos con pérdidas superiores a las indicadas en la norma puede mejorar el funcionamiento de la VRP.

El resto de hidrantes también están dentro de los valores de pérdidas adecuados, aunque el Hidrante 12 a la vista de las pérdidas obtenidas presenta un problema de selección, ya que los valores son excesivamente bajos debido a que para un hidrante de DNB 150 el QNB recomendado es de 70 a 135 m³/h (Tabla 3–1) y el QNB de este hidrante es de 51 m³/h.

De nuevo este ensayo permite verificar anomalías de configuración o selección de los elementos.

El hidrante muestra una buena respuesta ante el cierre y apertura de las diferentes tomas, tanto en su actuación sin VRP como con VRP. El comportamiento es similar tanto al cerrar como a la apertura de las tomas, no observándose comportamientos de histéresis ni transitorios en ningún caso.

La regulación de presión es buena no transmitiendo presiones elevadas a las tomas, incluso a presión estática, lo que asegura una buena protección de las tomas a parcela.

En las condiciones de instalación (horizontales), los contadores no tienen riesgo de bloqueo, aunque el caudal que puede circular excede ampliamente el máximo recomendado por los fabricantes, si puede darse esta circunstancia en su instalación en campo (toma sin instalación en parcela o vertido a la atmósfera) habrá que incorporar en las tomas cualquier dispositivo que limite el caudal circulante, para evitar el deterioro que estos caudales pueden provocar en los contadores de las tomas.

La estanqueidad observada en los componentes del hidrante ensayado es adecuada.

El material elegido para el colector y los accesorios permite garantizar la ausencia de corrosión y degradación por sustancias químicas, aunque habrá que tener especial consideración a los esfuerzos mecánicos y de anclaje a los que estarán sometidos estos elementos. La elección de materiales plásticos puede reducir significativamente los actos vandálicos a los que están sometidos este tipo de instalaciones.

En general el hidrante se comporta adecuadamente cumpliendo todos los objetivos planteados en su desarrollo.

3.7. Conclusiones generales de la aplicación de la guía para el diseño y selección de hidrantes multiusuario para riego.

Contrastamos la caracterización hidráulica, configuración y calidad de los elementos del hidrante tipo “*Costella*”, con las conclusiones y problemas planteados en los apartados 1 y 2.

1. Contadores horizontales evitan el bloqueo de los mismos independientemente del caudal circulante.
2. Los tramos rectos aguas arriba y aguas abajo garantizan la metrología a lo largo de la vida útil de los contadores, sea cual sea el tipo de contador elegido.
3. La selección de los DNB en función del QNB del hidrante es válida, comprobándose en los resultados de los tres hidrantes ensayados. (Tabla 3–1).
4. Aunque se han seguido los criterios de diseño indicados por la norma UNE-EN 14267, y los especificados en el apartado anterior, se ha detectado que las pérdidas han sido superiores a las permitidas, debido fundamentalmente a que los elementos generales elegidos tienen más pérdidas de las indicadas por los fabricantes. Es necesario revisar y contrastar dicha información, y proponer métodos de análisis y modelización que permitan evaluar de forma más detallada la configuración de los hidrantes.
5. El número y disposición de los elementos permite un correcto manejo de los mismos, facilitando las labores de mantenimiento y reparación (Hidrante 10, Fotografía 2-28, Figura 3–6 y Figura 3–7).
6. La colocación del filtro caza piedras permite su limpieza y garantiza la retención de los elementos filtrados. Comprobar la colocación de la malla dentro del filtro la costura interna de la misma puede provocar más pérdidas de las indicadas por el fabricante.

7. La utilización de materiales termoplásticos elimina los riegos de oxidación y evita los actos vandálicos que en la actualidad suponen un gran problema de funcionamiento en la mayoría de las instalaciones.
8. Se siguen encontrando problemas de configuración, como tomas no ordenadas por DNP, tramos rectos mal colocados (aguas abajo y no aguas arriba), DNB no adecuados al QNB, etc. Es necesaria la concienciación de los diseñadores y seguir la guía de diseño redactada, ya que conduce a instalaciones sin problemas de funcionamiento y configuración, lo que permite asegurar la vida útil de las instalaciones y optimizar los recursos invertidos en estas instalaciones.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Capítulo 4.

Modelización hidráulica de Hidrantes multiusuario.

4.1. Introducción y objetivos de la modelización de hidrantes.

La caracterización hidráulica de los hidrantes en laboratorio ha resultado enormemente útil para predecir el comportamiento anómalo de algunos equipos y configuraciones, dando como fruto el desarrollo de un protocolo de diseño y configuración para este tipo de instalaciones. Estos ensayos son complejos de realizar, al requerir bancos de ensayos de gran tamaño y con precisos equipos de adquisición de datos.

Con objeto de minimizar el número de ensayos, incluso evitar su realización, se pretende desarrollar y validar, a través de herramientas informáticas de simulación hidráulica, métodos de análisis que permitan predecir el comportamiento de los hidrantes multiusuario bajo distintas condiciones de funcionamiento.

La elección de las herramientas de análisis que se van a utilizar se ha basado según su accesibilidad, facilidad de uso, y con métodos de cálculo ampliamente contrastados, de forma que los métodos de trabajo que se propongan puedan ser ampliamente utilizados por el usuario final que realiza el diseño de este tipo de instalaciones.

Las herramientas utilizadas para la simulación y análisis son :

- Flow Simulation de SolidWorks (Dassault Systèmes 2013a), Modulo CFD (Dinámica de Fluidos Computacional, *Computational Fluid Dynamics* - CFD). Software de diseño industrial ampliamente utilizado y extendido (Kurowski 2013)
- EPANET 2.0. Herramienta de análisis hidráulico de redes de agua, ampliamente utilizada y contrastada, desarrollada por la EPA⁴⁰ y de difusión gratuita (Rossman, L A. 2001).

Los objetivos de este capítulo son:

1. Proponer y validar un proceso de análisis con EPANET 2.0 que garantice que los resultados del análisis modelicen con precisión el comportamiento de hidrantes reales. Para lo cual se deberá:
 - a. Construir y validar los modelos hidráulicos de los colectores de los hidrantes multiusuarios ensayados en laboratorio.
 - b. Analizar las presiones y pérdidas de carga producidas en los modelos.
 - c. Aplicar los modelos obtenidos a hidrantes multiusuarios completos. Permitiendo:
 - Verificar pérdidas de carga.
 - Comprobar los caudales máximos recomendados en función del DNB del hidrante considerado.

⁴⁰ EPA: US Environmental Protection Agency

- Verificar los caudales máximos que pueden circular por las tomas en el caso de suministro a parcelas, con diferentes hipótesis de funcionamiento en parcela.
- Otras simulaciones que puedan resultar de interés.

4.2. Materiales y métodos.

El procedimiento seguido para conseguir un método de análisis válido es:

1. A través del ensayo hidráulico del colector del Hidrante 11 (Capítulo 2), en el que se han registrado presiones y caudales en cada una de las tomas para diferentes hipótesis de funcionamiento, se validan los parámetros de simulación con CFD del colector ensayado.
2. Una vez validados los modelos y parámetros de CFD, se utilizan estos para simular el funcionamiento de los colectores de todos los hidrantes ensayados. Estas simulaciones se utilizarán para obtener los coeficientes de resistencia (**Ks**) de las pérdidas localizadas en derivaciones y cambios de sección, que utilizados en EPANET 2.0 generan los modelos testigos que permiten contrastar los coeficientes de resistencia encontrados en la bibliografía para elementos similares.
3. Se analizan los resultados de las simulaciones con EPANET 2.0, para cada combinación de colector de hidrante y valores de **Ks** considerados, permitiendo indicar cuáles son los **Ks** que mejor simulan el comportamiento de los colectores.
4. Se comprueba el hidrante completo considerando todos los elementos que lo constituyen, permitiendo simular hipótesis de funcionamiento distintas a las ensayadas.

4.2.1. Modelización con herramientas CFD. Flow Simulation . SOLIDWORKS.(Dassault Systèmes 2013a)

La Dinámica de Fluidos Computacional (traducción más próxima al término inglés *Computational Fluid Dynamics, CFD*), se ocupa de obtener soluciones numéricas de problemas de movimiento de fluidos con el apoyo de los ordenadores. Las técnicas CFD permiten aproximar en alto grado la solución a muchos problemas complejos de flujo (Manzano Juarez 2008).

De una forma resumida, los componentes de un método CFD son:

- El modelo matemático; que incluye las ecuaciones de gobierno y el sistema de coordenadas
- El mallado, por el cual se dividirá la geometría a estudiar en un número finito de particiones, elementos o volúmenes de control.

- El método de discretización de las ecuaciones de gobierno y las simplificaciones adoptadas: método de diferencias finitas (MDF), elementos finitos (MEF) o volúmenes finitos (MVF), que se aplicará sobre la malla.
- El algoritmo de solución o *solver* y los criterios de convergencia seleccionados.

El *software* existente de técnicas CFD es amplio, existiendo paquetes comerciales, generales o específicos, que integran todo el proceso de diseño, desde la construcción de la geometría a analizar y su descomposición en una malla (preprocesado), el procesado o la resolución del problema (modelo físico, método numérico y algoritmo de solución) hasta el análisis y representación de los resultados (postprocesado). Cada vez es más común encontrar módulos de CFD en paquetes de CAD lo que está generando el uso cada vez más extendido de este tipo de herramientas de análisis.

Algunos de los códigos comerciales usados comúnmente en aplicaciones de Ingeniería Hidráulica son:

- Preprocesado: Pro-Engineer, SolidWORKS, Gridpro, ICEM-CFD, Gambit, etc.
- Procesado, programas de cálculo o *Solver*: Flow-3D, Star-CD, CFD-ACE+, Fluent, TascFlow-CFX, Flow Simulation, etc.
- Postprocesado: Tecplot, Fieldwiew, Enight, etc.

No se puede establecer claramente qué códigos son superiores a los demás, al menos contrastados con análisis comparativos. Sí que aparecen referencias bibliográficas de comparaciones de software para casos concretos, como en (King y Ölçmen 2013) donde se compara los resultados del análisis de un difusor para un túnel de viento con dos paquetes de software, SolidWORKS Flow Simulation y ANSYS FLUENT , no encontrando diferencias significativas en los resultados obtenidos.

Se elige por tanto la aplicación SolidWORKS Flow simulation para el desarrollo de este apartado de la tesis, ya que engloba en un mismo paquete herramientas CAD y CFD, agilizando los procesos de análisis a desarrollar, además de permitir parametrizar la geometría y optimizar piezas.

4.2.1.1. Fundamentos de cálculo.

Los fundamentos de cálculo utilizados en los CFD se basan en métodos numéricos, que consideran para su resolución diferencias finitas, elementos finitos y volúmenes finitos, estos métodos proporcionan resultados exactos solo en puntos discretos, elementos o nudos del sistema. La solución completa se genera por la conexión o ensamblaje de las soluciones individuales, dando continuidad a los contornos interelementales.

Flow Simulation resuelve las ecuaciones de **Navier-Stokes**, las cuales se basan en que un fluido en movimiento puede ser definido con tres leyes físicas fundamentales.

1. La ley de conservación de la masa o ecuación de continuidad.
2. La segunda ley de Newton, también llamada ecuación de la cantidad de movimiento.
3. La primera ley de la termodinámica o ecuación de la conservación de la energía.

Las ecuaciones se complementan según la naturaleza del fluido, por su dependencia de la densidad, viscosidad y conductividad térmica. Terminando la definición del problema por la geometría, condiciones de contorno y condiciones iniciales.

Flow Simulation es capaz de calcular en flujos laminares y turbulentos. Para resolver en flujos turbulentos, se consideran las ecuaciones **Favre-averaged Navier-Stokes**, que complementa el sistema de ecuaciones empleando los modelos de turbulencia **k-ε (RANS)** como ecuaciones de transporte para la energía cinética de las turbulencias y su tasa de disipación.

4.2.1.2. Características de Flow Simulation.

Con Flow Simulation es posible estudiar una amplia gama de fenómenos de flujo y de transferencia de calor de fluidos, resumidos en (Dassault Systèmes 2013b):

- Flujo de fluidos externos e internos.
- Flujo de fluidos compresible e incompresible.
- Fluidos en flujo permanente y no permanente.
- Flujos de gas subsónico, transónico, y supersónico.
- Flujos libres, forzados, y con convección mixta.
- Flujos de fluidos con capas límite, incluidos los efectos de la rugosidad de la pared.
- Flujos de fluidos laminares y turbulentos.
- Fluidos de múltiples tipos y sólidos multicomponentes.
- Flujos de fluidos en los modelos con movimiento / superficies y o partes giratorias.
- La conducción de calor en los medios fluidos, sólidos y porosos con / sin transferencia de calor conjugado y / o resistencia al calor de contacto entre sólidos y / o transferencia de calor por radiación entre sólidos opacos (algunos sólidos pueden ser considerados transparentes para la radiación), y / o el volumen (o superficie) fuentes de calor, por ejemplo debido al efecto *Peltier*, etc.
- Flujos de líquidos no newtonianos

- Flujos de líquidos compresibles.
- Calentamiento Joule debido a la corriente eléctrica directa en sólidos eléctricamente conductores.
- Varios tipos de conductividad térmica en medio sólido, es decir, isotrópico, unidireccional, biaxial / asimétrica, y ortotrópico.
- Gases reales.
- Cavitación en flujos de agua incompresibles.
- Volumen equilibrio de condensación de agua del vapor y su influencia en el flujo de fluido y transferencia de calor
- Humedad relativa en gases y mezcla de gases.
- Flujos de dos fases (líquidos + partículas).
- Condiciones de contorno periódicas.

4.2.2. Modelización con herramientas de análisis hidráulico. EPANET 2.0.

El análisis hidráulico de instalaciones permite comprobar el comportamiento de las mismas bajo distintas hipótesis de funcionamiento, verificando presiones en tomas o conexiones, distribución de caudales y adecuación de los elementos, regulación, control y seccionamiento a los requerimientos de la instalación. En instalaciones en explotación las técnicas de análisis permiten valorar los efectos de posibles modificaciones o actuaciones en las mismas lo que resulta de sumo interés tanto para técnicos a nivel de proyecto como de gestión y explotación.

4.2.2.1. Fundamentos de cálculo.

La mayoría de las técnicas de análisis hidráulico se basan en la aplicación simultánea de la ecuación de continuidad en todos los nudos de la red. Para un nudo genérico se deberá verificar que el sumatorio de todos los caudales entrantes en el mismo sean iguales al sumatorio de los caudales salientes.

$$\sum_j Q_{L_j} + \sum_k q_k = 0$$

Siendo:

Q_{L_j} : Caudal de la línea j (Signo + si entra al nudo (-) si sale del nudo)

q_k : Consumo k en el nudo i (Signo (+) si es consumo, (-) si se trata de aportación.)

Por otra parte el caudal circulante por las distintas líneas (tuberías, bombas, válvulas, etc.) de la red pueden relacionarse con la diferencia de cotas piezométricas entre sus extremos.

En concreto en el caso de una tubería se relaciona mediante una ecuación de pérdidas de carga. Si se utiliza, por ejemplo, la fórmula universal de *Darcy-Weisbach* se verificará:

$$\Delta H_{ij} = -0,0826 \cdot f \cdot L \cdot \frac{Q^2}{D^5} = C \cdot Q^2$$

Siendo:

f : Factor de fricción

L : Longitud de la tubería

D : Diámetro interior de la tubería

ΔH_{ij} : Diferencia de cotas piezométricas entre los extremos de la tubería, dada por:

$$\Delta H_{ij} = \left[\frac{P_i}{\gamma} + Z_i \right] - \left[\frac{P_j}{\gamma} + Z_j \right]$$

i y j : Nudos inicial y final de la tubería considerada.

Esto da lugar a un sistema de N ecuaciones no lineales con N+1 incógnitas (cotas piezométricas en los nudos de la red), que necesita para su resolución, fijar la cota piezométrica en un punto, normalmente coincidente con el origen de la red o elemento de cota constante como puede ser un depósito.

La utilización de EPANET como herramienta de análisis en el tipo de instalaciones que se consideran en esta tesis tiene la limitación que no considera la altura cinética para el cálculo de las pérdidas de carga y por tanto hay diferencias entre las presiones resultantes en los nudos mostradas en EPANET y las obtenidas en las simulaciones con CFD, o en ensayos de laboratorio.

En los hidrantes multiusuarios debido a que se producen cambios bruscos de sección y los caudales derivados por los colectores son decrecientes, esta variación de energía cinética puede ser importante. Por ello se ha desarrollado una macros en hoja de cálculo, que permite leer de forma automática y calcular las presiones considerando la variación de energía cinética en todos los puntos del hidrante, permitiendo contrastar los valores de presión (cota piezométrica) obtenidos en EPANET con los obtenidos en CFD o laboratorio.

Las pérdidas de carga entre extremos:

$$\Delta h_{ij} = \left[\frac{P_i}{\gamma} + Z_i + \frac{V_i^2}{2g} \right] - \left[\frac{P_j}{\gamma} + Z_j + \frac{V_j^2}{2g} \right]$$

Y la presión resultante al final de la tubería o elemento considerado:

$$\frac{P_j}{\gamma} = \frac{P_i}{\gamma} + Z_i + \frac{V_i^2}{2g} - Z_j - \frac{V_j^2}{2g} - \Delta h_{ij}$$

4.2.2.2. Características de EPANET 2.0.

EPANET es una aplicación informática de difusión general implementada para el análisis de modelos de calidad en redes de distribución de agua a presión. Entre sus características principales podemos citar las siguientes (Rossman 2001):

- Utiliza técnicas de análisis hidráulico dinámico en periodo extendido, proporcionando la evolución de los niveles en los depósitos, así como de las presiones y caudales circulantes en cualquier punto de la red, a lo largo de un espacio temporal.
- Fácil aprendizaje y manejo. Interfaz cómoda.
- Permite trabajar sobre planimetría de fondo.
- Transferencia de datos desde módulos de dimensionado.
- Permite su personalización a necesidades específicas mediante el kit de herramientas disponible
- Tamaño de la red ilimitado
- Permite calcular las pérdidas de carga en las tuberías con las fórmulas de *Darcy-Weisbach*, *Hazen-Williams* y *Chezy-Manning*
- Admite pérdidas menores en tuberías, introduciendo coeficientes de resistencia **Ks**.
- Permite definir elementos hidráulicos como válvulas, contadores, filtros etc. Donde las pérdidas de carga pueden definirse a través de curvas de comportamiento, introduciendo valores de pérdidas en función del caudal.
- Contempla bombas de velocidad fija y variable, válvulas automáticas con diversa función, permitiendo asignar curvas de pérdidas a las mismas y depósitos de geometría variable.
- Permite modelizar hidrantes (emisores) cuyo caudal dependa de la presión.
- Admite diferentes tipos de demanda en cada nudo, cada uno con su curva de modulación
- Admite leyes de control simples para bombas y válvulas basadas en niveles, en la hora de la simulación o la hora real del día
- Para casos especiales, admite leyes de control más complejas
- Permite el cálculo del consumo energético y su coste.

Análisis estático o régimen permanente. Aplicaciones.

Se considera un análisis estático aquella simulación que no dependa del tiempo, este tipo de simulaciones se pueden emplear en:

- Localización de los puntos críticos de la red, y tanteo de posibles trazados.
- Definición de los sectores de riego más convenientes (en riegos por turnos) .
- Selección y dimensionado de los elementos de regulación necesarios (válvulas reductoras, limitadoras de caudal, etc.)

- Selección y verificación del punto de trabajo de los elementos de bombeo.
- Determinación de la cota más conveniente para las balsas de riego.
- Dimensionado de las tuberías de la red por tanteos.
- Verificación de los caudales y presiones resultantes para los diámetros óptimos.
- Determinación de las presiones mínimas resultantes para diámetros distintos a los óptimos.
- Verificación de las presiones resultantes para condiciones de trabajo distintas a las de diseño (riego a la demanda, demandas futuras, etc.).
- Determinación de los caudales inyectados desde los hidrantes en caso de presiones insuficientes.

Análisis dinámico. Aplicaciones.

Se considera un análisis dinámico aquella simulación que dependa del tiempo, este tipo de simulaciones se pueden emplear en:

- Verificar el llenado y vaciado de las balsas de regulación en periodos de 24 horas.
- Definir las leyes de control más convenientes de los elementos de regulación (bombas y válvulas).
- Modificar las leyes de demanda según las necesidades de riego.
- Analizar la programación de los riegos en las épocas de mayor demanda.
- Determinar las variaciones de presión a que se ven sometidas las instalaciones.
- Determinar el consumo energético del sistema de bombeo para un funcionamiento tipo

4.2.3. Parámetros hidráulicos utilizados en las simulaciones.

4.2.3.1. Rugosidad absoluta para los materiales utilizados en las tuberías y colectores que configuran el hidrante.

Estos coeficientes son necesarios para realizar las simulaciones en CFD y en EPANET, se adjuntan en la Tabla 4–1 los valores de rugosidad más utilizados en función del material empleado.

Tabla 4–1: Rugosidad absoluta para los materiales empleados en la configuración de los hidrantes (k).

Material		k (mm)
Polietileno (PE) (Balairón Pérez 2008)		0,003
Polipropileno (PP) (Balairón Pérez 2008)		0,003
PVC-U (Aenor 2006; Arviza, Gonzalez y Balbastre 2002)		0,007 - 0,02
Acero (AEN/CTN82 2003)	Nuevo limpio o estirado en frio	<0,03
	Nuevo soldado	0,1
	Oxidado	0,2 a 0,3
	Galvanizado	0,13
	Cubierto de incrustaciones	0,5 a 2
	Con incrustaciones densas	>2

4.2.3.2. Coeficientes de resistencia (Ks) para evaluar pérdidas singulares o localizadas en los hidrantes.

Los hidrantes multiusuario debido a la complejidad de elementos y configuraciones, con numerosos cambios de dirección, sección y derivación, provocan numerosas turbulencias en el flujo, derivando en importantes pérdidas de carga que hay que cuantificar en aras de poder simular en EPANET 2.0 el comportamiento hidráulico de los hidrantes.

Los coeficientes de resistencia es el método utilizado por EPANET 2.0 para evaluar este tipo de pérdidas (Rossman 2001), y por tanto su cuantificación es indispensable para alcanzar los objetivos planteados en este capítulo.

Las pérdidas singulares o localizadas, que se produce en cada singularidad, pueden expresarse en función del término cinético.

$$h_s = K_s \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Siendo **Ks** el **coeficiente de resistencia** del elemento que introduce la pérdida de carga localizada y **V**, la velocidad media de la tubería aguas arriba (V1) o aguas abajo (V2) en la que se conecta el elemento.

La utilización de este método para valorar pérdidas localizadas es una aproximación a las pérdidas reales que introduce el elemento, ya que muchos autores muestran coeficientes de resistencia como un valor constante para cada singularidad obtenidos para unas condiciones concretas de funcionamiento, cuando en realidad para un elemento en particular éste es función del valor del *número de Reynolds (Re)*.

Estas pérdidas pueden contabilizarse por tanto asignando a las tuberías un coeficiente de pérdidas que multiplica a la altura cinética a la entrada o salida del elemento considerado. En general los coeficientes mostrados en los apartados posteriores consideran la altura cinética de la tubería de entrada, en caso contrario se indicara convenientemente.

A continuación se exponen distintas fuentes bibliográficas para la obtención de estos coeficientes en función del tipo de singularidad, en muchos de estos casos los autores no justifican la obtención de dichos valores o expresiones utilizadas, siendo en muchos casos obtenidos de otras fuentes bibliográficas.

Con objeto de valorar cuales de estos coeficientes (***Ks***) son los más adecuados para este tipo de simulaciones, se realizan modelos con el conjunto de coeficientes propuestos por cada autor y posteriormente se validan los modelos realizados a través de índices estadísticos propuestos en el apartado 4.2.4.

Los elementos singulares presentes en los colectores de los hidrantes multiusuario y que debemos considerar son:

1. Codo o curvas de 90°. Con diferentes radios de curvatura.



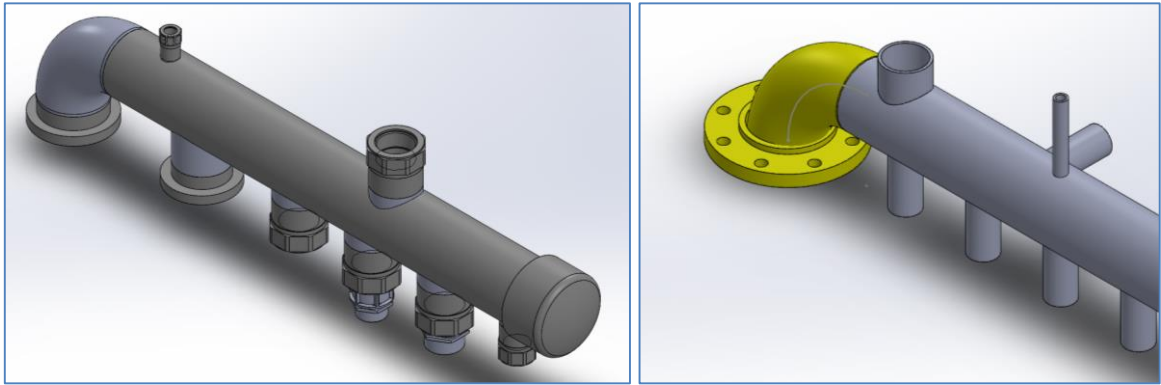


Figura 4–1: Codos de 90°. Con diferentes radios de curvatura. Ejemplos de colectores de hidrantes ensayados.

2. Codo 45°. Con diferentes radios de curvatura.



Figura 4–2: Codos de 45° con diferentes radios de curvaturas. Ejemplos de colectores de hidrantes ensayados.

3. Disminución de sección.

- a. Reducciones progresivas.
- b. Reducciones bruscas.

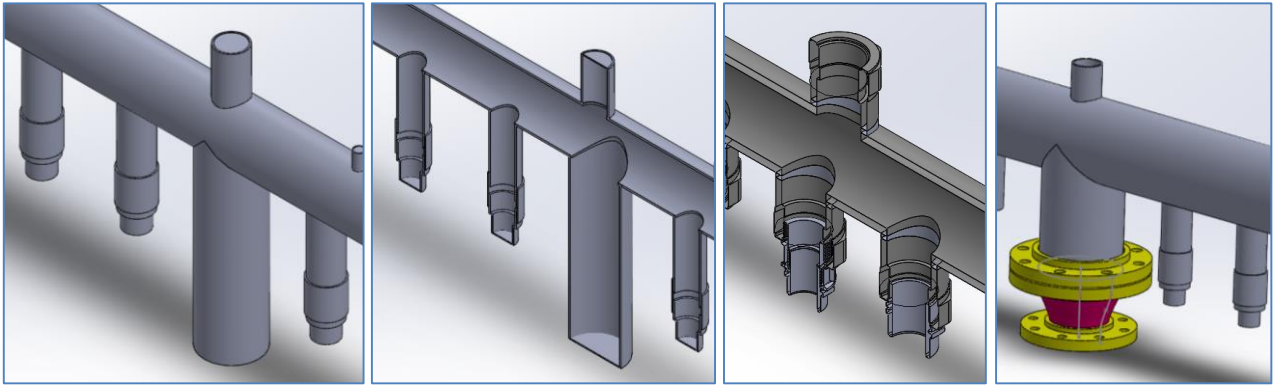


Figura 4–3: Diminución bruscas de sección en tomas. Ejemplo de colectores de hidrantes ensayados.

- 4. Aumento de sección.
 - a. Ensanchamientos progresivos.
 - b. Ensanchamientos bruscos.

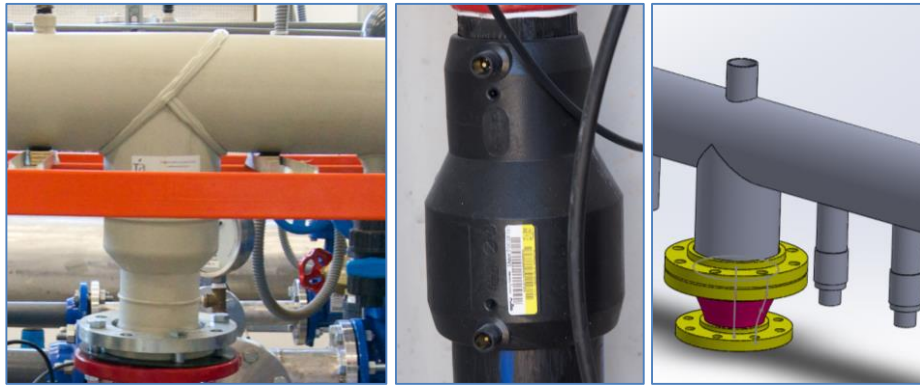


Figura 4–4: Aumento progresivo de sección con diferentes ángulos de ampliación. Ejemplo de colectores de hidrantes ensayados.

- 5. Tés iguales o con salidas reducidas. En flujo derivado.
 - a. En la dirección de circulación
 - b. En la dirección desviada 90°.

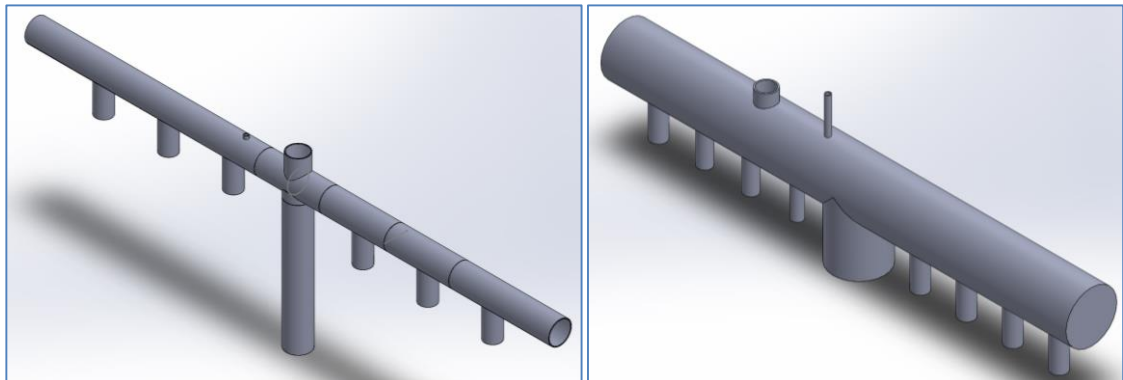


Figura 4–5: Tés iguales en derivación de flujo. Ejemplos de colectores de hidrantes ensayados.

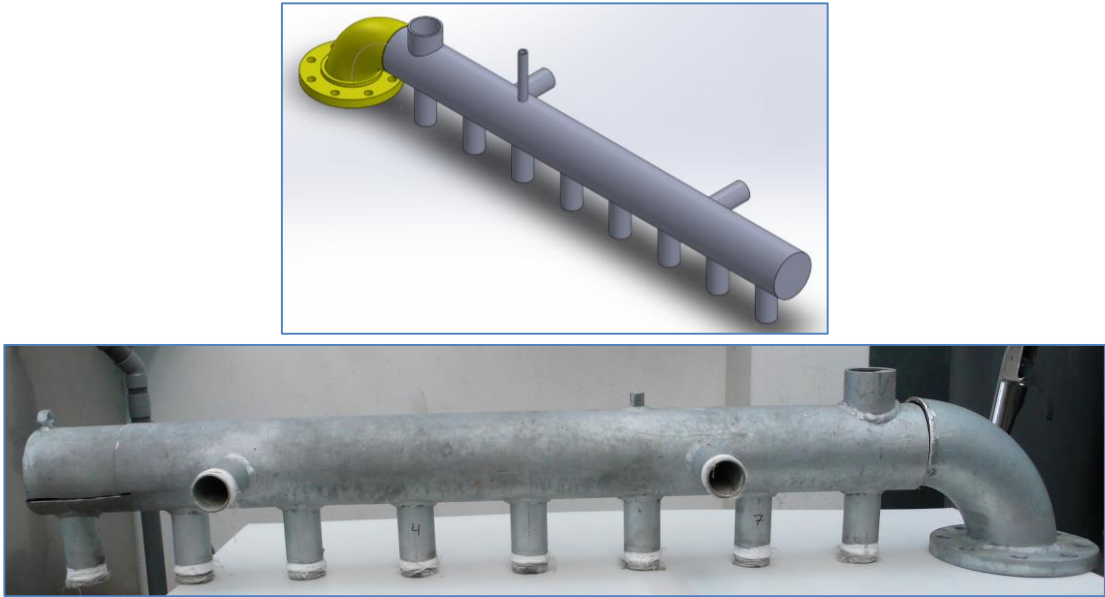


Figura 4–6: Tés reducidas en derivación de flujo de las tomas. Ejemplos de colectores de hidrantes ensayados.

Se pueden considerar los colectores como una secuencia consecutiva de este tipo de Tés, de ahí la importancia de la obtención correcta de los K_s para este tipo de singularidades.

6. Salidas bruscas de tuberías.

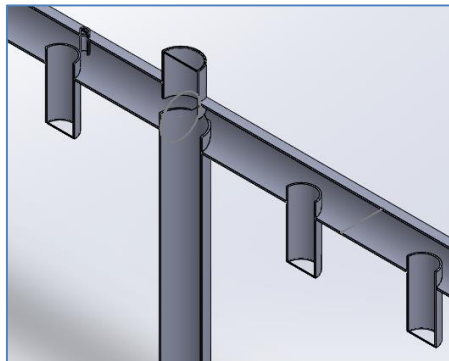


Figura 4–7: Salida brusca en la entrada principal al colector. Ejemplo de colector de hidrante ensayado.

7. Entradas bruscas a tuberías.

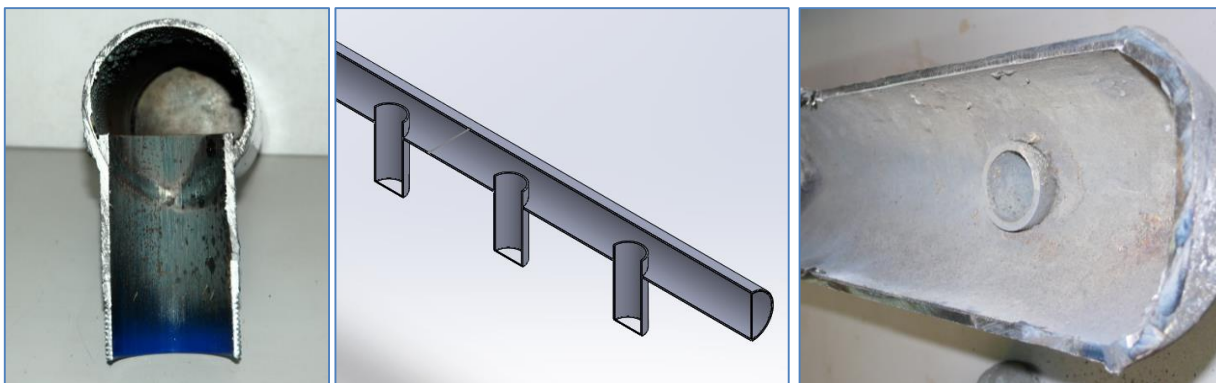


Figura 4–8: Entrada bruscas en las tomas, resalte de las tomas dentro del colector. Ejemplos de colectores de hidrantes ensayados.

Si en alguna de las hipótesis utilizadas no se suministraran valores de K_s para alguna singularidad en concreto, se considerarían como valores testigos los obtenidos de la hipótesis ARVIZA-AGÜERA por ser la fuente, con valores simples, más completa consultada.

A continuación se detallan los distintos valores de K_s utilizados en función de accesorio y de la fuente bibliográfica consultada.

Manual EPANET 2.0.(Rossman 2001)

Los valores suministrado en el manual de utilización de la aplicación EPANET 2.0, son muy generalistas pero son los más utilizados por estar presentes en el manual de la propia aplicación. Se enfocan más a valorar pérdidas singulares en redes de abastecimiento, donde errores en los valores adoptados son asumibles en los análisis realizados (ver apartado 4.2.2). Los valores propuestos son los siguientes.

Tabla 4–2: Coeficientes de resistencia (Ks). Manual de utilización de EPANET 2.0.

Elemento	Ks (EPANET)
1.a. Codo 90° Radio Pequeño	0,9
1.b. Codo 90° Radio Medio	0,8
1.c. Codo 90° Radio Grande	0,6
2. Codo 45°	0,4
5.a. Te estándar (dirección paso) V2	0,6
5.b. Te estándar (dirección desvío) V2	1,8
6. Salida brusca de tuberías. Entrada depósito.	1,0
7. Entrada brusca a tuberías. Salida depósito. V2	0,5

Manual Técnico para tuberías de Polietileno. ASETUB. (Balairón Pérez 2008)

Al igual que los valores mostrados en el apartado anterior, estos son de fácil acceso, y sus valores únicos los hacen muy asequibles a la hora de ser incorporados en las simulaciones, lo que facilita la rapidez en la realización de las mismas. Los valores mostrados en esta tabla están especialmente indicados para polietileno y polipropileno.

Tabla 4–3: Coeficientes de resistencia (Ks). Manual Técnico para tuberías de PE. ASETUB.

Elemento	Ks						
1.a. Codo 90º Radio Pequeño	1,0						
1.b. Codo 90º Radio Grande	0,1						
2.a. Codo 45º Radio Pequeño	0,4						
2.b. Codo 45º Radio Grande	0,05						
3.a. Disminución de sección. Brusca (D1 = diámetro entrada; D2= diámetro salida). V2	D2/D1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	
	Ks	0,50	0,43	0,32	0,25	0,14	
4. Aumento de sección. (α = ángulo paredes ensanchamiento) V2	α	5°	10°	20°	30°	40°	90°
	Ks	0,16	0,40	0,85	1,15	1,15	1
5.a. Te estándar (dirección paso). V2	0,35						
5.b. Te estándar (dirección desvío). V2	1,2						
6. Salida brusca de tuberías. Entrada depósito.	1,0						
7. Entrada brusca a tuberías. Salida depósito. V2	0,5						

Coefficientes de resistencia AGRU. Manual técnico fabricante AGRU. (Norma DVS 2210-1 Tabla 9). (Deutsches Institut für Normung E.V. (DIN) 1997)

AGRU, uno de los principales fabricantes de tuberías y accesorios termoplásticos del mercado europeo, muestra en uno de sus manuales técnicos, los siguiente valores para coeficientes de resistencia en accesorios de PE y PP. Los valores están basados en los mostrados por la norma alemana DVS 2210-1.

Tabla 4–4: Coeficientes de resistencia (Ks). Manual Técnico fabricante AGRU (Norma DVS 2210-1).

Elemento	Ks						
	m	1,0	1,5	2,0	4,0		
1. Codo 90° (R = Radio de curvatura; m= R/DN)	m	1,0	1,5	2,0	4,0		
	Ks	0,51	0,41	0,34	0,23		
1. Codo 90° (accesorios PE y PP)	0,8						
2. Codo 45° (R = Radio de curvatura; m= R/DN)	m	1,0	1,5	2,0	4,0		
	Ks	0,34	0,27	0,20	0,15		
2. Codo 45° (accesorios PE y PP)	0,3						
3.a. Disminución de sección. Progresiva (D1 = diámetro entrada; D2= diámetro salida; α = ángulo paredes estrechamiento). Para velocidad de salida (V2) En negrita Ks para accesorios de PE y PP.	α		4°	8°	20°		
	D1/D2	1,2	0,046	0,023	0,010		
		1,4	0,067	0,033	0,013		
		1,6	0,076	0,038	0,015		
		1,8	0,031	0,041	0,016		
		2,0	0,034	0,042	0,017		
4.a. Aumento de sección. Progresiva. (D1 = diámetro entrada; D2= diámetro salida; α = ángulo paredes ensanchamiento). Para velocidad de salida (V2) En negrita Ks para accesorios de PE y PP.	α		4°..8°	16°	24°		
	D2/D1	1,2	0,100	0,150	0,200		
		1,4	0,200	0,300	0,500		
		1,6	0,500	0,800	1,500		
		1,8	1,200	1,800	3,000		
		2,0	1,900	3,100	5,300		
5.a. Te estándar (dirección paso). V2 (Qp =Caudal entrada; Qd = Caudal derivado 90°)	Ql/Qp	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
	Ks_r	0,10	-0,10	-0,05	0,10	0,20	0,35
5.b. Te estándar (dirección desvío). V2 (Qp =Caudal entrada; Qd = Caudal derivado 90°)	Ql/Qp	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
	Ks_l	0,97	0,90	0,90	0,97	1,10	1,30

A través de estos datos para las Tés se pueden obtener las siguientes ecuaciones de ajuste, para las derivaciones (dirección desvío) y para la dirección recta (dirección paso).

$$K_{S_l} = 0,835 \left(\frac{Ql}{Qp} \right)^2 - 0,5034 \frac{Ql}{Qp} + 0,969$$

$$K_{S_r} = -1,678 \left(\frac{Ql}{Qp} \right)^3 + 3,388 \left(\frac{Ql}{Qp} \right)^2 - 1,4616 \frac{Ql}{Qp} + 0,0921$$

Coefficiente de resistencia Arviza-Agüera. (Arviza, Gonzalez y Balbastre 2002; Agüera Soriano 2003)

Dentro del ámbito de la ingeniería rural e hidráulica para riego, son muy utilizados estos dos manuales que exponen una recopilación amplia de coeficientes de resistencia de fácil acceso y utilización en la valoración de pérdidas singulares. Los autores muestran recopilaciones de varias fuentes y con diferentes grados de complejidad.

Tabla 4–5: Coeficientes de resistencia (Ks) Arviza-Agüera. (Arviza, Gonzalez y Balbastre 2002; Agüera Soriano 2003)

Elemento	Ks				
1.a. Codo 90° Radio Pequeño	0,9-1,13				
1.b. Codo 90° Radio Medio	0,75				
1.c. Codo 90° Radio Grande	0,60				
1. Codo 90° (R = Radio de curvatura; m= R/DN)	m	1	1,5	2,0	2,5
	Ks	0,29	0,17	0,15	0,14
2. Codo 45°.	0,24-0,42				
2. Codo 45° (R = Radio de curvatura; m= R/DN)	m	1	1,5	2,0	2,5
	Ks	0,15	0,09	0,07	0,07
3.a. Disminución de sección. Brusca. V2. (D1 = diámetro entrada; D2= diámetro salida), D2/D1	D2/D1 ≤ 0,76			$Ks = 0,42 \cdot \left(1 - \frac{D2^2}{D1^2} \right)^2$	
	D2/D1 > 0,76				
4.a. Aumento de sección. Progresiva. V1 (D1 = diámetro entrada; D2= diámetro salida; α = ángulo paredes ensanchamiento) $\left[Ks = C_0 \cdot \left(1 - \frac{D1^2}{D2^2} \right)^2 \right]$	α°	C₀			
	4°	0,15			
	6°	0,13			
	8°	0,14			
	10°	0,17			
	15°	0,30			
	20°	0,40			
	30°	0,70			
	40°	0,95			
	50°	1,1			
	60°	1,2			
180°	1,0				

Elemento	Ks
4.b. Aumento de sección. Brusca (D1 = diámetro entrada; D2= diámetro salida)	$\left(1 - \frac{D1^2}{D2^2}\right)^2$
5.a. Te estándar (dirección paso)	-
5.b. Te estándar (dirección desvío). V2	1,8
6. Salida brusca tuberías. Entrada depósitos.	1,0
7.a. Entrada recta a tuberías. Salida Depósitos. V2	0,42
7.b. Entrada a tuberías. Salida Depósitos. (tubería penetra depósito). V2.	0,8-1,0

Coefficientes de resistencia "Hidráulica General" (Sotelo Avila 1991).

Libro de hidráulica ampliamente utilizado. El autor hace una recopilación de muchos elementos referenciándolos a múltiples fuentes bibliográficas, incluso mostrando diferentes coeficientes con diferentes grados de complejidad, mostramos una recopilación de los que más se ajustan a este tipo de instalaciones.

Tabla 4-6: Coeficientes de resistencia (Ks) SOTELO. (Sotelo Avila 1991)

Elemento	Ks	
1. Codo 90°. (R = Radio de curvatura; m= R/DN)	Gráficas Figura 8.16a (Sotelo Avila 1991)	
2. Codo 45°. (R = Radio de curvatura; m= R/DN)	Ks (R/DN; k)	
3.a. Disminución de sección. Brusca. (D1 = diámetro entrada; D2= diámetro salida)	Gráficas Figura 8.14 (Sotelo Avila 1991) Ks (D2/D1)	
3.b .Disminución de sección. V2. (D1 = diámetro entrada; D2= diámetro salida; α = ángulo paredes estrechamiento)(Kisieliev 1961)	α	Ks
	4-5°	0,060 - 0,005
	7°-10°	0,16
	15°	0,18
	20°	0,20
	25°	0,22
	30°	0,24
	35°	0,26
	40°	0,28
	45°	0,30
	60°	0,32
	75°	0,34
	80°	0,35

Elemento	Ks	
4.a.b. Aumento de sección. (D1 = diámetro entrada; D2= diámetro salida; α = ángulo paredes ensanchamiento). V2.	$C_0 \left(\frac{D2^2}{D1^2} - 1 \right)^2$ C ₀ en Gráficas Figura 8.11 (Sotelo Avila 1991) C ₀ (α; D2/D1)	
5.a. Te estándar (dirección paso). V2.	DN ≤ 125 mm	0,9
5.b. Te estándar (dirección desvío). V2.	DN ≤ 125 mm	$Ks = 6,57 \cdot DN^{-0,391}$
7.a. Entrada brusca a tuberías. Salida depósito. V2.	0,5	
7.b. Entrada brusca a tuberías. Salida depósito (con resalte). V2.	Gráficas Figura 8.8g (Sotelo Avila 1991) Ks (e; k, DN, Longitud resalte)	

Este autor muestra varios métodos de obtención de los **Ks** en Tés o bifurcaciones, indicando que por su naturaleza este tipo de singularidad no depende del número de Reynolds. En la tabla anterior se muestra el método más sencillo pero limitado para DN inferiores a 125 mm. El otro método es similar a los mostrados para este tipo de singularidades en el apartado Coeficientes de resistencia AGRU. Manual técnico fabricante AGRU. (Norma DVS 2210-1 Tabla 9).

Coeficiente de resistencia de “Manual de flujo en fluidos” compañía CRANE.(Crane 2001).

CRANE Co. es una compañía americana de más de 150 años de antigüedad dedicada a la fabricación y desarrollo de accesorios para la conducción de fluidos para industria y abastecimiento. Esta compañía publica desde 1935 manuales y folletos técnicos enfocados a ingenieros para el cálculo y diseño de instalaciones hidráulicas. La mayor parte de los datos sobre válvulas y accesorios fueron obtenidos en experimentos realizados por la propia compañía.

Hasta el momento los valores anteriores, eran fijos según el elemento considerado o variaban según las características geométricas del mismo, en el manual de la compañía CRANE los valores de **Ks** dependen del factor de fricción (f) y por tanto del número de Re.

Tabla 4–7: Factores de fricción (f) para tuberías comerciales, nuevas, de acero, con flujo en la zona de total turbulencia.

DN	mm	15	20	25	32	40	50	65/80	100	125	150	200
	“	½	¾	1	1¼	1½	2	2½/3	4	5	6	8
f		0,027	0,025	0,023	0,022	0,021	0,019	0,018	0,017	0,016	0,015	0,014

Tabla 4–8: Coeficientes de resistencia (K_s) para accesorios. CRANE.

Elemento	K_s	
1.a. Codo 90° Radio Pequeño	30 f	
1.b.c. Codo 90° (R = Radio de curvatura; m= R/DN)	m	K_s
	1	20 f
	1,5	14 f
	2-3	12 f
	4	14 f
	6	17 f
	8	24 f
	10	30 f
	12	34 f
	14	38 f
	16	42 f
20	50 f	
2.a. Codo 45° Radio Pequeño	16 f	
3.a.b Disminución de sección. ⁴¹ (D1 = diámetro entrada; D2= diámetro salida; α = ángulo paredes estrechamiento; $\beta = \frac{D2}{D1}$). V2.	$\alpha \leq 45^\circ$	$0,8 \cdot \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} \cdot (1 - \beta^2)$
	$45 < \alpha \leq 180^\circ$	$0,5 \cdot \sqrt{\operatorname{sen} \frac{\alpha}{2}} \cdot (1 - \beta^2)$
4.a.b. Aumento de sección. (D1 = diámetro entrada; D2= diámetro salida; α = ángulo paredes ensanchamiento; $\beta = \frac{D1}{D2}$). V2.	$\alpha \leq 45^\circ$	$2,6 \cdot \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} \cdot (1 - \beta^2)^2$
	$45 < \alpha \leq 180^\circ$	$(1 - \beta^2)^2$
5.a. Te estándar (dirección paso) . V2.	20 f	
5.b. Te estándar (dirección desvío) . V2.	60 f	
6. Salida brusca de tuberías. Entrada depósito.	1,0	
7.a. Entrada brusca a tuberías. Salida depósito. V2.	0,5	
7.b. Entrada brusca a tuberías. Salida depósito (con resalte) . V2.	0,78	

Se utilizan dos hipótesis distintas para considerar las derivaciones de los colectores, denominaremos a esta hipótesis.

1. CRANE1: Considerando el paso del agua desde el colector a cada toma como una entrada brusca a tuberías. Coeficientes de resistencia 7a y 7b.

⁴¹ Los K_s se pueden transformar para la velocidad de entrada dividiendo el K_s obtenido por β^4 siendo β la relación de diámetro menor dividido por el diámetro mayor.

2. CRANE 2: Considerando la salida de una Te del DN de la toma, aplicando el coeficiente 5b para cada toma según su DN (f).

Coeficientes de resistencia IDEL'CHIK. "HandBook of hydraulic resistance".(IDEL'CHIK y Fried 1986)

Este manual detalla con gran exactitud las pérdidas singulares en accesorios de todo tipo y configuración.

Obtiene coeficientes de resistencia en función no solo de la geometría del accesorio, sino también de sus características hidráulicas (Re y rugosidad), por lo que no muestra valores o expresiones directas de los coeficientes de resistencia sino que hay que calcularlos.

En los siguientes apartados se aporta, a modo de ejemplo, varios de los elementos más presentes en los colectores ensayados, y por tanto más utilizados en las modelizaciones de los apartados posteriores.

Codo 90°. ($0,5 < R/DN < 1,5$; $k > 0$; $Re \geq 2 \cdot 10^5$).

El valor de **Ks** se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$K_s = m_k \cdot m_{Re} \cdot K_l + K_{fr}$$

Siendo:

- m_k y m_{Re} : Factores obtenidos a través de la tabla 6-4, del diagrama 6.1 "HandBook of hydraulic resistance" (IDEL'CHIK y Fried 1986). Este factor es función de la rugosidad absoluta (k), rugosidad relativa de la tubería (k/D), relación de radio de giro diámetro nominal del codo (R/DN) y del número de Re.
- K_l : Para un codo de 90°, es función de R/DN.

$$0,5 < R/DN \leq 1$$

$$K_l = \frac{0,21}{\left(\frac{R}{DN}\right)^{2,5}}$$

$$1 < R/DN < 1,5$$

$$K_l = \frac{0,21}{\sqrt{\frac{R}{DN}}}$$

- K_{fr} : Coeficiente función de R/DN, y del factor de fricción (f).

$$K_{fr} = 0,0175 \cdot f \cdot \frac{R}{DN} \cdot 90$$

Te en separación de caudales , donde $S_r + S_l > S_p$; $S_r = S_p$. Ángulo de la derivación de 90° .

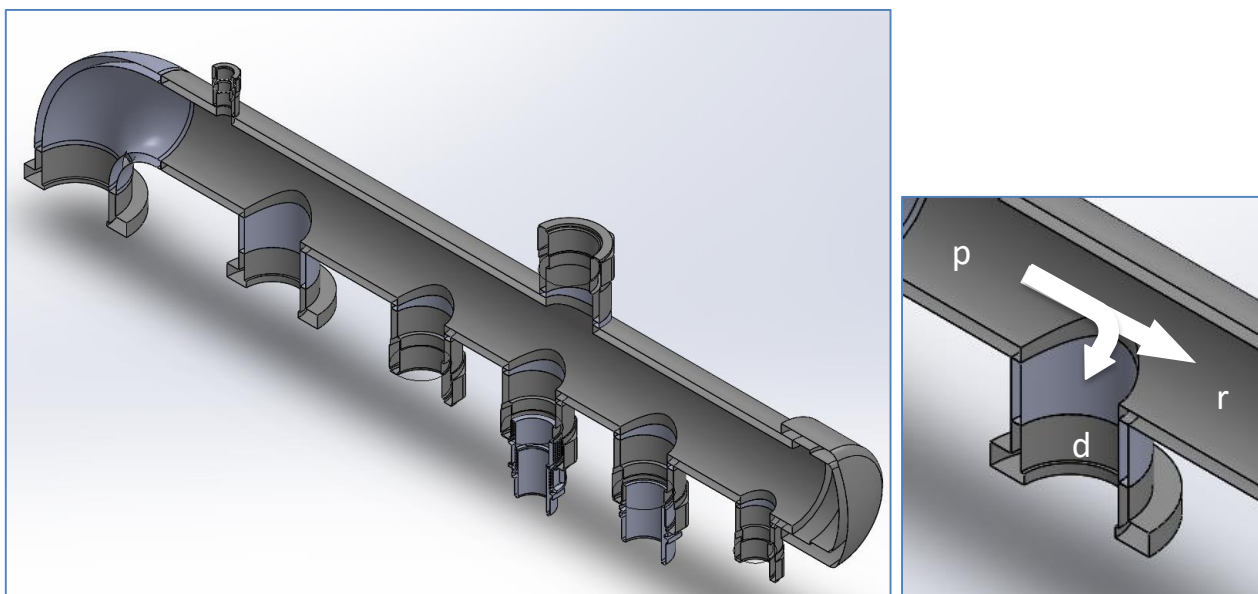


Figura 4-9: Esquema salidas del colector Hidrante 4. Detalle Te de la primera Salida.

Siendo:

- S_r : Área sección recta de salida de la Te.
- S_l : Área sección lateral de salida de la Te.
- S_p : Área sección principal de entrada de la Te.

Se distinguen dos K_s , el de la salida lateral o en derivación (K_{sl}) y el del ramal recto de salida (K_{sr}).

Obtención de K_s de la derivación lateral (K_{sl})

$$K_{sl} = \frac{K_{s_{pl}}}{\left(\frac{Q_l \cdot S_p}{Q_p \cdot S_l}\right)^2}$$

Donde:

- $K_{s_{pl}}$: Coeficiente obtenido de tablas o gráficos, en función de S_l/S_p y de Q_l/Q_p . Diagrama 7.25 (IDEL'CHIK y Fried 1986)
- Q_l : Caudal derivado por la salida lateral.
- Q_p : Caudal de entrada en la Te.

Obtención de Ks de la derivación recta (Ksr)

$$K_{sr} = \frac{K_{s_{pr}}}{\left(1 - \frac{Q_l}{Q_p}\right)^2 \cdot \left(\frac{S_p}{S_r}\right)^2}$$

Donde:

- $K_{s_{pr}}$ Coeficiente obtenido de tablas o gráficos, en función de Q_r/Q_p . Diagrama 7.25 (IDEL'CHIK y Fried 1986)
- Q_r : Caudal derivado por la salida recta.
- Q_l : Caudal derivado por la salida lateral.
- Q_p : Caudal de entrada en la Te.

Se utilizan dos hipótesis distintas para considerar las derivaciones de los colectores, denominaremos a esta hipótesis.

1. IDEL'CHIK1: **Diagrama 7.25**. Te en separación de caudales , donde $S_r + S_l > S_p$; $S_r = S_p$. Ángulo de la derivación de 90°. Obteniendo los coeficientes 5a y 5 b de otros autores
2. IDEL'CHIK2: **Diagrama 7.21**. Bifurcación en separación de caudales , donde $S_r + S_l > S_p$; $S_r = S_p$. Ángulo de la derivación entre 0 y 90°. Coeficiente de desvío 5 b. **Diagrama 7.23**. Bifurcación en separación de caudales , donde $S_r + S_l > S_p$; $S_r = S_p$. Ángulo de la derivación entre 0 y 90°. Coeficiente salida recta 5a. Estos diagramas son los indicados para el caso de varias derivaciones en el caso de Tés dobles caso de los hidrantes 10 y Tipo "Costella". **Diagrama 7.35**.(IDEL'CHIK y Fried 1986)

4.2.3.3. Curvas de pérdidas de válvulas, contadores y filtros en el análisis de hidrantes completos.

En el proceso final de la evaluación de los modelos de hidrantes, se realiza el análisis de hidrantes multiusuario completos, no solo considerando el colector sino también los elementos que conforman todo el hidrante, accesorios, válvulas, contadores y filtros.

Estos elementos se simulan en EPANET mediante una curva de comportamiento de pérdidas de carga para cada elemento donde se introducen los valores de pérdidas en función de caudal (Rossman, LA 2001).

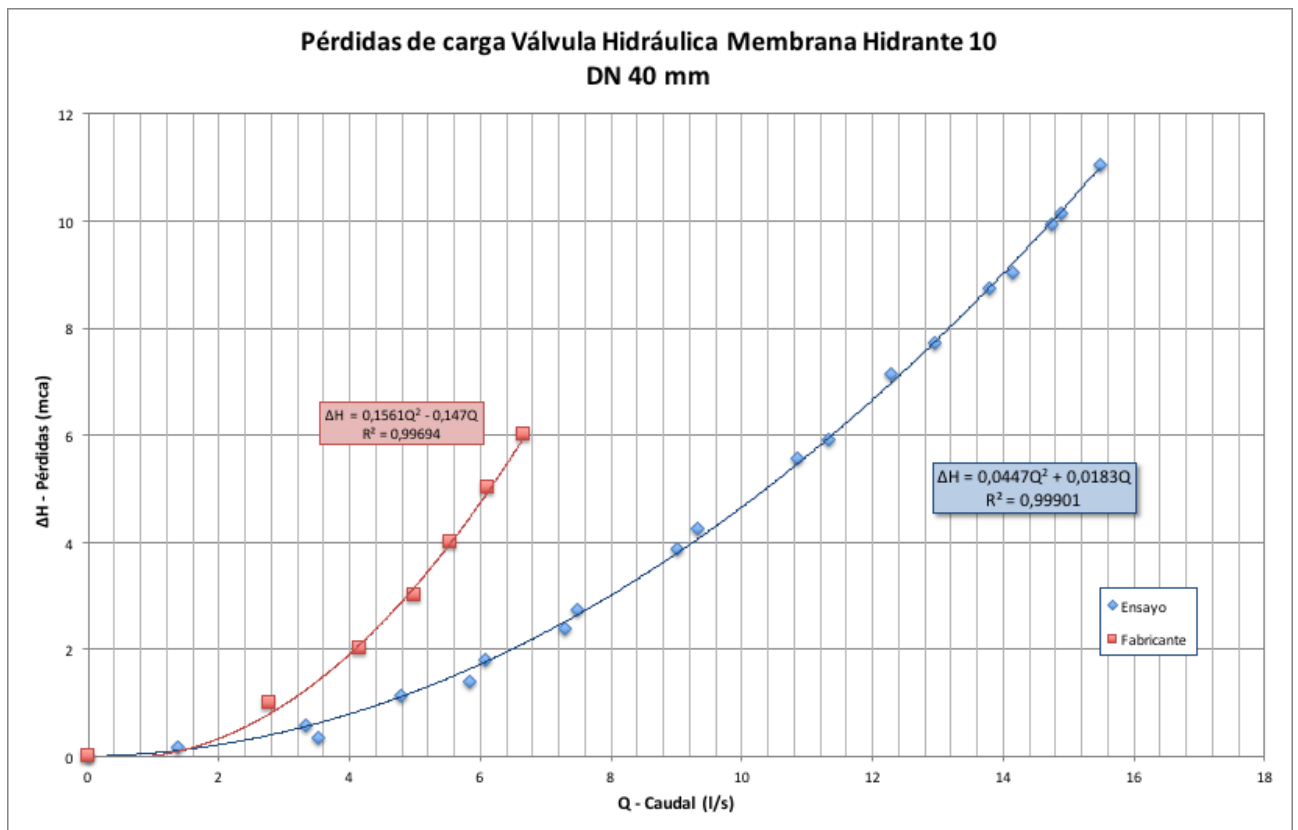
El origen de estas curvas es diverso, y en general las utilizadas en las simulaciones han sido obtenidas de :

1. Ensayos hidráulicos en laboratorio.
2. Información técnico comercial del fabricante para dicho elemento.

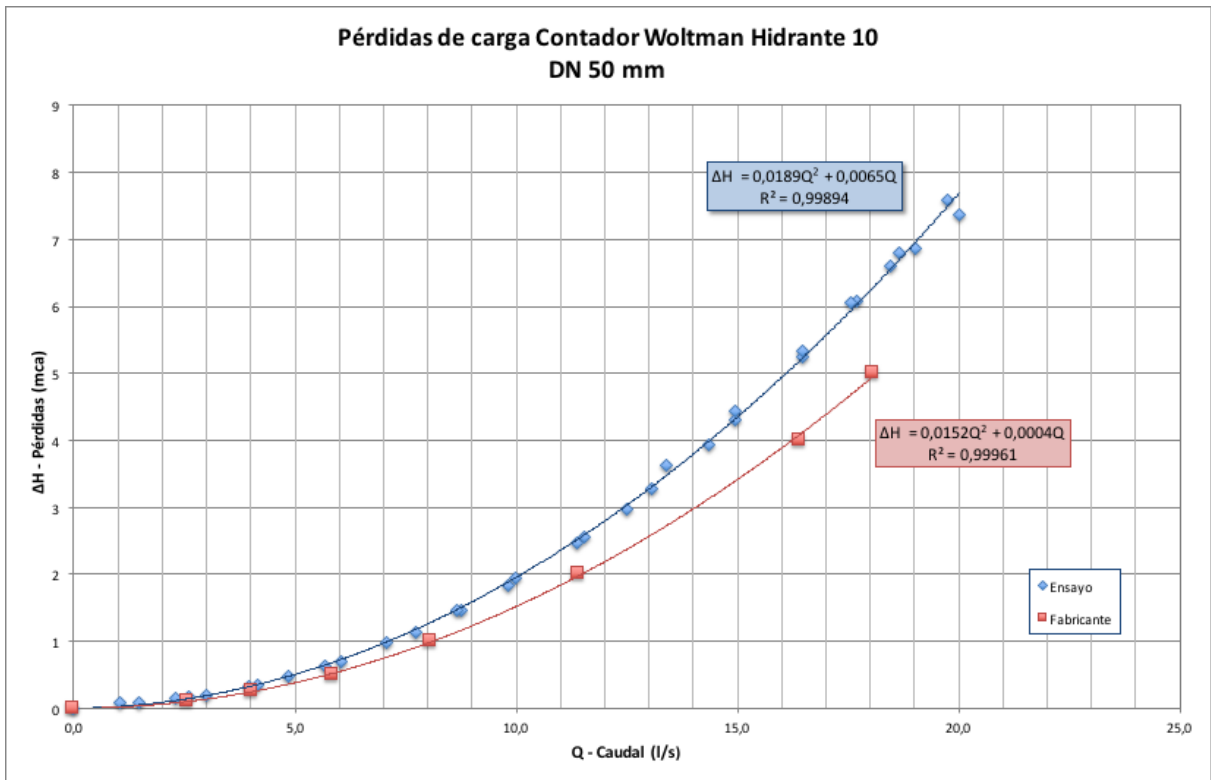
La utilización de estas curvas introduce amplitud en la utilización de los modelos, verificando el funcionamiento de hidrantes bajo distintas condiciones de trabajo. El problema que conlleva su utilización, es que los datos suministrados por el fabricante, en la mayoría de los casos difieren de los obtenidos en ensayos de laboratorio, de ahí que se introduzcan errores en el modelo que son difíciles de cuantificar.

Siempre que se disponen de ensayos de laboratorio para estos elementos, son éstos los que se utilizan en los modelos de la presente tesis doctoral, introduciendo como error únicamente la precisión de los sensores utilizados (Anejo 1).

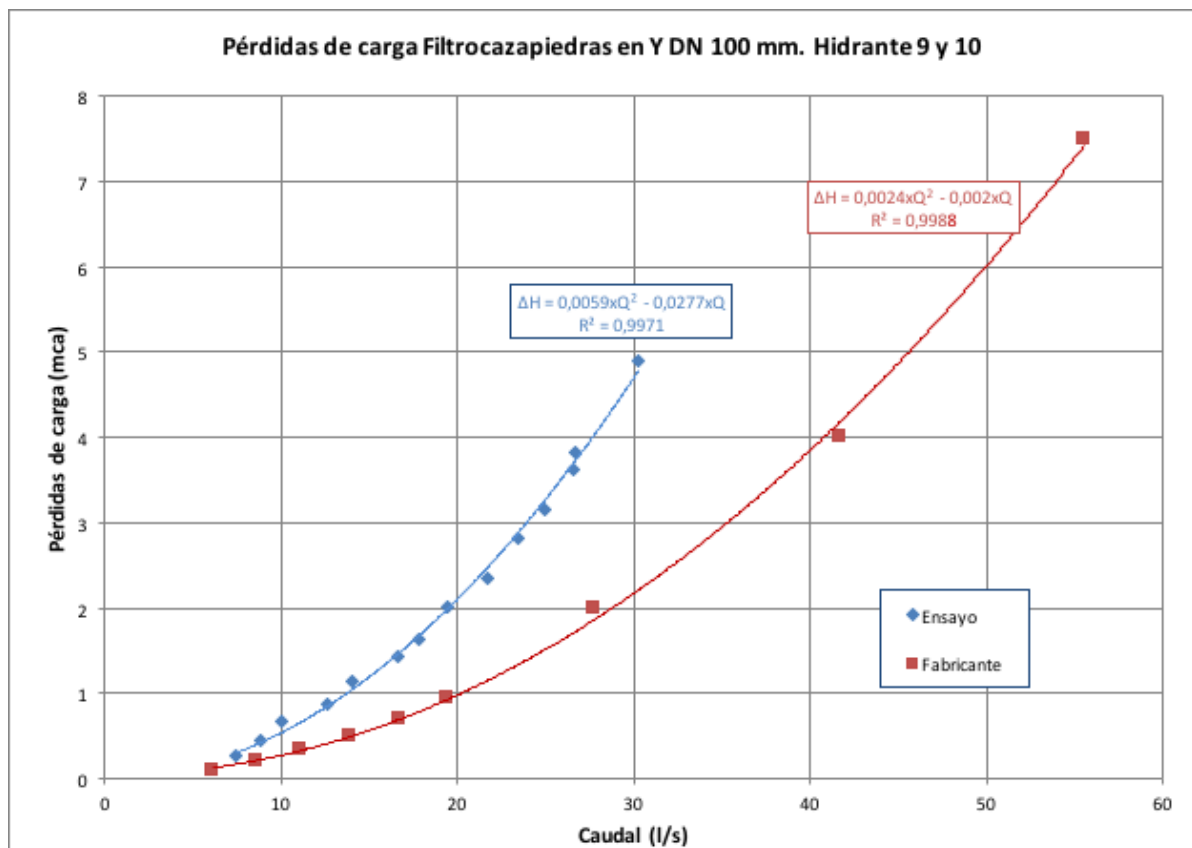
Como ejemplo se muestran varias de las curvas utilizadas en los análisis del apartado 4.3.4., donde se evidencian las diferencias de la curva del fabricante con la obtenida en laboratorio.



Gráfica 4-1: Pérdidas de carga en función del caudal para válvula hidráulica de membrana de DN 40. Diferencias entre datos del fabricante y ensayo hidráulico.



Gráfica 4-2: Pérdidas de carga en función del caudal para contador *Woltman* de DN 50. Diferencias entre datos del fabricante y ensayo hidráulico.



Gráfica 4-3: Pérdidas de carga en función del caudal para filtro caza piedras en Y de DN 100. Diferencias entre datos del fabricante y ensayo hidráulico.

4.2.4. Validación y verificación de los modelos. Índices estadísticos utilizados.

El desarrollo de estos modelos debe pasar por un proceso de validación, permitiendo comprobar que los resultados aportados por el modelo, para las variables de salida y de estado, no son muy diferentes a los medidos en la realidad. Para ello se utilizan índices estadísticos que permiten contrastar diferentes modelos, y su rango de utilización.

Estos índices son ampliamente utilizados y contrastados (Willmott 1982; Martí Pérez, Gasque Albalate y González Altozano 2013; García Prats et al. 2013) en procesos experimentales llevados a cabo en laboratorios o campo, con el objeto de aumentar la comprensión de algún fenómeno o proceso, para su validación y empleo posterior en el diseño de equipos e instalaciones.

En nuestro caso los utilizaremos para comprobar que los modelos CFD de los hidrantes representan fielmente el funcionamiento hidráulico de estas instalaciones. De igual forma se utilizarán para contrastar los modelos realizados con EPANET, herramienta que como se comentó anteriormente, no ha sido diseñada para analizar este tipo de instalaciones, pero que introduciendo los parámetros y condiciones de contorno adecuados puede dar buenos resultados en las modelizaciones.

El análisis estadístico de los resultados se realiza a través de los siguientes parámetros:

- P_{obs}/γ son los valores de altura de presión observados en mca, y obtenidos del ensayo hidráulico o simulado con CFD.
- P_{Epa}/γ los valores de altura de presión en mca, obtenidos de las simulación objeto de evaluación, normalmente realizadas con EPANET, para el conjunto n de tomas de los hidrantes ensayados.

Existen diferentes índices que permiten cuantificar el grado de ajuste entre los datos medidos y los resultados del modelo. Los índices más utilizados son:

- Error cuadrático medio. (ECM).
- Raíz del error cuadrático medio. (RECM).
- Normalización de la raíz del error cuadrático medio. (NRECM).
- Error absoluto medio. (MAE).
- Coeficiente de correlación PEARSON. (r).
- Coeficiente de determinación. (r^2).
- Coeficiente Nash-Sutcliffe. (E)

- Índice de ajuste de Willmott (W)
- Índice de ajuste de Willmott modificado (Wm)
- El cociente entre el error cuadrático medio y el error absoluto medio. (RECM/MAE).

4.2.4.1. Error cuadrático medio. (ECM).

Las propiedades más deseables de un estimador son que la distribución de muestreo esté concentrada alrededor del valor del parámetro y que la varianza del estimador sea lo menor posible. El error cuadrático medio resume estas propiedades y es definido como un estimador que mide el promedio de los errores al cuadrado, es decir, la diferencia entre el estimador y lo que se estima. El ECM es una función de riesgo, correspondiente al valor esperado de la pérdida del error al cuadrado o pérdida cuadrática. La diferencia se produce debido a la aleatoriedad o porque el estimador no tiene en cuenta la información que podría producir una estimación más precisa.

El ECM es el segundo momento (sobre el origen) del error, y por lo tanto incorpora tanto la varianza del estimador así como su sesgo. Para un estimador insesgado, el ECM es la varianza del estimador. Al igual que la varianza, el EMC tiene las mismas unidades de medida que el cuadrado de la cantidad que se estima (mca^2).

$$ECM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{obs,i}}{\gamma} - \frac{P_{Epa,i}}{\gamma} \right)^2$$

4.2.4.2. Raíz del Error cuadrático medio. (RECM).

La raíz cuadrada del error cuadrático medio (RMSE o RECM) (también llamada la desviación cuadrática media, RMSD) es una medida de uso frecuente de la diferencia entre los valores pronosticados por el modelo y los valores realmente observados desde el entorno que se está modelando. Estas diferencias individuales son también llamados residuos y el RECM sirve para agregar en una sola medida la capacidad de predicción. En nuestro caso con unidades en mca.

$$RECM = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{obs,i}}{\gamma} - \frac{P_{Epa,i}}{\gamma} \right)^2} = \sqrt{ECM}$$

Este índice oscila entre 0 y +2 y se considera que un valor $\leq 0,20$ es indicador de similitud. Presenta la desventaja de no tener distribución conocida y por tanto no ofrecer un test de significación adecuado.

4.2.4.3. Normalización de la raíz del error cuadrático medio. (NRECM).

Es una forma adimensional del anterior lo que es útil porque a menudo se quiere comparar RECM con diferentes unidades.

$$RNECM = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{Obs,i}}{\gamma} - \frac{P_{Epa,i}}{\gamma} \right)^2}}{\frac{\overline{P_{Obs}}}{\gamma}}$$

4.2.4.4. Error absoluto medio. (MAE).

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{P_{Obs,i}}{\gamma} - \frac{P_{Epa,i}}{\gamma} \right|$$

En mca y nos indica el error absoluto medio que se está proporcionando el modelo.

4.2.4.5. Coeficiente de correlación PEARSON (r).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{Obs,i}}{\gamma} - \frac{\overline{P_{Obs}}}{\gamma} \right) \cdot \left(\frac{P_{Epa,i}}{\gamma} - \frac{\overline{P_{Epa}}}{\gamma} \right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{Obs,i}}{\gamma} - \frac{\overline{P_{Obs}}}{\gamma} \right)^2 \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{Epa,i}}{\gamma} - \frac{\overline{P_{Epa}}}{\gamma} \right)^2}}$$

4.2.4.6. Coeficiente de determinación (r²).

Es el cuadrado del coeficiente de correlación.

$$r^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{Obs,i}}{\gamma} - \frac{\overline{P_{Obs}}}{\gamma} \right) \cdot \left(\frac{P_{Epa,i}}{\gamma} - \frac{\overline{P_{Epa}}}{\gamma} \right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{Obs,i}}{\gamma} - \frac{\overline{P_{Obs}}}{\gamma} \right)^2 \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{Epa,i}}{\gamma} - \frac{\overline{P_{Epa}}}{\gamma} \right)^2}} \right)^2$$

Donde se divide la covarianza entre los valores observados y los devueltos por el modelo, dividido por las desviaciones típicas de los valores observados y de los resultados del modelo.

Es el más utilizado, oscila entre 0 y 1 y representa el porcentaje de varianza en los datos observados explicado por el modelo. El problema de este índice es que es insensible a desviaciones constantes o proporcionales. Otro problema es que es muy sensible a los valores extremos que harán crecer el índice dando de nuevo una falsa apariencia de buen ajuste.

4.2.4.7. Coeficiente Nash-Sutcliffe. (E).

También llamado Eficiencia del modelo se debe a (Nash y Sutcliffe 1970), se define 1 menos la suma de las diferencias absolutas al cuadrado entre los valores observados y predichos, normalizado por la varianza de los valores observados. Se basa en la ecuación:

$$E = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{obs,i}}{\gamma} - \frac{P_{Epa,i}}{\gamma} \right)^2}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{obs,i}}{\gamma} - \frac{\overline{P_{obs}}}{\gamma} \right)^2}$$

Este índice produce resultados menores o iguales a 1, si el resultado es 1 el ajuste es perfecto, si es cero el error es del mismo orden de magnitud que la varianza de los datos observados por lo que la media de los datos observados tendrá una capacidad predictora similar al modelo. Valores negativos indican que el valor medio de las observaciones es mejor predictor que el propio modelo, lo que indica que el modelo no es válido.

Este índice no es sensible al efecto de los valores proporcionales pero sigue siendo sensible a sobrevalorar los valores extremos, como los índices anteriores.

4.2.4.8. Índice de ajuste de Willmott (W). (Willmott 1981) .

Representa el ratio entre el ECM y el error potencial y se define como:

$$W = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{obs,i}}{\gamma} - \frac{P_{Epa,i}}{\gamma} \right)^2}{\sum_{i=1}^n \left(\left| \frac{P_{Epa,i}}{\gamma} - \frac{\overline{P_{obs}}}{\gamma} \right| + \left| \frac{P_{obs,i}}{\gamma} - \frac{\overline{P_{obs}}}{\gamma} \right| \right)^2}$$

Oscila entre 0 y 1, este último valor implica un ajuste perfecto. Al igual que los anteriores es sensible a la presencia de valores extremos.

4.2.4.9. Índice de ajuste de Willmott modificado (W_m). (Gaile y Willmott 1984) .

El índice de ajuste modificado fue desarrollado para aumentar la sensibilidad con valores bajos y evitar sobrevalorar en exceso los valores extremos, y se define como:

$$W_m = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{P_{obs,i}}{\gamma} - \frac{P_{Epa,i}}{\gamma} \right|}{\sum_{i=1}^n \left(\left| \frac{P_{Epa,i}}{\gamma} - \frac{P_{obs,i}}{\gamma} \right| + \left| \frac{P_{obs,i}}{\gamma} - \frac{P_{obs,i}}{\gamma} \right| \right)}$$

Al igual que el anterior oscila entre 0 y 1, este último valor implica un ajuste perfecto.

4.2.4.10. El cociente entre el error cuadrático medio y el error absoluto medio. (RECM/MAE).

$$\frac{RECM}{MAE} = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_{obs,i}}{\gamma} - \frac{P_{Epa,i}}{\gamma} \right)^2}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{P_{obs,i}}{\gamma} - \frac{P_{Epa,i}}{\gamma} \right|}$$

Permite determinar hasta qué punto la existencia de valores extremos está afectando al modelo.

4.2.5. Simulaciones en CDF. Colector del Hidrante 11 (Capítulo 2).

En el ensayo hidráulico en el laboratorio de este colector, se obtuvieron para diferentes presiones y caudales de entrada, las presiones y caudales derivados para cada salida del colector, permitiendo validar el modelo CFD para distintas hipótesis de funcionamiento.

4.2.5.1. Datos de partida. Ensayo hidráulico en laboratorio.

En las siguientes ilustraciones se visualiza la configuración del colector del Hidrante 11.

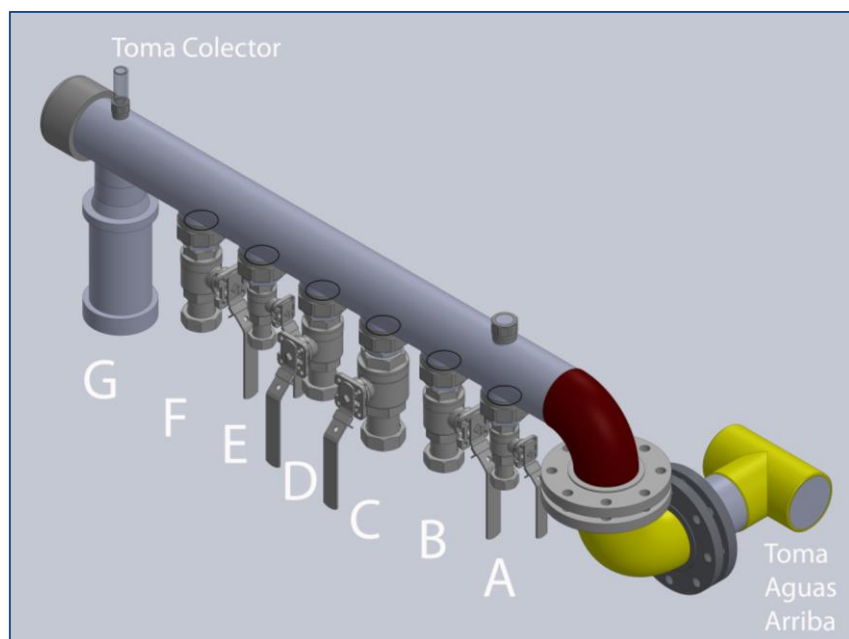
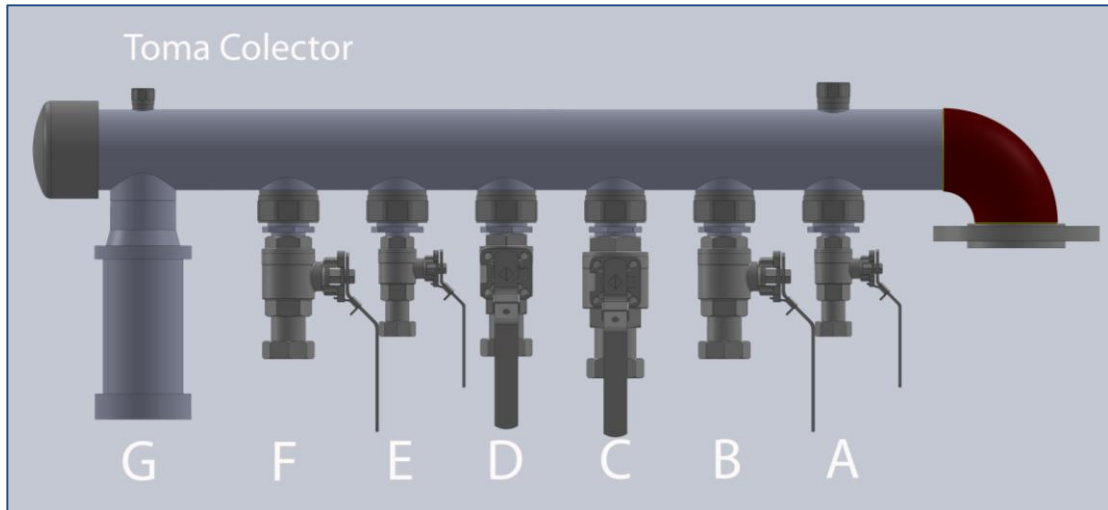


Figura 4–10: Esquemas colector Hidrante 11. Tomas de presión.

Los datos generales del hidrante son:

V1					
Función	Tipo 3				
NSH	7				
Dimensiones					
DNB	100				
QNB (m³/h)	112				
Salidas	DNP	25	40	50	80
	NS_{DN}	2	3	1	1
Presión (bar)	6			Manómetro	

El material del colector es de PP-H DN 110 SDR 11, con 7 tomas instaladas, las tomas de presión se colocan a la salida de la válvula de bola. En las siguientes tablas se muestran los datos registrados así como los sensores y la precisión de los mismos.

Tabla 4–9: Presiones e incertidumbres en mca, registradas en el colector Hidrante 11, según los escenarios ensayados.

TOMA	Sensor ⁴²	ε abs	ESCENARIO DE MEDICIÓN					
			1	2	3	4	5	6
A	L1000	± 0,2	19,58	12,04	8,01	14,27	17,70	27,34
B	L1000	± 0,2	19,56	12,03	7,96	14,31	17,74	27,71
C	L1000	± 0,2	19,46	11,98	7,95	14,22	17,62	27,36
D	L1000	± 0,2	19,68	12,09	8,03	14,37	17,78	27,67
E	NF1600	± 0,4	19,72	12,10	7,97	14,37	17,82	27,73
F	NF1600	± 0,4	19,76	12,26	8,13	14,41	17,89	27,70
G	NF1600	± 0,4	19,50	11,96	7,90	14,20	17,67	27,54
Colector	NF1600	± 0,4	20,17	12,42	8,23	14,63	18,18	28,39
ENTRADA	NF1600	± 0,4	20,66	12,67	8,35	14,99	18,64	29,13
Caudal entrada (l/s)			19,44	14,60	11,09	16,24	18,37	23,34

- ε abs: Error absoluto en mca, según el sensor utilizado en la medición.

Tabla 4–10: Caudales e incertidumbres en m³/s, registradas en el colector Hidrante 11, según los escenarios ensayados.

TOMA	Sensor	ε abs	ESCENARIO DE MEDICIÓN					
			1	2	3	4	5	6
A	CHM A	± 3,89E-05	0,00076	0,00059	0,00047	0,00063	0,00069	0,00088
B	CHM B	± 1,11E-04	0,00174	0,00136	0,00110	0,00150	0,00163	0,00205
C	CW C	± 1,67E-04	0,00245	0,00214	0,00174	0,00236	0,00258	0,00326
D	CHM D	± 1,11E-04	0,00208	0,00162	0,00130	0,00176	0,00193	0,00220
E	CHM E	± 3,89E-05	0,00071	0,00055	0,00045	0,00060	0,00067	0,00084
F	CHM F	± 1,11E-04	0,00127	0,00070	0,00039	0,00077	0,00100	0,00168
G	CW G	± 6,67E-04	0,01034	0,00750	0,00540	0,00850	0,00970	0,01257
Σ Caudal Tomas (ΣQ _T)			0,01936	0,01447	0,01085	0,01612	0,01818	0,02348
Caudal Entrada (Q _e)	CEM 100	± 1,60E-04	0,01944	0,01460	0,01109	0,01624	0,01837	0,02334
ε caudal (%)			0,39	0,90	2,19	0,73	1,05	-0,62

- ε caudal (%): Error relativo de caudal entre el sistema de medida para el caudal en la entrada y la suma de los caudales de salida.

⁴² Las características de los sensores se pueden consultar en el Anejo 1, donde se describen los sensores utilizados en los ensayos de laboratorio.

$$\varepsilon_{caudal} = \frac{Q_e - \sum Q_T}{Q_e} \cdot 100$$

4.2.5.2. Parámetros de simulación del CFD.

Parámetros utilizados en las simulaciones

- Fluido: Agua.
- Tipo de flujo: Laminar y turbulento.
- Rugosidad: 0,003 mm.
- Parámetros de turbulencia: Intensidad y longitud.
 - Intensidad: 2 %
 - Longitud: 0,001989 m
- Condiciones de contorno. (Variables de entrada)
 - Presión de entrada. Presión aguas arriba colector. En mmca.
 - Caudales de salida por cada toma. Caudal tomas A, B, C, D, E, F y G en m³/s.
- Secciones de control.
 - Entrada y salida curva 90 °, entrada colector.
 - Salida tomas A, B, C, D, E, F y G.
 - Toma de presión en el colector.
 - Secciones intermedias entre derivaciones, A-B, B-C, C-D, D-E, E-F, y F-G.

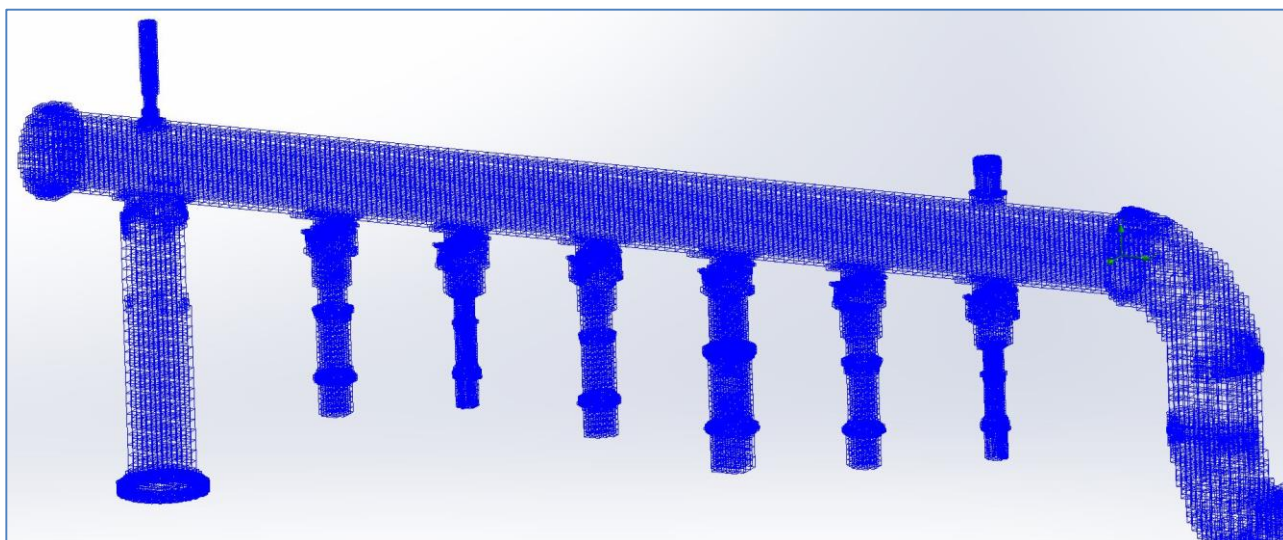
4.3. Resultados.⁴³

4.3.1. Validación de los modelos creados en CDF y EPANET. Colector del Hidrante 11 (Capítulo 2).

En un primer paso y con objeto de validar los modelos CFD creados para cada colector, se realiza el análisis detallado del modelo para el colector del Hidrante 11.

4.3.1.1. Resultados simulación CFD.

- Parámetros objetivo (Goals) calculados en las secciones de control por el CFD. (Variables de salida).
 1. Presión estática en mmca. $\frac{P}{\gamma}$
 2. Presión total en mmca $H_T = \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z$
 3. Velocidad en m/s.
 4. Caudal volumétrico en m³/s.
 5. **Ks** entre secciones.
- Nivel inicial de la malla. Valores por defecto de la aplicación. Nivel automático 3.⁴⁴



⁴³ Las tablas de resultados de las simulaciones en CFD y los cálculos estadísticos completos se pueden consultar en el Anejo 6.

⁴⁴ Se probaron otros niveles iniciales de mallas, y con diferentes configuraciones sin que se mejoraran los resultados obtenidos. Se optó por dejar los valores por defecto que indica FLOW Simulation de SolidWorks. En este modo la malla de autorefinamiento converge en una solución según los criterios de convergencia elegidos.

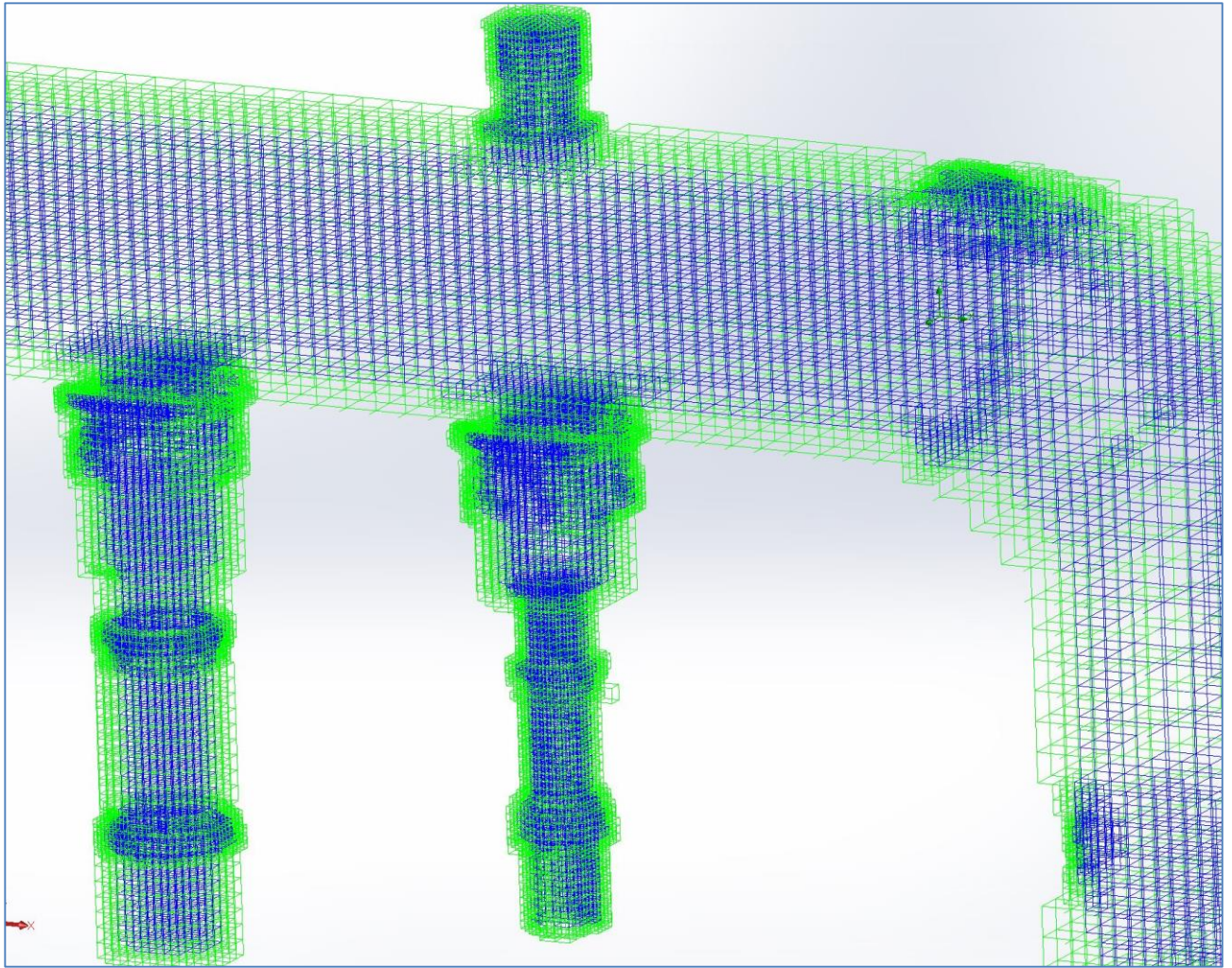


Figura 4–11: Estructura de la malla utilizada en la construcción de los modelos en CFD.

Escenario 1 (Tabla 4–9, Tabla 4–10)

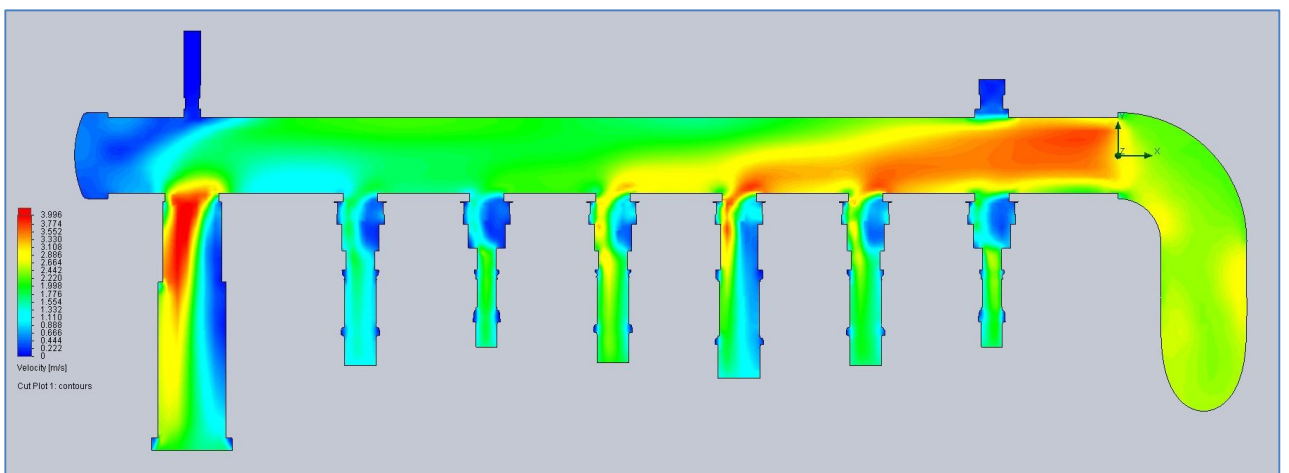


Figura 4–12: Resultados de velocidad para el hidrante 11 en el escenario 1.

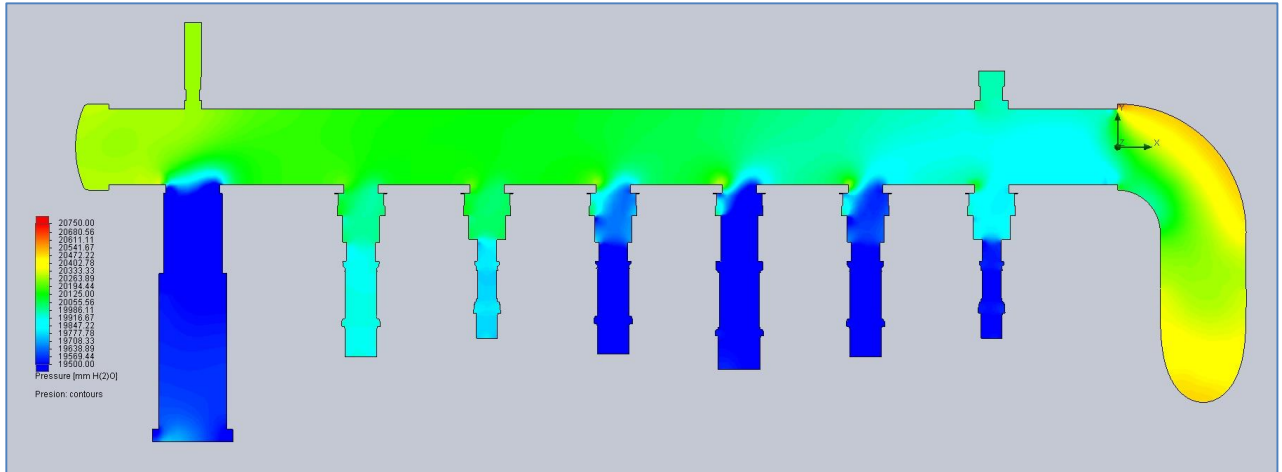


Figura 4–13: Resultados de presión para el hidrante 11 en el escenario 1.

Tabla 4–11: Comparación resultados de presión ensayo de laboratorio con el modelo CFD para el escenario 1.

Escenario 1 (Q Entrada = 19,44 l/s)				
Punto de medida	Presión Ensayo (mca)	Presión CFD (mca)	ϵ_{CFD} (mca)	ϵ_{CFD} (%)
SG Av Static Pressure Toma A	19,58	19,50	0,07	0,36
SG Av Static Pressure Toma B	19,56	19,47	0,09	0,46
SG Av Static Pressure Toma C	19,46	19,51	-0,05	-0,28
SG Av Static Pressure Toma D	19,68	19,44	0,24	1,20
SG Av Static Pressure Toma E	19,72	19,78	-0,06	-0,31
SG Av Static Pressure Toma F	19,76	19,91	-0,15	-0,74
SG Av Static Pressure Toma G	19,50	19,62	-0,11	-0,58
SG Av Static Pressure Colector	20,17	20,26	-0,10	-0,48
SG Av Static Entrada	20,66	20,66	0,00	0,01
Valores medios			-0,01	-0,04

- ϵ_{CFD} (mca): Error absoluto en mca entre el valor registrado en el ensayo y el obtenido en la simulación CFD.
($P_{Ensayo} - P_{CFD}$)
- ϵ_{CFD} (%): Error relativo en %, entre las presiones del ensayo y las obtenidas en la simulación CFD.

Como resultados de todas las simulaciones con CFD se muestra la distribución de velocidades (Figura 4–12) y presión (Figura 4–13) en la sección media de los colectores. En todos ellos se observan los gradientes de velocidad y presión en las distintas secciones de los colectores, así como las turbulencias que se generan en las derivaciones, codos y estrechamientos.

Escenario 2 (Tabla 4–9, Tabla 4–10)

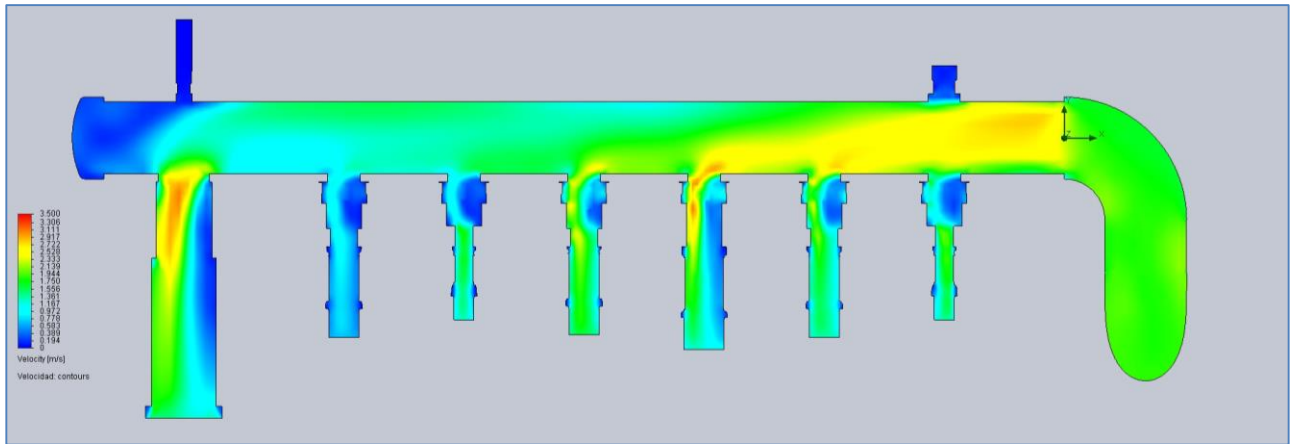


Figura 4–14: Resultados de velocidad para el hidrante 11 en el escenario 2.

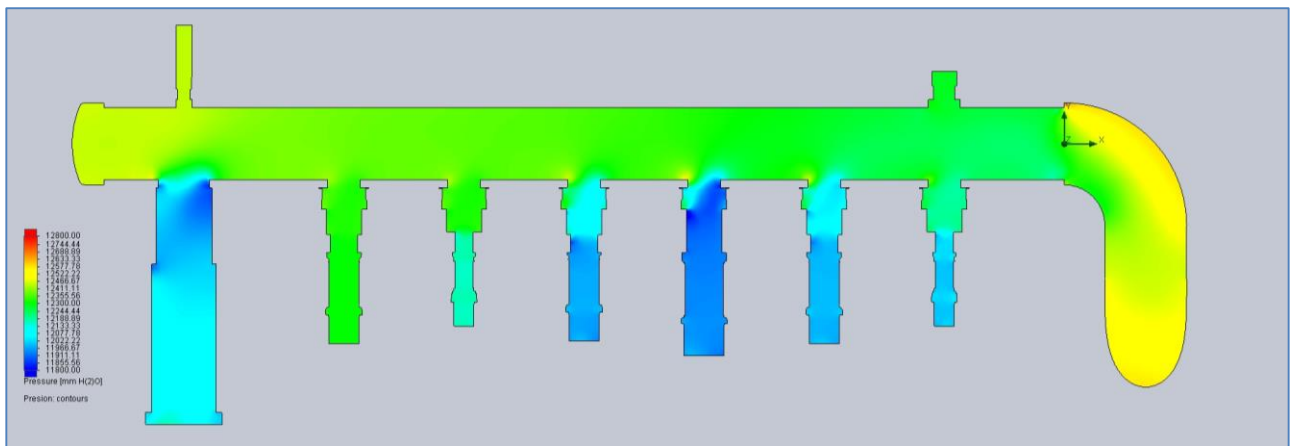


Figura 4–15: Resultados de presión para el hidrante 11 en el escenario 2.

Tabla 4–12: Comparación resultados de presión ensayo de laboratorio con el modelo CFD para el escenario 2.

Escenario 2 (Q Entrada = 14,60 l/s)				
Punto de medida	Presión Ensayo (mca)	Presión CFD (mca)	ϵ_{CFD} (mca)	ϵ_{CFD} (%)
SG Av Static Pressure Toma A	12,04	12,00	0,04	0,35
SG Av Static Pressure Toma B	12,03	11,98	0,05	0,39
SG Av Static Pressure Toma C	11,98	11,95	0,02	0,20
SG Av Static Pressure Toma D	12,09	11,96	0,12	1,02
SG Av Static Pressure Toma E	12,10	12,16	-0,06	-0,51
SG Av Static Pressure Toma F	12,26	12,30	-0,04	-0,32
SG Av Static Pressure Toma G	11,96	12,10	-0,14	-1,14
SG Av Static Pressure Colector	12,42	12,44	-0,03	-0,21
SG Av Static Entrada	12,67	12,67	0,00	-0,04

- ϵ_{CFD} (mca): Error absoluto en mca entre el valor registrado en el ensayo y el obtenido en la simulación CFD.
($P_{Ensayo} - P_{CFD}$)
- ϵ_{CFD} (%): Error relativo en %, entre las presiones del ensayo y las obtenidas en la simulación CFD.

Escenario 3 (Tabla 4–9, Tabla 4–10)

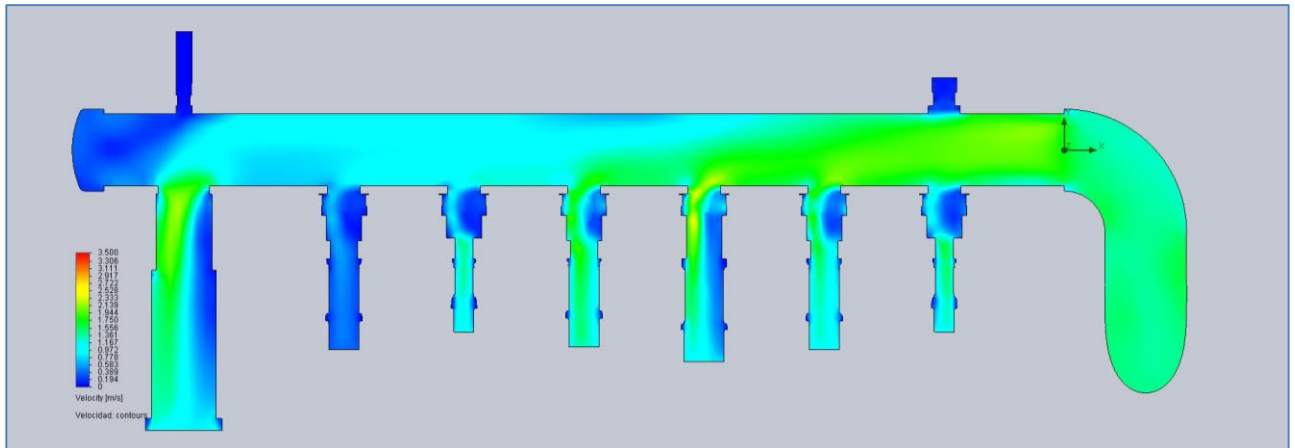


Figura 4–16: Resultados de velocidad para el hidrante 11 en el escenario 3.

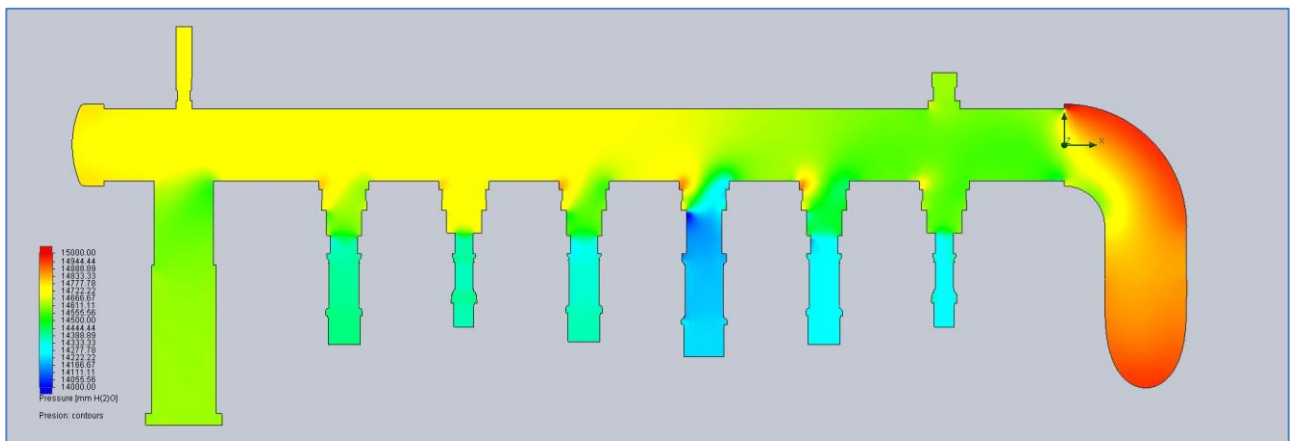


Figura 4–17: Resultados de presión para el hidrante 11 en el escenario 3.

Tabla 4–13: Comparación resultados de presión ensayo de laboratorio con el modelo CFD para el escenario 3.

Escenario 3 (Q Entrada = 11,09 l/s)				
Punto de medida	Presión Ensayo (mca)	Presión CFD (mca)	ϵ_{CFD} (mca)	ϵ_{CFD} (%)
SG Av Static Pressure Toma A	8,01	7,95	0,05	0,63
SG Av Static Pressure Toma B	7,96	7,94	0,02	0,29
SG Av Static Pressure Toma C	7,95	7,92	0,04	0,46
SG Av Static Pressure Toma D	8,03	7,92	0,11	1,31
SG Av Static Pressure Toma E	7,97	8,04	-0,07	-0,88
SG Av Static Pressure Toma F	8,13	8,16	-0,03	-0,31
SG Av Static Pressure Toma G	7,90	8,03	-0,13	-1,71
SG Av Static Pressure Colector	8,23	8,21	0,02	0,23
SG Av Static Entrada	8,35	8,35	0,00	0,02

- ϵ_{CFD} (mca): Error absoluto en mca entre el valor registrado en el ensayo y el obtenido en la simulación CFD.
($P_{Ensayo} - P_{CFD}$)
- ϵ_{CFD} (%): Error relativo en %, entre las presiones del ensayo y las obtenidas en la simulación CFD.

Escenario 4 (Tabla 4–9, Tabla 4–10)

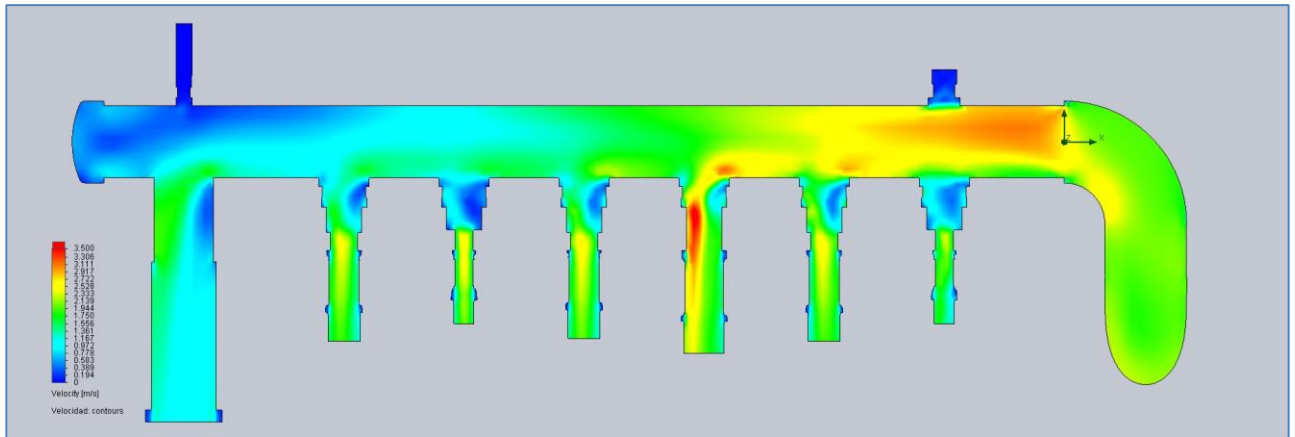


Figura 4–18: Resultados de velocidad para el hidrante 11 en el escenario 4.

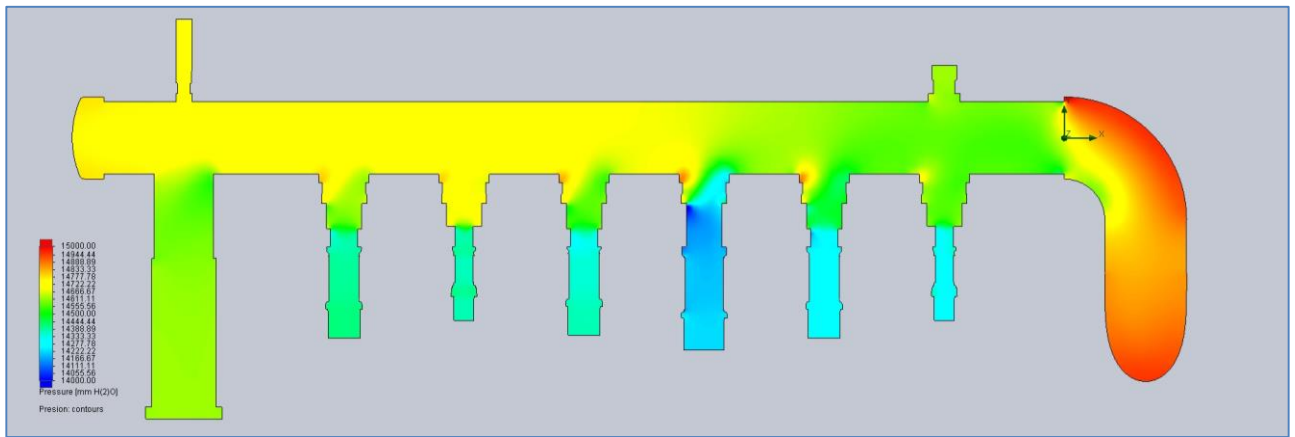


Figura 4–19: Resultados de presión para el hidrante 11 en el escenario 4.

Tabla 4–14: Comparación resultados de presión ensayo de laboratorio con el modelo CFD para el escenario 4.

Escenario 4 (Q Entrada = 16,24 l/s)				
Punto de medida	Presión Ensayo (mca)	Presión CFD (mca)	ϵ_{CFD} (mca)	ϵ_{CFD} (%)
SG Av Static Pressure Toma A	14,27	14,18	0,08	0,56
SG Av Static Pressure Toma B	14,31	14,14	0,17	1,21
SG Av Static Pressure Toma C	14,22	14,11	0,12	0,82
SG Av Static Pressure Toma D	14,37	14,14	0,23	1,60
SG Av Static Pressure Toma E	14,37	14,37	0,01	0,05
SG Av Static Pressure Toma F	14,41	14,54	-0,12	-0,87
SG Av Static Pressure Toma G	14,20	14,26	-0,07	-0,49
SG Av Static Pressure Colector	14,63	14,70	-0,07	-0,48
SG Av Static Entrada	14,99	14,99	0,00	-0,03

- ϵ_{CFD} (mca): Error absoluto en mca entre el valor registrado en el ensayo y el obtenido en la simulación CFD.
($P_{Ensayo} - P_{CFD}$)
- ϵ_{CFD} (%): Error relativo en %, entre las presiones del ensayo y las obtenidas en la simulación CFD.

Escenario 5 (Tabla 4–9, Tabla 4–10)

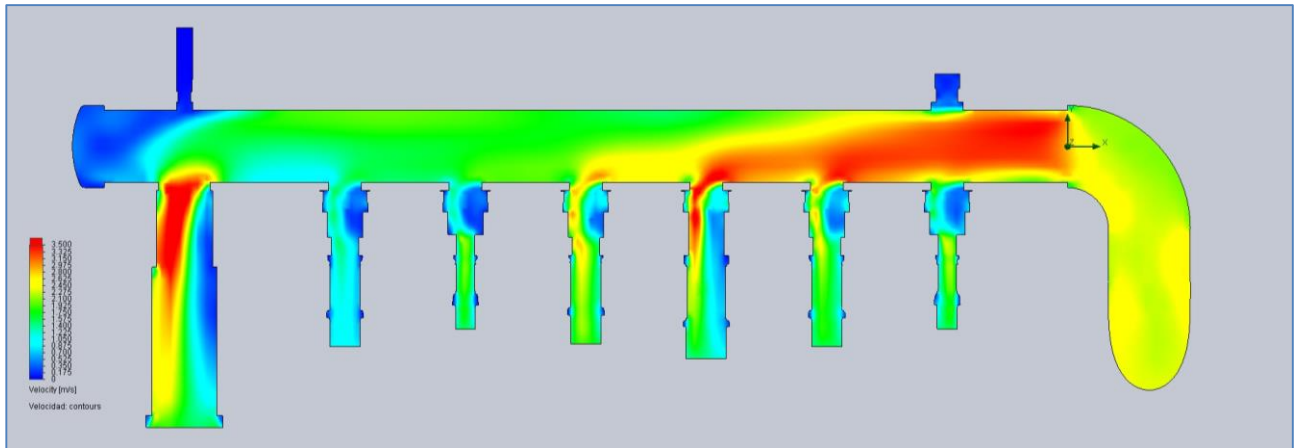


Figura 4–20: Resultados de velocidad para el hidrante 11 en el escenario 5.

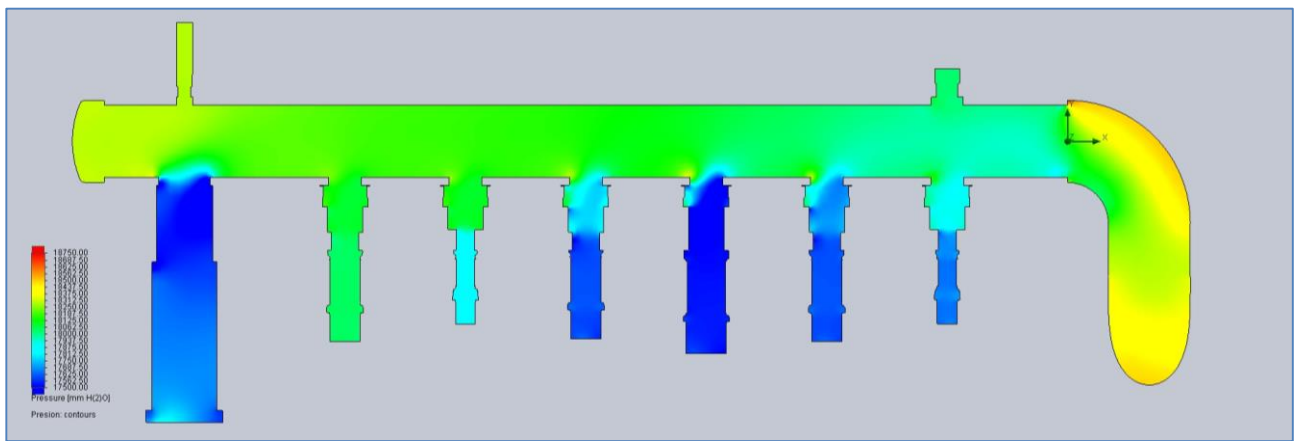


Figura 4–21: Resultados de presión para el hidrante 11 en el escenario 5.

Tabla 4–15: Comparación resultados de presión ensayo de laboratorio con el modelo CFD para el escenario 5.

Escenario 5 (Q Entrada = 18,37 l/s)				
Punto de medida	Presión Ensayo (mca)	Presión CFD (mca)	ϵ_{CFD} (mca)	ϵ_{CFD} (%)
SG Av Static Pressure Toma A	17,70	17,65	0,06	0,31
SG Av Static Pressure Toma B	17,74	17,59	0,15	0,82
SG Av Static Pressure Toma C	17,62	17,54	0,08	0,44
SG Av Static Pressure Toma D	17,78	17,59	0,19	1,06
SG Av Static Pressure Toma E	17,82	17,85	-0,03	-0,17
SG Av Static Pressure Toma F	17,89	18,03	-0,14	-0,78
SG Av Static Pressure Toma G	17,67	17,72	-0,05	-0,27
SG Av Static Pressure Colector	18,18	18,29	-0,11	-0,60
SG Av Static Entrada	18,64	18,64	0,00	-0,02

- ϵ_{CFD} (mca): Error absoluto en mca entre el valor registrado en el ensayo y el obtenido en la simulación CFD.
($P_{Ensayo} - P_{CFD}$)
- ϵ_{CFD} (%): Error relativo en %, entre las presiones del ensayo y las obtenidas en la simulación CFD.

Escenario 6 (Tabla 4–9, Tabla 4–10)

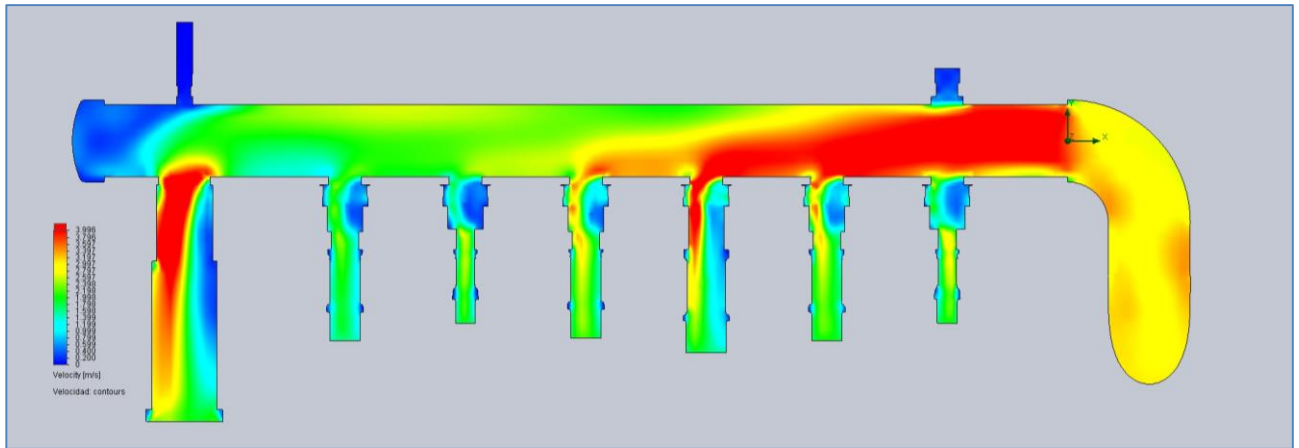


Figura 4–22: Resultados de velocidad para el hidrante 11 en el escenario 6.

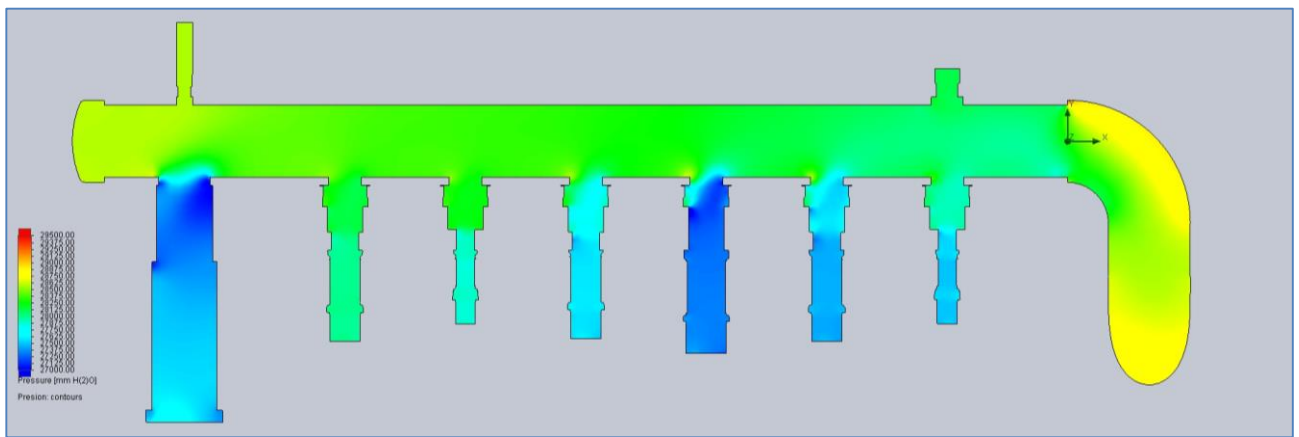


Figura 4–23: Resultados de presión para el hidrante 11 en el escenario 6.

Tabla 4–16: Comparación resultados de presión ensayo de laboratorio con el modelo CFD para el escenario 6.

Escenario 6 (Q Entrada = 23,34 l/s)				
Punto de medida	Presión Ensayo (mca)	Presión CFD (mca)	ϵ_{CFD} (mca)	ϵ_{CFD} (%)
SG Av Static Pressure Toma A	27,34	27,50	-0,16	-0,58
SG Av Static Pressure Toma B	27,71	27,42	0,29	1,04
SG Av Static Pressure Toma C	27,36	27,34	0,01	0,05
SG Av Static Pressure Toma D	27,67	27,56	0,10	0,37
SG Av Static Pressure Toma E	27,73	27,86	-0,13	-0,48
SG Av Static Pressure Toma F	27,70	27,98	-0,29	-1,03
SG Av Static Pressure Toma G	27,54	27,61	-0,07	-0,26
SG Av Static Pressure Colector	28,39	28,57	-0,18	-0,64
SG Av Static Entrada	29,13	29,13	0,00	0,00

- ϵ_{CFD} (mca): Error absoluto en mca entre el valor registrado en el ensayo y el obtenido en la simulación CFD.
($P_{Ensayo} - P_{CFD}$)
- ϵ_{CFD} (%): Error relativo en %, entre las presiones del ensayo y las obtenidas en la simulación CFD.

Si aplicamos los índices estadísticos del apartado 4.2.4, entre los valores del ensayo hidráulico y las simulaciones CFD, obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 4–17: Índices estadísticos para la comparación de los resultados del ensayo con la simulación CFD.

Índice	Valor
ECM (mca²)	0,013
RECM (mca)	0,113
NRECM	0,007
MAE (mca)	0,088
<i>r</i>	1,000
<i>r</i>²	1,000
<i>E</i>	1,000
<i>W</i>	1,000
<i>Wm</i>	0,991
RECM/MAE	1,281

A la vista de los resultados obtenidos en los 6 escenarios estudiados, los valores con la simulación en CDF son similares a los registrados en el ensayo hidráulico en el laboratorio. Así nos lo indican los índices, *r*, *r*², *E*, *W* y *Wm* que al aproximarse a 1 aseguran que el modelo representa, con alto grado de exactitud, el ensayo hidráulico en el laboratorio. El error de la aplicación del modelo CFD es de 0,11 mca, con un error absoluto medio de 0,09 mca.

Las diferencias calculadas (errores absolutos) están por debajo del rango de incertidumbre de los sensores utilizados en la medición de presiones en el ensayo experimental.

Por lo tanto se pueden utilizar sin ninguna reserva los modelos creados con CFD, para obtener con exactitud las presiones y velocidades a lo largo de la distribución de caudales de los colectores en los hidrantes multiusuario ensayados.

4.3.1.2. *Ks* obtenidos de las simulaciones CFD.

Para poder comparar los resultados de los modelos de CFD y los modelos creados con EPANET, necesitamos obtener los *Ks* obtenidos de las simulaciones generadas en CFD para ser utilizados en EPANET.

Los coeficientes de resistencia se obtienen de calcular las pérdidas de carga aplicando *Bernouilli*, entre las secciones de los extremos de la singularidad, así:

$$K_s = \frac{h_s \cdot 2g}{V^2}$$

$$h_s = \frac{P_i}{\gamma} + Z_i + \frac{V_i^2}{2g} - \frac{P_j}{\gamma} - Z_j - \frac{V_j^2}{2g} = H_{Ti} - H_{Tj}$$

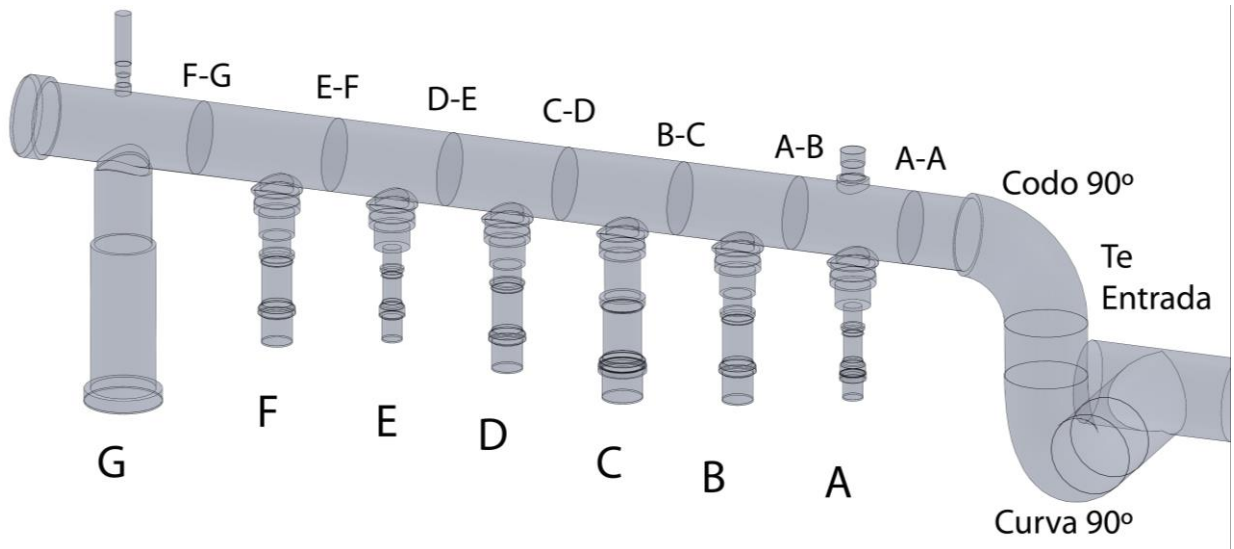


Figura 4–24:Esquema colector Hidrante 11. Singularidades calculadas.

Los K_s obtenidos para cada una de las singularidades del colector y para cada uno de los escenarios analizados son:

Tabla 4–18: Valores de K_s calculados para el colector del hidrante 11 según los escenarios analizados.

Singularidad	Sección			Escenario					
	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Velocidad ⁴⁵	1	2	3	4	5	6
Ks Codo	Curva 90°	A-A	Aguas Arriba	0,57	0,57	0,58	0,57	0,57	0,57
Ks Toma A	A-A	A	Aguas Abajo	6,06	5,77	5,36	6,07	6,42	6,49
Ks Toma B	A-B	B	Aguas Abajo	6,31	5,99	5,45	6,07	6,39	6,54
Ks Toma C	B-C	C	Aguas Abajo	9,10	7,53	6,83	7,64	7,97	8,20
Ks Toma D	C-D	D	Aguas Abajo	3,99	3,76	3,50	3,85	3,99	4,54
Ks Toma E	D-E	E	Aguas Abajo	3,93	3,63	3,30	3,72	3,82	4,05
Ks Toma F	E-F	F	Aguas Abajo	5,08	7,07	10,33	7,39	6,15	4,55
Ks Toma G	F-G	G	Aguas Abajo	4,16	4,15	4,27	4,17	4,15	4,13
Ks A-B	A-A	A-B	Aguas Abajo	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Ks B-C	A-B	B-C	Aguas Abajo	0,06	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06
Ks C-D	B-C	C-D	Aguas Abajo	0,11	0,14	0,18	0,13	0,12	0,12
Ks D-E	C-D	D-E	Aguas Abajo	0,11	0,14	0,20	0,13	0,12	0,09
Ks E-F	D-E	E-F	Aguas Abajo	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
Ks F-G	E-F	F-G	Aguas Abajo	-0,02	-0,01	0,01	-0,01	-0,03	-0,03
Ks curva	Entrada Curva	Salida Curva	Aguas Arriba	0,04	0,05	0,06	0,04	0,04	0,03
Ks TE-Entrada	Entrada	Curva 90°	Aguas Arriba	1,19	1,21	1,23	1,21	1,20	1,18

⁴⁵ Sección considerada para obtener la altura cinética en el cálculo del K_s

4.3.1.3. Resultados simulación EPANET 2.0, comparación con los resultados de las simulaciones CFD.

En la utilización de EPANET para el análisis de los colectores se adoptan los siguientes criterios para que los modelos sean válidos.

- Condiciones de contorno. (Similares a la simulación CFD). (Variables de entrada)
 - Presión de entrada. Presión aguas arriba colector en mca.
 - Caudales de salida por cada toma. Caudal tomas A, B, C, D, E, F y G en l/s.
- Parámetros objetivo. (Variables de salida).
 1. Presión en mca. $\frac{P}{\gamma}$
 2. Velocidad en m/s.
- Se modifican los valores de presión obtenidos sumando la variación de altura cinética entre la entrada y el punto de presión considerado.
- Como pérdidas de carga singulares se aplican a las tuberías que correspondan los **Ks** obtenidos en la simulaciones CFD (Tabla 4–18).

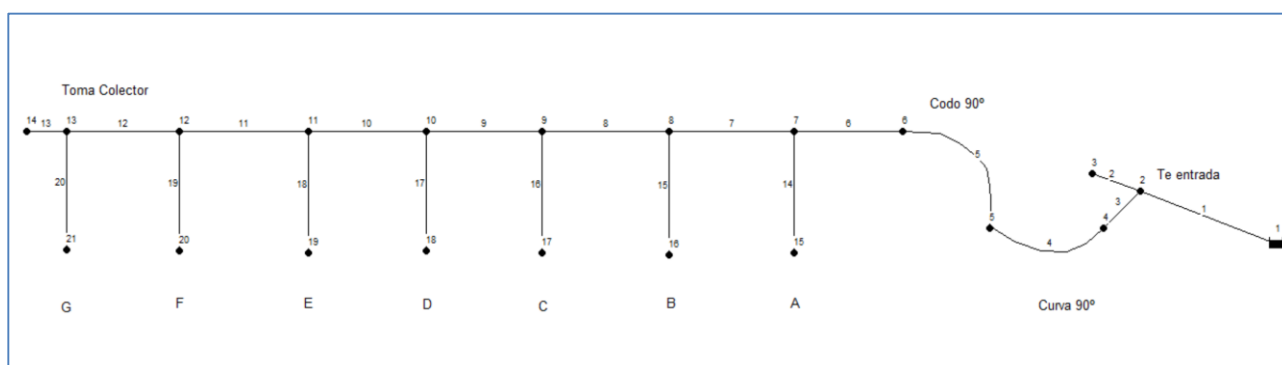


Figura 4–25: Configuración del colector del hidrante 11 en EPANET.

En las siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de la comparación de los modelos CFD y EPANET para cada uno de los escenarios analizados.

Donde:

- ϵ_{EPANET} (mca): Error absoluto en mca entre el valor obtenido en la simulación CFD y la simulación con EPANET.
($P_{CFD} - P_{EPANET}$)
- ϵ_{EPANET} (%): Error relativo en %, entre las presiones obtenidas en la simulación CFD y las obtenidas en la simulación con EPANET.

Tabla 4–19: Comparación resultados de presión entre el modelo CFD y el modelo de EPANET para el escenario 1.

Escenario 1				
Punto de medida	Presión CFD (mca)	Presión EPANET (mca)	ϵ_{EPANET} (mca)	ϵ_{EPANET} (%)
SG Av Static Pressure Toma A	19,50	19,55	-0,05	-0,24
SG Av Static Pressure Toma B	19,47	19,53	-0,06	-0,29
SG Av Static Pressure Toma C	19,51	19,57	-0,06	-0,31
SG Av Static Pressure Toma D	19,44	19,49	-0,05	-0,26
SG Av Static Pressure Toma E	19,78	19,80	-0,02	-0,10
SG Av Static Pressure Toma F	19,91	19,93	-0,02	-0,11
SG Av Static Pressure Toma G	19,62	19,78	-0,16	-0,82
SG Av Static Pressure Colector	20,26	20,19	0,07	0,37

Tabla 4–20: Comparación resultados de presión entre el modelo CFD y el modelo de EPANET para el escenario 2.

Escenario 2				
Punto de medida	Presión CFD (mca)	Presión EPANET (mca)	ϵ_{EPANET} (mca)	ϵ_{EPANET} (%)
SG Av Static Pressure Toma A	12,00	12,034	-0,03	-0,28
SG Av Static Pressure Toma B	11,98	12,004	-0,03	-0,22
SG Av Static Pressure Toma C	11,95	11,987	-0,04	-0,30
SG Av Static Pressure Toma D	11,96	11,994	-0,03	-0,25
SG Av Static Pressure Toma E	12,16	12,174	-0,01	-0,12
SG Av Static Pressure Toma F	12,30	12,308	-0,01	-0,08
SG Av Static Pressure Toma G	12,10	12,183	-0,09	-0,71
SG Av Static Pressure Colector	12,44	12,397	0,04	0,34

Tabla 4–21: Comparación resultados de presión entre el modelo CFD y el modelo de EPANET para el escenario 3.

Escenario 3				
Punto de medida	Presión CFD (mca)	Presión EPANET (mca)	ϵ_{EPANET} (mca)	ϵ_{EPANET} (%)
SG Av Static Pressure Toma A	7,95	7,972	-0,02	-0,22
SG Av Static Pressure Toma B	7,94	7,951	-0,01	-0,17
SG Av Static Pressure Toma C	7,92	7,938	-0,02	-0,28
SG Av Static Pressure Toma D	7,92	7,941	-0,02	-0,23
SG Av Static Pressure Toma E	8,04	8,046	0,00	-0,06
SG Av Static Pressure Toma F	8,16	8,163	-0,01	-0,09
SG Av Static Pressure Toma G	8,03	8,080	-0,05	-0,60
SG Av Static Pressure Colector	8,21	8,192	0,02	0,24

Tabla 4–22: Comparación resultados de presión entre el modelo CFD y el modelo de EPANET para el escenario 4.

Escenario 4				
Punto de medida	Presión CFD (mca)	Presión EPANET (mca)	ϵ_{EPANET} (mca)	ϵ_{EPANET} (%)
SG Av Static Pressure Toma A	14,18	14,22	-0,04	-0,27
SG Av Static Pressure Toma B	14,14	14,18	-0,04	-0,27
SG Av Static Pressure Toma C	14,11	14,15	-0,05	-0,33
SG Av Static Pressure Toma D	14,14	14,16	-0,02	-0,17
SG Av Static Pressure Toma E	14,37	14,39	-0,02	-0,16
SG Av Static Pressure Toma F	14,54	14,54	-0,01	-0,05
SG Av Static Pressure Toma G	14,27	14,38	-0,11	-0,77
SG Av Static Pressure Colector	14,71	14,65	0,05	0,35

Tabla 4–23: Comparación resultados de presión entre el modelo CFD y el modelo de EPANET para el escenario 5.

Escenario 5				
Punto de medida	Presión CFD (mca)	Presión EPANET (mca)	ϵ_{EPANET} (mca)	ϵ_{EPANET} (%)
SG Av Static Pressure Toma A	17,65	17,67	-0,02	-0,12
SG Av Static Pressure Toma B	17,59	17,63	-0,03	-0,19
SG Av Static Pressure Toma C	17,54	17,59	-0,05	-0,28
SG Av Static Pressure Toma D	17,59	17,61	-0,03	-0,14
SG Av Static Pressure Toma E	17,85	17,88	-0,02	-0,12
SG Av Static Pressure Toma F	18,03	18,05	-0,02	-0,12
SG Av Static Pressure Toma G	17,72	17,86	-0,14	-0,80
SG Av Static Pressure Colector	18,29	18,21	0,07	0,40

Tabla 4–24: Comparación resultados de presión entre el modelo CFD y el modelo de EPANET para el escenario 6.

Escenario 6				
Punto de medida	Presión CFD (mca)	Presión EPANET (mca)	ϵ_{EPANET} (mca)	ϵ_{EPANET} (%)
SG Av Static Pressure Toma A	27,50	27,55	-0,06	-0,21
SG Av Static Pressure Toma B	27,42	27,50	-0,08	-0,28
SG Av Static Pressure Toma C	27,34	27,43	-0,08	-0,31
SG Av Static Pressure Toma D	27,56	27,61	-0,04	-0,15
SG Av Static Pressure Toma E	27,86	27,89	-0,03	-0,10
SG Av Static Pressure Toma F	27,98	28,02	-0,03	-0,12
SG Av Static Pressure Toma G	27,61	27,85	-0,24	-0,87
SG Av Static Pressure Colector	28,57	28,44	0,13	0,46

Comparando los modelos de CFD y EPANET obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 4–25: Índices estadísticos para la comparación de los resultados de la simulación CFD con la simulación en EPANET.

Índice	Valor
<i>ECM</i> (mca ²)	0,004
<i>RECM</i> (mca)	0,066
<i>NRECM</i>	0,004
<i>MAE</i> (mca)	0,049
<i>r</i>	1,000
<i>r</i> ²	1,000
<i>E</i>	1,000
<i>W</i>	1,000
<i>Wm</i>	0,999
<i>RECM/MAE</i>	1,353

De la comparación de los dos modelos creados con CFD y EPANET nos indican que son similares e igual de válidos, aun así comparamos los resultados del ensayo hidráulico con los del modelo creado en EPANET.

Tabla 4–26: Índices estadísticos para la comparación de los resultados del ensayo con la simulación en EPANET.

Índice	Valor
<i>ECM</i> (mca ²)	0,017
<i>RECM</i> (mca)	0,131
<i>NRECM</i>	0,008
<i>MAE</i> (mca)	0,101
<i>r</i>	1,000
<i>r</i> ²	1,000
<i>E</i>	1,000
<i>W</i>	1,000
<i>Wm</i>	0,997
<i>RECM/MAE</i>	1,299

Los modelos realizados con EPANET se ajustan de igual forma que los generados con CFD a los ensayos hidráulicos realizados. Esto nos permite abordar con garantías el siguiente proceso de verificación, que nos permitirá indicar que grupo de valores de *Ks* se ajustan mejor para explicar las pérdidas de carga singulares que se producen en los colectores de los hidrantes sin tener que recurrir a simulaciones en CFD.

4.3.2. Modelización en CFD de los colectores de los hidrantes ensayados. Obtención de los valores reales de K_s .

Tras verificar que los modelos realizados en CFD representan fielmente los resultados de los ensayos hidráulicos en laboratorio, se construyen los modelos CFD para los colectores del resto de hidrantes ensayados.

Los modelos CFD permiten obtener los parámetros hidráulicos necesarios para contrastar los modelos generados en EPANET para las distintas hipótesis de K_s utilizadas, estos datos son inviables de obtener en los ensayos reales, ya que sería necesario la instalación de numerosos sensores de presión y caudal colocados en puntos inaccesibles de la instalación del hidrante.

En los siguientes apartados se muestran los resultados de los modelos CFD para cada hidrante analizado.

4.3.2.1. CFD Colector Hidrante 1.

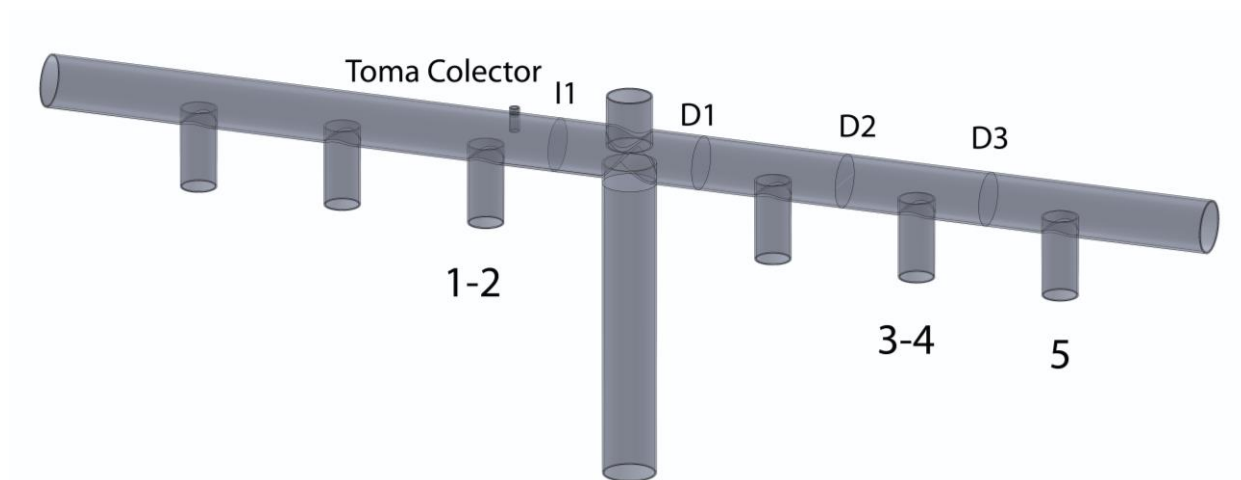


Figura 4–26:Esquema colector Hidrante 1. Singularidades calculadas.

Tabla 4–27: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 1 según modelo CFD.

Singularidad	Sección			K_s (CFD)
	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Velocidad	
Ks Toma 1-2	I1	Toma 1-2	Aguas Abajo	0,94
Ks Toma 3-4	D2	Toma 3-4	Aguas Abajo	2,52
Ks Toma 5	D3	Toma 5	Aguas Abajo	0,98
Ks D2-D3	D2	D3	Aguas Abajo	0,32
Ks Te Derecha	Entrada	D2	Aguas Abajo	6,59
Ks Te Izquierda	Entrada	I1	Aguas Abajo	16,40

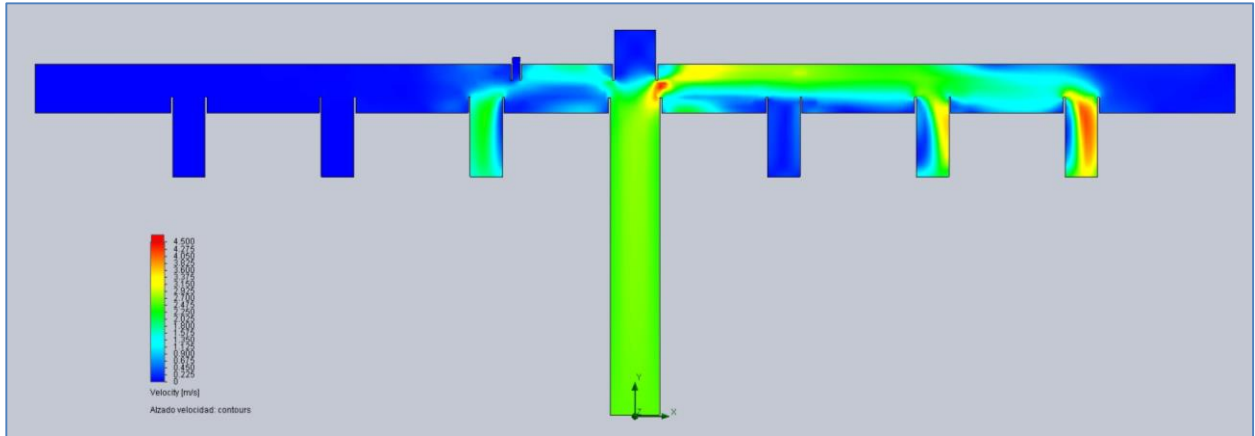


Figura 4–27: Resultados de velocidad para el Hidrante 1. Sección Alzado.

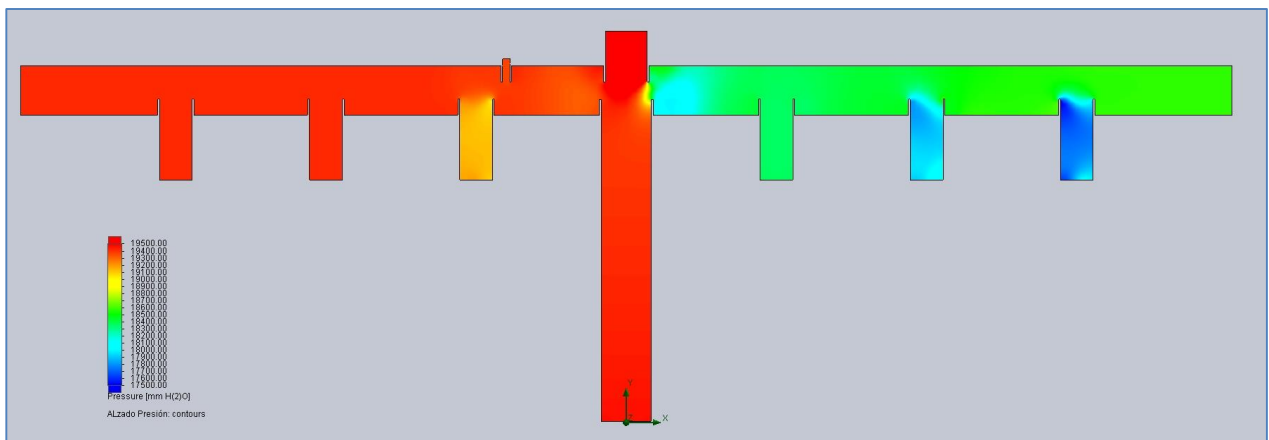


Figura 4–28: Resultados de presión para el Hidrante 1. Sección Alzado.

En las Figura 4–27 y Figura 4–28 se muestran la distribución de velocidad y presión en la sección media del alzado del colector. En ellas se observan las altas velocidades provocadas por la mala configuración del colector, todas las tomas están soldadas con resalte interno. Esta configuración provoca turbulencias innecesarias y gradientes elevados de velocidad en las distintas secciones del colector consideradas en el cálculo de K_s .

4.3.2.2. CFD Colector Hidrante 3.

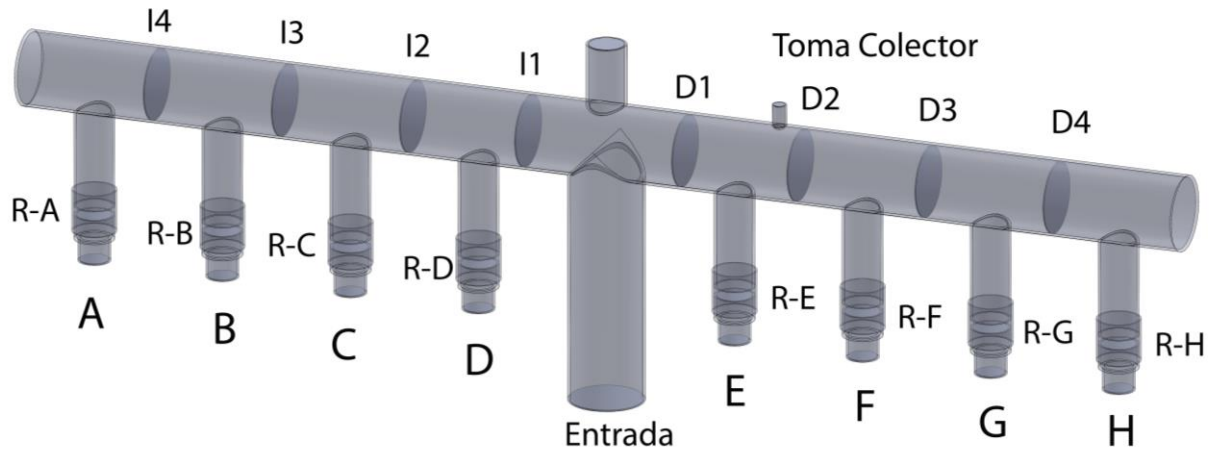


Figura 4–29:Esquema colector Hidrante 3. Singularidades calculadas.

Tabla 4–28: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 3 según modelo CFD.

Singularidad	Sección			K_s (CFD)
	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Velocidad	
Ks Toma A	I4	Toma R-A	Aguas Abajo	1,35
Ks Toma B	I3	Toma R-B	Aguas Abajo	1,19
Ks Toma C	I2	Toma R-C	Aguas Abajo	1,38
Ks Toma D	I1	Toma R-D	Aguas Abajo	5,79
Ks Toma E	D1	Toma R-E	Aguas Abajo	3,27
Ks Toma F	D2	Toma R-F	Aguas Abajo	1,53
Ks Toma G	D3	Toma R-G	Aguas Abajo	1,34
Ks Toma H	D4	Toma R-H	Aguas Abajo	1,23
Ks Toma R-A	Toma R-A	A	Aguas Arriba	1,09
Ks Toma R-B	Toma R-B	B	Aguas Arriba	1,16
Ks Toma R-C	Toma R-C	C	Aguas Arriba	1,09
Ks Toma R-D	Toma R-D	D	Aguas Arriba	1,03
Ks Toma R-E	Toma R-E	E	Aguas Arriba	1,06
Ks Toma R-F	Toma R-F	F	Aguas Arriba	1,09
Ks Toma R-G	Toma R-G	G	Aguas Arriba	1,18
Ks Toma R-H	Toma R-H	H	Aguas Arriba	1,11
Ks Te Derecha	Entrada	D1	Aguas Abajo	4,07
Ks Te Izquierda	Entrada	I1	Aguas Abajo	5,09
Ks D1-D2	D1	D2	Aguas Abajo	-0,61
Ks D2-D3	D2	D3	Aguas Abajo	-0,32
Ks D3-D4	D3	D4	Aguas Abajo	-0,03
Ks I1-I2	I1	I2	Aguas Abajo	-0,63
Ks I2-I3	I2	I3	Aguas Abajo	-0,46
Ks I3-I4	I3	I4	Aguas Abajo	0,90

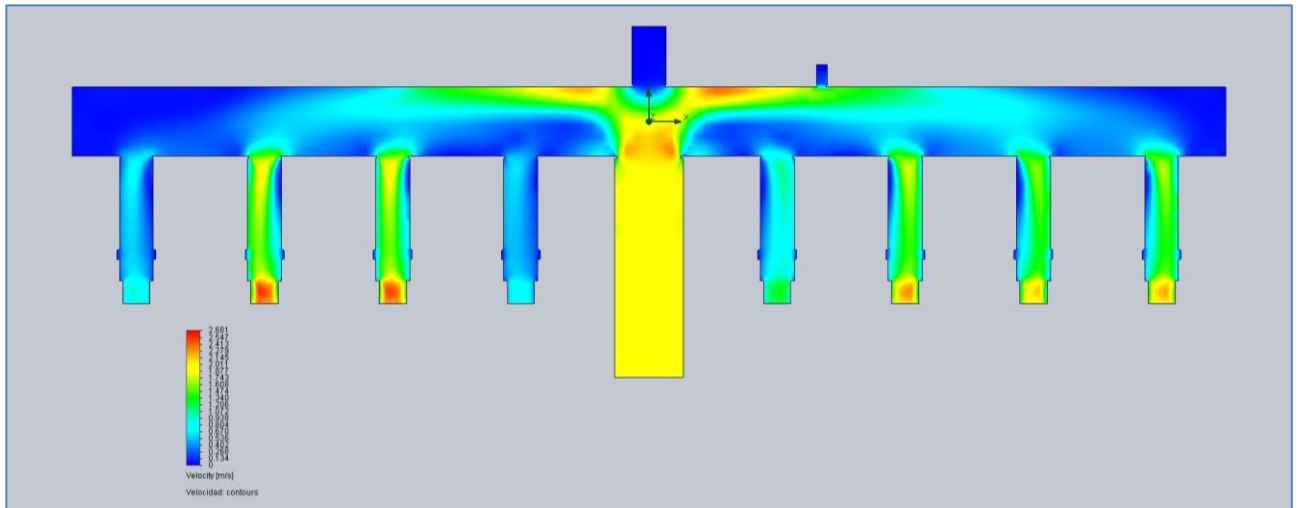


Figura 4–30: Resultados de velocidad para el Hidrante 3. Sección Alzado.

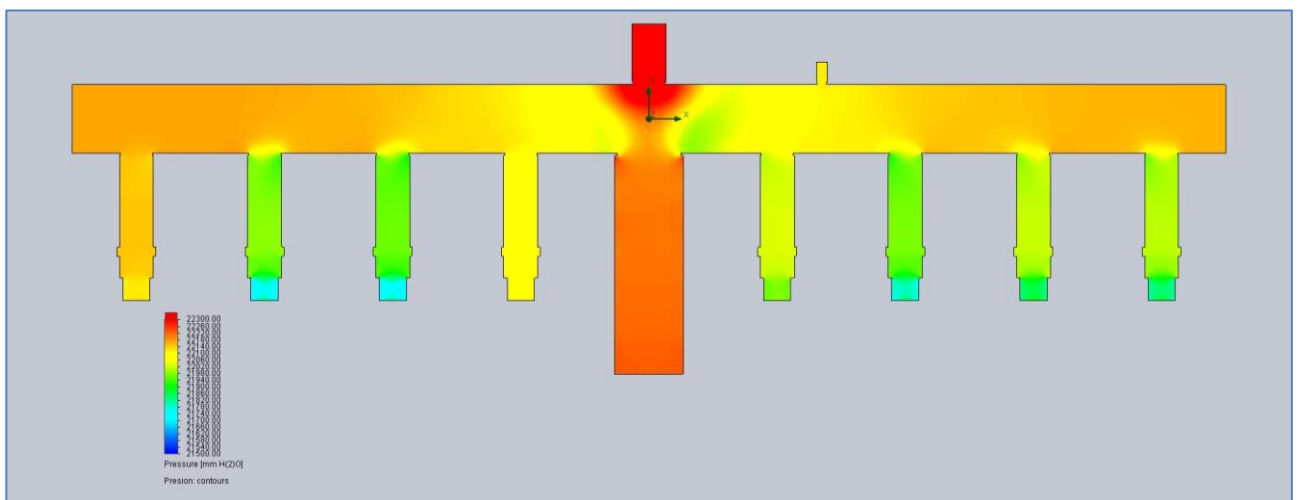


Figura 4–31: Resultados de presión para el Hidrante 3. Sección Alzado.

Los valores de K_s negativos en los tramos rectos del colector no pueden ser utilizados en las modelizaciones con EPANET, ya que esta aplicación no admite valores negativos.

Aunque en un primer momento el signo puede parecer un error de cálculo, estos valores ya aparecían en el manual del fabricante AGRU en este tipo de singularidades, como por ejemplo en la Te estándar en la dirección de paso (Coeficientes de resistencia AGRU. Manual técnico fabricante AGRU. (Norma DVS 2210-1 Tabla 9). (Deutsches Institut für Normung E.V. (DIN) 1997).

El valor negativo en las simulaciones en CFD, es debido a ligeras variaciones de la energía media calculada en las secciones de control. En los colectores estudiados por su geometría y distribución del flujo, la presión y velocidades no son uniformes en las secciones analizadas, mostrando gradientes importantes de los valores de presión y velocidad a lo ancho de la sección (Figura 4–30 y Figura 4–31).

Al utilizar en el cálculo de K_s valores de energía total media en las secciones de control, simplificamos lo que sucede en dichas secciones, dando como resultado en algunos casos valores negativos que en EPANET tomarán valores de $K_s = 0$.

4.3.2.3. CFD Colector Hidrante 4.

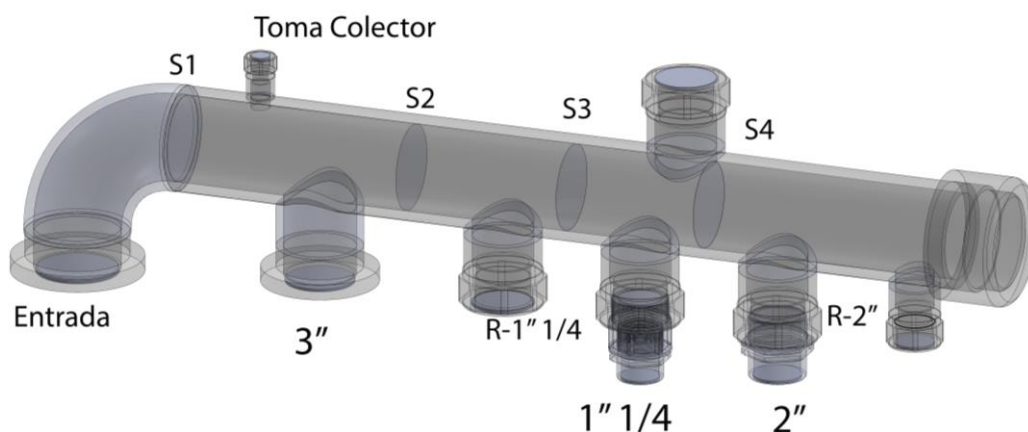


Figura 4-32: Esquema colector Hidrante 4. Singularidades calculadas.

Tabla 4-29: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 4 según modelo CFD.

Singularidad	Sección			K_s (CFD)
	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Velocidad	
K_s Toma 3"	S1	Toma 3"	Aguas Abajo	0,29
K_s Toma 1" ¼	S3	R-1" ¼	Aguas Abajo	1,01
K_s Toma 2"	S4	R-2"	Aguas Abajo	0,50
K_s Toma R-1" ¼	R-1" ¼	1" ¼	Aguas Abajo	0,86
K_s Toma R-2"	R-2"	2"	Aguas Abajo	0,18
K_s Curva 90°	Entrada	S1	Aguas Abajo	0,29
K_s S1-S2	S1	S2	Aguas Abajo	0,62
K_s S2-S3	S2	S3	Aguas Abajo	0,04
K_s S3-S4	S3	S4	Aguas Abajo	0,50

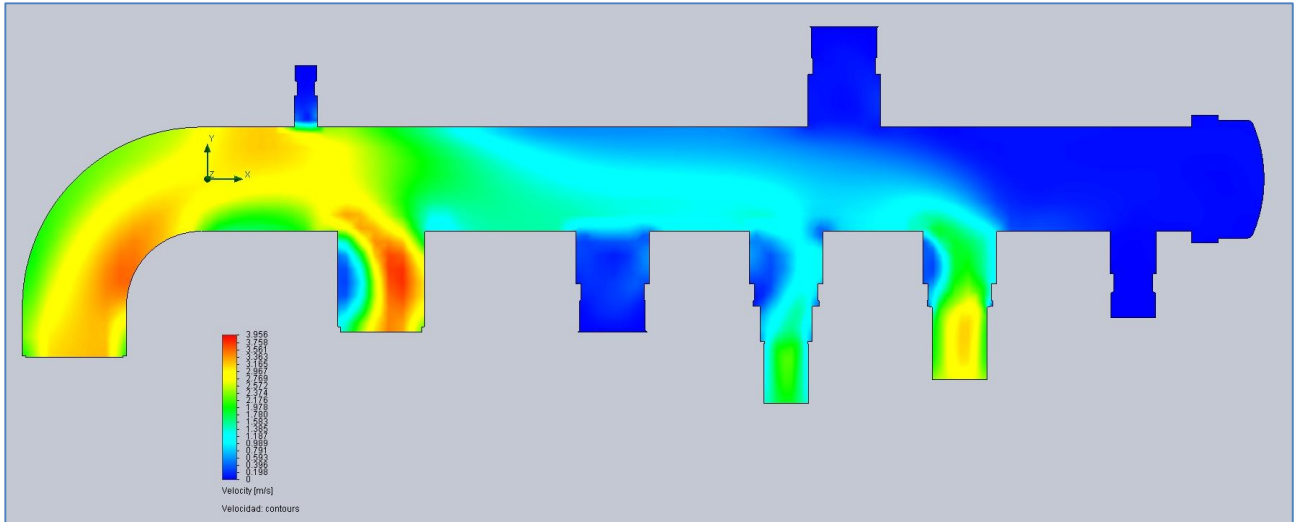


Figura 4–33: Resultados de velocidad para el Hidrante 4. Sección Alzado.

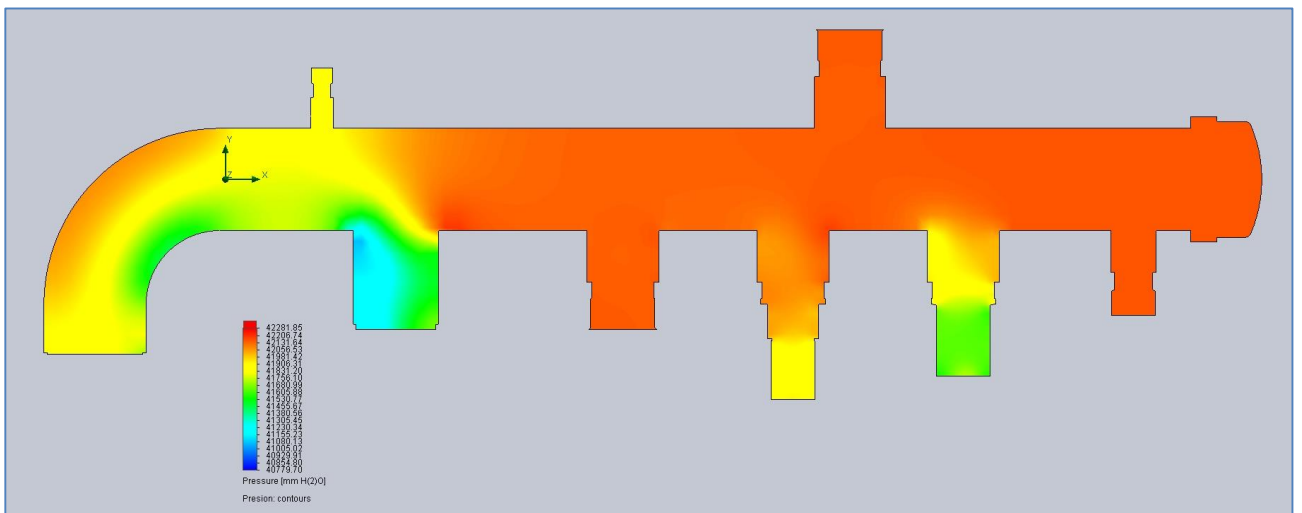


Figura 4–34: Resultados de presión para el Hidrante 4. Sección Alzado.

4.3.2.4. CFD Colector Hidrante 5.

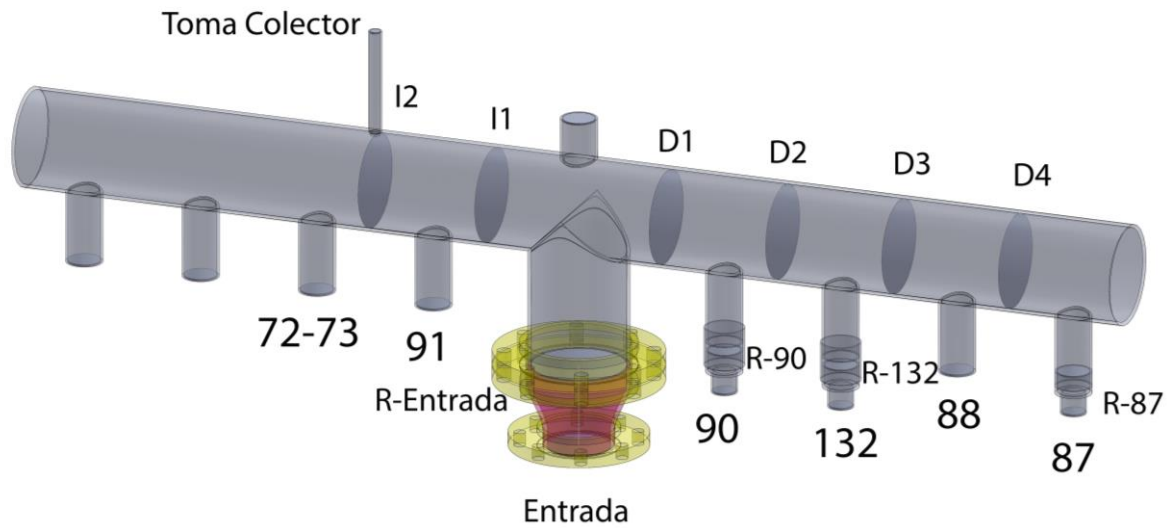


Figura 4–35:Esquema colector Hidrante 5. Singularidades calculadas.

Tabla 4–30: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 5 según modelo CFD.

Singularidad	Sección			K_s (CFD)
	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Velocidad	
Ks Toma 72-73	I2	72-73	Aguas Abajo	1,07
Ks Toma 91	I1	91	Aguas Abajo	1,12
Ks Toma 90	D1	R-90	Aguas Abajo	1,51
Ks Toma 132	D2	R-132	Aguas Abajo	1,48
Ks Toma 88	D3	88	Aguas Abajo	1,05
Ks Toma 87	D4	R-87	Aguas Abajo	1,17
Ks R-90	R-90	90	Aguas Abajo	0,51
Ks R-132	R-132	132	Aguas Abajo	0,51
Ks R-87	R-87	87	Aguas Abajo	0,51
Ks Te Derecha	R-Entrada	D1	Aguas Abajo	2,13
Ks Te Izquierda	R-Entrada	I1	Aguas Abajo	2,21
Ks D1-D2	D1	D2	Aguas Abajo	-1,41
Ks D2-D3	D2	D3	Aguas Abajo	-0,36
Ks D3-D4	D3	D4	Aguas Abajo	-1,11
Ks I1-I2	I1	I2	Aguas Abajo	-2,96
Ks R-Entrada	Entrada	R-Entrada	Aguas Arriba	0,27

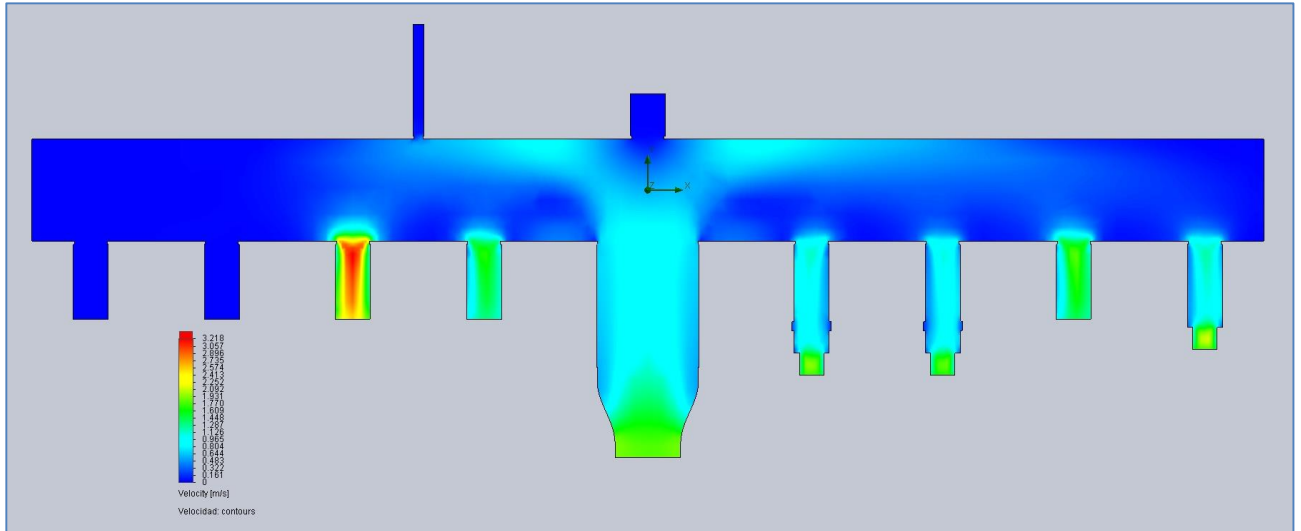


Figura 4–36: Resultados de velocidad para el Hidrante 5. Sección Alzado.

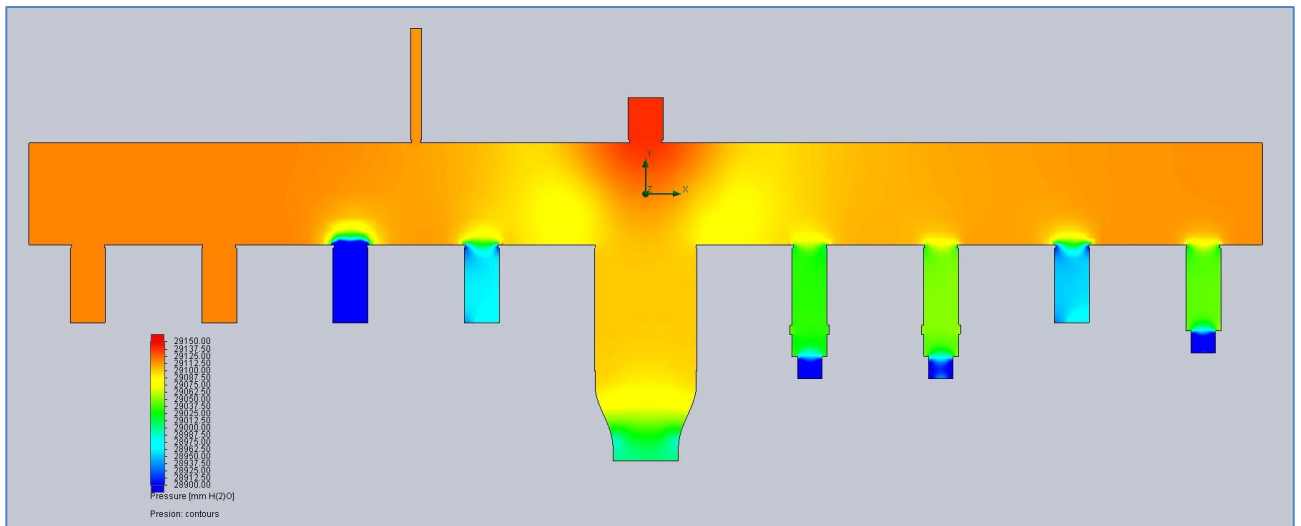


Figura 4–37: Resultados de presión para el Hidrante 5. Sección Alzado.

Al igual que en el colector del Hidrante 3, se obtienen valores de K_s negativos en los tramos rectos del colector. Estos valores negativos en EPANET pasan a $K_s = 0$.

4.3.2.5. CFD Colector Hidrante 6.

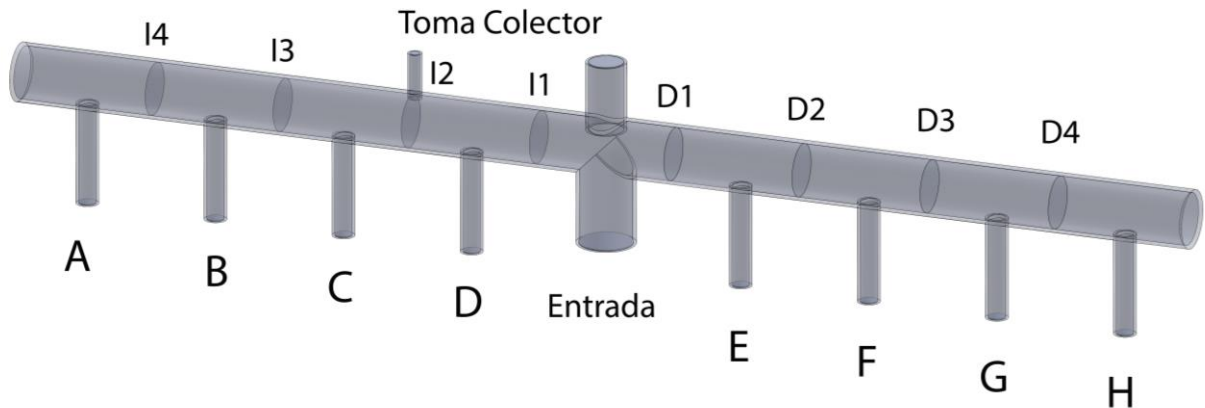


Figura 4–38:Esquema colector Hidrante 6. Singularidades calculadas.

Tabla 4–31: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 6 según modelo CFD.

Singularidad	Sección			K_s (CFD)
	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Velocidad	
Ks Toma A	I4	A	Aguas Abajo	1,10
Ks Toma B	I3	B	Aguas Abajo	1,16
Ks Toma C	I2	C	Aguas Abajo	1,25
Ks Toma D	I1	D	Aguas Abajo	1,24
Ks Toma E	D1	E	Aguas Abajo	1,24
Ks Toma F	D2	F	Aguas Abajo	1,28
Ks Toma G	D3	G	Aguas Abajo	1,16
Ks Toma H	D4	H	Aguas Abajo	1,09
Ks Te Derecha	Entrada	D1	Aguas Abajo	3,07
Ks Te Izquierda	Entrada	I1	Aguas Abajo	2,67
Ks D1-D2	D1	D2	Aguas Abajo	-1,22
Ks D2-D3	D2	D3	Aguas Abajo	-0,09
Ks D3-D4	D3	D4	Aguas Abajo	0,20
Ks I1-I2	I1	I2	Aguas Abajo	-0,93
Ks I2-I3	I2	I3	Aguas Abajo	0,08
Ks I3-I4	I3	I4	Aguas Abajo	1,29

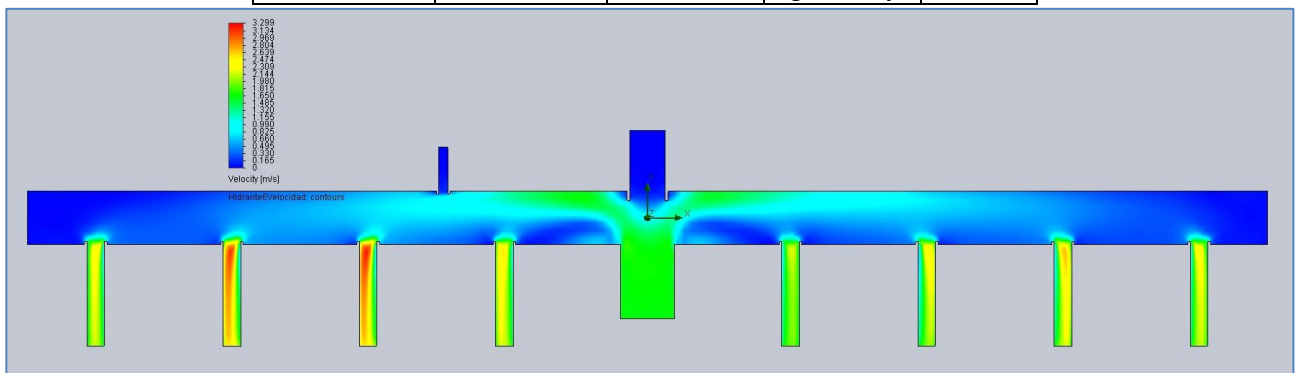


Figura 4–39: Resultados de velocidad para el Hidrante 6. Sección Alzado.

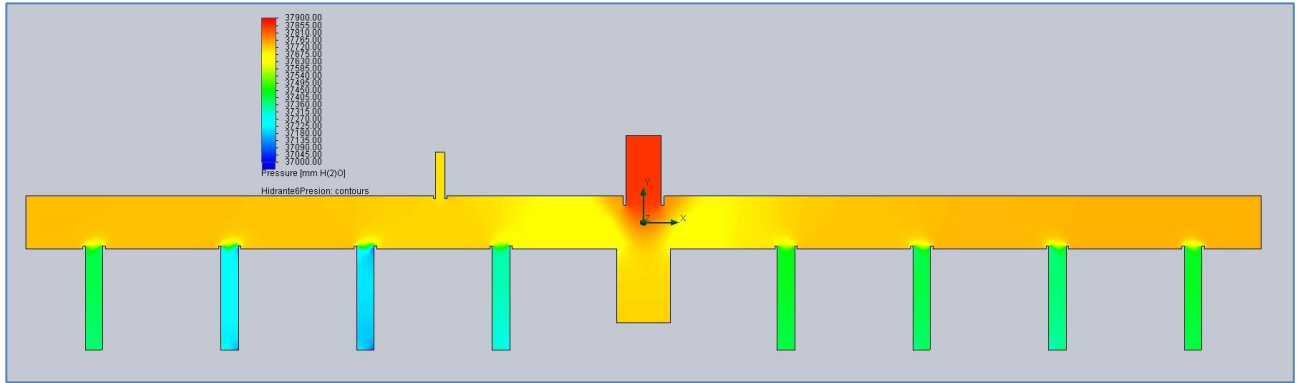


Figura 4–40: Resultados de presión para el Hidrante 6. Sección Alzado.

Al igual que en el colector del Hidrante 3 y 5, se obtienen valores de K_s negativos en los tramos rectos del colector. Estos valores negativos en EPANET pasan a $K_s = 0$.

4.3.2.6. CFD Colector Hidrante 7.

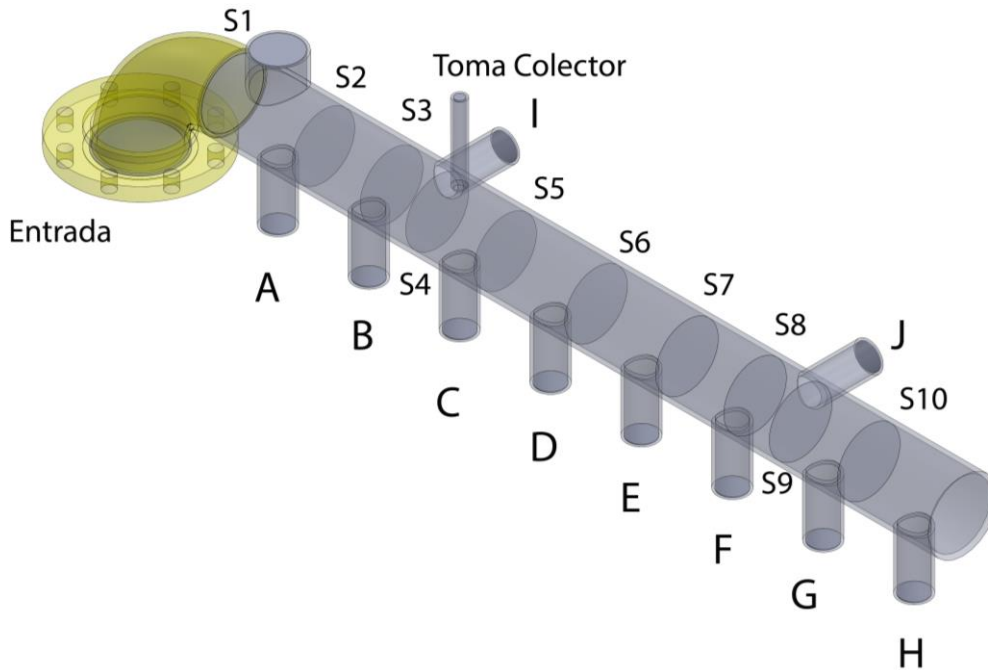


Figura 4–41:Esquema colector Hidrante 7. Singularidades calculadas.

Tabla 4–32: Valores de Ks calculados para el colector del Hidrante 7 según modelo CFD.

Singularidad	Sección			Ks(CFD)
	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Velocidad	
Ks Toma A	S1	A	Aguas Abajo	3,71
Ks Toma B	S2	B	Aguas Abajo	2,99
Ks Toma C	S4	C	Aguas Abajo	1,66
Ks Toma D	S5	D	Aguas Abajo	1,24
Ks Toma E	S6	E	Aguas Abajo	1,23
Ks Toma F	S7	F	Aguas Abajo	1,03
Ks Toma G	S9	G	Aguas Abajo	0,76
Ks Toma H	S10	H	Aguas Abajo	0,74
Ks Toma I	S3	I	Aguas Abajo	1,25
Ks Toma J	S8	J	Aguas Abajo	0,78
Ks Curva 90º	Entrada	S1	Aguas Abajo	0,24
Ks S1-S2	S1	S2	Aguas Abajo	0,09
Ks S2-S3	S2	S3	Aguas Abajo	-0,01
Ks S3-S4	S3	S4	Aguas Abajo	0,06
Ks S4-S5	S4	S5	Aguas Abajo	0,01
Ks S5-S6	S5	S6	Aguas Abajo	0,06
Ks S6-S7	S6	S7	Aguas Abajo	0,12
Ks S7-S8	S7	S8	Aguas Abajo	0,15
Ks S8-S9	S8	S9	Aguas Abajo	0,51
Ks S9-S10	S9	S10	Aguas Abajo	1,15

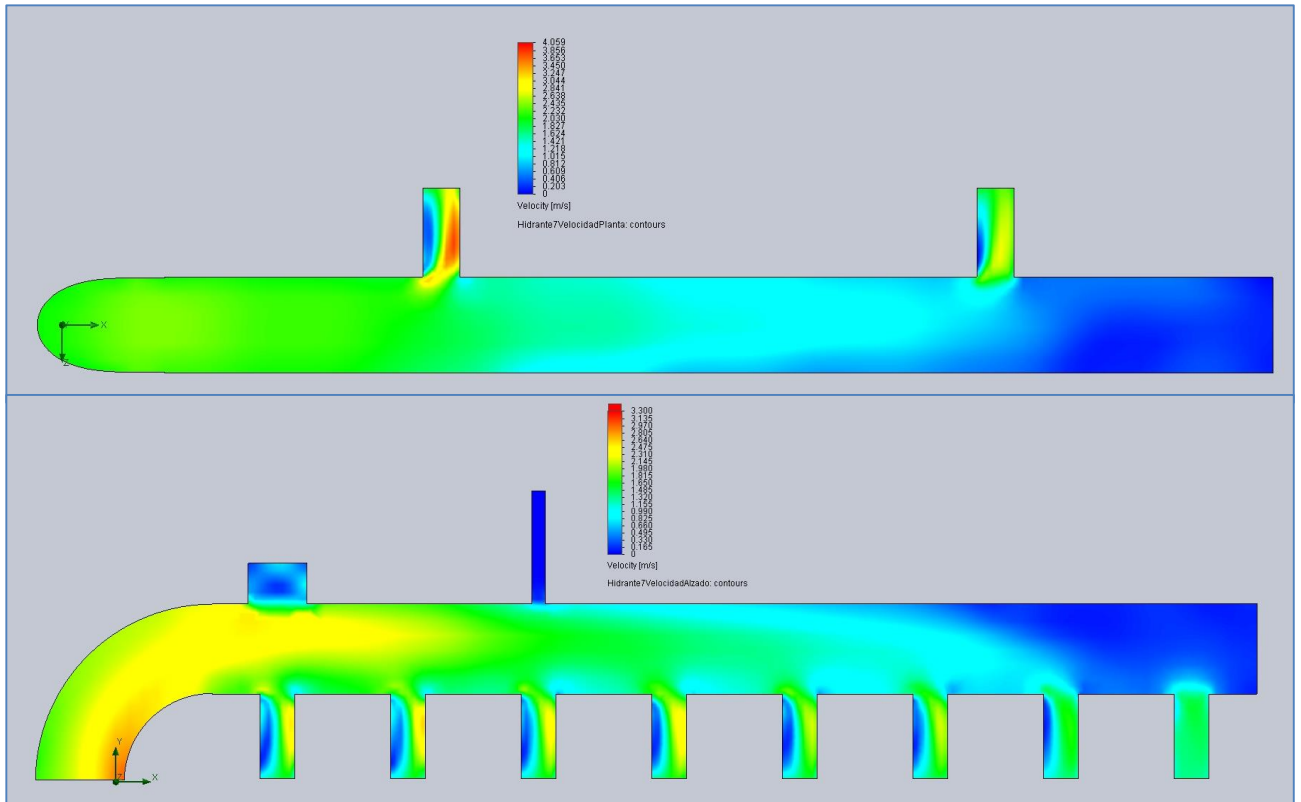


Figura 4-42: Resultados de velocidad para el Hidrante 7. Sección Planta y alzado.

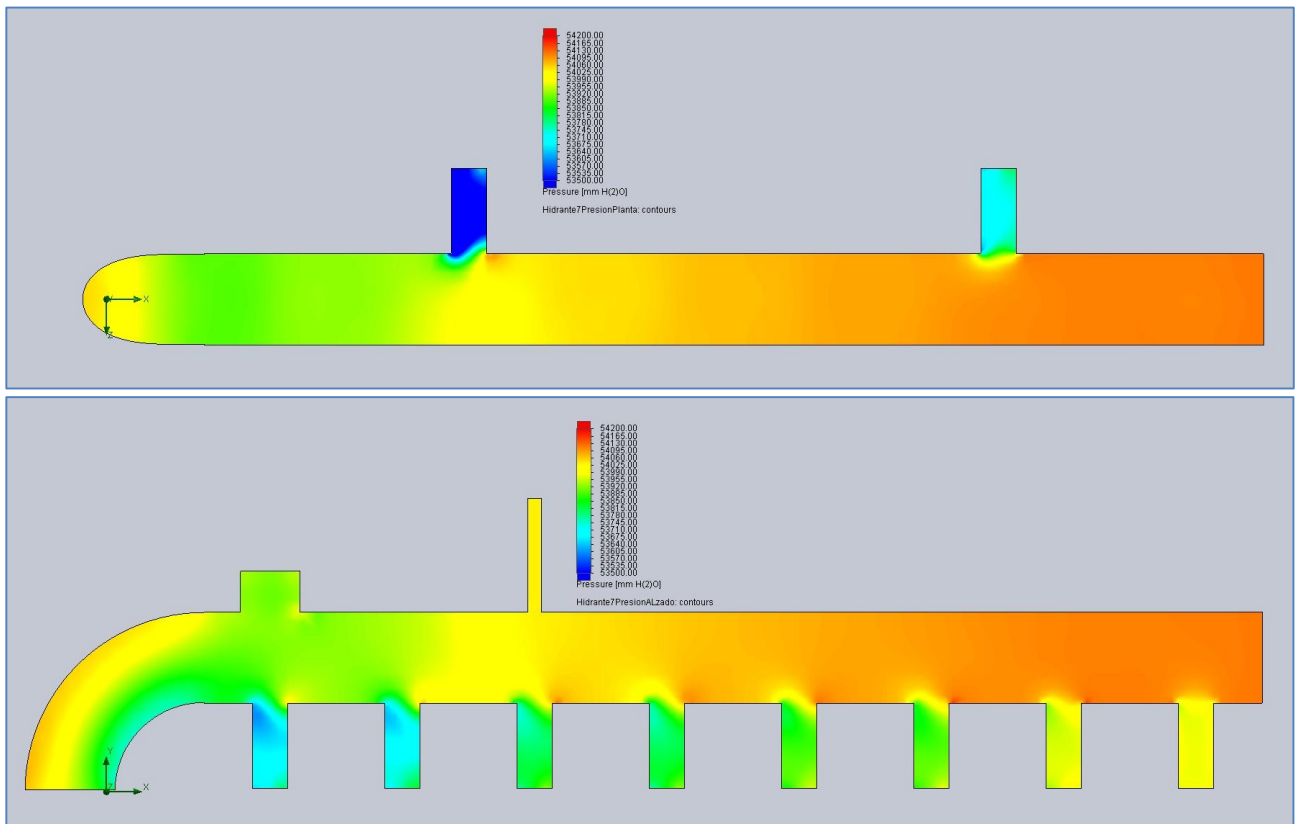


Figura 4-43: Resultados de presión para el Hidrante 7. Sección Planta y Alzado

4.3.2.7. CFD Colector Hidrante 8.

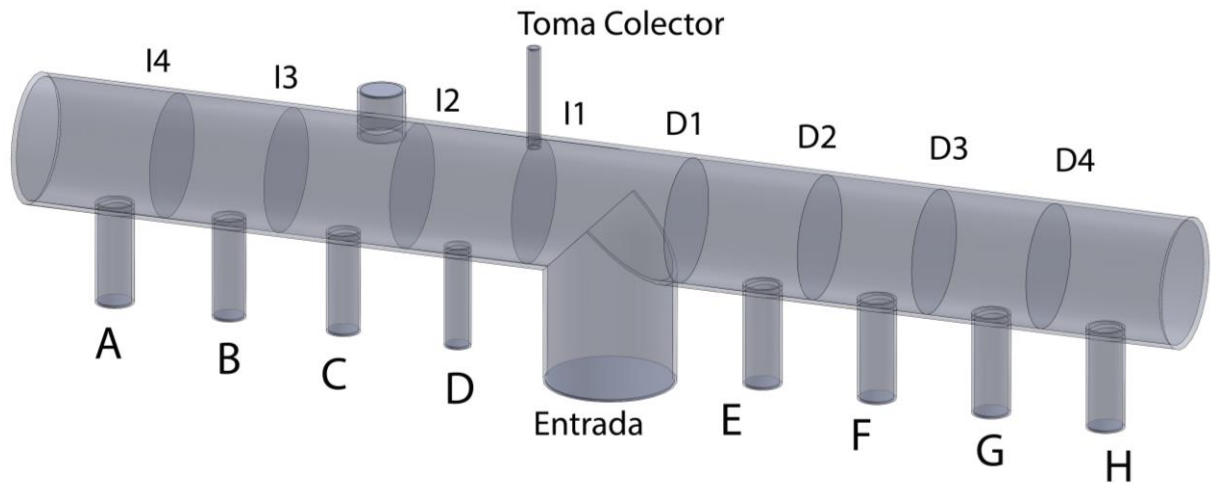


Figura 4-44:Esquema colector Hidrante 8. Singularidades calculadas.

Tabla 4-33: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 6 según modelo CFD.

Singularidad	Sección			K_s (CFD)
	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Velocidad	
Ks Toma A	I4	A	Aguas Abajo	0,92
Ks Toma B	I3	B	Aguas Abajo	1,00
Ks Toma C	I2	C	Aguas Abajo	1,05
Ks Toma D	I1	D	Aguas Abajo	1,22
Ks Toma E	D1	E	Aguas Abajo	1,11
Ks Toma F	D2	F	Aguas Abajo	0,99
Ks Toma G	D3	G	Aguas Abajo	0,95
Ks Toma H	D4	H	Aguas Abajo	0,93
Ks Te Derecha	Entrada	D1	Aguas Abajo	1,97
Ks Te Izquierda	Entrada	I1	Aguas Abajo	3,57
Ks D1-D2	D1	D2	Aguas Abajo	-0,90
Ks D2-D3	D2	D3	Aguas Abajo	-0,67
Ks D3-D4	D3	D4	Aguas Abajo	-0,77
Ks I1-I2	I1	I2	Aguas Abajo	-0,78
Ks I2-I3	I2	I3	Aguas Abajo	-0,75
Ks I3-I4	I3	I4	Aguas Abajo	0,32

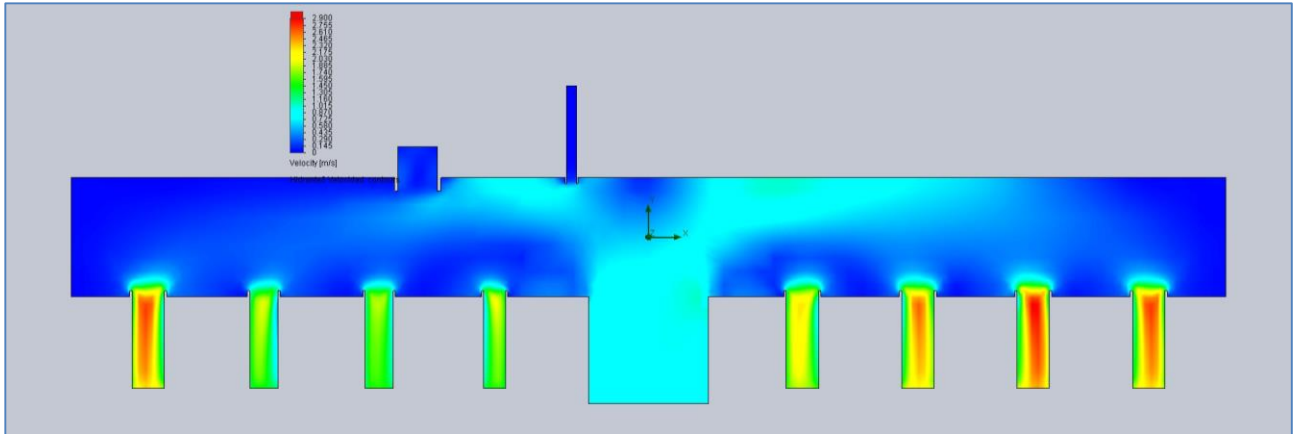


Figura 4–45: Resultados de velocidad para el Hidrante 8. Sección Alzado.

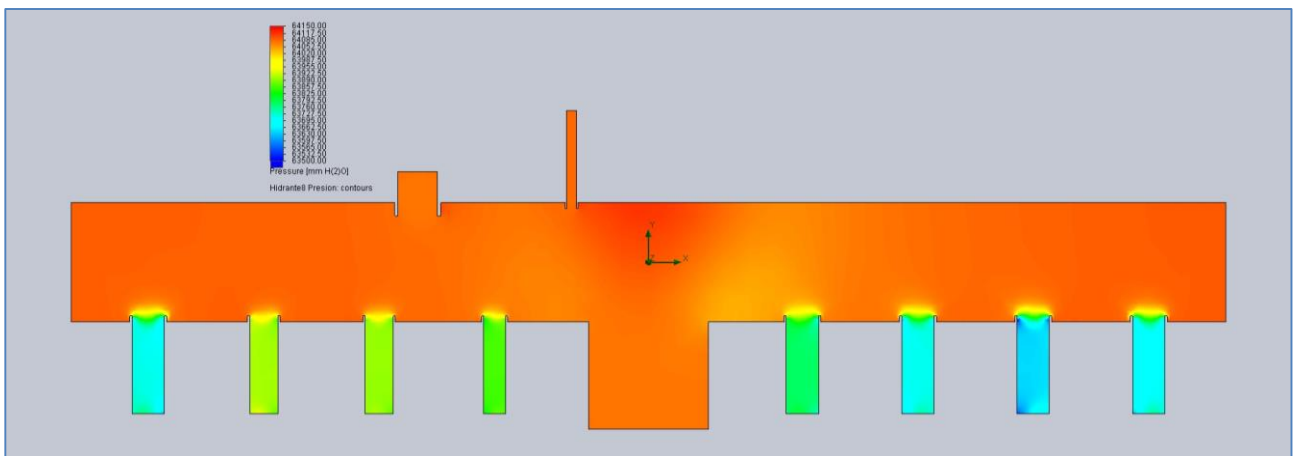


Figura 4–46: Resultados de presión para el Hidrante 8. Sección Alzado.

Al igual que en el colector del Hidrante 3, 5, y 6 se obtienen valores de K_s negativos en los tramos rectos del colector. Estos valores negativos en EPANET pasan a $K_s = 0$.

4.3.2.8. CFD Colector Hidrante 9.

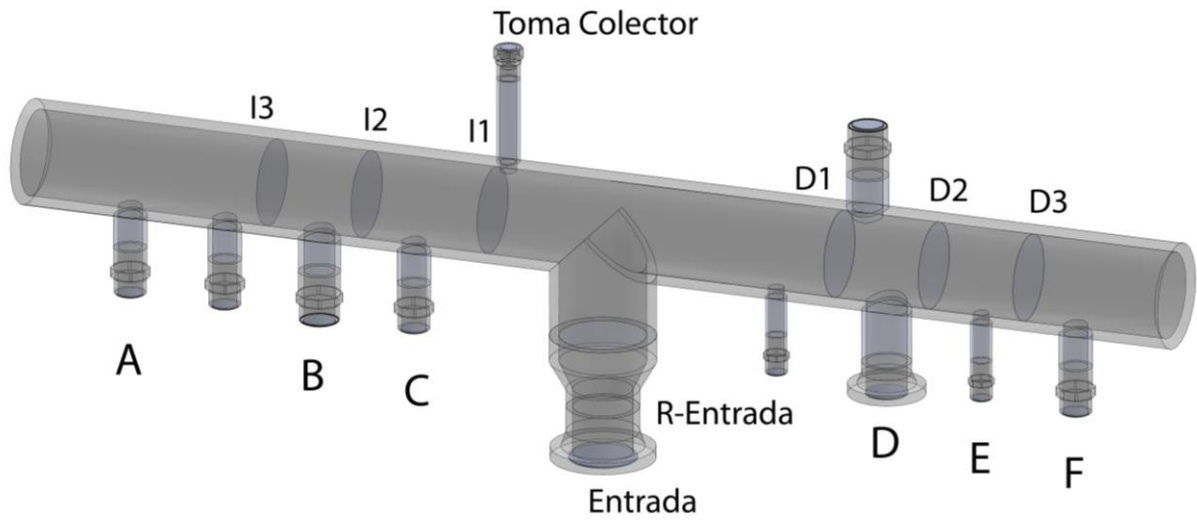


Figura 4-47: Esquema colector Hidrante 9. Singularidades calculadas.

Tabla 4-34: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante 9 según modelo CFD.

Singularidad	Sección			K_s (CFD)
	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Velocidad	
Ks Toma A	I3	A	Aguas Abajo	0,72
Ks Toma B	I2	B	Aguas Abajo	0,73
Ks Toma C	I1	C	Aguas Abajo	0,78
Ks Toma D	D1	D	Aguas Abajo	0,63
Ks Toma E	D2	E	Aguas Abajo	0,99
Ks Toma F	D3	F	Aguas Abajo	0,72
Ks Te Derecha	R-Entrada	D1	Aguas Abajo	2,10
Ks Te Izquierda	R-Entrada	I1	Aguas Abajo	2,66
Ks I1-I2	I1	I2	Aguas Abajo	-0,97
Ks I2-I3	I2	I3	Aguas Abajo	-1,15
Ks D1-D2	D1	D2	Aguas Abajo	-0,96
Ks D2-D3	D2	D3	Aguas Abajo	-0,47
Ks R-Entrada	Entrada	R-Entrada	Aguas Arriba	0,37

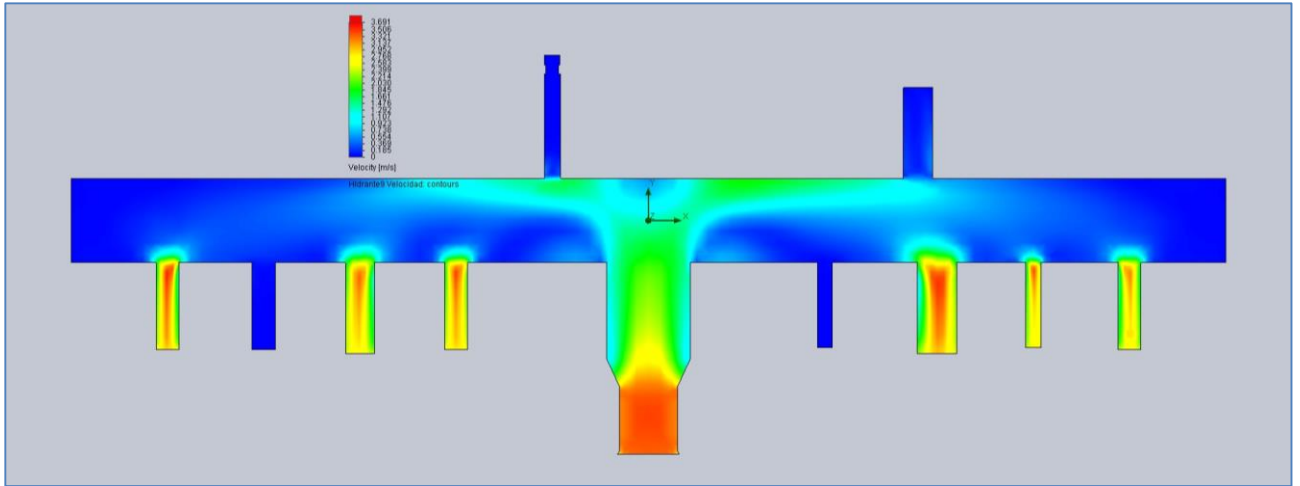


Figura 4–48: Resultados de velocidad para el Hidrante 9. Sección Alzado

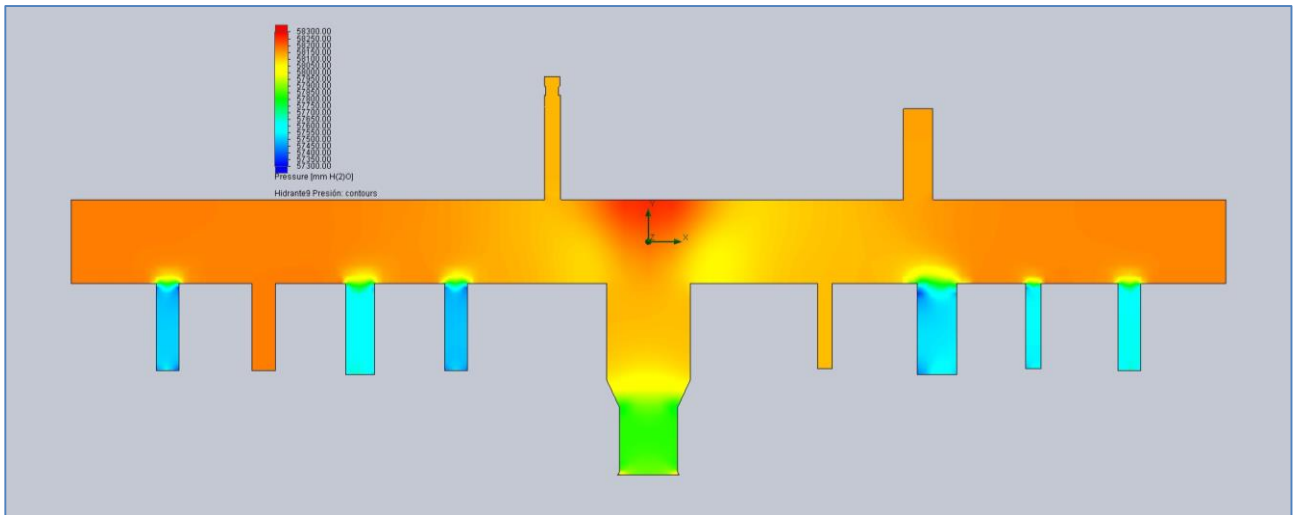


Figura 4–49: Resultados de presión para el Hidrante 9. Sección Alzado.

Al igual que en el colector del Hidrante 3, 5, 6 y 8 se obtienen valores de K_s negativos en los tramos rectos del colector. Estos valores negativos en EPANET pasan a $K_s = 0$.

4.3.2.9. CFD Colector Hidrante 10.

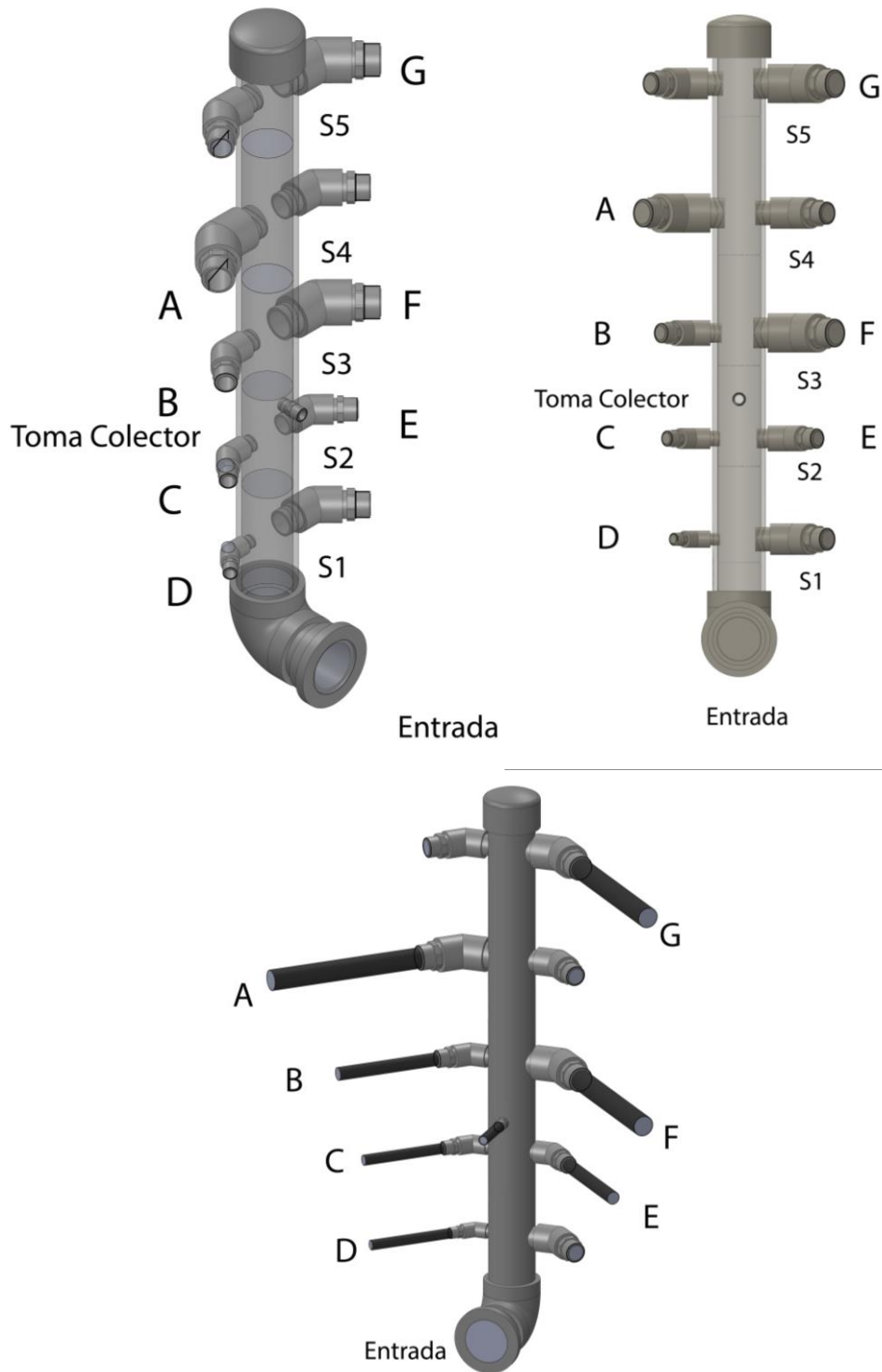


Figura 4-50: Esquema colector Hidrante 10. Singularidades calculadas.

Tabla 4–35: Valores de Ks calculados para el colector del Hidrante 10 según modelo CFD.

Singularidad	Sección			Ks(CFD)
	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Velocidad	
Ks Toma A	S4	A	Aguas Abajo	1,90
Ks Toma B	S3	B	Aguas Abajo	3,11
Ks Toma C	S2	C	Aguas Abajo	3,10
Ks Toma D	S1	D	Aguas Abajo	3,57
Ks Toma E	S2	E	Aguas Abajo	3,10
Ks Toma F	S3	F	Aguas Abajo	2,73
Ks Toma G	S5	G	Aguas Abajo	1,14
Ks Curva 90º	Entrada	S1	Aguas Abajo	0,74
Ks S1-S2	S1	S2	Aguas Abajo	0,08
Ks S2-S3	S2	S3	Aguas Abajo	0,14
Ks S3-S4	S3	S4	Aguas Abajo	0,79
Ks S4-S5	S4	S5	Aguas Abajo	0,06

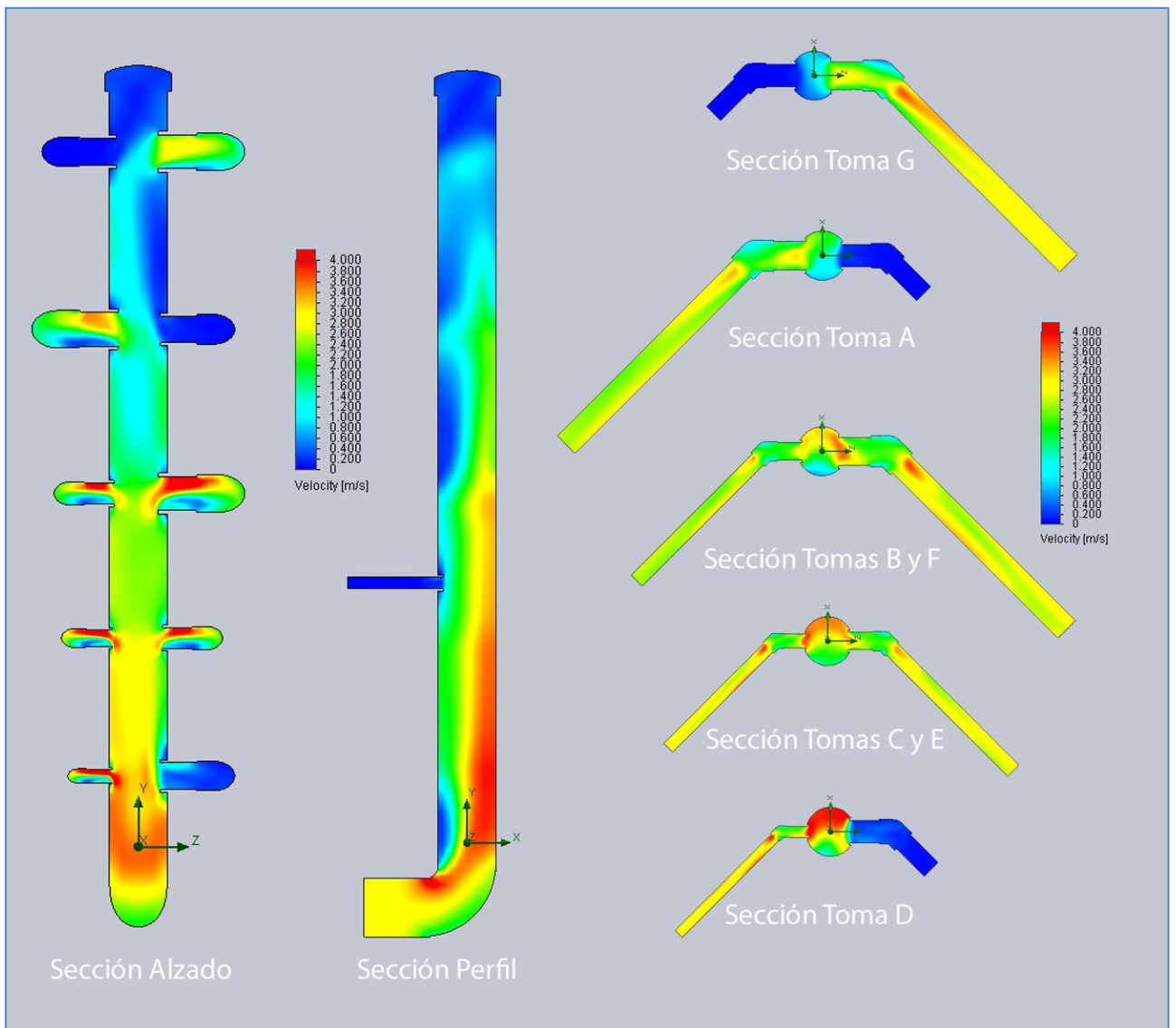


Figura 4–51: Resultados de velocidad para el Hidrante 10. Secciones alzado, perfil y Tomas.

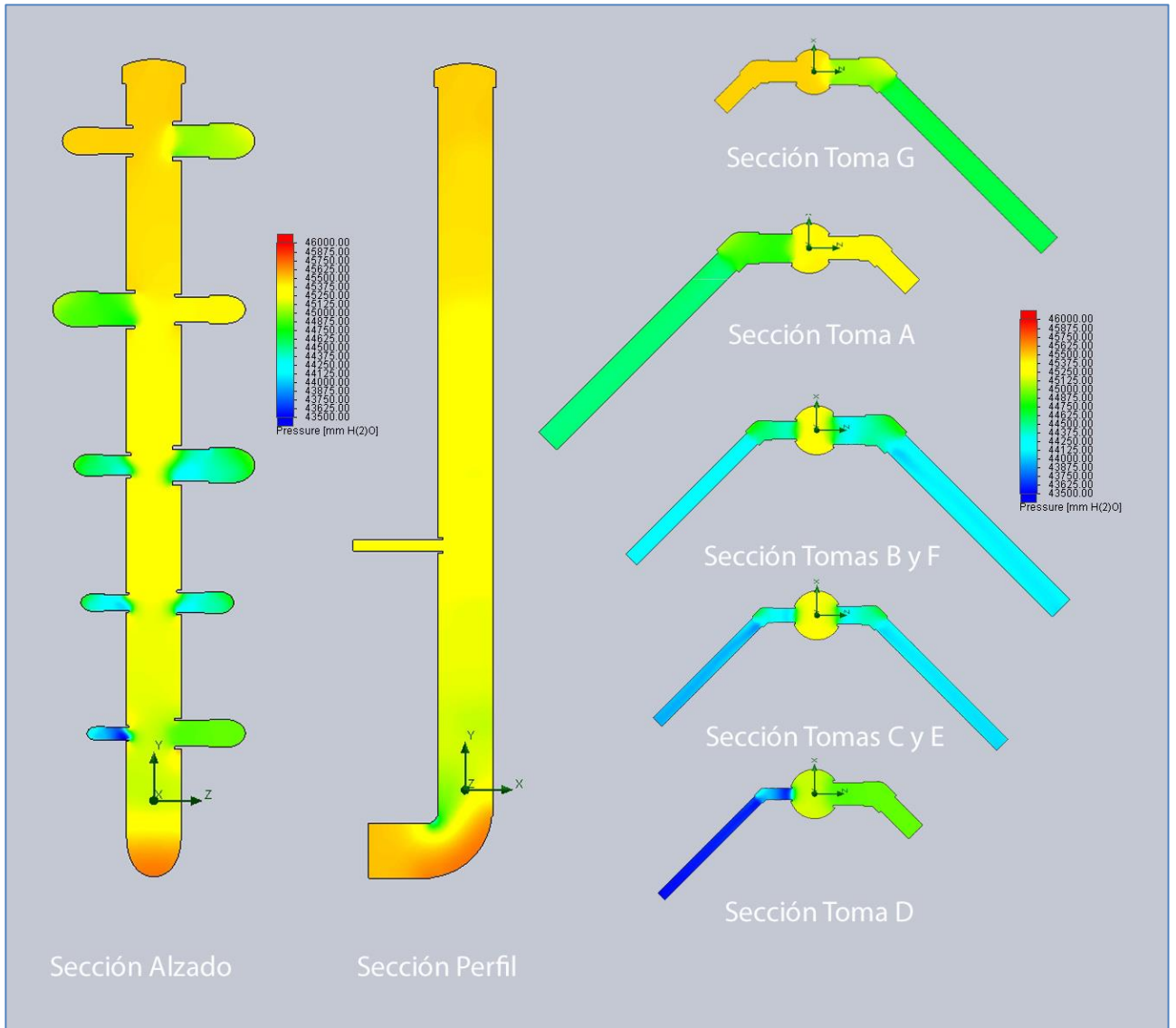


Figura 4-52: Resultados de presión para el Hidrante 10. Secciones alzado, perfil y Tomas.

4.3.2.10. CFD Colector Hidrante 11.

Aunque este hidrante se ha estudiado con detalle en el apartado 4.3.1, aquí se realiza una nueva simulación para el QNB del hidrante, siguiendo la metodología utilizada para el resto de hidrantes.

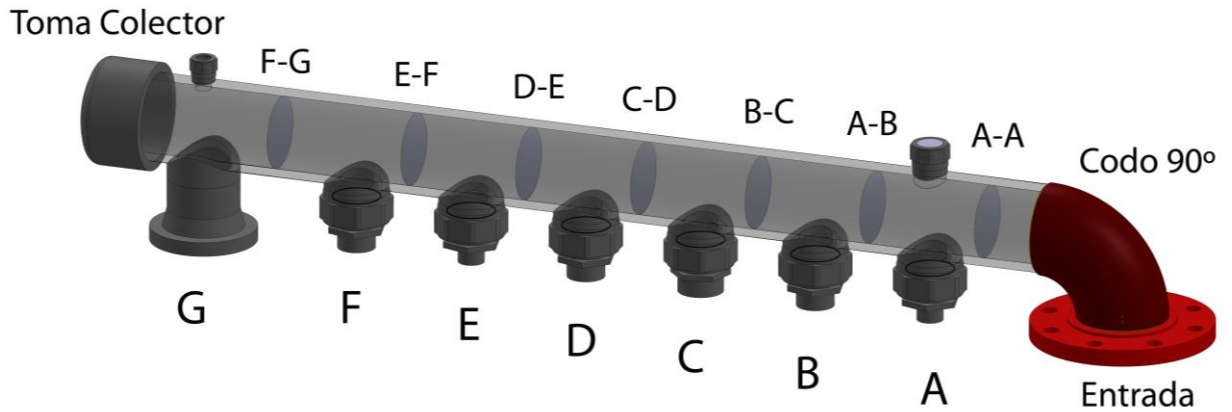


Figura 4–53:Esquema colector Hidrante 11. Singularidades calculadas para QNB.

Tabla 4–36: Valores de Ks calculados para el colector del Hidrante 11 según modelo CFD.

Singularidad	Sección			Ks(CFD)
	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Velocidad	
Ks Codo	Entrada	A-A	Aguas Arriba	0,68
Ks Toma A	A-A	A	Aguas Abajo	3,70
Ks Toma B	A-B	B	Aguas Abajo	4,34
Ks Toma C	B-C	C	Aguas Abajo	3,95
Ks Toma D	C-D	D	Aguas Abajo	2,56
Ks Toma E	D-E	E	Aguas Abajo	2,19
Ks Toma F	E-F	F	Aguas Abajo	2,28
Ks Toma G	F-G	G	Aguas Abajo	0,87
KS A-B	A-A	A-B	Aguas Abajo	0,006
Ks B-C	A-B	B-C	Aguas Abajo	-0,028
Ks C-D	B-C	C-D	Aguas Abajo	-0,004
Ks D-E	C-D	D-E	Aguas Abajo	0,025
Ks E-F	D-E	E-F	Aguas Abajo	0,015
Ks F-G	E-F	F-G	Aguas Abajo	-0,008

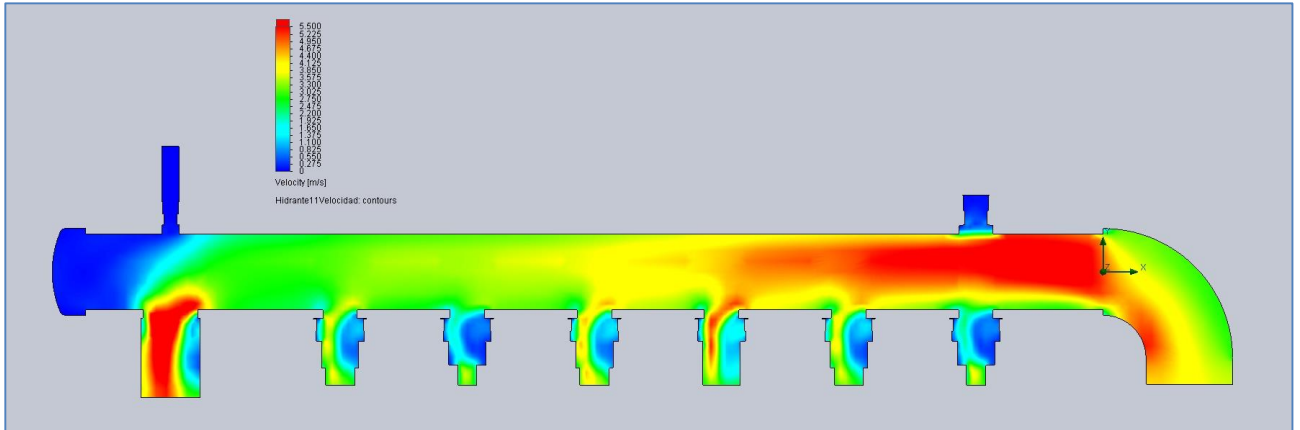


Figura 4–54: Resultados de velocidad para el Hidrante 11. Sección y alzado.

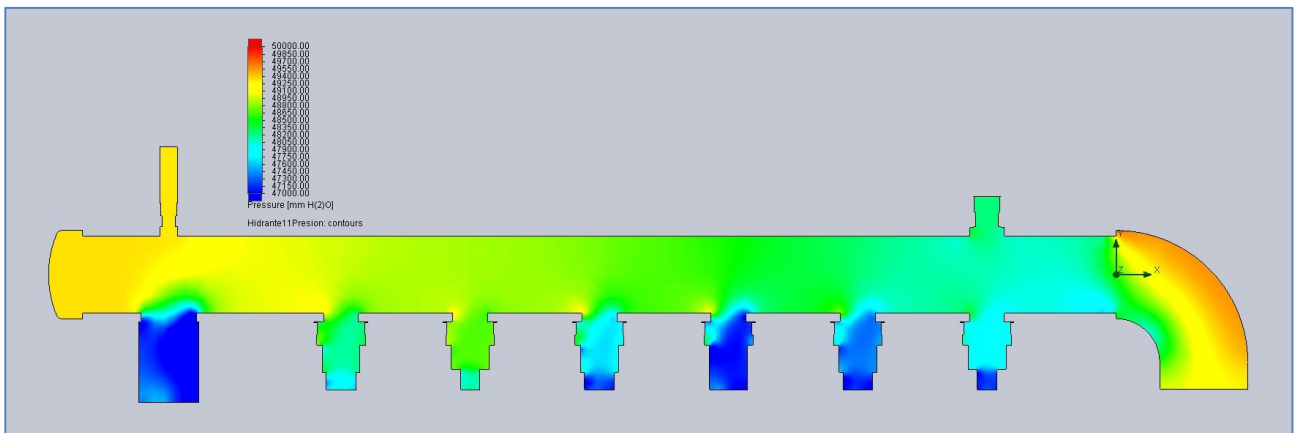


Figura 4–55: Resultados de presión para el Hidrante 11. Sección y Alzado

Al igual que en el colectores anteriores se obtienen valores de K_s negativos en los tramos rectos del colector. Estos valores negativos en EPANET pasan a $K_s = 0$.

4.3.2.11. CFD Colector Hidrante Tipo “Costella”.

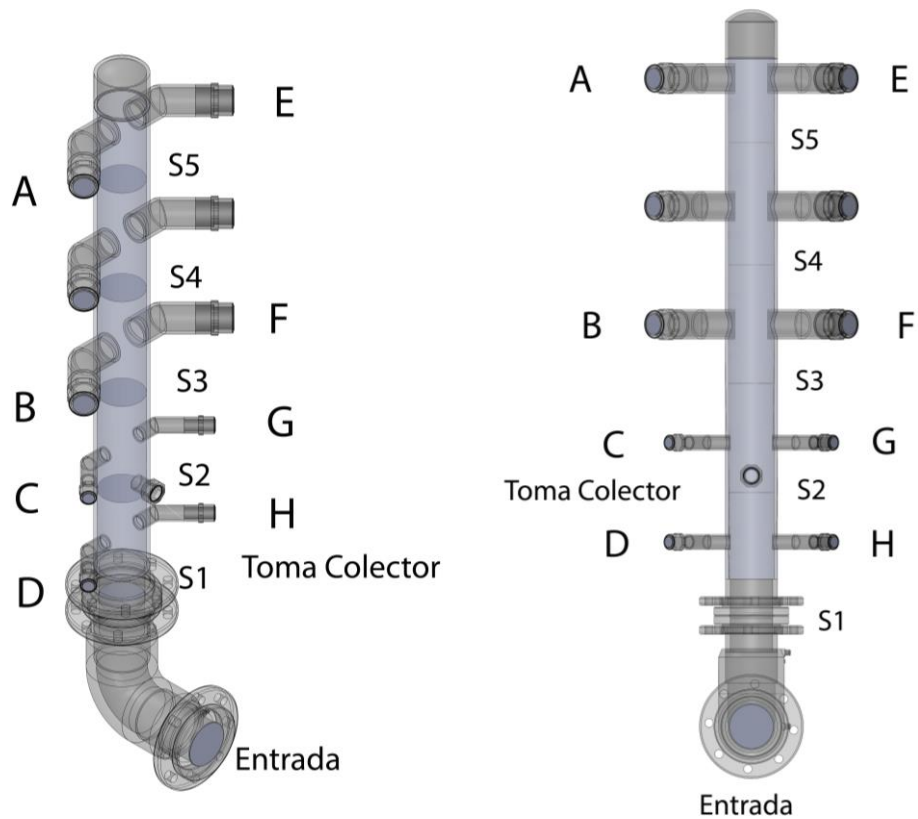


Figura 4–56:Esquema colector Hidrante Tipo “Costella”. Singularidades calculadas.

Tabla 4–37: Valores de K_s calculados para el colector del Hidrante Tipo “Costella” según modelo CFD.

Singularidad	Sección			K_s (CFD)
	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Velocidad	
Ks Toma A	S5	A	Aguas Abajo	1,30
Ks Toma B	S3	B	Aguas Abajo	1,45
Ks Toma C	S2	C	Aguas Abajo	2,27
Ks Toma D	S1	D	Aguas Abajo	2,62
Ks Toma E	S5	E	Aguas Abajo	1,47
Ks Toma F	S3	F	Aguas Abajo	1,52
Ks Toma G	S2	G	Aguas Abajo	1,97
Ks Toma H	S1	G	Aguas Abajo	2,31
Ks Curva 90º	Entrada	S1	Aguas Abajo	0,98
Ks S1-S2	S1	S2	Aguas Abajo	0,29
Ks S2-S3	S2	S3	Aguas Abajo	0,12
Ks S3-S4	S3	S4	Aguas Abajo	2,07
Ks S4-S5	S4	S5	Aguas Abajo	0,11

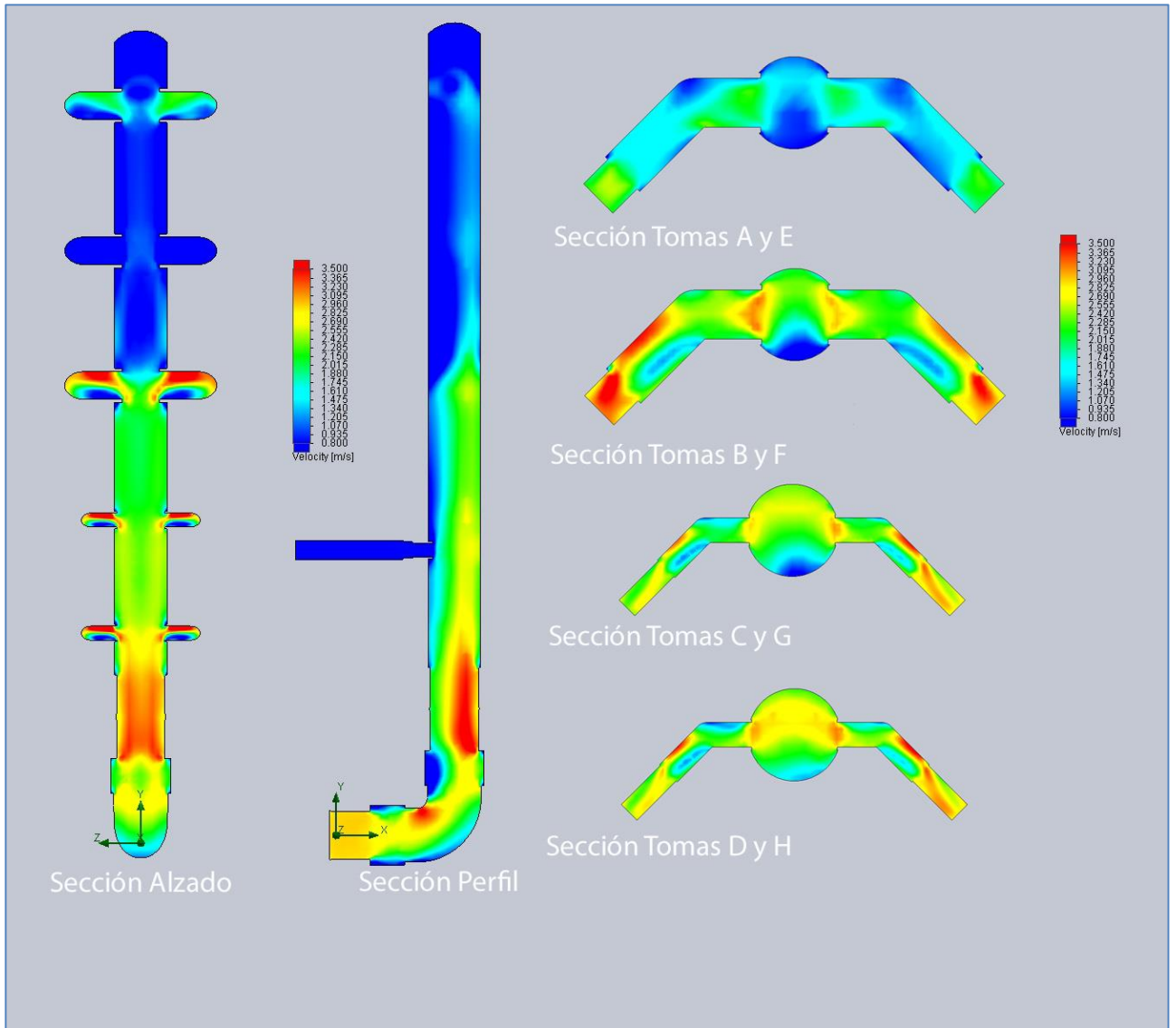


Figura 4-57: Resultados de velocidad para el Hidrante Tipo "Costella". Secciones alzado, perfil y Tomas.

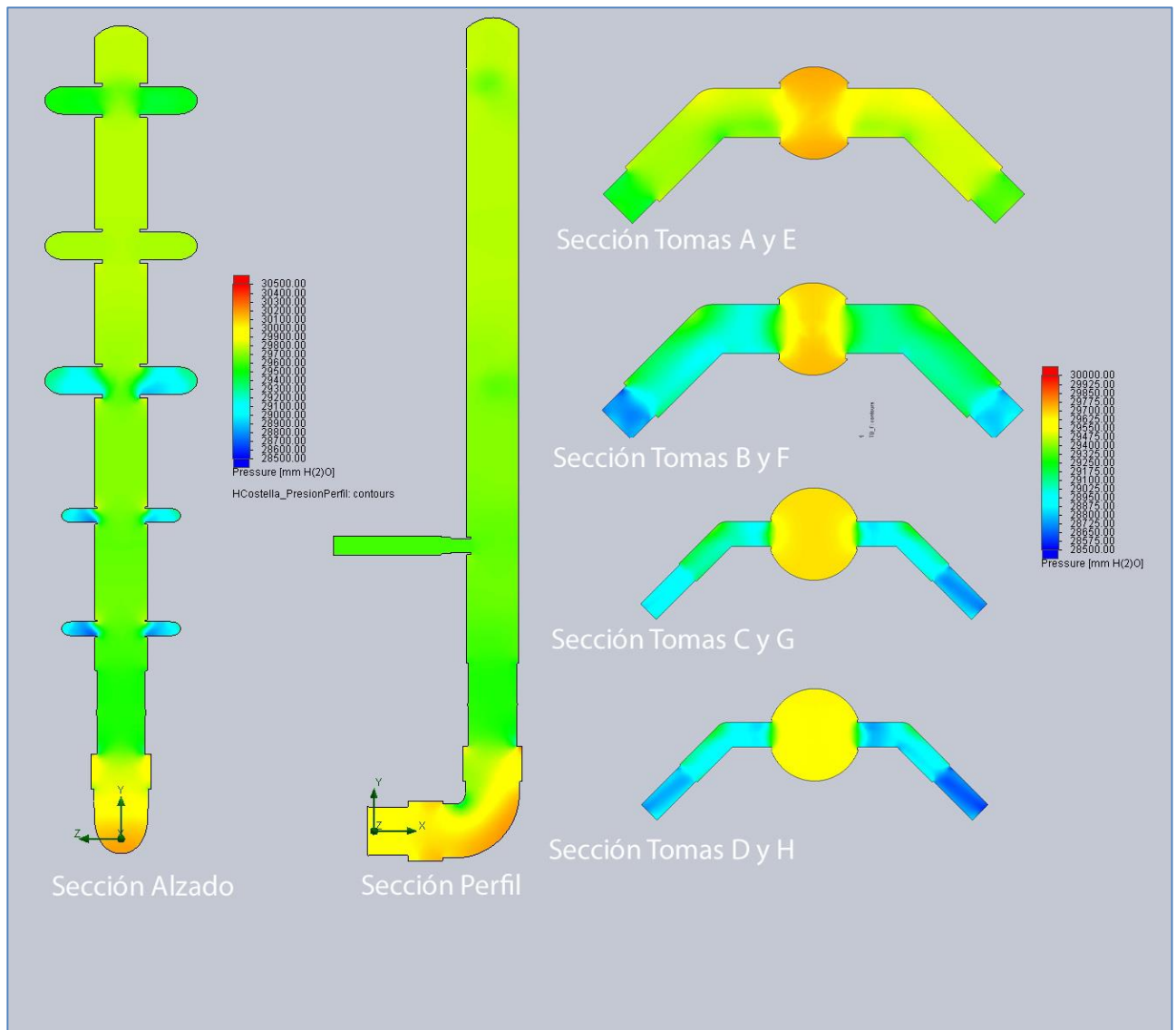


Figura 4–58: Resultados de presión para el Hidrante Tipo “Costella”. Secciones alzado, perfil y Tomas.

4.3.3. Resultados de los modelos de EPANET para las distintas hipótesis de K_s .

Con los valores K_s y presiones obtenidos en los modelos de CFD, se construyen los modelos en EPANET con las distintas hipótesis de K_s detalladas en el apartado 4.2.3.2. En resumen se construyen 10 modelos para cada hidrante con la siguientes hipótesis.

1. K_s CFD (Testigo).
2. K_s EPANET. Manual EPANET 2.0.(Rossman 2001).
3. K_s ASETUB. Manual Técnico para tuberías de Polietileno. ASETUB. (Balairón Pérez 2008)
4. K_s AGRU. Coeficientes de resistencia AGRU. Manual técnico fabricante AGRU. (Norma DVS 2210-1 Tabla 9). (Deutsches Institut fur Normung E.V. (DIN) 1997)

5. **Ks** ARVIZA-AGÜERA. Coeficiente de resistencia Arviza-Agüera. (**Arviza, Gonzalez y Balbastre 2002; Agüera Soriano 2003**)
6. **Ks** SOTELO. Coeficientes de resistencia “Hidráulica General” (Sotelo Avila 1991)
7. **Ks** CRANE1. Coeficiente de resistencia de “Manual de flujo en fluidos” compañía CRANE.(Crane 2001). Salidas laterales del colector como entrada a tubería.
8. **Ks** CRANE2. Coeficiente de resistencia de “Manual de flujo en fluidos” compañía CRANE.(Crane 2001). Salidas laterales del colector como Tés del DN de las Tomas.
9. **Ks** IDEL’CHIK1. Coeficientes de resistencia IDEL’CHIK. “HandBook of hydraulic resistance”.(IDEL’CHIK y Fried 1986). Diagrama 7.25.
10. **Ks** IDEL’CHIK2. Coeficientes de resistencia IDEL’CHIK. “HandBook of hydraulic resistance”.(IDEL’CHIK y Fried 1986). Diagramas 7.21 y 7.23.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los índices estadísticos calculados para cada hipótesis, y para un tamaño de muestra de 74 tomas repartidas en 11 hidrantes.

Tabla 4–38: Resultados estadísticos para los modelos de EPANET para las distintas hipótesis de Ks.

Índice	CFD	EPANET	ASETUB	AGRU	ARVIZA	SOTELO	CRANE1	CRANE2	IDEL’CHIK1	IDEL’CHIK2
ECM (mca ²)	0,006	0,567	0,174	0,130	0,139	0,675	0,164	0,146	0,368	0,069
RECM (mca)	0,077	0,753	0,417	0,361	0,373	0,822	0,405	0,382	0,607	0,263
$\overline{P}_{CFD}/\gamma$ (mca)	41,787	41,787	41,787	41,787	41,787	41,787	41,787	41,787	41,787	41,787
$\overline{P}_{EPA}/\gamma$ (mca)	41,840	41,418	41,722	41,848	41,687	41,574	41,764	41,853	41,656	41,897
NRECM	0,002	0,018	0,010	0,009	0,009	0,020	0,010	0,009	0,015	0,006
ϵ (%)	-0,127	0,881	0,155	-0,147	0,239	0,509	0,055	-0,158	0,312	-0,265
MAE (mca)	0,057	0,454	0,270	0,235	0,275	0,420	0,262	0,245	0,331	0,188
r^2	1,000	0,998	0,999	0,999	0,999	0,997	0,999	0,999	0,998	1,000
r	1,000	0,999	1,000	1,000	1,000	0,998	1,000	1,000	0,999	1,000
E	1,000	0,997	1,000	1,000	0,999	0,997	0,999	0,999	0,998	1,000
W	1,000	0,999	1,000	1,000	1,000	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000
Wm	0,998	0,981	0,992	0,994	0,989	0,982	0,989	0,990	0,986	0,992
RECM/MAE	1,366	1,660	1,542	1,536	1,358	1,958	1,544	1,561	1,834	1,401

Siendo:

- ECM: Error cuadrático medio.
- RECM: Raíz del Error cuadrático medio. En mca.
- $\overline{P}_{CFD}/\gamma$ (mca): Presión media obtenida en los modelos CFD de las 74 tomas analizadas.
- $\overline{P}_{EPA}/\gamma$ (mca): Presión media obtenida en los modelos de EPANET de las 74 tomas analizadas.
- NRECM: Normalización de la raíz del error cuadrático medio.
- ϵ (%): Error relativo medio de las presiones en las 74 tomas analizadas.
- MAE: Error medio absoluto en mca.

- r^2 : Coeficiente de determinación.
- r : Coeficiente de correlación de PEARSON.
- E : Coeficiente Nash-Sutcliffe.
- W : Índice de ajuste de Willmott.
- Wm : Índice de ajuste de Willmott modificado

En primer lugar verificamos que los modelos generados en EPANET para cada hipótesis considerada son capaces de predecir los datos de presión observados en las simulaciones CFD, ya que los índices calculados (r^2 , r , E , W y Wm), alcanzan valores de 1 o próximos a 1 para todas las hipótesis de Ks consideradas.

En segundo lugar para comparar la precisión de los distintos modelos, consideraremos la raíz del error cuadrático medio (RECM) y el error medio absoluto (MAE), el primero asegura que los valores predichos por los modelos estarán dentro del rango de incertidumbre de \pm RECM y el segundo nos indica el error absoluto medio que ha producido el modelo.

Si ordenamos los modelos según la precisión obtenida por RECM, obtenemos la siguiente tabla.

Tabla 4–39: Resultados ordenados por RECM.

Modelo	ECM (mca ²)	RECM (mca)
CFD	0,006	0,077
IDEL'CHIK2	0,069	0,263
AGRU	0,13	0,361
ARVIZA	0,139	0,373
CRANE2	0,146	0,382
CRANE1	0,164	0,405
ASETUB	0,174	0,417
IDEL'CHIK1	0,368	0,607
EPANET	0,567	0,753
SOTELO	0,675	0,822

Antes de indicar cuales son los modelos utilizables y cuales se deberían desechar, debemos fijar cuales son los valores máximos tolerables de RECM. Un criterio para fijar dicho valor sería que éste estuviera cerca de las precisiones de los sensores de presión utilizados en los ensayos de laboratorio, como valor estándar y considerando un sensor de 10 bar de 0,25% de precisión (Anejo 1), los valores máximos de RECM deberían estar alrededor de \pm 0,25 mca.

Por tanto solo los modelos construidos con CFD (\pm 0,08 mca) y IDEL'CHIK2 (\pm 0,26 mca) serían validos como sustitutivos de los ensayos de laboratorio, aunque se podrían admitir las hipótesis sombreadas en la Tabla

4–39, ya que los errores máximos admisibles en las simulaciones serían de $\pm 0,40$ mca (sensor de 16 bares con precisión de 0,25%).

En todo caso se desaconseja la utilización de los modelos generados con las hipótesis IDEL'CHIK1, EPANET y SOTELO, ya que no garantizan errores por debajo de $\pm 0,5$ mca, valor limitante ya que es el 10% del valor de pérdidas de carga fijado para hidrantes de TIPO 1 (5 mca) UNE-EN 14267 (AEN/CTN68 2005) y se estima un error elevado no asumible en estas simulaciones.

Si consideramos los resultados según el error absoluto medio (MAE) para las diferentes hipótesis, los resultados no cambian significativamente, aunque todos modelos han mostrado errores por debajo de 0,5 mca. No garantizan estar por debajo de este valor en todos los casos.

Tabla 4–40: Resultados ordenados por MAE.

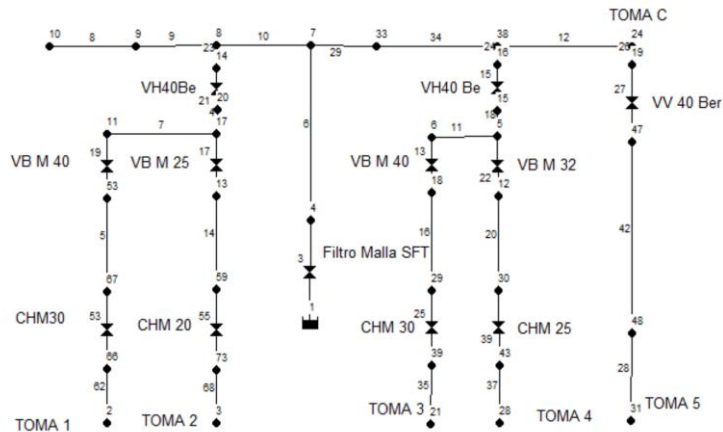
Índice	ECM (mca ²)	MAE (mca)
CFD	0,006	0,057
IDEL'CHIK2	0,069	0,188
AGRU	0,13	0,235
CRANE2	0,146	0,245
CRANE1	0,164	0,262
ASETUB	0,174	0,27
ARVIZA	0,139	0,275
IDEL'CHIK1	0,368	0,331
SOTELO	0,675	0,42
EPANET	0,567	0,454

4.3.4. Aplicación práctica de los resultados obtenidos para la simulación con EPANET, en hipótesis de funcionamiento distintas a las ensayadas.

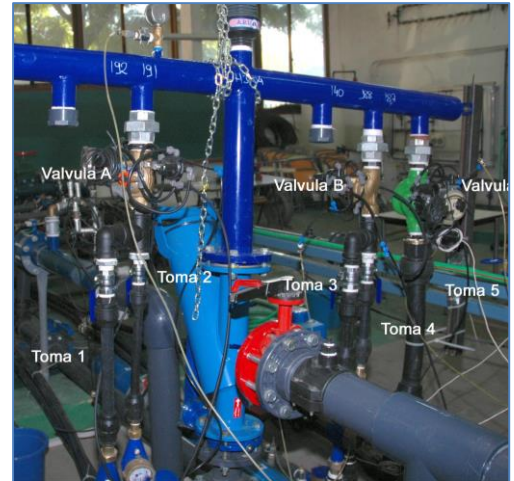
4.3.4.1. Comprobación y corrección de errores en los ensayos hidráulicos. Verificación del Hidrante 1 para los caudales nominales reales.

Tal y como se muestra en el ensayo realizado para este hidrante (Capítulo 2, Anejo 2), y debido a errores en la documentación entregada del mismo, el ensayo de pérdidas de carga del hidrante se realizó para un caudal nominal muy superior a QNB del mismo.

Con objeto de comprobar los resultados para el QNB real (31 m³/h) del hidrante, se realiza la simulación del hidrante completo con EPANET bajo los modelos mejor valorados en el apartado 4.3.3, dos modelos complejos IDEL'CHIK2 y AGRU, y dos modelos más sencillos CRANE2 Y ARVIZA.



VB: Válvula de bola
 VH: Válvula hidráulica de membrana.



CHM: Contador de chorro múltiple.
 VV: Válvula volumétrica.

Figura 4–59: Esquema del modelo de EPANET del Hidrante 1.

Como primera simulación se muestran los resultados obtenidos con los modelos y los datos del ensayo hidráulico para el cálculo de pérdidas de carga globales del hidrante. (Tabla 4–41).

Los valores obtenidos muestran discrepancias en algunas tomas con los diferentes modelos. Hay que resaltar que a los errores sistemáticos que se generan con los modelos de caracterización de los colectores, se deben añadir las discrepancias de las curvas de pérdidas utilizadas en EPANET para caracterizar válvulas, contadores y filtros, con las que realmente producen dichos elementos.

Tabla 4–41: Hidrante 1. Pérdidas de carga del hidrante para el caudal de ensayo.

Tomas	Caudal (m ³ /h)	Pérdidas de carga Δh_N (mca)				
		ENSAYO	IDEL'CHIK2	AGRU	CRANE2	ARVIZA-AGÜERA
Toma 1	7,52	17,00	15,22	13,92	13,58	14,05
Toma 2	5,54	18,11	17,39	15,72	16,60	15,70
Toma 3	7,13	16,40	15,22	13,31	13,11	13,65
Toma 4	6,71	17,33	16,59	14,81	15,35	15,08
Toma 5	21,68	9,83	10,15	9,67	9,67	10,47

En segundo lugar se simulan, con los modelos elegidos, el funcionamiento del hidrante para los caudales nominales de las tomas. Los resultados obtenidos (Tabla 4–42) indican que el modelo IDEL'CHIK2 se aproxima mejor a los valores registrados por el ensayo, reflejando diferencias con el resto de los modelos utilizados, aun así los valores de pérdidas calculados son muy similares para el resto de modelos.

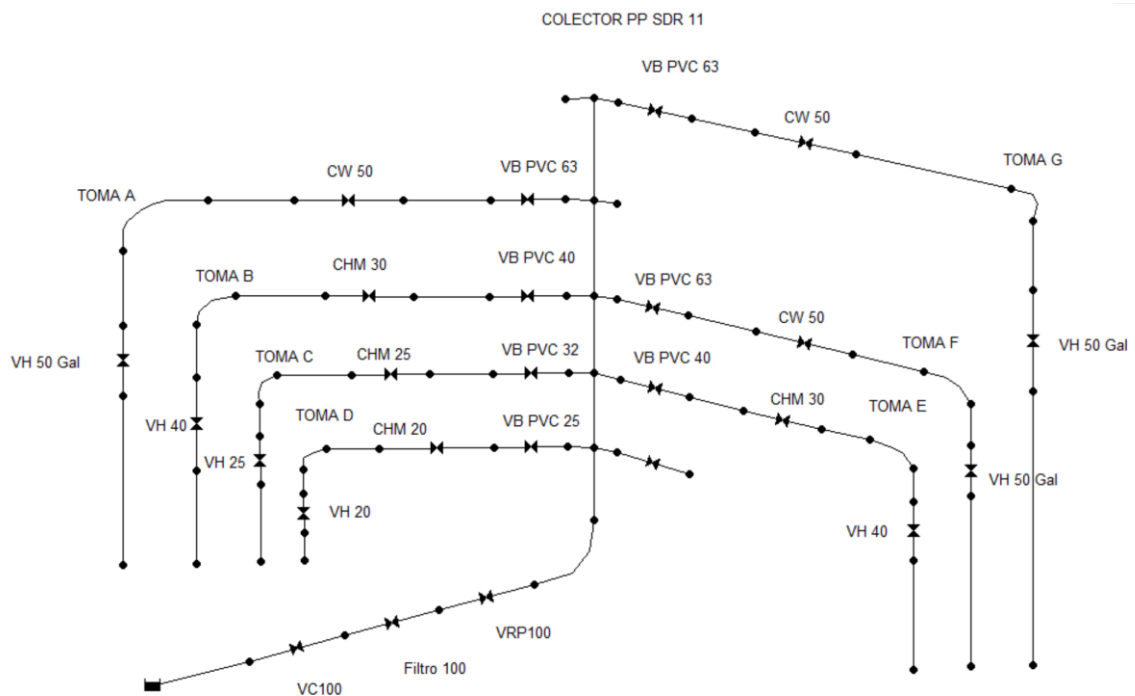
Con los resultados para todos los modelos se puede afirmar, que el hidrante no está bien configurado para las tomas 1 y 3, que por estar en derivación a las tomas 2 y 4 tienen más pérdidas de las recomendadas, el resto presenta pérdidas próximas a las recomendadas por la norma UNE-EN 14267 (AEN/CTN68 2005) para hidrantes de Tipo 1 ($\Delta h_N = 5 \text{ mca}$).

Tabla 4–42: Hidrante 1. Pérdidas de carga del hidrante para el QNB 31 m³/h.

Tomas	Caudal (m ³ /h)	Pérdidas de carga Δh_N (mca)			
		IDEL'CHIK2	AGRU	CRANE2	ARVIZA-AGÜERA
Toma 1	5,00	6,49	5,71	5,58	5,77
Toma 2	2,50	4,42	3,86	4,04	3,87
Toma 3	5,00	7,25	6,04	5,95	6,20
Toma 4	3,50	5,81	4,56	4,73	4,69
Toma 5	15,00	5,29	4,44	4,62	5,00

4.3.4.2. Caudal máximo por hidrante. Ampliación del hidrante con nuevas tomas. Hidrante 10.

En este segundo caso se muestra como comprobar la capacidad de un hidrante añadiendo nuevas tomas a las existentes. Elegimos el hidrante 10 con configuración tipo "Costella" con un QNB de 63 m³/h.



VB: Válvula de bola

VH: Válvula hidráulica de membrana.

VRP: Válvula hidráulica reductora de presión.

CW: Contador tipo woltman.

CHM: Contador de chorro múltiple.

Filtro: Filtro caza piedras.

VC: Válvula de compuerta

Figura 4–60: Esquema del modelo de EPANET del Hidrante 10 con la configuración original.

H2-5/Tipo3-7/DNB 100-QNB 63-DNP 20x1 25x1 30x3 50x3/PN10

Al igual que en el apartado anterior se ven diferencias entre los modelos completos del hidrante y los datos registrados en el ensayo hidráulico. Estas diferencias se manifiestan sobre todo en las tomas de DN 30, 25 y 20, siendo muy similares en el resto. (Tabla 4-43)

Se vuelve a ratificar que estas diferencias se deben a discrepancias de las curvas de pérdidas suministradas por los fabricantes, y en menor medida a los modelos utilizados.

Tabla 4-43: Hidrante 10. Pérdidas de carga del hidrante para la configuración inicial.

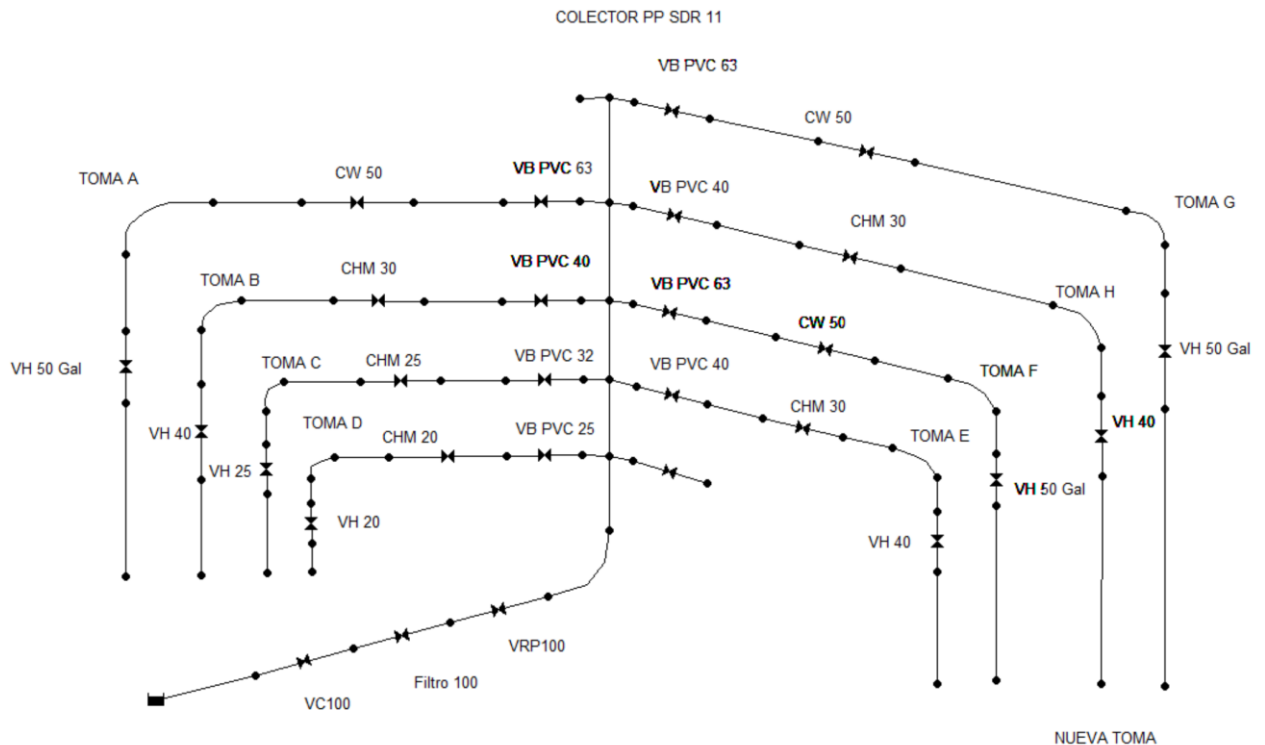
Tomas	Caudal (m ³ /h)	Pérdidas de carga ΔhN (mca)				
		ENSAYO	IDEL'CHIK2	AGRU	CRANE2	ARVIZA-AGÜERA
Toma A	14,74	4,22	3,58	3,71	3,66	3,92
Toma B	5,81	8,02	6,13	6,22	6,20	6,42
Toma C	4,12	8,42	6,82	6,92	6,80	7,15
Toma D	2,67	8,48	6,53	6,62	6,49	7,00
Toma E	6,31	8,38	6,77	6,88	6,75	7,11
Toma F	15,51	5,26	3,95	4,07	3,97	4,30
Toma G	16,27	4,36	3,85	4,13	3,95	4,28

La capacidad máxima recomendada para un hidrante de este tipo, con DN 100 y de Tipo 3 según la Tabla 3-1, es de unos 70 m³/h, por los que se incorpora a la configuración del hidrante una toma (TOMA H) de DN 30 con un Qn de 6 m³/h, aumentando el QNB del hidrante a 69 m³/h.

H2-5/Tipo3-7/DNB 100-QNB 70-DNP 20x1 25x1 30x3 50x3/PN10

Tabla 4-44: Hidrante 10. Pérdidas de carga del hidrante para la nueva configuración.

Tomas	Caudal (m ³ /h)	Pérdidas de carga ΔhN (mca)			
		IDEL'CHIK2	AGRU	CRANE2	ARVIZA-AGÜERA
Toma A	15,0	3,89	4,02	3,99	4,24
Toma B	6,0	6,68	6,78	6,76	6,99
Toma C	3,5	5,80	5,84	5,75	6,01
Toma D	2,5	6,31	6,36	6,22	6,70
Toma E	6,0	6,67	6,75	6,63	6,96
Toma F	15,0	4,12	4,22	4,15	4,44
Toma G	15,0	3,90	4,13	4,03	4,27
Toma H	6,0	6,88	6,81	6,84	7,02



CW: Contador tipo woltman.

VH: Válvula hidráulica de membrana.

VRP: Válvula hidráulica reductora de presión.

CHM: Contador de chorro múltiple.

Filtro: Filtro caza piedras.

VC: Válvula de compuerta

Figura 4–61: Esquema del modelo de EPANET del Hidrante 10 con la nueva Toma H.

Los resultados obtenidos para todos los modelos son similares y aceptables en todos los casos. Se verifica que las pérdidas no son superiores a las recomendadas por la norma UNE-EN 14267 (AEN/CTN68 2005), y no se presentan velocidades superiores a 3 m/s en ningún elemento del hidrante.

4.3.4.3. Caudales máximos circulantes por toma para diferentes tipos de instalación en parcela.

Aplicación al Hidrante 9.

En la siguiente aplicación se comprueba los caudales máximos que pueden circular por los hidrantes simulando diferentes hipótesis de instalación en parcela.

Tal y como se mostró en los diferentes hidrantes ensayados es importante verificar el caudal máximo que puede circular por estas instalaciones con objeto de comprobar el comportamiento de los contadores ante dichos caudales, verificando el potencial riesgo de bloqueo de los contadores

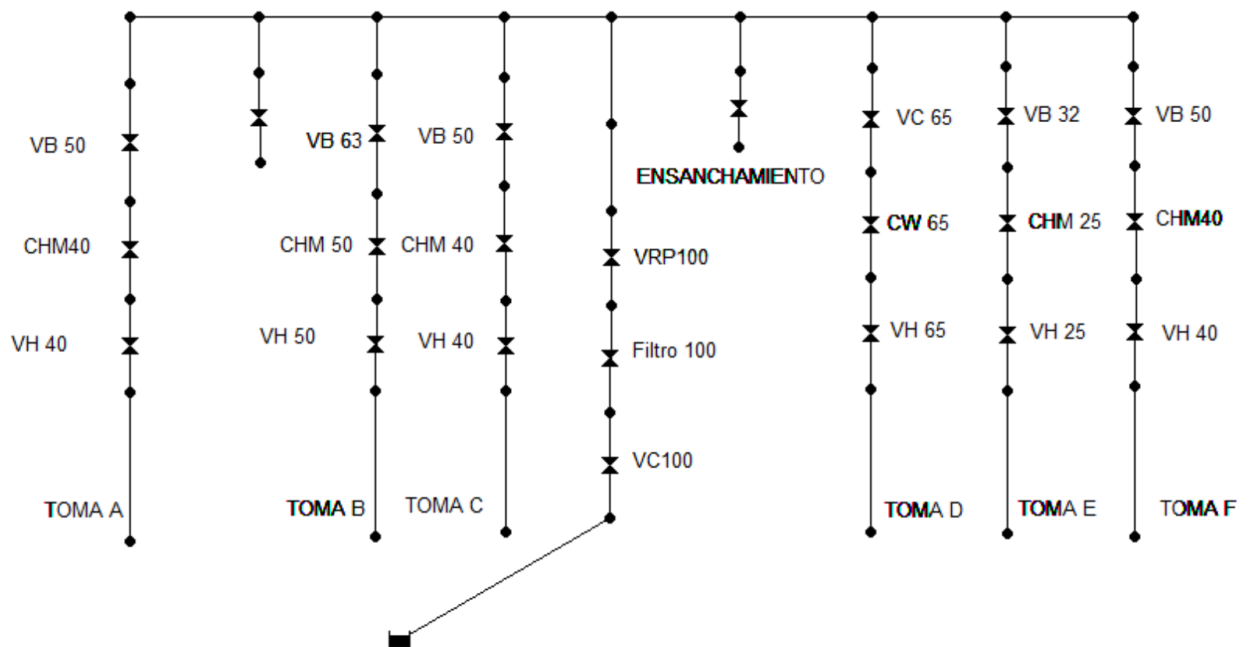
Simulamos por tanto los siguientes escenarios:

1. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.
2. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego. Con el funcionamiento de la válvula reductora de presión (VRP)
3. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego. Sin el funcionamiento de la válvula reductora de presión (VRP).

En primer lugar se contrasta las pérdidas de carga del ensayo con las pérdidas de los modelos.

Tabla 4–45: Hidrante 9. Pérdidas de carga del hidrante para QNB.

Tomas	Caudal (m ³ /h)	Pérdidas de carga Δh_n (mca)				
		ENSAYO	IDEL'CHIK2	AGRU	CRANE2	ARVIZA-AGÜERA
Toma A	10,08	8,15	7,73	8,04	7,72	8,15
Toma B	14,60	8,29	7,75	7,88	7,69	8,08
Toma C	9,94	8,19	7,65	7,80	7,63	8,06
Toma D	28,51	7,83	6,73	6,92	6,68	7,13
Toma E	3,71	8,90	8,15	8,27	8,17	8,48
Toma F	9,14	7,66	7,25	7,51	7,22	7,60



VB: Válvula de bola

VH: Válvula hidráulica de membrana.

VRP: Válvula hidráulica reductora de presión.

CW: Contador tipo woltman.

CHM: Contador de chorro múltiple.

Filtro: Filtro caza piedras.

VC: Válvula de compuerta

Figura 4–62: Esquema del modelo de EPANET del Hidrante 9.

Se puede comprobar que los modelos utilizados se ajustan bastante bien al ensayo hidráulico, excepto para la toma D (DN 65).

En este caso se pudieron realizar ensayos de pérdidas de carga de casi todos los contadores y válvulas que constituyen el hidrante. No se disponen de los ensayos para las válvulas de bola (VB), válvulas de compuerta (VC), contador *Woltman* toma D (CW65), válvula hidráulica DN65 (VH65), y contador de chorro múltiple DN50 (CHM50).

Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.

En este escenario se sustituye la salida de la toma por un nudo con presión constante con valor igual a la presión requerida por el sistema de riego instalado en parcela. (Figura 4–63)

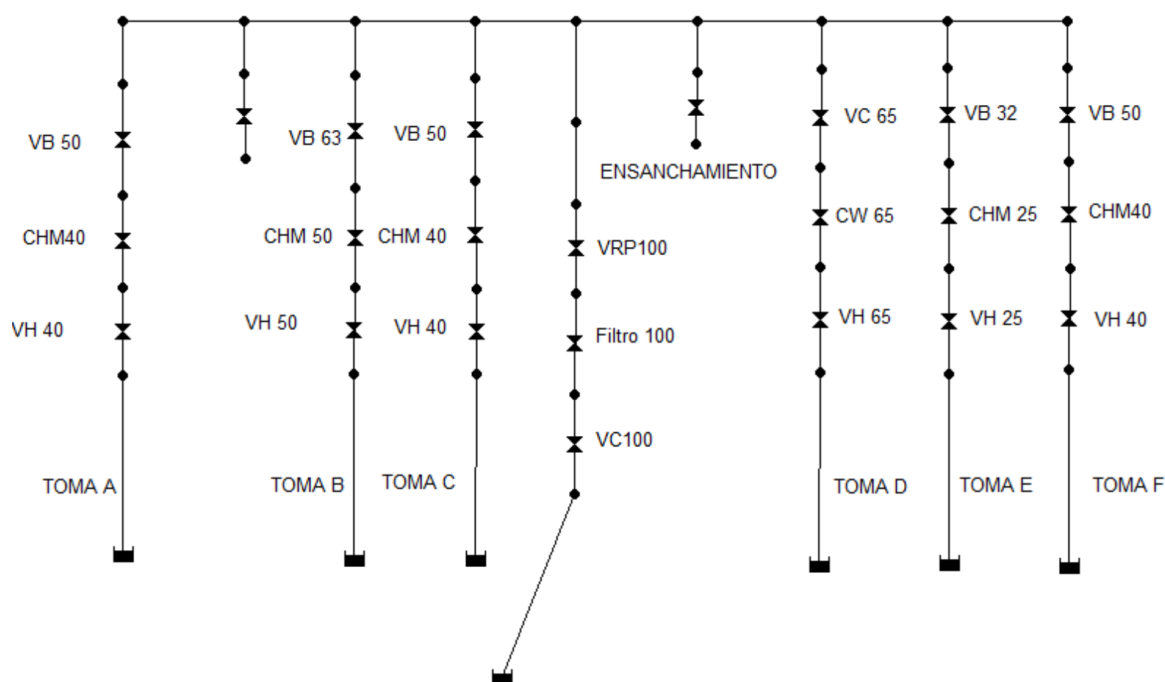


Figura 4–63: Esquema del modelo de EPANET del Hidrante 9. Simulación de presión requerida en las tomas.

Se fijan en EPANET las condiciones de contorno similares a como funcionaría la instalación en campo (Ver datos de ensayo Hidrante 9 Anejo 2).

Tabla 4–46: Hidrante 9. Caudales máximos con instalación de riego en parcela.

Tomas	Caudal Nominal (m ³ /h)	Presión Toma (mca)	Presión Tarado VRP (mca)	Caudal Máximo (m ³ /h)				
				ENSAYO	IDEL'CHIK2	AGRU	CRANE2	ARVIZA-AGÜERA
Toma A	10,0	31,0	34,5	10,1	10,7	10,6	11,1	10,3
Toma B	15,0	31,5	35,7	16,2	17,6	17,1	17,5	16,5
Toma C	10,0	32,2	35,8	10,4	11,3	11,0	11,2	10,4
Toma D	25,0	33,0	35,2	25,6	31,2	29,7	30,9	27,9
Toma E	3,5	29,8	35,9	4,2	5,0	4,9	4,9	4,8
Toma F	10,0	32,3	35,6	10,1	10,8	10,2	10,7	10,0

En la Tabla 4–46 se muestran los resultados obtenidos observando que los valores de caudal obtenidos con los modelos son similares a los obtenidos en el ensayo de laboratorio.

Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego. Con el funcionamiento de la válvula reductora de presión (VRP).

En este caso se estudia el comportamiento de las tomas considerando que en la parcela se vierte al agua a la atmosfera, y con la válvula reductora en función de regulación (Hidrantes Tipo3).

Se intenta simular el proceso de llenado de tuberías en el inicio de riego, o llenado de balsas de riego desde el hidrante. Se utiliza el mismo esquema que en el caso anterior, sustituyendo la altura del embalse en la toma por la presión registrada en el ensayo hidráulico, que corresponde a una presión atmosférica en parcela (Figura 4–63)

Tabla 4–47: Hidrante 9. Caudales máximos sin instalación de riego en parcela y con válvula reductora de presión en funcionamiento.

Tomas	Caudal Nominal (m ³ /h)	Presión Toma (mca)	Presión Tarado VRP (mca)	Caudal Máximo (m ³ /h)				
				ENSAYO	IDEL'CHIK2	AGRU	CRANE2	ARVIZA-AGÜERA
Toma A	10,0	11,4	34,5	28,4	30,5	28,5	29,9	27,8
Toma B	15,0	5,1	36,0	33,8	48,4	47,1	48,1	45,3
Toma C	10,0	12,0	36,7	27,8	31,4	30,4	31,0	28,7
Toma D	25,0	7,3	26,6	55,3	92,6	87,9	91,9	82,3
Toma E	3,5	3,7	35,3	9,7	11,4	11,2	11,2	10,8
Toma F	10,0	15,0	35,4	25,9	28,5	26,8	28,0	26,0

Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego. Sin el funcionamiento de la válvula reductora de presión (VRP).

Similar al caso anterior donde unido al vertido de agua a la atmósfera en la parcela no funciona la válvula reductora de presión (Hidrantes Tipo 1). Este escenario representa la situación más desfavorable de funcionamiento de los contadores y es el utilizado para comprobar el bloqueo de los mismos.

Tabla 4–48: Hidrante 9. Caudales máximos con instalación de riego en parcela.

Tomas	Caudal Nominal (m ³ /h)	Presión Toma (mca)	Presión Aguas Arriba Hidrante (mca)	Caudal Máximo (m ³ /h)				
				ENSAYO	IDEL'CHIK2	AGRU	CRANE2	ARVIZA-AGÜERA
Toma A	10,0	19,6	64,1	37,9	42,0	39,4	41,3	38,4
Toma B	15,0	14,7	92,4	59,9	74,7	72,8	74,2	70,2
Toma C	10,0	20,6	64,6	37,0	41,6	40,3	41,1	38,2
Toma D	25,0	17,7	56,5	83,8	114,4	110,1	113,8	104,4
Toma E	3,5	6,7	61,1	13,7	14,9	14,6	14,6	14,1
Toma F	10,0	21,4	51,8	31,1	34,5	32,4	33,9	31,6

Con esta simulación se verifica que temporalmente pueden circular caudales muy superiores a los nominales de las tomas, hasta dos veces el caudal máximo de la toma (4 veces el nominal).

En los tres escenarios analizados los resultados de los modelos son similares a los obtenidos en los ensayos hidráulicos, excepto en las tomas B y D debido a discrepancia de las curvas de pérdidas utilizadas para las simulaciones de contadores y válvulas (obtenidas de catálogos del fabricante).

4.4. Conclusiones.

Tras el análisis de los resultados obtenidos se puede afirmar que es posible la modelización de los hidrantes multiusuario utilizando EPANET 2.0, obteniendo resultados con una buena aproximación al funcionamiento real de este tipo de instalaciones. Estos modelos son útiles para su uso en el diseño de este tipo de instalaciones.

El desarrollo de modelos en CFD de los colectores puede sustituir el ensayo hidráulico de colectores de estos hidrantes.

La utilización de coeficientes de resistencia en la modelización con EPANET de colectores es válida, aunque conviene, sino se dispone de modelos en CFD, utilizar los métodos IDEL'CHIK2 y AGRU, como métodos para la obtención de estos coeficientes.

La utilización de modelos más sencillos como CRANE2 y ARVIZA-AGÜERA, permite reducir los tiempos de modelización, manteniendo la precisión de los resultados finales dentro de valores asumibles, aunque con precisiones inferiores a IDEL'CHIK2 y AGRU.

No son recomendables el resto de modelos analizados, aunque algunos por su simplicidad puedan ser utilizados en pre diseños.

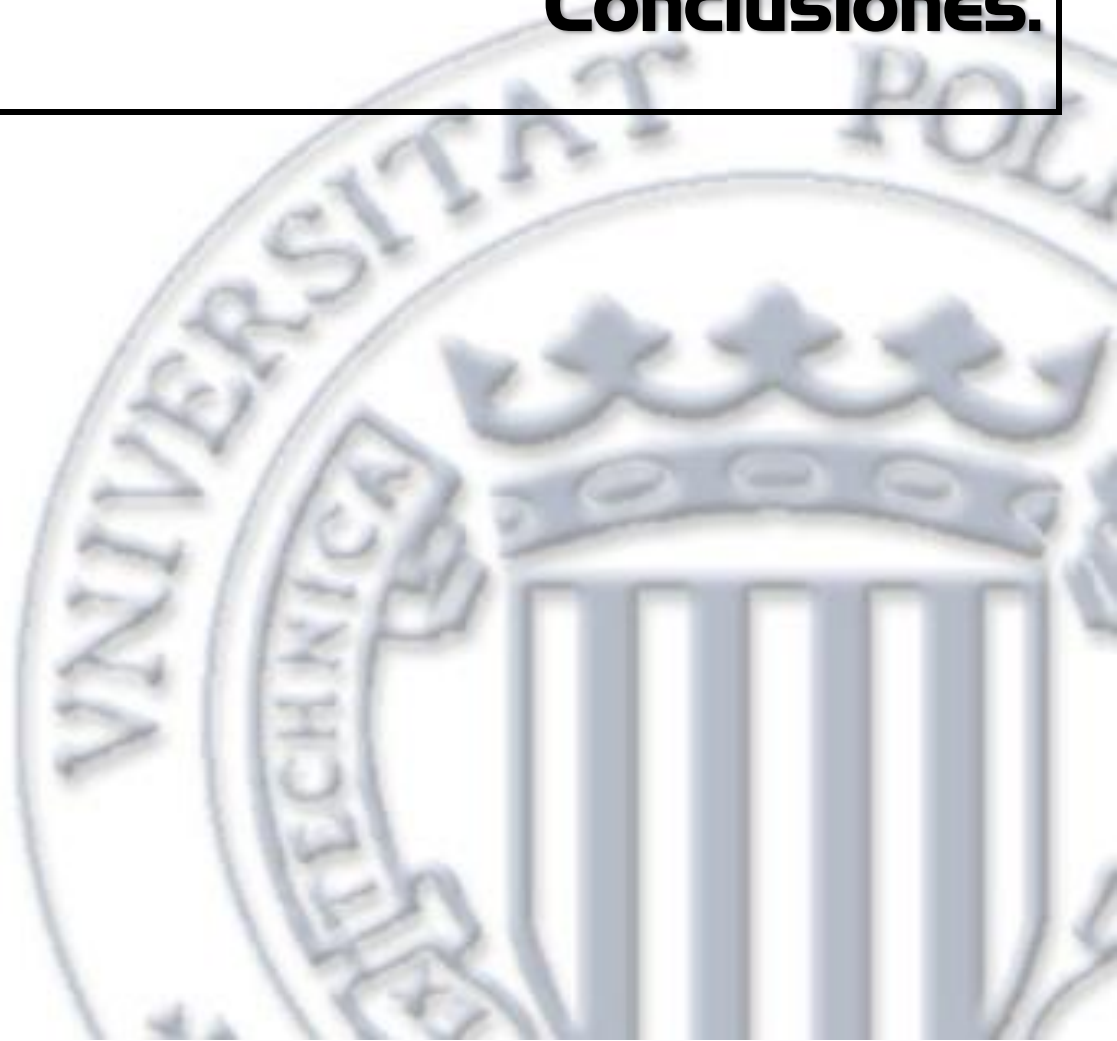
En la modelización de hidrantes completos en EPANET conviene contrastar la información de las curvas de pérdidas que van a utilizarse en la modelización de válvulas, contadores y filtros, ya que en la mayoría de elementos las curvas que muestran los fabricantes difieren de las pérdidas reales lo que conlleva errores importantes en las simulaciones.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Capítulo 5.

Conclusiones.



5.1. Conclusiones Generales de la Tesis.

En la actualidad y sin criterios claros de diseño y configuración, los hidrantes multiusuario que se instalan en redes colectivas de riego a presión presentan claras deficiencias de funcionamiento, como consecuencia de malas configuraciones e inadecuada selección de los materiales y equipos que los componen, tal y como se ha podido comprobado en los Capítulos 1 y 2.

La solución a dichos problemas pasa por seguir unos criterios claros de diseño, expuestos en el Capítulo 3, y desechando configuraciones que hasta ahora se han utilizado de forma normal (hidrantes con morfología tipo V, contadores verticales).

La adopción de estos criterios de diseño y de la configuración tipo "*Costella*", garantiza un funcionamiento correcto del hidrante permitiendo asegurar, una metrología, una regulación de presión, una manipulación y gestión adecuadas del hidrante, dando la posibilidad de asegurar su funcionamiento a lo largo de la vida útil del hidrante. Estos criterios adecuados van a repercutir a la larga, en reducciones de los costes de mantenimiento y energéticos a las comunidades de regantes que adopten estos sistemas.

La simulación con EPANET 2.0 de los hidrantes diseñados bajo los criterios fijados en el Capítulo 4, permiten validar las configuraciones futuras de los hidrantes, analizando situaciones límite a las que pueden ser llevados y permitiendo prever y corregir problemas de funcionamiento que se producirían en campo.

Aunque la simulaciones permitan avanzarse a lo que puede suceder una vez instalados, no terminan de poder sustituir a los ensayos de caracterización hidráulica realizados en el laboratorio. Como ha quedado demostrado junto con los ensayos propuestos, son una herramienta fundamental para asegurar la calidad de los hidrantes permitiendo detectar problemas de configuración y funcionamiento. Se asegura de esta forma que su futuro comportamiento en la red va a ser el correcto.

5.2. Recomendaciones y planes futuros.

En primer lugar se debe continuar con los ensayos de caracterización hidráulica en laboratorio de este tipo de dispositivos, detallando y poniendo a punto los ensayos remarcados en el Capítulo 2. Complementándolos con el ensayo de los equipos individuales que los configuran.

Desarrollar el equipamiento y funcionamiento del LHIR para realizar estos ensayos con mayor comodidad y mayores precisiones.

Profundizar en el desgaste que sufren los contadores sometidos a condiciones límite de funcionamiento, comprobar cómo se reduce su vida útil y afecta a la metrología, trabajos ya iniciados desde hace algunos años (Palau Estevan et al. 2015)

Seguir con la concienciación a los proyectistas, directores de obras y comunidades de regantes, para que adopten en el diseño de los hidrantes multiusuario la medidas propuestas en el Pliego de Condiciones redactado, y modelicen los hidrantes multiusuario que vayan a diseñar. Después de varios años del desarrollo del Pliego y su aplicación a dos hidrantes, aun se detectan problemas de configuración en dichos hidrantes.

Utilizar el CFD para profundizar en el análisis de los colectores y desarrollar **Ks** que permitan evaluar de forma más precisa la perdidas en este tipo de elementos.

Desarrollar una aplicación basada en EPANET 2.0 que permita de forma más fácil la simulación del funcionamiento de los hidrantes multiusuario. Que incorpore los valores de **Ks** recomendados, facilitando curvas de pérdidas para diferentes elementos y dotando de escenarios de simulación, que permitan validar las configuraciones realizadas.

Remarcar de nuevo que se tiene que desechar la colocación de los contadores verticales en los hidrantes, aunque solo sea por evitar el fenómeno del bloqueo, y hay que proponer sistemas de control y verificación que aseguren y comprueben la metrología de los contadores en los hidrantes no solo en su instalación, sino a lo largo de su vida útil. Recomendar a los fabricantes que eliminen de sus documentaciones la posibilidad de colocar los contadores en estas posiciones en hidrantes multiusuario.

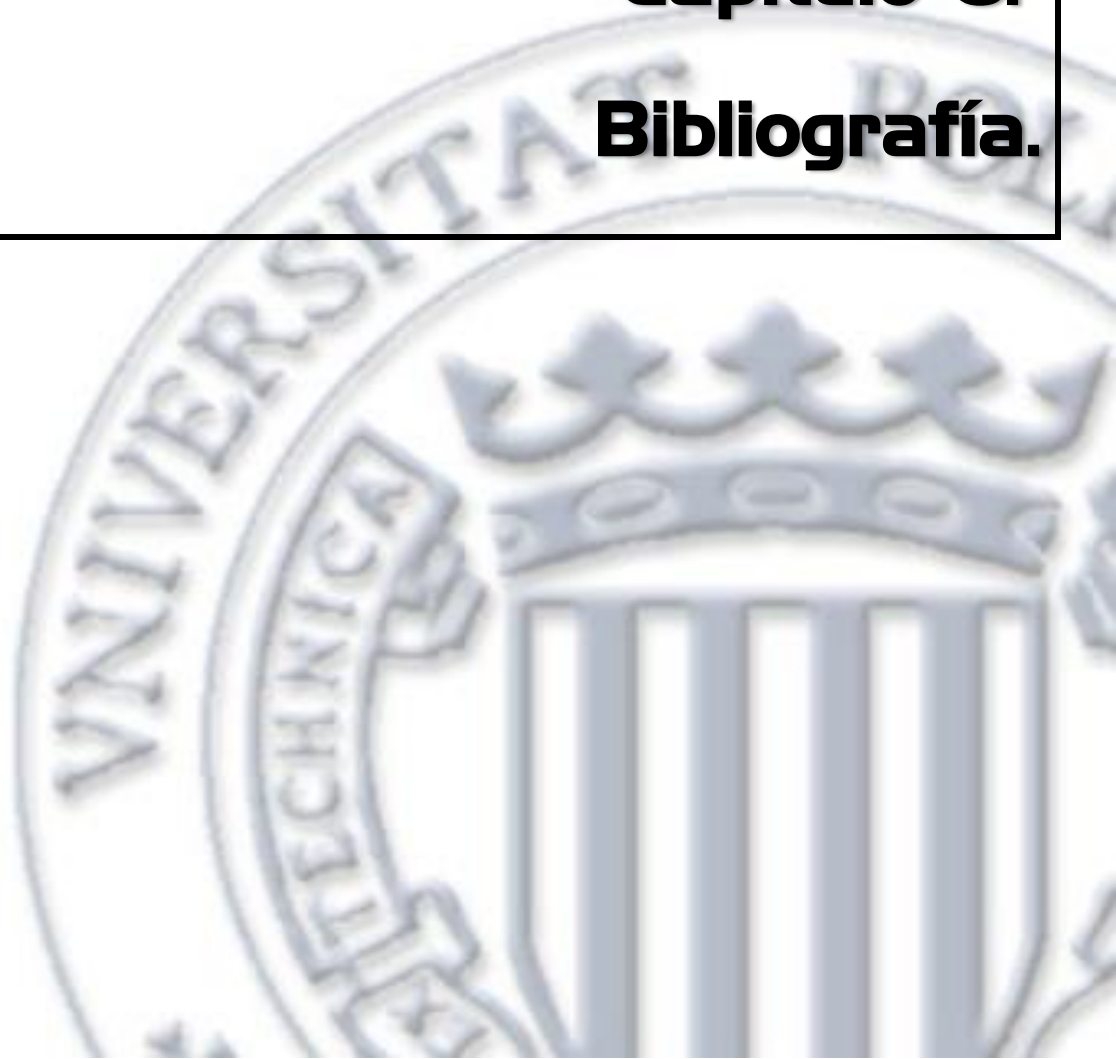
Recomendar a los fabricantes que actualicen periódicamente la información que suministran con sus productos, no es asumible la gran discrepancia que se encuentra en la información técnica aportada en muchos elementos y la que se ha podido contrastar en ensayos de laboratorio.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Capítulo 6.

Bibliografía.



BIBLIOGRAFÍA

- AEN/CTN19, 2001a. *UNE-EN 1074-1 Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 1: Requisitos generales.* 2001. Madrid: AENOR.
- AEN/CTN19, 2001b. *UNE-EN 1074-2 Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 2: Válvulas de seccionamiento.* 2001. Madrid: AENOR.
- AEN/CTN19, 2001c. *UNE-EN 1074-5 Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parte 5: Válvulas de control.* 2001. Madrid: AENOR.
- AEN/CTN19, 2005a. *UNE 19900-1 Baterías metálicas para la centralización de contadores de agua. Parte 1: Baterías de acero con uniones soldadas.* 2005. Madrid: AENOR.
- AEN/CTN19, 2005b. *UNE 19900-2 Baterías metálicas para la centralización de contadores de agua. Parte 2: Baterías de acero y fundición con uniones roscadas.* 2005. Madrid: AENOR.
- AEN/CTN53, 2003a. *UNE-EN 12201-1 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.* 2003. Madrid: AENOR.
- AEN/CTN53, 2003b. *UNE-EN 12201-2 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.* 2003. Madrid: AENOR.
- AEN/CTN53, 2003c. *UNE-EN 12201-3 Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.* 2003. Madrid: AENOR.
- AEN/CTN53, 2009. *UNE 53943 Baterías y colectores de materiales plásticos para la centralización de contadores de agua. Baterías de polietileno (PE) y polipropileno (PP) con uniones termosoldadas.* 2009. Madrid: AENOR.
- AEN/CTN68, 1986. *UNE 68074. Material de riego. Válvulas volumetricas. Requisitos generales y métodos de ensayo.* 1986. Madrid: IRANOR.
- AEN/CTN68, 2005. *UNE-EN 14267 Técnicas de riego. Hidrantes para riego.* 2005. Madrid: AENOR.
- AEN/CTN68, 2006. *UNE-EN 14268 Técnicas de riego. Contadores de agua de riego.* 2006. Madrid: AENOR.
- AEN/CTN82, 2003. *UNE-EN ISO 5167-1. Medición del caudal de fluidos mediante dispositivos de presión diferencial intercalados en conductos en carga de sección transversal circular. Parte 1: Principios y requisitos generales (ISO 5167-1:2003).* 2003. Madrid: AENOR.
- AEN/CTN82, 2012a. *UNE-EN 14154-1:2005+A2 Contadores de agua. Parte 1: Requisitos generales.* 2012. Madrid: AENOR.
- AEN/CTN82, 2012b. *UNE-EN 14154-2:2005+A2 Contadores de agua. Parte 2: Instalación y condiciones de uso.* 2012. Madrid: AENOR.
- AEN/CTN82, 2012c. *UNE-EN 14154-3:2005+A2 Contadores de agua. Parte 3: Equipos y métodos de ensayo.* 2012. Madrid: AENOR.
- AENOR 2006. Y ACCESORIOS PLÁSTICOS (ASETUB)-ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (AENOR). *Tuberías de PVC: Manual Técnico*, pp. 516.

- AGÜERA SORIANO, J. 2003. *Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas*. S.l.: S.L.CIENCIA 3. ISBN 9788495391018.
- ANFAGUA 2013. Condiciones de instalación. [en línea]. [Consulta: 25 agosto 2015]. Disponible en: <http://anfagua.org/informacion-tecnica/requisitos-y-recomendaciones/condiciones-de-instalacion>.
- ARREGUI DE LA CRUZ, F., PALAU ESTEVAN, C., GARCÍA SERRA, J. y HERRERO, A. 2004. CONTADORES DE AGUA PARA RIEGO. MEDICIÓN Y RECOMENDACIONES PRÁCTICAS. *Riegos y Drenajes XXI*, pp. 36-42.
- ARVIZA, J., GONZALEZ, P. y BALBASTRE, I. 2002. *Ingeniería rural: hidráulica*. S.l.: Editorial Universitat Politècnica de València. ISBN 84-9705-293-5.
- BALAIRÓN PÉREZ, L. 2008. *Tuberías de polietileno : manual técnico*. Madrid: Madrid : AENOR, 2008.
- CAÑADA LÓPEZ, L. y MADURGA DEL CURA, C. 2008. Estudio comparativo del funcionamiento de tres modelos de hidrante. *Riegos y drenajes XXI*, vol. 158, pp. 28-32.
- CR ALHAMA DE MURCIA 2015. C.R. Alhama de Murcia. [en línea]. Disponible en: <http://www.cralhama.org>.
- CRANE, C. 2001. *Flow of fluids : through valves, fittings, and pipe*. Signal Hill: Signal Hill : Crane Valves, 2001.
- DASSAULT SYSTÈMES, 2013a. *SolidWorks Flow Simulation*. 2013. S.l.: s.n.
- DASSAULT SYSTÈMES 2013b. *Technical Reference. SolidWorks Flow Simulation 2013*. S.l.: SDC publications.
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (DIN) 1997. DVS 2210-1. Industrial pipelines made of thermoplastics - Planning and execution - Above-ground pipe systems. . S.l.
- GAILE, G.L. y WILLMOTT, C.J. (eds.) 1984. *Spatial Statistics and Models*. Dordrecht: Springer Netherlands. ISBN 978-90-481-8385-2.
- GARCÍA PRATS, A., DEL CAMPO GARCIA, A., SANCHIS GONZÁLEZ, M. y MOLINA HERRERA, A. 2013. Calibración del modelo biome-bgc en condiciones de clima mediterráneo. *6º Congreso Forestal Español*, vol. 1, pp. 2/11-11/11.
- HAWLE 2015. HAWLE. [en línea]. [Consulta: 1 enero 2015]. Disponible en: <http://www.hawle.at/es>.
- IDEL'CHIK, I.E. y FRIED, E. 1986. *Handbook of hydraulic resistance*. New York [etc.]: New York etc. : Hemisphere, cop. 1986.
- KING, C. y ÖLÇMEN, S. 2013. *Computational Analysis of Diffuser Performance for Subsonic Aerodynamic Research Laboratory Wind Tunnel*. S.l.: The University of Alabama.
- KISIELIEV, P.G. 1961. *Manual de cálculos hidráulicos*. Moscu: GEIL.
- KUROWSKI, P. 2013. *Engineering Analysis with SolidWorks Simulation 2013*. S.l.: SDC publications. ISBN 1585037842.
- MANZANO JUAREZ, J. 2008. *Análisis del inyector Venturi y mejora de su instalación en los sistemas de riego localizado*. S.l.: Universidad Politecnica de Valencia.
- MARTÍ PÉREZ, P.C., GASQUE ALBALATE, M. y GONZÁLEZ ALTOZANO, P. 2013. An artificial neural network approach to the estimation of stem water potential from frequency domain reflectometry soil moisture measurements and meteorological data. *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 91, pp. 75-86.

- MINISTERIO OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO, 1989. *Orden ministerial 28 de diciembre de 1988 por la que se regulan los contadores de agua fría*. 1989. Madrid: BOE.
- MIRANDA IVARS, M. y ARVIZA VALVERDE, J. 2011. *Análisis de la problemática actual en el funcionamiento de hidrantes en redes colectivas de riego a presión. Diseño de un hidrante tipo y elaboración de las prescripciones técnicas que deben cumplir los elementos que lo componen [Recurso electrónico-CD-RO]*. Valencia: Valencia : Universidad Politécnica de Valencia, 2011.
- MOVAL AGROINGENIERÍA 2015. Moval Agroingeniería. [en línea]. Disponible en: <http://moval.es>.
- MUNASA 2015. Munasa. [en línea]. Disponible en: www.munasa.es.
- NASH, J.E. y SUTCLIFFE, J.V. 1970. River flow forecasting through conceptual models part I — A discussion of principles. *Journal of Hydrology*, vol. 10, no. 3, pp. 282-290. ISSN 00221694. DOI 10.1016/0022-1694(70)90255-6.
- PALAU ESTEVAN, C.V. 2005. *Aportaciones a la gestión de los sistemas de medición de caudal en redes de distribución de agua a presión*. Valencia (Spain): Editorial Universitat Politècnica de València.
- PALAU ESTEVAN, C. V, BALBASTRE PERALTA, I., ARVIZA VALVERDE, J. y SANCHIS ALOS, L. 2015. BLOQUEO DE CONTADORES DE CHORRO MÚLTIPLE EN HIDRANTES MULTIUSUARIO PARA RIEGO. *Congreso Riegos y Drenajes XXXIII*, vol. 1, pp. 303-311.
- REGABER 2015. Regaber. 2015 [en línea]. Disponible en: <http://regaber.com>.
- ROSSMAN, L. 2001. *EPANET 2 Manual de usuario*. Cincinnati: US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.
- ROSSMAN, L.A., 2001. *EPANET 2.0*. 2001. S.I.: s.n.
- SOTELO AVILA, G. 1991. *Hidráulica general*. Mexico: Mexico : Limusa, 1974-1982.
- WILLMOTT, C. 1981. On the validation of models. *Physical geography*,
- WILLMOTT, C.J. 1982. Some Comments on the Evaluation of Model Performance. *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 63, no. 11, pp. 1309-1313.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Anejos

**Análisis, caracterización y diseño de
Hidrantes multiusuario para riego.**

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

Ibán Balbastre peralta

Director de Tesis:

Dr. Jaime Arviza Valverde

Valencia, Septiembre 2015.

ÍNDICE

ANEJO 1. CARACTERÍSTICAS DE LOS BANCOS DE ENSAYOS UTILIZADOS. INCERTIDUMBRE Y PRECISIÓN DE LOS

DATOS REGISTRADOS. **1-1**

1.1. ASPECTOS GENERALES DEL BANCO DE ENSAYOS DEL LABORATORIO DE HIDRÁULICA Y RIEGOS DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA.	1-3
1.2. MEDICIÓN DEL CAUDAL.	1-3
1.3. MEDICIÓN DE LA PRESIÓN.	1-4
1.4. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.	1-4
1.5. REGULACIÓN DE CAUDALES Y PRESIONES DEL BANCO.	1-5
1.6. CALCULO DE ERRORES E INCERTIDUMBRES EN LAS MEDIDAS.	1-5
1.6.1. MEDICIÓN DEL CAUDAL.	1-5
1.6.2. MEDICIÓN DE LA PRESIÓN.	1-6

ANEJO 2. ENSAYOS HIDRÁULICOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE HIDRANTES MULTIUSUARIO. **2-1**

2.1. ENSAYO HIDRANTE 1 (V2-1-2/TIPO3-5/DNB 80-QNB 31-DNP 20x1 25x1 30x2 40x1/PN10). LIR VALENCIA. SEPTIEMBRE DE 2006.	2-3
2.1.1. CLASIFICACIÓN DEL HIDRANTE.	2-3
2.1.2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO ENSAYADO.	2-3
2.1.3. ENSAYOS REALIZADOS. HIDRANTE COMPLETO.	2-5
2.1.4. RESULTADOS	2-5
2.1.4.1. Comprobación de la medición de caudales por los hidrantes.	2-5
2.1.4.2. Pérdidas de carga del hidrante.	2-5
2.1.4.3. Comportamiento del hidrante a la variación de presión a la entrada. Regulación de presión.	2-6
2.1.4.4. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas.	2-7
2.1.5. CALIDAD DEL COLECTOR DE ACERO PARA HIDRANTE DE RIEGO DE DN80.	2-8
2.1.5.1. Descripción del colector evaluado.	2-8
2.1.5.2. Evaluación exterior.	2-9
2.1.5.3. Evaluación interior	2-9
2.1.6. CONCLUSIONES ENSAYO.	2-11
2.1.7. DATOS REGISTRADOS ENSAYO HIDRANTE 1.	2-12
2.1.7.1. Pérdidas de carga del hidrante.	2-12
2.1.7.2. Comportamiento del hidrante a la variación de presión a la entrada. Regulación de presión.	2-12
2.1.7.3. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas.	2-13
2.2. ENSAYO HIDRANTE 2 (TIPO3-7/DNB 80-QNB 31-DNP 25x6 40x1 /PN10). LIR VALENCIA. MAYO DE 2007.	2-25
2.2.1. CLASIFICACIÓN DEL HIDRANTE.	2-25
2.2.2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO ENSAYADO.	2-25
2.2.3. ENSAYOS REALIZADOS.	2-27
2.2.4. RESULTADOS	2-27
2.2.4.1. Comprobación de la medición de caudales por los hidrantes.	2-27
2.2.4.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante.	2-27
2.2.4.3. Comportamiento del hidrante a la variación de presión a la entrada.	2-28
2.2.5. CALIDAD DEL COLECTOR DE ACERO PARA HIDRANTE DE RIEGO DE DN80 MM.	2-28
2.2.5.1. Descripción del colector evaluado.	2-29
2.2.5.2. Evaluación exterior.	2-29
2.2.6. CALIDAD DE OTROS COMPONENTES DEL HIDRANTE.	2-31
2.2.7. CONCLUSIONES DEL ENSAYO.	2-32
2.2.8. DATOS REGISTRADOS ENSAYO HIDRANTE 2.	2-33
2.2.8.1. Pérdidas de carga del hidrante.	2-33
2.2.8.2. Comportamiento del hidrante a la variación de presión a la entrada. Regulación de presión.	2-34
2.3. ENSAYO HIDRANTE 3 (V2-1-2/TIPO1-8/DNB 100-QNB 61,5-DNP 25x3 40x5 /PN10). LIR VALENCIA. JULIO DE 2007.	2-37
2.3.1. CLASIFICACIÓN DEL HIDRANTE.	2-37
2.3.2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO ENSAYADO.	2-37
2.3.3. ENSAYOS REALIZADOS.	2-39
2.3.4. RESULTADOS	2-40

2.3.4.1. Comprobación de la medición de caudales por los hidrantes.	2-40
2.3.4.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante.	2-40
2.3.4.3. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas de riego.	2-43
2.3.4.4. Verificación del caudal de bloqueo.	2-44
2.3.5. CALIDAD DEL COLECTOR DE ACERO PARA HIDRANTE DE RIEGO DE 100 MM.	2-45
2.3.5.1. Descripción del colector evaluado.	2-45
2.3.5.2. Evaluación del colector.	2-46
2.3.6. CONCLUSIONES DEL ENSAYO.	2-47
2.3.7. DATOS REGISTRADOS ENSAYO HIDRANTE 3.	2-48
2.3.7.1. Pérdidas de carga hidrante.	2-48
2.3.7.2. Comportamiento del hidrante a la apertura de las tomas instaladas en derivación a la de riego. Apertura salida en derivación de las tomas A, B y C.	2-50
2.3.7.3. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas de riego.	2-51
2.4. ENSAYO HIDRANTE 4 (V1/TIPO4-3/DNB 100-QNB 61-DNP 30x1 50x1 80x1/PN10). LIR VALENCIA. MARZO 2008.	2-58
2.4.1. CLASIFICACIÓN DEL HIDRANTE.	2-58
2.4.2. DESCRIPCIÓN DEL HIDRANTE.	2-58
2.4.3. ENSAYOS REALIZADOS.	2-60
2.4.4. RESULTADOS.	2-60
2.4.4.1. Verificación del caudal del hidrante, conforme se instalará en campo.	2-60
2.4.4.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante.	2-61
2.4.4.3. Regulación del hidrante como limitador de caudal variando la presión a la entrada.	2-61
2.4.4.4. Tiempo de respuesta del piloto limitador del caudal	2-63
2.4.4.5. Regulación del hidrante como reductor de presión, variando el caudal y la presión a la entrada.	2-64
2.4.4.6. Tiempo de respuesta del piloto reductor de presión.	2-65
2.4.4.7. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas.	2-65
2.4.4.8. Prueba de estanqueidad.	2-66
2.4.5. CONCLUSIONES.	2-67
2.4.6. DATOS REGISTRADOS ENSAYO HIDRANTE 4.	2-68
2.4.6.1. Curva de pérdidas de carga del hidrante. Datos registrados	2-68
2.4.6.2. Regulación de los hidrantes como limitador de caudal.	2-69
2.4.6.3. Tiempo de respuesta del piloto limitador de caudal.	2-71
2.4.6.4. Regulación de los hidrantes como reductores de presión.	2-84
2.4.6.5. Tiempo de respuesta del piloto reductor de presión.	2-86
2.4.6.6. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas	2-93
2.5. ENSAYO HIDRANTE 5 (V2-1-2/TIPO1-6/DNB 100-QNB 53-DNP 30x3 40x1 50x1/PN10). LIR VALENCIA. OCTUBRE 2008.	2-107
2.5.1. CLASIFICACIÓN DEL HIDRANTE SEGÚN NORMA UNE - EN 14267.	2-107
2.5.2. DESCRIPCIÓN DEL HIDRANTE.	2-107
2.5.2.1. Elementos Generales.	2-107
2.5.2.2. Tomas instaladas.	2-108
2.5.3. ENSAYOS REALIZADOS.	2-108
2.5.4. RESULTADOS	2-109
2.5.4.1. Comprobación de la medición de caudales por los hidrantes.	2-109
2.5.4.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante.	2-109
2.5.4.3. Comportamiento del hidrante a la apertura de las salidas instaladas en derivación a la de riego.	2-110
2.5.4.4. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas de riego.	2-113
2.5.4.5. Prueba de estanqueidad.	2-113
2.5.5. CALIDAD DEL COLECTOR DE ACERO PARA HIDRANTE DE RIEGO DE 150 MM.	2-113
2.5.5.1. Descripción del colector evaluado.	2-113
2.5.5.2. Evaluación del colector.	2-114
2.5.6. CONCLUSIONES.	2-115
2.5.7. DATOS REGISTRADOS ENSAYO HIDRANTE 5.	2-116
2.5.7.1. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. Datos registrados.	2-116
2.5.7.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante. Datos registrados.	2-116
2.5.7.3. Comportamiento del hidrante a la apertura de las tomas instaladas en derivación a la de riego.	2-119
2.5.7.4. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas de riego.	2-122
2.6. ENSAYO HIDRANTE 6 (V2/TIPO3-8/DNB 80-QNB 28-DNP 25x8/PN10). LIR VALENCIA. NOVIEMBRE 2008.	2-125
2.6.1. CLASIFICACIÓN DEL HIDRANTE SEGÚN NORMA UNE EN 14267.	2-125

2.6.2. EQUIPOS ENSAYADOS.	2-125
2.6.3. ENSAYOS REALIZADOS.	2-126
2.6.4. RESULTADOS.	2-127
2.6.4.1. Comprobación de la medición de caudales por los hidrantes.	2-127
2.6.4.2. Pérdidas de carga del hidrante.	2-128
2.6.4.3. Regulación del hidrante como reductor de presión, variando el caudal y la presión a la entrada.	2-128
2.6.4.4. Tiempo de respuesta del piloto reductor de presión.	2-129
2.6.4.5. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas.	2-130
2.6.4.6. Respuesta del hidrante ante la variación de la presión de tarado.	2-130
2.6.4.7. Prueba de estanqueidad.	2-131
2.6.5. CALIDAD DEL COLECTOR DE ACERO PARA HIDRANTE DE RIEGO DE DN 80 MM.	2-132
2.6.5.1. Descripción del colector evaluado.	2-132
2.6.5.2. Evaluación del colector.	2-132
2.6.6. CONCLUSIONES.	2-134
2.6.7. DATOS REGISTRADOS ENSAYO HIDRANTE 6.	2-135
2.6.7.1. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. Datos registrados.	2-135
2.6.7.2. Perdidas de carga hidrante.	2-135
2.6.7.3. Regulación del hidrante como reductor de presión. PTR = 30 mca.	2-137
2.6.7.4. Tiempo de respuesta de la VRP.	2-138
2.6.7.5. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas	2-145
2.6.7.6. Respuesta del hidrante ante la variación de la presión de tarado (PT = 20 mca)	2-149
2.7. ENSAYO HIDRANTE 7 (TIPO4-10/DNB 100-QNB 68-DNP 32x8 40x2 /PN10). LIR VALENCIA. DICIEMBRE 2008.	2-152
2.7.1. CLASIFICACIÓN DEL HIDRANTE SEGÚN NORMA UNE EN 14267.	2-152
2.7.2. DESCRIPCIÓN DEL HIDRANTE.	2-152
2.7.3. ENSAYOS REALIZADOS.	2-155
2.7.4. RESULTADOS.	2-155
2.7.4.1. Comprobación de la medición de caudales por los hidrantes.	2-155
2.7.4.2. Verificación del caudal de bloqueo en los Contadores de chorro múltiple.	2-156
2.7.4.3. Curva de pérdidas de carga del hidrante.	2-157
2.7.4.4. Regulación del hidrante como limitador de caudal variando la presión a la entrada.	2-158
2.7.4.5. Tiempo de respuesta del piloto limitador del caudal	2-158
2.7.4.6. Regulación del hidrante como reductor de presión, variando el caudal y la presión a la entrada.	2-159
2.7.4.7. Tiempo de respuesta del piloto reductor de presión.	2-160
2.7.4.8. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas.	2-161
2.7.4.9. Prueba de estanqueidad.	2-161
2.7.5. CALIDAD DEL COLECTOR DE ACERO PARA HIDRANTE DE RIEGO DE 100 MM.	2-162
2.7.5.1. Descripción del colector evaluado.	2-162
2.7.5.2. Evaluación del colector.	2-163
2.7.6. CONCLUSIONES.	2-165
2.7.7. DATOS REGISTRADOS ENSAYO HIDRANTE 7.	2-166
2.7.7.1. Verificación de la medición de caudal. Datos registrados.	2-166
2.7.7.2. Perdidas de carga hidrante. Datos registrados.	2-167
2.7.7.3. Regulación del hidrante como limitador de caudal.	2-168
2.7.7.4. Tiempo de respuesta del piloto limitador de caudal.	2-169
2.7.7.5. Regulación de los hidrantes como reductores de presión.	2-173
2.7.7.6. Tiempo de respuesta del piloto reductor de presión.	2-175
2.7.7.7. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas	2-177
2.8. ENSAYO HIDRANTE 8 (V2/TIPO1-8/DNB 150-QNB 63,5-DNP 25x1 30x2 40x5/PN6). LIR VALENCIA. DICIEMBRE 2008.	2-193
2.8.1. CLASIFICACIÓN DEL HIDRANTE SEGÚN NORMA UNE EN 14267.	2-193
2.8.2. DESCRIPCIÓN DEL HIDRANTE. EQUIPOS ENSAYADOS.	2-193
2.8.3. ENSAYOS REALIZADOS.	2-195
2.8.4. RESULTADOS.	2-195
2.8.4.1. Comprobación de la medición de caudales por los hidrantes.	2-195
2.8.4.2. Verificación del caudal de bloqueo en los Contadores de chorro múltiple.	2-196
2.8.4.3. Curva de pérdidas de carga del hidrante.	2-197
2.8.4.4. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas de riego.	2-197
2.8.4.5. Prueba de estanqueidad.	2-198
2.8.5. CALIDAD DEL COLECTOR DE ACERO PARA HIDRANTE DE RIEGO DE 150 MM.	2-199

2.8.5.1. Descripción del colector evaluado.	2-199
2.8.5.2. Evaluación del colector.	2-200
2.8.6. CONCLUSIONES.	2-202
2.8.7. DATOS REGISTRADOS ENSAYO HIDRANTE 8.	2-203
2.8.7.1. Verificación de la medición de caudal.	2-203
2.8.7.2. Pérdidas de carga hidrante.	2-203
2.8.7.3. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas	2-204
2.9. ENSAYO HIDRANTE 9 (V2/TIPO3-6/DNB 100-QNB 73,5-DNP 25x1 40x3 50x1 65x1/PN10). NLIR VALENCIA. SEPTIEMBRE 2013.	2-217
2.9.1. CLASIFICACIÓN DEL HIDRANTE SEGÚN NORMA UNE EN 14267.	2-217
2.9.2. DESCRIPCIÓN DEL HIDRANTE.	2-217
2.9.2.1. Válvula de compuerta DN 100.	2-217
2.9.2.2. Filtro Cazapiedras DN 100.	2-218
2.9.2.3. Válvula hidráulica reductora de presión DN 100.	2-218
2.9.2.4. Colector PP-H 100 con 8 salidas.	2-219
2.9.2.5. Ventosa.	2-219
2.9.2.6. Tomas a parcela instaladas.	2-220
2.9.3. ENSAYOS REALIZADOS.	2-224
2.9.4. RESULTADOS.	2-224
2.9.4.1. Comprobación de la metrología a QNP para cada una de las tomas.	2-224
2.9.4.2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo.	2-225
2.9.4.3. Pérdidas de carga del hidrante.	2-225
2.9.4.4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.	2-226
2.9.4.5. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada.	2-227
2.9.4.6. Rapidez de regulación de presión de la VRP.	2-228
2.9.4.7. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.	2-230
2.9.4.8. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego con la VRP en regulación.	2-230
2.9.4.9. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego con la VRP sin regulación.	2-231
2.9.4.10. Prueba de estanqueidad.	2-232
2.9.5. CONCLUSIONES	2-233
2.9.6. DATOS REGISTRADOS ENSAYO HIDRANTE 9.	2-234
2.9.6.1. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. Datos registrados.	2-234
2.9.6.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante. Datos registrados	2-234
2.9.6.3. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.	2-235
2.9.6.4. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada.	2-241
2.9.6.5. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego y VRP en función de regulación.	2-242
2.9.6.6. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP en función de regulación.	2-248
2.9.6.7. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP sin regulación.	2-253
2.9.6.8. Prueba de estanqueidad.	2-267
2.10. ENSAYO HIDRANTE 11 (V1/TIPO3-7/DNB 100-QNB 112-DNP 25x2 40x3 50x1 80x1/PN6). NLIR VALENCIA. MAYO 2015.	2-269
2.10.1. CLASIFICACIÓN DEL HIDRANTE SEGÚN NORMA UNE EN 14267.	2-269
2.10.2. DESCRIPCIÓN DEL HIDRANTE.	2-269
2.10.2.1. Filtro Cazapiedras DN 100.	2-269
2.10.2.2. Colector PP-H 110 con 7 salidas.	2-270
2.10.2.3. Ventosa.	2-270
2.10.2.4. Tomas a parcela instaladas.	2-271
2.10.3. ENSAYOS REALIZADOS.	2-275
2.10.4. INCIDENCIAS ENCONTRADAS EN LOS ENSAYOS.	2-276
2.10.5. RESULTADOS.	2-276
2.10.5.1. Comprobación de la metrología a QN para cada una de las tomas.	2-277
2.10.5.2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo.	2-277
2.10.5.3. Pérdidas de carga del hidrante.	2-278

2.10.5.4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego (Con solo reducción de presión).	2-279
2.10.5.5. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego con la VRP en regulación.	2-280
2.10.5.6. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego con la VRP sin regulación.	2-280
2.10.5.7. Prueba de estanqueidad.	2-281
2.10.6. CONCLUSIONES	2-282
2.10.7. DATOS REGISTRADOS ENSAYO HIDRANTE 11.	2-283
2.10.7.1. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. Datos registrados.	2-283
2.10.7.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante. Datos registrados	2-284
2.10.7.3. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego (con los pilotos reductor y sostenedor conectados).	2-284
2.10.7.4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego (con el piloto reductor conectado y el sostenedor eliminado).	2-291
2.10.7.5. Prueba de estanqueidad.	2-293
ANEJO 3. OTROS ENSAYOS HIDRÁULICOS DE INTERÉS.	3-1
3.1. INTRODUCCIÓN.	3-3
3.2. PROBLEMA DE CORROSIÓN EN COLECTOR DE ACERO GALVANIZADO PARA HIDRANTE DE RIEGO DE 2" (50MM). LIR VALENCIA. ABRIL 2006.	3-3
3.2.1. OBJETO DEL INFORME.	3-3
3.2.2. DESCRIPCIÓN DEL COLECTOR EVALUADO.	3-3
3.2.3. EVALUACIÓN DEL COLECTOR.	3-4
3.2.3.1. Evaluación exterior.	3-4
3.2.3.2. Evaluación interior	3-4
3.2.4. CONCLUSIONES.	3-6
3.3. INFORME SOBRE LOS CONTADORES DE CHORRO MÚLTIPLE INSTALADOS EN EL HIDRANTE 1. LIR VALENCIA. JUNIO 2007.	3-7
3.3.1. METODOLOGÍA	3-7
3.3.2. RESULTADOS.	3-7
3.3.3. CONCLUSIONES	3-8
3.3.3.1. Placa orificio con una relación de diámetros de 0,75	3-8
3.3.3.2. Placa orificio con una relación de diámetros de 0,7	3-9
3.4. ENSAYO SOBRE CONTADORES DE CHORRO MÚLTIPLE, DE GECONTA-WEHRLE PARA SU INSTALACIÓN EN HIDRANTES DE RIEGO. LIR VALENCIA. JULIO DE 2007.	3-10
3.4.1. METODOLOGÍA	3-10
3.4.2. RESULTADOS.	3-11
3.4.3. CONCLUSIONES	3-12
3.5. ENSAYO DE CONTADORES DE CHORRO MÚLTIPLE DE GECONTA-WEHRLE MODELO MTK-HWK DE DIÁMETROS 20 Y 25 MM, EN SU INSTALACIÓN EN HIDRANTES DE RIEGO. LIR VALENCIA. JULIO DE 2007.	3-13
3.5.1. METODOLOGÍA	3-13
3.5.2. RESULTADOS.	3-13
3.5.3. CONCLUSIONES	3-14
3.6. INFORME SOBRE LOS CONTADORES MULTIJET PARA SU INSTALACIÓN EN HIDRANTES DE RIEGO. LABORATORIO PARETS DEL VALLÉS (BARCELONA). JULIO 2010.	3-15
3.6.1. METODOLOGÍA	3-15
3.6.2. RESULTADOS.	3-16
3.6.3. CONCLUSIONES	3-17
3.7. INFORME SOBRE LOS CONTADORES VOLUMÉTRICOS, DE BAR-METERS EN SU INSTALACIÓN EN HIDRANTES DE RIEGO. NLHIR VALENCIA. DICIEMBRE DE 2011.	3-18
3.7.1. METODOLOGÍA	3-18
3.7.2. RESULTADOS.	3-18
3.7.3. CONCLUSIONES	3-19
3.8. INFORME SOBRE LOS CONTADORES WATERTECH, SU INSTALACIÓN EN HIDRANTES DE RIEGO. NLHIR VALENCIA JULIO DE 2012.	3-20
3.8.1. DESCRIPCIÓN DE LOS CONTADORES ENSAYADOS.	3-20
3.8.2. ENSAYOS REALIZADOS.	3-20
3.8.3. RESULTADOS	3-21

3.8.3.1. Error de medida para caudal nominal del contador.	3-21
3.8.3.2. Pérdidas de carga del contador para caudal nominal.	3-21
3.8.3.3. Comprobación del bloqueo del contador a caudales elevados.	3-22
3.8.3.4. Error de medida para caudal nominal del contador, después del bloqueo	3-22
3.8.4. CONCLUSIONES	3-23
3.9. INFORME SOBRE LOS CONTADORES RETIRADOS DE LOS HIDRANTES MULTIUSUARIO DE UNA COMUNIDAD DE REGANTES. NLHIR VALENCIA. OCTUBRE DE 2012.	3-24
3.9.1. SELECCIÓN DE LA MUESTRA A ENSAYAR.	3-24
3.9.2. DESCRIPCIÓN DE LOS CONTADORES ENSAYADOS.	3-25
3.9.3. ENSAYOS REALIZADOS.	3-26
3.9.4. RESULTADOS	3-27
3.9.4.1. Error de medida para caudal nominal del contador.	3-27
3.9.4.2. Pérdidas de carga del contador para caudal nominal.	3-28
3.9.4.3. Comprobación del bloqueo del contador a caudales elevados.	3-28
3.9.5. CONCLUSIONES	3-29
3.9.6. GALERÍA FOTOGRÁFICA.	3-30
3.9.6.1. Contadores DN 40.	3-30
3.9.6.2. Contadores DN 30.	3-31
3.9.6.3. Contadores DN 25.	3-32
3.10. MEDICIÓN DE CAUDALES TRANSITORIOS EN TOMAS DE RIEGO DE HIDRANTES MULTIUSUARIO. NOVIEMBRE 2012.	3-34
3.10.1. MATERIALES Y MÉTODOS	3-34
3.10.1.1. Medición del caudal.	3-34
3.10.1.2. Medición de la presión.	3-34
3.10.2. DATOS TOMAS ENSAYADAS.	3-35
3.10.3. ENSAYOS REALIZADOS.	3-35
3.10.4. RESULTADOS	3-35
3.10.4.1. Toma DN 25.	3-35
3.10.4.2. Toma DN 30.	3-36
3.10.4.3. Toma DN 40.	3-38
3.10.5. CONCLUSIONES	3-40
3.11. VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE LOS CONTADORES DE DN 15, 20, 25, 30, 40 Y 50 MM, EN SU INSTALACIÓN EN HIDRANTES MULTIUSUARIO EN UNA LA COMUNIDAD DE REGANTES. NLHIR VALENCIA. FEBRERO 2015.	3-41
3.11.1. SELECCIÓN DE LA MUESTRA A ENSAYAR.	3-41
3.11.2. ENSAYOS REALIZADOS.	3-44
3.11.3. RESULTADOS.	3-45
3.11.3.1. Error de metrológico del los contadores para Q_t , Q_n , y Q_{max} .	3-45
3.11.3.2. Metrología contadores Chorro Múltiple DN15.	3-45
3.11.3.3. Metrología contadores Chorro Múltiple DN20.	3-46
3.11.3.4. Metrología contadores Chorro Múltiple DN25.	3-47
3.11.3.5. Metrología contadores Chorro Múltiple DN30.	3-48
3.11.3.6. Metrología contadores Chorro Múltiple DN40.	3-49
3.11.3.7. Metrología contadores Woltman DN50.	3-50
3.11.3.8. Comprobación del bloqueo del contador a caudales elevados con flujo descendente (montaje en campo).	3-51
3.11.3.9. Comprobación del bloqueo del contador a caudales elevados con flujo ascendente (recomendaciones del fabricante).	3-55
3.11.4. CONCLUSIONES	3-58
<u>ANEJO 4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN DE HIDRANTES MULTIUSUARIO PARA RIEGO.</u>	
	4-1
4.1. OBJETIVOS DEL PLIEGO.	4-3
4.2. TIPOLOGÍA DEL HIDRANTE.	4-3
4.2.1. CAUDALES RECOMENDADOS.	4-3
4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS A INSTALAR.	4-4
4.3.1. ELEMENTOS GENERALES DEL HIDRANTE.	4-4
4.3.1.1. Colectores, materiales de unión y accesorios.	4-4

4.3.1.2. Válvulas de maniobra generales.	4-8
4.3.1.3. Elementos de filtración. Filtros cazapiedras.	4-9
4.3.1.4. Elementos de regulación. Válvulas hidráulicas generales reductoras de presión.	4-10
4.3.1.5. Ventosas y accesorios generales.	4-12
4.3.1.6. Sistema de automatización, control, registro y accionamiento.	4-14
4.3.1.7. Otros.	4-15
4.3.2. ELEMENTOS DE LAS TOMAS A PARCELA.	4-15
4.3.2.1. Materiales de unión y accesorios.	4-15
4.3.2.2. Válvulas de maniobra.	4-15
4.3.2.3. Elementos de medición de caudal.	4-19
4.3.2.4. Electroválvulas y válvulas hidráulicas de regulación.	4-23
4.3.2.5. Tuberías a parcela. Salida de las tomas del hidrante.	4-24
4.4. OBRA CIVIL.	4-30
4.4.1.1. Cimentación.	4-30
4.4.1.2. Caseta de alojamiento de las instalaciones.	4-30
4.4.1.3. Elementos de anclaje.	4-31

ANEJO 5. ENSAYOS HIDRÁULICOS DE HIDRANTES MULTIUSUARIO CON CONFIGURACIÓN PROPUESTA. TIPO

“COSTELLA”. **5-1**

5.1. RESULTADOS ENSAYOS HIDRÁULICOS HIDRANTE TIPO “COSTELLA”.	5-3
5.1.1. VERIFICACIÓN DEL CAUDAL GLOBAL DEL HIDRANTE, CONFORME SE INSTALARÁ EN CAMPO. DATOS REGISTRADOS.	5-3
5.1.2. CURVA DE PÉRDIDAS DE CARGA DEL HIDRANTE. DATOS REGISTRADOS	5-3
5.1.3. CAUDAL MÁXIMO CIRCULANTE POR TOMA, SIMULANDO EL ABASTECIMIENTO A PARCELA CON INSTALACIÓN DE RIEGO.	5-4
5.1.4. CAUDAL MÁXIMO CIRCULANTE POR TOMA, SIMULANDO EL ABASTECIMIENTO A PARCELA SIN INSTALACIÓN DE RIEGO.	5-9
5.1.5. RESPUESTA DEL HIDRANTE ANTE LA APERTURA Y CIERRE DE TOMAS. SIMULACIÓN DE INICIO Y PARADA DE RIEGO.	5-14
5.1.6. COMPROBACIÓN DE LA REGULACIÓN DE PRESIÓN ANTE VARIACIONES DE PRESIÓN A LA ENTRADA.	5-18
5.1.7. COMPROBACIÓN DE LA REGULACIÓN DE PRESIÓN ANTE LA APERTURA Y CIERRE DE TOMAS. SIMULACIÓN DE INICIO Y PARADA DE RIEGO CON EL FUNCIONAMIENTO DE LA VRP.	5-19
5.2. ENSAYO HIDRANTE 10 (H2-5/TIPO3-7/DNB 100-QNB 63-DNP 20x1 25x1 30x2 50x3/PN10). NLIR VALENCIA. NOVIEMBRE 2013.	5-24
5.2.1. CLASIFICACIÓN DEL HIDRANTE SEGÚN NORMA UNE EN 14267.	5-24
5.2.2. DESCRIPCIÓN DEL HIDRANTE.	5-24
5.2.2.1. Válvula de compuerta DN 100.	5-24
5.2.2.2. Filtro Cazapiedras DN 100.	5-24
5.2.2.3. Válvula hidráulica reductora de presión DN 100.	5-25
5.2.2.4. Colector PP-H 100 con 10 salidas.	5-25
5.2.2.5. Ventosa.	5-26
5.2.2.6. Tomas a parcela instaladas.	5-26
5.2.3. ENSAYOS REALIZADOS.	5-31
5.2.4. RESULTADOS.	5-31
5.2.4.1. Comprobación de la metrología a QNP para cada una de las tomas.	5-32
5.2.4.2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo.	5-32
5.2.4.3. Pérdidas de carga del hidrante.	5-33
5.2.4.4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.	5-34
5.2.4.5. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada.	5-34
5.2.4.6. Rapidez de regulación de presión de la VRP.	5-36
5.2.4.7. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.	5-38
5.2.4.8. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego con la VRP en regulación.	5-38
5.2.4.9. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego con la VRP sin regulación.	5-39
5.2.4.10. Prueba de estanqueidad.	5-40
5.2.5. CONCLUSIONES	5-41
5.2.6. DATOS REGISTRADOS ENSAYO HIDRANTE 10.	5-42
5.2.6.1. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. Datos registrados.	5-42
5.2.6.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante. Datos registrados	5-42

5.2.6.3. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.	5-43
5.2.6.4. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada.	5-54
5.2.6.5. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego y VRP en función de regulación.	5-54
5.2.6.6. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP en función de regulación.	5-57
5.2.6.7. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP sin regulación.	5-61
5.2.6.8. Prueba de estanqueidad.	5-64
5.3. ENSAYO HIDRANTE 12 (H2-5/TIPO3-10/DNB 150-QNB 51-DNP 20x3 25x1 30x5 40x1/PN10). NLHIR VALENCIA. JUNIO 2015.	5-68
5.3.1. CLASIFICACIÓN DEL HIDRANTE.	5-68
5.3.2. DESCRIPCIÓN DEL HIDRANTE.	5-68
5.3.2.1. Válvula de compuerta DN 150.	5-68
5.3.2.2. Filtro Caza piedras DN 150.	5-68
5.3.2.3. Válvula hidráulica reductora de presión DN 150.	5-69
5.3.2.4. Colector PP-H 160 con 10 salidas.	5-69
5.3.2.5. Ventosa.	5-70
5.3.2.6. Otros.	5-71
5.3.2.7. Tomas a parcela instaladas.	5-71
5.3.3. ENSAYOS REALIZADOS.	5-77
5.3.4. RESULTADOS.	5-78
5.3.4.1. Comprobación de la metrología a Qn para cada una de las tomas.	5-78
5.3.4.2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo.	5-78
5.3.4.3. Pérdidas de carga del hidrante.	5-79
5.3.4.4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.	5-80
5.3.4.5. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada.	5-81
5.3.4.6. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego, y con la VRP en funcionamiento PT = 40 mca.	5-82
5.3.4.7. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego con la VRP sin regulación.	5-83
5.3.5. PRUEBA DE ESTANQUEIDAD.	5-84
5.3.6. CONCLUSIONES	5-85
5.3.7. DATOS REGISTRADOS ENSAYO HIDRANTE 12.	5-87
5.3.7.1. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. Datos registrados.	5-87
5.3.7.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante. Datos registrados.	5-87
5.3.7.3. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.	5-88
5.3.7.4. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada.	5-91
5.3.7.5. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP en función de regulación.	5-92
5.3.7.6. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP sin regulación.	5-95
5.3.7.7. Prueba de estanqueidad.	5-97
ANEJO 6. RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN DE HIDRANTES.	6-1
6.1. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES DEL CFD PARA LOS ESCENARIOS DEL COLECTOR DEL HIDRANTE 11.	6-3
6.1.1. ESCENARIO 1.	6-3
6.1.2. ESCENARIO 2.	6-5
6.1.3. ESCENARIO 3.	6-7
6.1.4. ESCENARIO 4.	6-9
6.1.5. ESCENARIO 5.	6-11
6.1.6. ESCENARIO 6.	6-13
6.2. OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES ESTADÍSTICOS PARA LA VALIDACIÓN DE LOS MODELOS CFD CON LOS ENSAYOS HIDRÁULICOS.	6-15
6.3. OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES ESTADÍSTICOS PARA LA VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE EPANET CON LOS ENSAYOS HIDRÁULICOS.	6-16
6.4. OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES ESTADÍSTICOS PARA LA VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE EPANET CON LOS MODELOS CFD.	6-18
6.5. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES DE CFD PARA LOS COLECTORES DE LOS HIDRANTES ENSAYADOS.	6-20

6.5.1. HIDRANTE 1.	6-20
6.5.2. HIDRANTE 3.	6-21
6.5.3. HIDRANTE 4.	6-23
6.5.4. HIDRANTE 5.	6-24
6.5.5. HIDRANTE 6.	6-26
6.5.6. HIDRANTE 7.	6-28
6.5.7. HIDRANTE 8.	6-30
6.5.8. HIDRANTE 9.	6-31
6.5.9. HIDRANTE 10.	6-32
6.5.10. HIDRANTE 11.	6-34
6.5.11. HIDRANTE TIPO “COSTELLA”.	6-36
6.6. OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES ESTADÍSTICOS PARA LA VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE EPANET CONSTRUIDOS CON LOS Ks OBTENIDOS DE LAS SIMULACIONES CON CFD.	6-37
6.7. OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES ESTADÍSTICOS PARA LA VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE EPANET CONSTRUIDOS CON LOS Ks DE EPANET (ROSSMAN 2001).	6-40
6.8. OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES ESTADÍSTICOS PARA LA VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE EPANET CONSTRUIDOS CON LOS Ks DE ASETUB (BALAIRÓN PÉREZ 2008).	6-42
6.9. OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES ESTADÍSTICOS PARA LA VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE EPANET CONSTRUIDOS CON LOS Ks DE AGRU (DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (DIN) 1997).	6-45
6.10. OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES ESTADÍSTICOS PARA LA VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE EPANET CONSTRUIDOS CON LOS Ks DE ARVIZA-AGÜERA (ARVIZA, GONZALEZ Y BALBASTRE 2002; AGÜERA SORIANO 2002).	6-48
6.11. OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES ESTADÍSTICOS PARA LA VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE EPANET CONSTRUIDOS CON LOS Ks DE SOLTELO (SOTELO AVILA 1991).	6-50
6.12. OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES ESTADÍSTICOS PARA LA VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE EPANET CONSTRUIDOS CON LOS Ks DE CRANE 1 (CRANE 2001).	6-53
6.13. OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES ESTADÍSTICOS PARA LA VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE EPANET CONSTRUIDOS CON LOS Ks DE CRANE 2 (CRANE 2001).	6-56
6.14. OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES ESTADÍSTICOS PARA LA VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE EPANET CONSTRUIDOS CON LOS Ks DE IDELCHIK 1 (IDELCHIK Y FRIED 1986).	6-58
6.15. OBTENCIÓN DE LOS ÍNDICES ESTADÍSTICOS PARA LA VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE EPANET CONSTRUIDOS CON LOS Ks DE IDELCHIK 2 (IDELCHIK Y FRIED 1986).	6-61



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Anejo I.

**Características de los
Bancos de Ensayos
Utilizados. Incertidumbre y
precisión de los datos
registrados.**

1.1. Aspectos generales del banco de ensayos del Laboratorio de Hidráulica y Riegos de la Universitat Politècnica de València.

Durante el periodo de ensayo han sido dos los laboratorios disponibles para los ensayos, desde el 2006 hasta el 2012, los ensayos fueron realizados en el laboratorio de Ingeniería Rural de la Escuela Superior del Medio Rural y Enología de la Universitat Politècnica de València, dotado de dos líneas de ensayo de DN 50 y 100. A partir del 2012 los ensayos se realizan en el banco de pruebas de válvulas del laboratorio de Hidráulica y Riegos de la ETSIAMN de la Universidad Politècnica de València (LHIR, Laboratori d'Hidraulica y Regs de la UPV).

Ambos laboratorios disponían de los mismos elementos, sensores de medida y adquisición de datos por lo que en este anejo se detallan únicamente las instalaciones y equipos del nuevo laboratorio LHIR.

Este banco está compuesto de un circuito cerrado que se abastece desde un depósito de 15000 l de capacidad. El suministro de caudal y presión se garantiza mediante tres bombas centrífugas de eje vertical **Grundfos CRN 64-5 2960 rpm**, que pueden ser conectadas indistintamente en serie o en paralelo, para conseguir las condiciones de caudal y presión deseadas. Las tres bombas son idénticas de 30 kW de potencia cada una.

1.2. Medición del caudal.

El sistema de medida de caudal se compone de cuatro caudalímetros electromagnéticos de 200, 100, 50 y 25 mm, convenientemente calibrados. En el siguiente cuadro se resumen las características principales:

Tabla 1: Características caudalímetros electromagnéticos banco de ensayos LHIR.

Contador DN	CEM200	CEM100	CEM50	CEM25
Fabricante	Siemens	Euromag	Euromag	Siemens
Modelo	MAG 5100	MUT-1100	MUT-2200	MAG 5100
Temperatura	-10...+70 °C	-40...+80 °C	-40...+80 °C	-10...+70 °C
Velocidad Mínima (m/s)	0,25	0,2	0,2	0,25
Caudal mínimo (m3/h)	24,9	5,90	1,41	0,44
Velocidad Máxima (m/s)	10	10	10	10
Caudal máximo (m3/h)	997	295,17	70,69	17,67
Error Máximo %	< ±0,2	< ±0,2	< ±0,2	< ±0,2
Tipo de señal	Analógica 4-20 mA	Analógica 4-20 mA	Analógica 4-20 mA	Analógica 4-20 mA
Fecha Calibración	Antes de cada ensayo.			

1.3. Medición de la presión.

La medida de presión se realiza mediante transductores de presión 0-600 KPa, 0-1000 KPa, 0-1600 KPa, así como mediante transductores diferenciales de 10 y 50 KPa, los sensores están colocados en bancada con sistema de purga y a igual cota. La conexión con el punto de medida se realiza con tubo de 4 mm de alta presión. En el siguiente cuadro se resumen las características principales:

Tabla 2: Características sensores de presión banco de ensayos LHIR.

Transductor	EH50 kPa	EH10 kPa	L1000 kPa	NF1600 kPa
Tipo	Presión Diferencial	Presión Diferencial	Presión	Presión
Cantidad	1	1	4	3
Fabricante	Endress+Hauser	Endress+Hauser	Labom	Nuova Fima
Modelo	PMD75	PMD75	CB6012	ST 18
Temperatura	-40...+85 °C	-40...+85 °C	-10...+80 °C	-10...+80 °C
Presión mínima (kPa)	-50	-10	-100	-100
Presión máxima (kPa)	+50	+10	1100	1760
Error Máximo %	<±0,075	<±0,075	< ±0,2	< ±0,25
Tipo de señal	Analógica 4-20 mA	Analógica 4-20 mA	Analógica 4-20 mA	Analógica 4-20 mA
Fecha Calibración	Antes de cada ensayo realizado.			

Transductor	NF1000 kPa	W600 kPa	W1000 kPa
Tipo	Presión	Presión	Presión
Cantidad	3	1	3
Fabricante	Nuova Fima	Wika	Wika
Modelo	ST 18	A-10	A-10
Temperatura	-10...+80 °C	-10...+80 °C	-10...+80 °C
Presión mínima (kPa)	-100	-100	-100
Presión máxima (kPa)	1100	660	1100
Error Máximo %	< ±0,25	< ±0,25	< ±0,25
Tipo de señal	Analógica 4-20 mA	Analógica 4-20 mA	Analógica 4-20 mA
Fecha Calibración	Antes de cada ensayo realizado.		

1.4. Sistema de adquisición de datos.

Las señales de medida y actuación sobre los elementos del banco de ensayos se realiza a través de dos tarjetas NI modelo PCI, cuyas características se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3: Características sistema de adquisición de datos banco de ensayos LHIR.

Modelo	NI PCI 6259	NI PCI 6023E
Fabricante	National Instruments	National Instruments
Sistema operativo	Real-Time/Linux/Mac OS/Windows	Real-Time/Linux/Mac OS/Windows
Nº Canales simples analógicos	32	16
Nº Canales diferenciales analógicos	16	8
Frecuencia de muestreo	1,25 MS/s	200 kS/s
Salidas Analógicas	4	0
Salidas/Entradas Digitales	48	8
Resolución (bits)	16	12
Voltaje (V)	10	10
Función	16 Entradas analógicas diferenciales: Sensores de presión. 1 Entrada digital: control emisor de pulsos de contadores. 1 Salida analógica: Control del variador de frecuencia de los grupos de bombeo.	6 Entradas analógicas diferenciales: Caudalímetros Electromagnéticos, basculas para depósitos de pesada de 500 l y 5000 l. 2 Salida digitales: Desviadores depósitos de pesada.

1.5. Regulación de caudales y presiones del banco.

La regulación del caudal y presión se soluciona mediante la acción combinada del cierre parcial de la válvula de compuerta motorizada aguas arriba del tramo recto de inserción del equipo y mediante la actuación sobre el variador de frecuencia que controla el funcionamiento de cada una de las bombas.

1.6. Calculo de errores e incertidumbres en las medidas.

1.6.1. Medición del caudal.

Error de medida de los caudalímetros electromagnéticos utilizados vendrán dados por los datos suministrados por el fabricante (ver apartado 1.2).

Sensor CEM25

- Rango ajustado de medición ($Q_{\min} - Q_{\max}$): 0,44 – 17,67 m³/h
- Error lineal máximo (ε_{lm}): $\pm 0,2 \%$
- Error absoluto en l/s.

$$\varepsilon_{abs} = \varepsilon_{lm} \times Q_{max} = \pm 0,002 \times 17,67 = \pm 0,035 \text{ m}^3/\text{h} = \pm 0,0098 \text{ l/s}$$

Las medidas de caudal registradas hasta 17,67 m³/h sería:

$$17,670 \pm 0,035 \text{ m}^3/\text{h}$$
Sensor CEM 50

- Rango ajustado de medición ($Q_{\min} - Q_{\max}$): 1,41 – 70,69 m^3/h
- Error lineal máximo (ε_{lm}): $\pm 0,2 \%$
- Error absoluto en l/s.

$$\varepsilon_{abs} = \varepsilon_{lm} \times Q_{max} = \pm 0,002 \times 70,69 = \pm 0,14 \text{ m}^3/\text{h} = \pm 0,04 \text{ l/s}$$

Las medidas de caudal registradas hasta 70,69 m^3/h sería:

$$70,69 \pm 0,14 \text{ m}^3/\text{h}$$
Sensor CEM100

- Rango ajustado de medición ($Q_{\min} - Q_{\max}$): 5,90 – 295,17 m^3/h
- Error lineal máximo (ε_{lm}): $\pm 0,2 \%$
- Error absoluto en l/s.

$$\varepsilon_{abs} = \varepsilon_{lm} \times Q_{max} = \pm 0,002 \times 295,17 = \pm 0,59 \text{ m}^3/\text{h} = \pm 0,16 \text{ l/s}$$

Las medidas de caudal registradas hasta 295,17 m^3/h sería:

$$295,17 \pm 0,59 \text{ m}^3/\text{h}$$
Sensor CEM200

- Rango ajustado de medición ($Q_{\min} - Q_{\max}$): 24,9 – 997,0 m^3/h
- Error lineal máximo (ε_{lm}): $\pm 0,2 \%$
- Error absoluto en l/s.

$$\varepsilon_{abs} = \varepsilon_{lm} \times P_{max} = \pm 0,002 \times 997 = \pm 1,99 \text{ m}^3/\text{h} = \pm 0,55 \text{ l/s}$$

Las medidas de caudal registradas hasta 997 m^3/h sería:

$$997,00 \pm 1,99 \text{ m}^3/\text{h}$$
1.6.2. Medición de la presión.

Error de medida de los transmisores de presión utilizados vendrá dado por los datos suministrados por el fabricante (ver apartado 1.3)

Sensor L1000 (1000 kPa)

- Rango ajustado de medición ($P_{\min} - P_{\max}$): 0 – 1000 kPa
- Error lineal máximo (ε_{lm}): $\pm 0,2 \%$
- Error absoluto en kPa.

$$\varepsilon_{abs} = \varepsilon_{lm} \times P_{max} = \pm 0,002 \times 1000 = \pm 2,0 \text{ kPa} = \pm 0,2 \text{ m}$$

Las medidas de presión registradas serían:

100,00±0,20 m

Sensor NF1000 y W1000 (1000 kPa)

- Rango ajustado de medición ($P_{\min} - P_{\max}$): 0 – 1000 kPa
- Error lineal máximo (ε_{lm}): ±0,25 %
- Error absoluto en kPa.

$$\varepsilon_{abs} = \varepsilon_{lm} \times P_{max} = \pm 0,0025 \times 1000 = \pm 2,5 \text{ kPa} = \pm 0,25 \text{ m}$$

Las medidas de presión registradas serían:

100,00±0,25 m

Sensor NF1600 (1600 kPa)

- Rango ajustado de medición ($P_{\min} - P_{\max}$): 0 – 1600 kPa
- Error lineal máximo (ε_{lm}): ±0,25 %
- Error absoluto en kPa.

$$\varepsilon_{abs} = \varepsilon_{lm} \times P_{max} = \pm 0,0025 \times 1600 = \pm 4 \text{ kPa} = \pm 0,4 \text{ m}$$

Las medidas de presión registradas serían:

160,00±0,40 m

Sensor EH10 (10 kPa)

- Rango ajustado de medición ($P_{\min} - P_{\max}$): 0 – 10 kPa
- Error lineal máximo (ε_{lm}): ±0,075 %
- Error absoluto en kPa.

$$\varepsilon_{abs} = \varepsilon_{lm} \times P_{max} = \pm 0,00075 \times 10 = \pm 0,0075 \text{ kPa} = \pm 0,00075 \text{ m} = \pm 0,75 \text{ mm}$$

Las medidas de presión registradas hasta 1 m de pérdidas sería:

1,00000±0,00075 m

Sensor EH10 (50 kPa)

- Rango ajustado de medición ($P_{\min} - P_{\max}$): 0 – 50 kPa
- Error lineal máximo (ε_{lm}): ±0,075 %
- Error absoluto en kPa.

$$\varepsilon_{abs} = \varepsilon_{lm} \times P_{max} = \pm 0,00075 \times 50 = \pm 0,0375 \text{ kPa} = \pm 0,00375 \text{ m} = \pm 3,75 \text{ mm}$$

Las medidas de presión registradas hasta 5 m de pérdidas sería:

5,0000±0,0037 m



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Anejo 2.

**Ensayos hidráulicos para
la caracterización de
hidrantes multiusuario.**

2.1. Ensayo Hidrante 1 (V2-1-2/Tipo3-5/DNB 80-QNB 31-DNP 20x1 25x1 30x2 40x1/PN10). LIR Valencia. Septiembre de 2006.

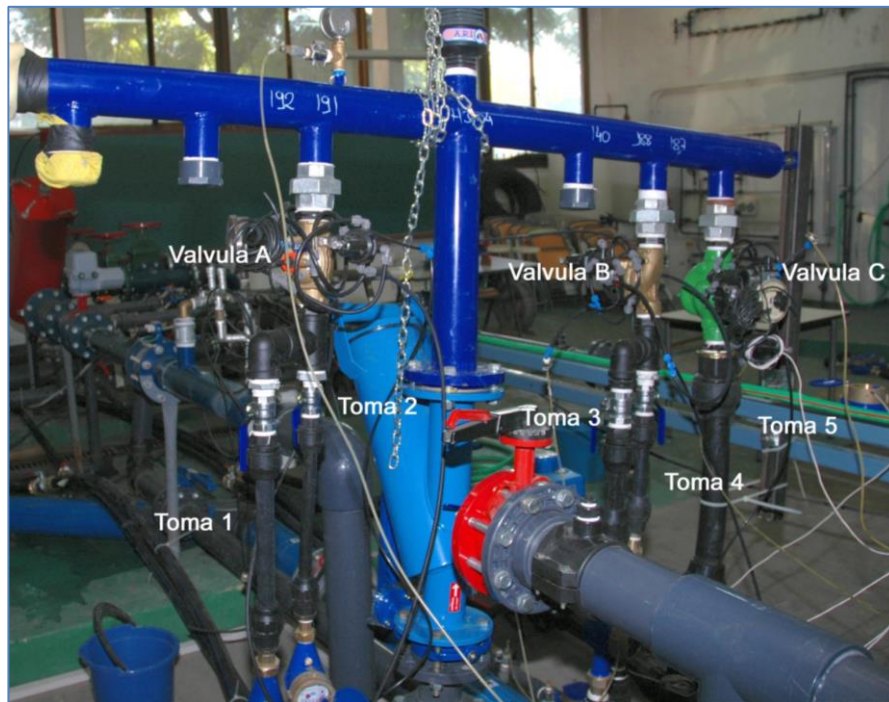
2.1.1. Clasificación del hidrante.

V2-1-2					
Función		Tipo 3			
NSH		5			
Dimensiones					
DNB		80			
QNB		31			
Salidas	DNP	20	25	30	40
	NS _{DN}	1	1	2	1
Presión (bar)		10		Contadores	

La denominación del hidrantes según su clasificación será:

V2-1-2/Tipo3-5/DNB 80-QNB 31-DNP 20x1 25x1 30x2 40x1/PN10

2.1.2. Descripción del equipo ensayado.



Fotografía 1: Vista general Hidrante1 (V2-1-2/Tipo3-5/DNB 80-QNB 31-DNP 20x1 25x1 40x2 50x1/PN10)

Hidrante Completo.¹

- ✓ Filtro de malla de DN 80.
- ✓ Válvula de mariposa DN 80.
- ✓ Colector de acero con estrada de DN 80 mm, 6 salidas de DN50, y con recubrimiento de pintura epoxi.
- ✓ Ventosa de 2".
- ✓ Manómetro

De las seis salidas solo 3 están instaladas.

- ✓ Conexión A.
 - Válvula reductora de presión membrana de DN40
 - Te de PE para conexión de 2 tomas.
 - Toma 1
 - Válvula de bola DN40
 - Contador de chorro múltiple de DN40. QNP 10 m³/h² (**DN30 QNP 5 m³/h**)
 - Conexión a tubería de PE40 de DN50.
 - Toma 2
 - Válvula de bola DN20
 - Contador de chorro múltiple de DN20. QNP 2,5 m³/h
 - Conexión a tubería de PE40 de DN50.
- ✓ Conexión B.
 - Válvula reductora de presión membrana de DN40
 - Te de PE para conexión de 2 tomas.
 - Toma 3
 - Válvula de bola DN40
 - Contador de chorro múltiple de DN40. QNP 10 m³/h. (**DN30 QNP 5 m³/h**)
 - Conexión a tubería de PE40 de DN50.
 - Toma 4
 - Válvula de bola DN25
 - Contador de chorro múltiple de DN25. QNP 3,5 m³/h
 - Conexión a tubería de PE40 de DN50.
- ✓ Conexión C. Toma 5.

¹ Hidrante elegido al azar en la obra por miembros de la UPV.

² Entre paréntesis se incorporan los datos reales, ya que los datos aportados por los suministradores diferían de los equipos entregados, los ensayos se planificaron y realizaron con estos datos anómalos.

- Válvula volumétrica reductora de presión DN50. QNP 25 m³/h. (**DN40 QNP 15 m³/h**)

2.1.3. Ensayos realizados. Hidrante Completo.

Los datos registrados y su tratamiento se pueden observar en el apartado 2.1.7.

1. Verificación del caudal del hidrante, conforme se instalará en campo.
2. Curva de pérdidas de carga del hidrante con todas las válvulas en posición de abierto.
3. Comportamiento del hidrante a la variación de presión a la entrada, cuando las válvulas reductoras de presión son reguladas a 40 mca, y todas las tomas están abiertas.
4. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas. (Presión de tarado de las válvulas reductoras de presión de 40 mca).

2.1.4. Resultados

2.1.4.1. Comprobación de la medición de caudales por los hidrantes.

Se compara la suma de la medida del caudal realizada por cada uno de los contadores de pulsos del hidrante, con la medida del caudal realizada con el contador electromagnético patrón convenientemente calibrado. Para ello se varía el caudal circulante modificando la apertura de una válvula de compuerta instalada en el circuito y se espera a que se estabilice el sistema antes de empezar la medición.

Tabla 4: Hidrante 1. Comprobación de la medición de caudal.

Q _{Toma 1}	Q _{Toma 2}	Q _{Toma 3}	Q _{Toma 4}	Q _{Toma 5}	Q _{HIDRANTE}	Q _{CEM}	ε (%)
9,35	2,36	9,83	3,69	26,22	51,46	49,69	3,6

Siendo:

- Q_{HIDRANTE}: Caudal total del hidrante, en m³/hora. QN
- Q_{Toma X}: Caudal contador de la toma X, en m³/hora. QNP
- Q_{CEM}: Caudal contador CEM, medida patrón, en m³/hora
- ε : Error relativo.

2.1.4.2. Pérdidas de carga del hidrante.

Con la válvulas reductoras de presión totalmente abiertas y sin regular, se modifica el caudal circulante por el hidrante registrando la presión aguas arriba del hidrante, en el colector, aguas abajo de las válvulas hidráulicas B y C, y aguas abajo de cada una de las 5 tomas del hidrante, registrando también el caudal circulante una vez el sistema se estabiliza.

En la este apartado se resumen aquellos resultados para el caudal Nominal del hidrante que se estima en unos 50 m³/h.

Tabla 5: Hidrante 1. Pérdidas de carga del hidrante.

ΔhN (Toma 1)	ΔhN (Toma 2)	ΔhN (Toma 3)	ΔhN (Toma 4)	ΔhN (Toma 5)	Δh (Filtro)	Q_{CEM}
18,18	19,15	17,45	18,45	10,42	1,34	50

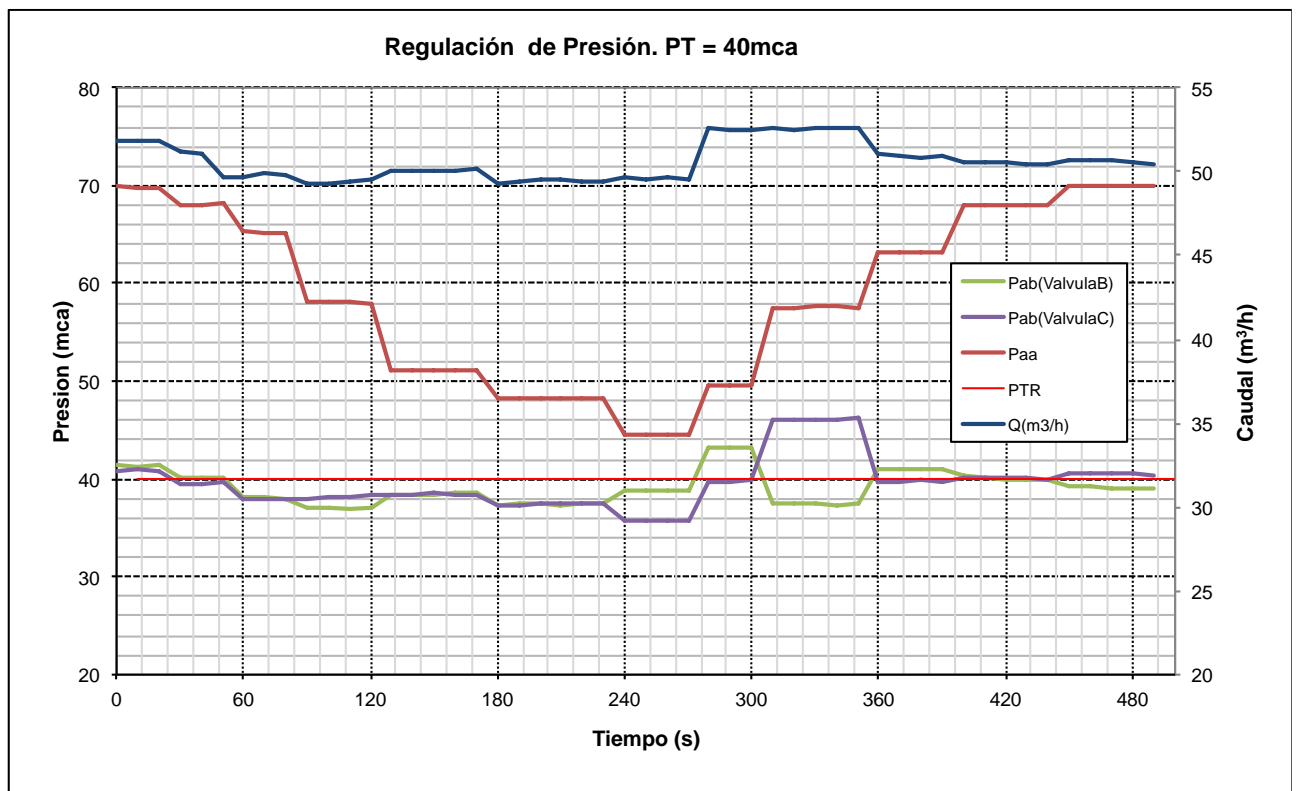
Siendo:

- Q_{CEM} : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM, en m³/hora
- ΔhN (Toma x) : Perdidas de carga totales entre la toma aguas arriba del hidrante y la toma aguas abajo de la toma X, en mca
- Δh (Filtro) : Perdida de carga del filtro del hidrante, en mca.

2.1.4.3. Comportamiento del hidrante a la variación de presión a la entrada. Regulación de presión.

Consiste en variar la presión a la entrada (P_{aa}) del hidrante, desde 70 a 40 mca, con las válvulas hidráulicas en su función de reducción de presión (Presión de tarado de 40 mca), se registran las presiones aguas abajo de las válvulas y en cada una de las tomas.

El ensayo se realiza disminuyendo la presión a la entrada progresivamente hasta 40 mca, para en una segunda parte aumentar progresivamente la presión hasta valores próximos a 70 mca. En la Gráfica 1, se pueden visualizar los resultados obtenidos.



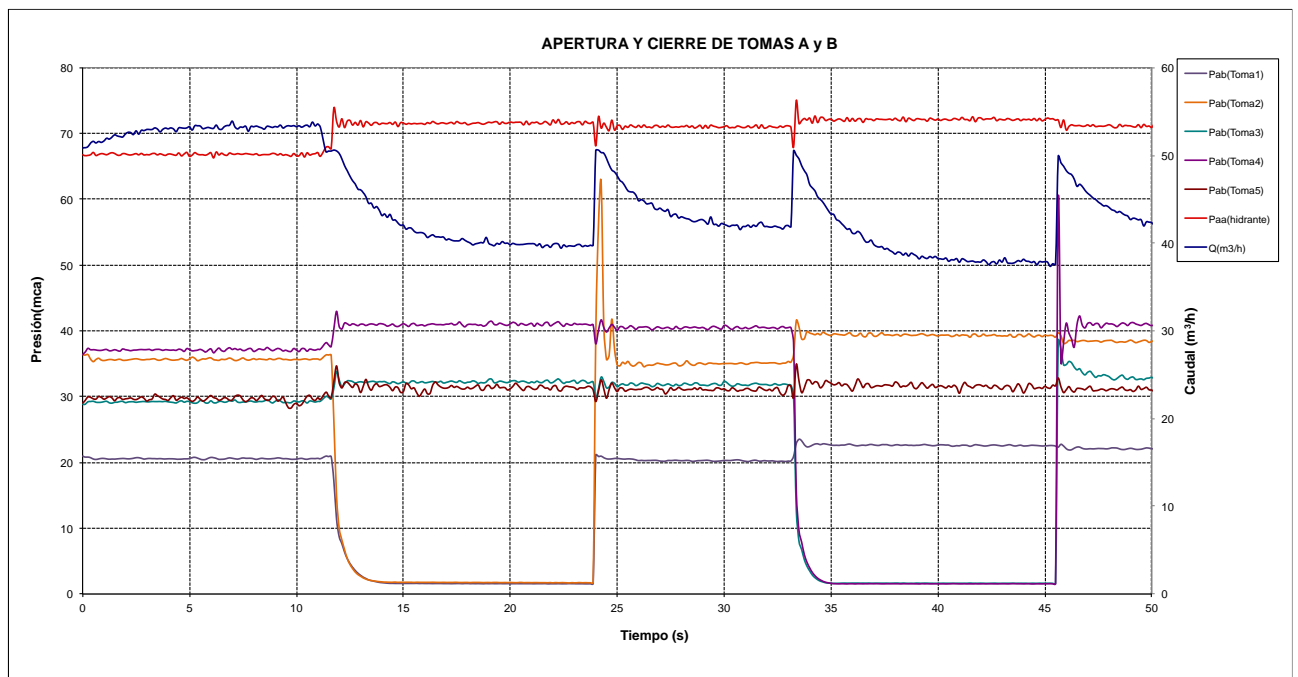
Gráfica 1: Comportamiento del hidrante 1 ante la variación de presión a la entrada. Regulación de presión.

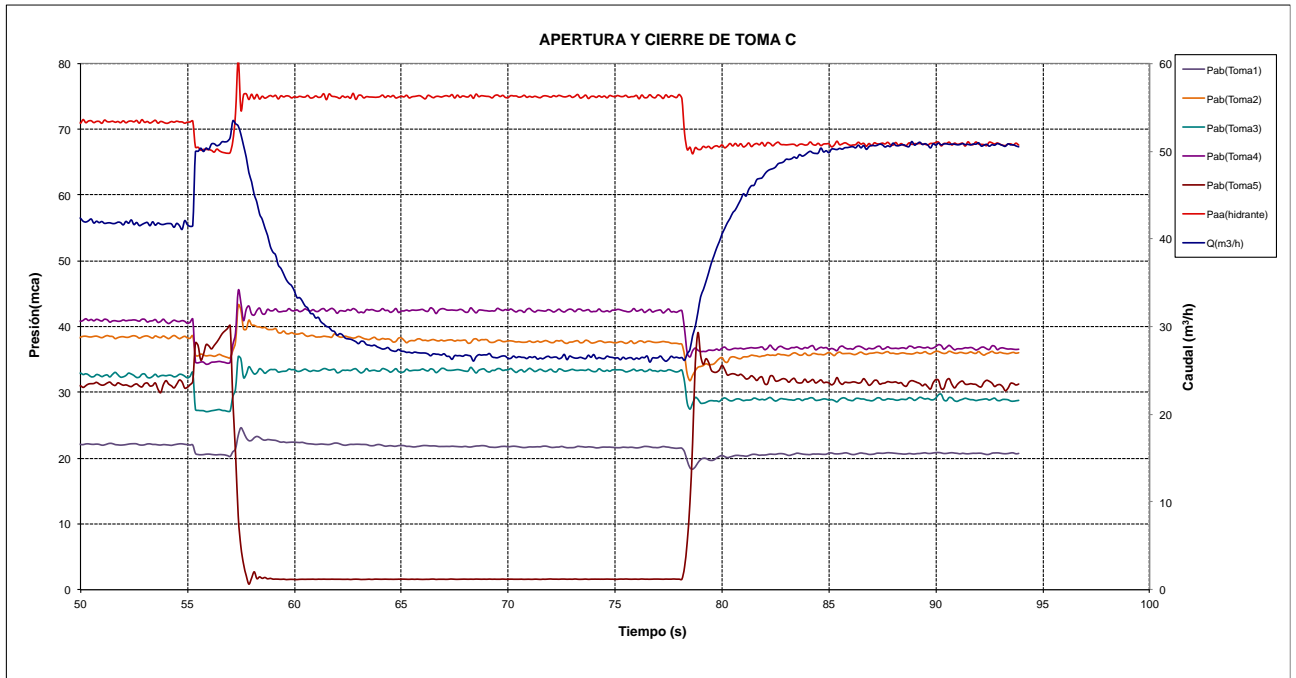
Los valores regulados son adecuados aunque debido a la diferencia de configuración de las tomas los valores de presión regulados en las tomas aguas abajo de las VRP, es muy distinta y en algún caso mucho más baja que la regulada lo que puede provocar que no se alcance la presión requerida para un buen funcionamiento de los sistemas de riego en parcela.

2.1.4.4. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas.

El ensayo muestra la precisión y rapidez de las válvulas reductoras de presión ante situaciones de apertura y cierre de algunas de las tomas del hidrante.

Consiste en variar la posición de la válvula de tres vías que actúa sobre la válvula reductora de presión, desde posición de **Automático** a **Cerrado** a **Automático**, tal y como actuaría la electroválvula en el proceso de inicio y paro del riego. En las se pueden visualizar en la Gráfica 2 y Gráfica 3 los resultados obtenidos.

**Gráfica 2: Respuesta del hidrante 1 ante la apertura y cierre de las tomas A y B.**



Gráfica 3: Respuesta del hidrante 1 ante la apertura y cierre de la toma C.

El cierre y apertura de las tomas provoca ligeros transitorios en la instalación así como variación de la presión y caudal de las tomas, dichos cambios se encuentran dentro de los valores normales en este tipo de instalaciones.

2.1.5. Calidad del colector de acero para hidrante de riego de DN80.

En este apartado se evalúa la idoneidad del acero recubierto con imprimación azul, como material para conformar los colectores de los hidrantes de riego.

2.1.5.1. Descripción del colector evaluado.

El colector evaluado es nuevo tal y como lo suministra el fabricante, no se ha instalado en campo ni ha estado sometido a pruebas hidráulicas. El Colector tiene las siguientes características (Fotografía 4):

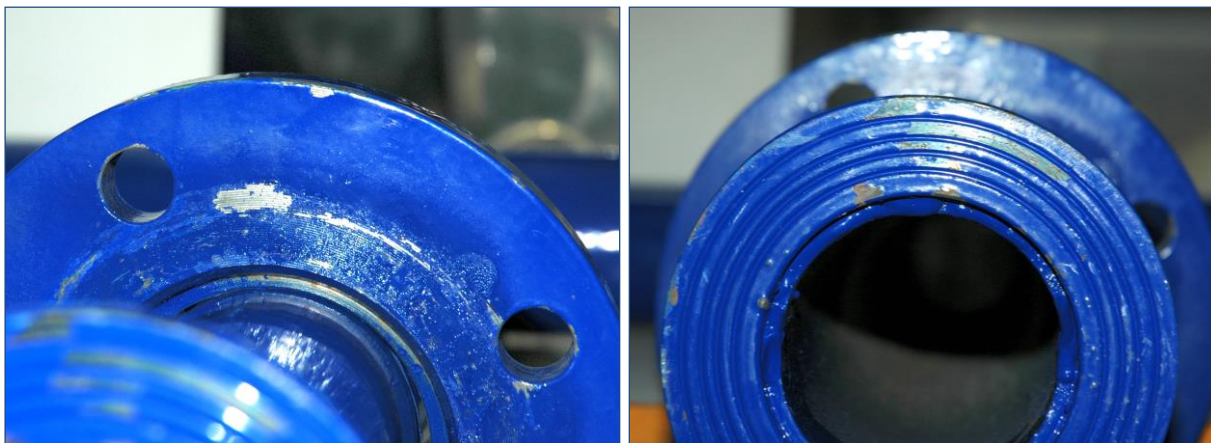
- Material: Acero
- Revestimiento exterior: Imprimación con pintura azul.
- Revestimiento interior: Ninguno.
- Diámetro Nominal (DN): 80 mm
- Número de conexiones: 6
- Diámetro Conexiones tomas: 2"
- Tipo conexión red principal: Brida.
- Tipo conexión a tomas: Roscada.



Fotografía 2: Hidrante 1. Colector completo

2.1.5.2. Evaluación exterior.

A la vista del colector se aprecian daños en la pintura exterior sobre todo en la brida y conexiones, comenzando a aparecer puntos de corrosión.

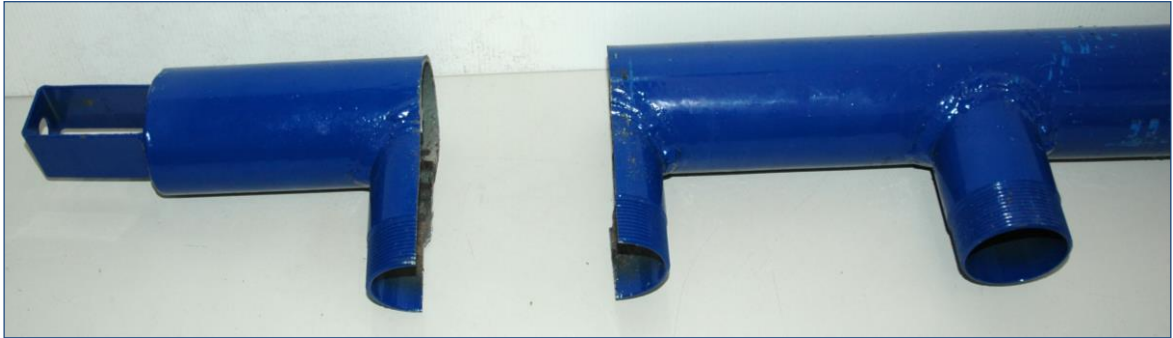


Fotografía 3: Hidrante 1. Daños en la pintura del colector. Brida y Portabrida.

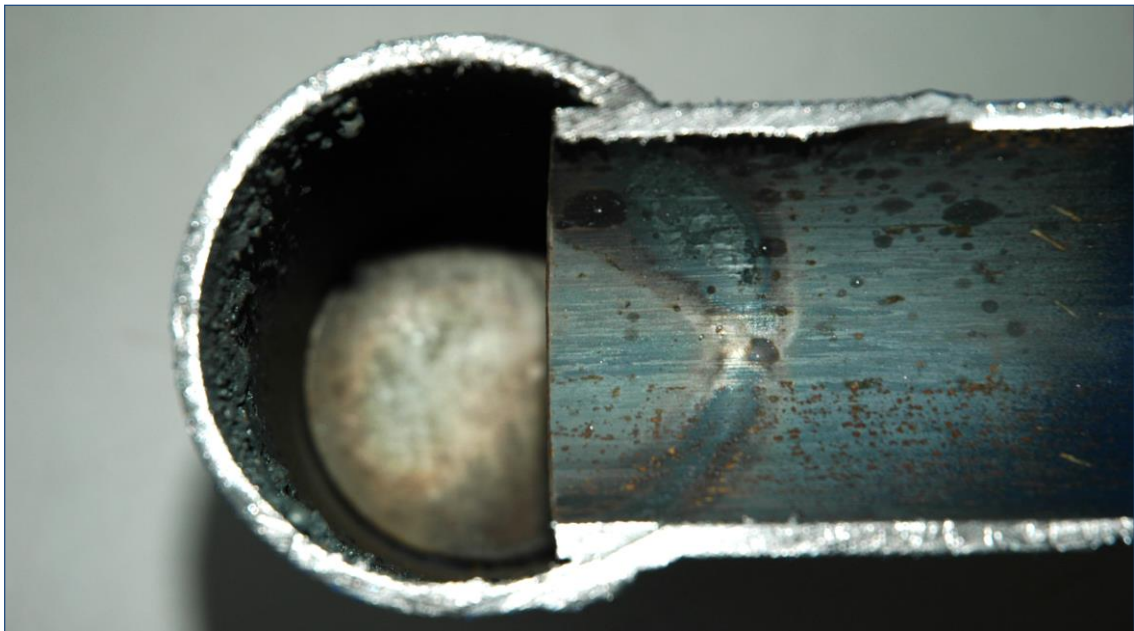
2.1.5.3. Evaluación interior

Para la evaluación de la parte interna se procede a realizar un corte al colector (Fotografía 4, Fotografía 5 y Fotografía 6).

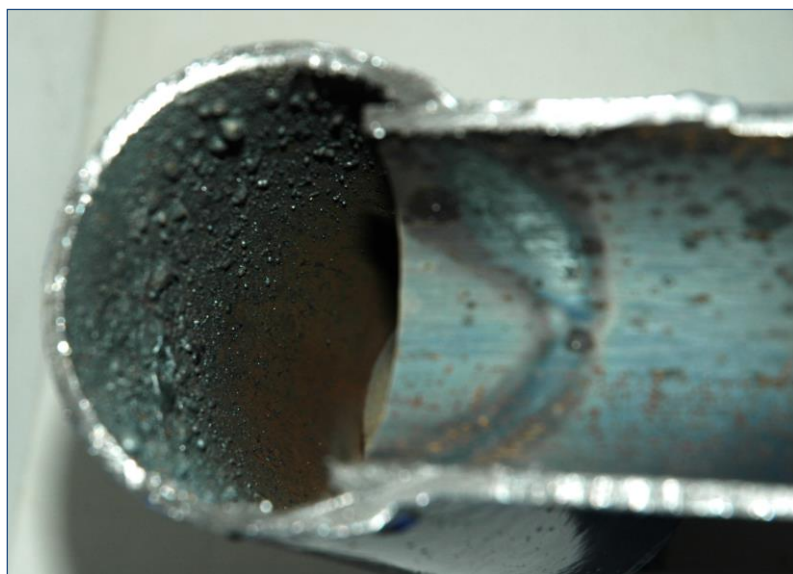
No aparece ningún tipo de recubrimiento interior, y a pesar de no haber estado en contacto con agua se aprecian zonas con puntos de corrosión. Se puede observar que la soldadura para realizar las tomas del hidrante no se ha realizado a tope con lo cual queda un entrante dentro del colector principal, también se observa restos de la soldadura pegadas al interior del tubo provocando una alta rugosidad en las paredes de los mismos.



Fotografía 4: Hidrante 1. Corte realizado



Fotografía 5: Hidrante 1. Estado interior zona seccionada. Detalle puntos de corrosión.



Fotografía 6: Hidrante 1. Estado interior zona seccionada. Detalle alta rugosidad interior.

El estado del colector indica que no es apto para su utilización en hidrantes de riego, ya que el nivel de corrosión encontrado (sin haber estado en funcionamiento) hace que en un futuro se desprendan porciones de oxido que pueden dañar los elementos de medición y de riego instalados aguas abajo del colector.

No cumple las normativas UNE EN 14267, 1074-6 y 1074-1 la cual en su epígrafe 4.10 y 4.11(AEN/CTN19 2001a; AEN/CTN68 2005) establece que los materiales seleccionados como revestimiento de los elementos del hidrantes deben ser resistentes, tanto en su interior como en su exterior, a la corrosión y el envejecimiento.

2.1.6. Conclusiones ensayo.

El hidrante no cumple con la norma UNE-EN 14267 en cuanto a pérdidas de carga, sobrepasan los 8 mca indicados por la norma, lo que permite asegurar que la configuración selección de los DN de los elementos no es adecuadas para este hidrante.

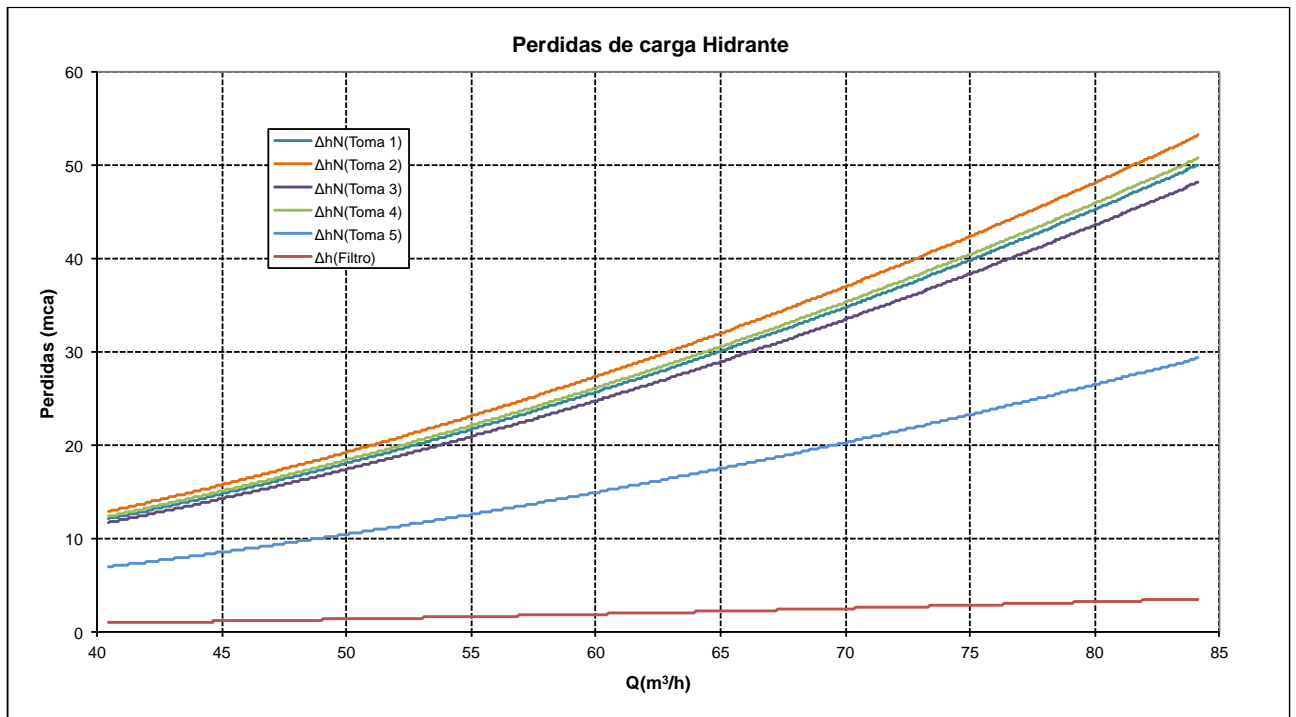
La disposición de los contadores no es adecuada ya que pueden quedar vacíos después del riego situación no deseable para este tipo de dispositivos.

Los materiales utilizados como colectores y algunos accesorios de unión son totalmente inadecuados y no son aptos para este tipo de instalaciones.

El hidrante se comporta de forma adecuada en la regulación de presión y en la apertura y cierre de tomas de riego.

2.1.7. Datos registrados ensayo Hidrante 1.

2.1.7.1. Pérdidas de carga del hidrante.



Q (m³/h)	Pérdidas de carga en mca.					
	ΔhN(Toma1)	ΔhN (Toma2)	ΔhN (Toma3)	ΔhN (Toma4)	ΔhN (Toma5)	Δh(filtro)
84,1608	50,024	53,148	48,127	50,706	29,309	3,588
80,4996	45,955	48,855	44,256	46,631	26,995	3,303
76,0176	40,739	43,342	39,239	41,37	23,711	2,95
68,1948	33,094	35,214	31,864	33,601	19,368	2,382
64,2888	29,443	31,333	28,358	29,912	17,149	2,122
57,618	23,761	25,308	22,917	24,195	13,777	1,747
54,0792	21,11	22,501	20,368	21,503	12,252	1,559
48,5748	16,995	18,111	16,398	17,333	9,827	1,231
40,7304	12,162	12,96	11,747	12,428	6,999	0,986

2.1.7.2. Comportamiento del hidrante a la variación de presión a la entrada. Regulación de presión.

Q (m³/h)	Presión en mca		
	Paa(hidrante)	Pab (ValvulaB)	Pab (ValvulaC)
51,7968	69,915	41,507	40,746
51,8724	69,787	41,324	40,925
51,8544	69,836	41,366	40,824
51,2172	68,03	40,076	39,466
51,0516	68,102	40,19	39,468
49,6944	68,142	40,149	39,644
49,7196	65,328	38,059	38,046
49,8636	65,253	38,101	37,863
49,8312	65,252	38	38,014
49,2696	58,193	37,001	37,914
49,32	58,147	36,958	38,118
49,3524	58,079	36,941	38,189
49,5396	58,013	37,001	38,297
50,04	51,21	38,325	38,343
50,1012	51,166	38,377	38,409

Q (m³/h)	Presión en mca		
	Paa(hidrante)	Pab (ValvulaB)	Pab (ValvulaC)
50,0868	51,058	38,307	38,562
50,112	51,12	38,519	38,482
50,1228	51,094	38,624	38,324
49,2984	48,302	37,244	37,256
49,4388	48,346	37,4	37,38
49,5576	48,276	37,398	37,485
49,536	48,276	37,393	37,535
49,4676	48,219	37,453	37,539
49,4604	48,228	37,448	37,55
48,1536	42,993	37,28	34,469
48,1428	42,987	37,306	34,454
48,0816	42,988	37,34	34,387
48,0312	42,964	37,169	34,403
48,1428	42,976	37,145	34,51
49,608	44,552	38,793	35,669
49,5612	44,521	38,736	35,728
49,6116	44,613	38,815	35,792
49,5144	44,617	38,857	35,69
52,5492	49,58	43,212	39,779
52,488	49,62	43,17	39,761
52,542	49,6	43,151	39,836
52,632	57,561	37,398	46,165
52,5312	57,577	37,436	46,145
52,5672	57,625	37,404	46,163
52,6212	57,616	37,361	46,146
52,5636	57,561	37,405	46,187
51,0156	63,165	41,002	39,738
50,9652	63,188	41,013	39,675
50,8176	63,1	40,995	39,852
50,9796	63,162	41,016	39,733
50,616	68,066	40,256	40,132
50,616	68,014	40,176	40,193
50,5512	68,028	40,01	40,045
50,472	67,968	39,939	40,054
50,4936	68,067	39,962	39,943
50,7492	69,908	39,195	40,626
50,724	69,926	39,179	40,515
50,7168	69,947	39,096	40,528
50,5944	69,922	39,021	40,49
50,4864	69,971	38,94	40,447

2.1.7.3. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas.

T (s)	Q (m³/h)	Presión en mca					Paa(hidrante)
		Pab(Toma1)	Pab(Toma2)	Pab(Toma3)	Pab(Toma4)	Pab(Toma5)	
0,000	50,89	20,91	36,33	28,77	36,41	28,95	66,72
0,125	50,87	20,80	36,32	28,85	36,79	29,43	66,62
0,250	50,99	20,81	36,40	29,22	37,34	29,95	66,66
0,375	51,40	20,72	35,70	29,26	37,12	29,89	66,76
0,500	51,60	20,52	35,32	29,29	37,13	29,66	67,12
0,625	51,42	20,45	35,64	29,15	37,09	29,61	66,66
0,750	51,58	20,53	35,83	29,12	37,02	30,02	66,80
0,875	51,48	20,60	35,56	29,14	37,02	29,88	66,94
1,000	51,65	20,61	35,49	29,24	37,12	29,60	66,87
1,125	51,96	20,54	35,56	29,30	37,17	29,78	66,75
1,250	51,85	20,48	35,64	29,06	36,96	30,02	66,95
1,375	52,08	20,51	35,63	29,00	37,00	29,79	67,07
1,500	52,35	20,50	35,53	29,14	37,13	29,37	66,95
1,625	52,21	20,54	35,63	29,14	37,02	29,79	66,72
1,750	52,14	20,57	35,68	29,26	36,91	29,85	66,69
1,875	52,10	20,60	35,52	29,28	37,24	29,56	66,93
2,000	52,43	20,58	35,52	29,08	37,13	29,66	66,90
2,125	52,64	20,53	35,58	29,18	37,07	29,71	66,77

T (s)	Q (m ³ /h)	Presión en mca					
		Pab(Toma1)	Pab(Toma2)	Pab(Toma3)	Pab(Toma4)	Pab(Toma5)	Paa(hidrante)
2,250	52,60	20,56	35,64	29,22	36,98	29,81	66,73
2,375	52,37	20,62	35,71	29,22	37,07	29,59	66,82
2,500	52,79	20,71	35,75	29,13	37,07	29,54	66,93
2,625	52,42	20,71	35,69	29,19	37,14	29,73	66,75
2,750	52,86	20,63	35,60	29,23	37,15	29,97	66,96
2,875	52,82	20,50	35,59	29,26	37,13	29,73	66,73
3,000	52,96	20,57	35,65	29,20	37,14	29,32	66,79
3,125	52,95	20,60	35,65	29,21	37,18	29,53	66,76
3,250	52,95	20,58	35,73	29,26	37,03	29,63	66,94
3,375	53,13	20,57	35,74	29,25	37,14	30,37	66,96
3,500	53,01	20,55	35,56	29,25	37,19	30,15	66,74
3,625	52,68	20,58	35,54	29,25	37,16	29,90	66,91
3,750	52,97	20,54	35,66	29,24	37,03	29,63	66,77
3,875	53,12	20,52	35,79	29,29	37,13	29,57	66,67
4,000	53,03	20,55	35,69	29,20	37,09	29,41	66,86
4,125	53,13	20,55	35,57	29,15	37,05	29,84	66,87
4,250	53,02	20,54	35,53	29,11	37,09	30,13	66,75
4,375	52,70	20,50	35,58	29,03	37,03	29,45	66,69
4,500	53,14	20,48	35,63	29,24	37,20	29,67	67,03
4,625	53,13	20,50	35,80	29,37	37,12	29,93	66,58
4,750	53,09	20,53	35,62	29,15	36,87	29,73	66,88
4,875	53,13	20,54	35,52	29,28	37,30	29,83	67,12
5,000	53,27	20,59	35,73	29,24	37,16	29,50	66,51
5,125	52,88	20,72	36,00	29,07	36,96	29,28	66,72
5,250	53,39	20,77	35,82	28,99	37,01	29,48	67,09
5,375	53,38	20,65	35,46	29,08	37,05	29,95	66,84
5,500	53,35	20,49	35,58	29,40	37,18	29,61	66,76
5,625	53,05	20,40	35,74	29,36	37,01	29,31	66,77
5,750	53,12	20,45	35,70	29,04	36,78	29,51	66,69
5,875	53,19	20,63	35,85	29,04	37,05	29,90	66,87
6,000	53,10	20,76	35,90	29,36	37,26	30,16	67,07
6,125	53,08	20,72	35,62	29,07	36,66	29,85	66,28
6,250	53,45	20,62	35,56	29,06	37,05	29,73	67,19
6,375	53,02	20,47	35,51	29,26	37,38	29,44	66,73
6,500	52,97	20,48	35,68	29,28	37,01	29,57	67,00
6,625	53,27	20,50	35,62	29,14	36,88	29,85	66,75
6,750	53,41	20,60	35,72	29,21	37,24	29,74	66,68
6,875	53,44	20,69	35,87	29,41	37,43	29,43	67,03
7,000	53,91	20,62	35,69	29,31	37,16	29,50	66,88
7,125	53,25	20,55	35,49	29,49	37,30	30,03	66,82
7,250	53,02	20,50	35,52	29,16	37,13	30,22	66,94
7,375	53,23	20,59	35,70	29,11	37,22	30,09	66,84
7,500	53,20	20,68	35,88	29,19	37,00	29,50	66,85
7,625	53,32	20,63	35,65	29,17	37,05	29,23	66,95
7,750	52,75	20,62	35,54	29,28	37,28	29,44	66,89
7,875	53,30	20,63	35,62	29,34	37,30	29,81	66,82
8,000	53,26	20,55	35,77	29,21	36,87	29,76	66,79
8,125	53,34	20,46	35,62	29,18	37,02	29,40	66,92
8,250	53,23	20,55	35,73	29,27	37,26	29,75	66,68
8,375	53,13	20,63	35,68	29,25	37,16	30,17	66,75
8,500	52,99	20,58	35,63	29,34	37,14	29,68	66,79
8,625	53,32	20,54	35,60	29,54	37,47	29,43	66,78
8,750	53,28	20,53	35,77	29,28	37,22	29,53	66,81
8,875	53,18	20,57	35,64	29,03	36,98	30,02	66,98
9,000	53,29	20,61	35,64	29,27	37,14	29,93	66,92
9,125	53,24	20,70	35,79	29,49	37,32	29,33	66,73
9,250	53,46	20,65	35,79	29,35	37,21	29,56	66,92
9,375	53,11	20,56	35,64	29,08	36,94	29,94	66,69
9,500	53,29	20,57	35,66	29,13	37,05	29,08	66,77
9,625	53,39	20,54	35,59	29,08	36,89	28,31	66,67
9,750	53,33	20,47	35,56	29,07	36,87	28,27	66,53
9,875	53,40	20,47	35,65	29,35	37,31	28,81	66,95
10,000	53,28	20,50	35,64	29,26	37,08	28,97	66,60
10,125	53,38	20,57	35,61	29,18	36,85	28,62	66,62
10,250	53,21	20,62	35,66	29,35	37,29	28,82	67,05
10,375	53,37	20,52	35,73	29,31	37,27	29,47	66,42
10,500	53,45	20,48	35,69	29,03	36,90	30,06	67,06

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

T (s)	Q (m³/h)	Presión en mca					
		Pab(Toma1)	Pab(Toma2)	Pab(Toma3)	Pab(Toma4)	Pab(Toma5)	Paa(hidrante)
10,625	53,27	20,57	35,59	29,34	37,23	30,19	66,72
10,750	53,80	20,59	35,70	29,29	37,13	29,64	66,86
10,875	53,36	20,58	35,71	29,17	37,07	29,41	66,93
11,000	53,58	20,62	35,71	29,28	37,20	29,83	67,08
11,125	53,18	20,57	35,63	29,32	37,22	29,59	66,54
11,375	50,43	20,95	36,32	30,02	38,18	30,66	67,88
11,500	50,49	20,88	36,33	29,91	37,89	30,14	67,98
11,625	50,49	20,88	36,30	29,66	37,62	29,84	67,70
11,750	50,61	17,27	26,50	31,26	40,24	32,28	73,84
11,875	50,51	11,42	14,90	33,82	42,97	34,68	71,86
12,000	50,22	8,69	9,97	32,52	40,62	32,08	70,98
12,125	49,61	7,67	8,23	31,50	40,27	31,32	72,24
12,250	48,84	6,39	6,73	31,93	41,18	32,13	70,89
12,375	48,25	5,38	5,39	32,39	41,07	32,19	71,87
12,500	47,65	4,65	4,52	32,40	40,83	31,79	71,98
12,625	47,11	4,06	3,87	32,29	41,07	31,39	71,27
12,750	46,74	3,57	3,34	32,06	40,95	31,95	71,69
12,875	46,16	3,15	2,96	32,19	40,78	31,66	71,26
13,000	46,07	2,84	2,70	32,26	41,01	30,62	71,96
13,125	45,76	2,56	2,44	32,19	41,00	31,56	70,99
13,250	45,28	2,34	2,26	32,14	40,80	32,61	71,78
13,375	44,54	2,15	2,13	32,22	40,97	31,53	71,58
13,500	44,55	2,03	2,04	32,31	41,06	30,97	71,24
13,625	44,01	1,94	1,98	32,32	40,98	31,69	71,62
13,750	44,16	1,85	1,92	32,18	40,86	31,97	71,66
13,875	43,75	1,77	1,87	32,28	41,08	31,54	71,37
14,000	43,14	1,72	1,83	32,25	41,06	31,63	71,55
14,125	43,33	1,68	1,81	32,29	40,94	31,79	71,51
14,250	42,94	1,64	1,80	32,09	40,71	31,76	71,48
14,375	43,27	1,62	1,78	31,99	40,85	31,40	71,66
14,500	42,65	1,61	1,79	32,26	41,03	30,90	71,37
14,625	42,63	1,60	1,80	32,14	40,73	31,46	71,74
14,750	42,29	1,60	1,77	31,96	40,66	31,35	71,05
14,875	42,02	1,60	1,78	32,10	40,87	30,64	71,65
15,000	42,05	1,60	1,77	32,26	41,08	30,75	71,60
15,125	41,59	1,60	1,78	32,05	40,89	31,98	71,40
15,250	41,73	1,60	1,78	32,01	40,66	31,76	71,54
15,375	41,70	1,60	1,78	32,35	41,03	31,19	71,44
15,500	41,36	1,60	1,76	32,37	41,12	31,32	71,53
15,625	41,18	1,61	1,79	32,10	40,81	30,58	71,47
15,750	41,20	1,59	1,77	32,15	40,85	30,05	71,51
15,875	41,19	1,60	1,77	32,28	40,91	30,63	71,51
16,000	41,03	1,59	1,77	32,10	40,74	31,14	71,38
16,125	40,64	1,59	1,77	32,14	40,92	30,44	71,64
16,250	40,81	1,59	1,77	32,23	41,00	30,50	71,52
16,375	40,95	1,58	1,78	32,30	41,07	31,75	71,82
16,500	40,73	1,59	1,77	32,20	40,97	32,22	71,59
16,625	40,72	1,60	1,76	32,19	40,94	31,77	71,45
16,750	40,67	1,59	1,76	32,33	40,95	31,47	71,59
16,875	40,69	1,58	1,77	32,06	40,91	31,30	71,61
17,000	40,37	1,58	1,75	32,15	41,01	31,28	71,47
17,125	40,47	1,58	1,75	32,27	41,02	31,41	71,58
17,250	40,34	1,56	1,76	32,38	41,13	31,69	71,68
17,375	40,26	1,58	1,77	32,24	40,90	31,41	71,46
17,500	40,26	1,58	1,77	32,17	41,01	31,55	71,81
17,625	40,27	1,59	1,74	32,41	41,34	31,32	71,59
17,750	40,52	1,57	1,74	32,21	40,91	31,15	71,51
17,875	40,33	1,58	1,76	32,05	40,61	31,17	71,64
18,000	40,15	1,59	1,75	32,20	40,94	31,43	71,34
18,125	40,02	1,57	1,73	32,21	41,00	31,20	71,41
18,250	39,79	1,58	1,76	32,40	40,96	31,29	71,55
18,375	39,92	1,56	1,76	32,28	40,99	31,57	71,57
18,500	39,98	1,58	1,76	32,00	40,84	31,77	71,65
18,625	40,07	1,56	1,75	32,14	40,90	31,07	71,49
18,750	40,06	1,55	1,73	32,08	40,71	31,00	71,40
18,875	40,65	1,58	1,75	32,22	40,88	31,59	71,57
19,000	39,96	1,57	1,74	32,63	41,32	31,70	71,71

T (s)	Q (m³/h)	Presión en mca					
		Pab(Toma1)	Pab(Toma2)	Pab(Toma3)	Pab(Toma4)	Pab(Toma5)	Paa(hidrante)
19,125	39,81	1,57	1,74	32,66	41,45	31,24	71,63
19,250	39,70	1,57	1,76	32,11	40,97	31,41	71,76
19,375	39,96	1,56	1,76	32,15	40,92	31,87	71,78
19,500	39,88	1,58	1,73	32,36	41,17	31,37	71,40
19,625	40,17	1,57	1,73	32,29	41,04	31,38	71,73
19,750	39,98	1,56	1,75	32,17	40,88	31,37	71,53
19,875	39,99	1,58	1,73	32,13	40,83	31,00	71,56
20,000	39,82	1,56	1,74	32,32	41,06	31,20	71,74
20,125	39,97	1,56	1,74	32,43	41,29	31,57	71,64
20,250	39,86	1,57	1,72	32,40	41,16	32,04	71,70
20,375	39,83	1,57	1,73	32,18	40,81	31,67	71,70
20,500	39,84	1,56	1,76	32,32	41,11	31,22	71,69
20,625	39,86	1,56	1,72	32,34	40,98	30,93	71,31
20,750	39,91	1,56	1,73	32,20	40,84	31,45	71,86
20,875	39,93	1,57	1,73	32,06	41,02	31,53	71,34
21,000	39,93	1,56	1,71	32,24	41,13	31,27	71,65
21,125	39,92	1,55	1,73	32,12	40,70	31,08	71,63
21,250	39,70	1,56	1,73	32,35	41,14	31,20	71,73
21,375	39,92	1,56	1,72	32,15	40,92	31,71	71,46
21,500	39,50	1,57	1,71	32,14	40,80	31,63	71,53
21,625	39,70	1,57	1,72	32,42	41,22	31,30	71,82
21,750	39,77	1,54	1,71	32,48	41,27	31,30	71,60
21,875	39,52	1,55	1,73	32,10	40,76	31,03	71,31
22,000	39,86	1,55	1,70	32,16	40,97	31,55	72,06
22,125	39,96	1,55	1,73	32,48	41,23	31,66	71,59
22,250	39,88	1,56	1,70	32,69	41,38	30,97	72,13
22,375	39,42	1,55	1,72	32,34	40,98	30,87	71,43
22,500	39,79	1,55	1,72	32,00	40,68	31,41	71,48
22,625	39,60	1,55	1,70	32,21	41,08	31,59	71,77
22,750	39,69	1,57	1,68	32,21	40,93	31,50	71,40
22,875	39,67	1,56	1,71	32,38	40,86	31,46	71,66
23,000	39,65	1,56	1,70	32,46	41,13	31,37	71,53
23,125	39,82	1,55	1,71	32,02	40,97	31,07	71,77
23,250	39,84	1,55	1,74	32,27	41,01	31,33	71,77
23,375	39,60	1,55	1,71	32,48	40,98	31,32	71,32
23,500	39,71	1,53	1,72	32,36	41,03	31,35	71,84
23,625	39,65	1,54	1,71	32,04	40,95	31,57	71,60
23,750	39,76	1,55	1,71	32,16	40,84	31,49	71,52
23,875	39,77	1,56	1,72	32,22	40,91	31,01	71,68
24,000	50,57	21,14	39,55	29,86	38,01	29,25	68,11
24,125	50,60	20,90	56,13	31,18	40,07	30,80	72,55
24,250	50,33	20,95	62,53	32,96	41,67	32,55	70,81
24,375	50,25	20,72	40,66	32,31	40,50	31,17	71,57
24,500	49,65	20,55	35,65	31,33	39,82	29,75	70,93
24,625	48,91	20,51	36,29	31,47	40,42	31,07	70,43
24,750	48,33	20,54	41,79	32,15	40,98	32,07	72,02
24,875	48,11	20,60	37,20	32,01	40,53	31,32	70,49
25,000	47,69	20,61	34,84	31,49	40,06	30,77	71,17
25,125	47,16	20,57	34,68	31,76	40,61	31,31	71,21
25,250	46,92	20,51	35,21	31,94	40,61	31,28	70,62
25,375	46,45	20,50	34,99	31,76	40,32	30,83	71,11
25,500	45,97	20,54	35,36	31,76	40,48	30,99	70,93
25,625	45,84	20,53	34,86	32,07	40,77	31,14	71,30
25,750	45,80	20,48	34,63	31,98	40,55	31,09	71,07
25,875	45,46	20,38	34,85	31,67	40,22	31,05	70,92
26,000	44,82	20,26	35,19	31,83	40,54	31,11	71,23
26,125	44,96	20,30	35,08	32,07	40,56	31,12	70,92
26,250	44,81	20,27	34,54	31,98	40,59	31,33	71,29
26,375	44,48	20,29	34,73	31,89	40,62	31,42	70,95
26,500	44,51	20,30	34,80	31,79	40,44	31,27	70,99
26,625	44,54	20,30	34,76	31,51	40,14	31,00	70,86
26,750	43,94	20,31	34,89	31,63	40,35	31,11	71,19
26,875	43,83	20,30	35,09	31,99	40,61	31,38	71,22
27,000	43,98	20,21	35,00	31,85	40,48	31,13	70,94
27,125	43,76	20,19	34,93	31,68	40,34	31,07	71,11
27,250	43,62	20,19	34,83	31,77	40,46	30,40	70,96
27,375	43,82	20,29	34,83	31,95	40,53	30,77	71,28

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

T (s)	Q (m ³ /h)	Presión en mca					
		Pab(Toma1)	Pab(Toma2)	Pab(Toma3)	Pab(Toma4)	Pab(Toma5)	Paa(hidrante)
27,500	43,03	20,28	34,94	31,75	40,33	31,36	70,98
27,625	43,25	20,30	35,09	31,62	40,28	30,99	70,94
27,750	43,30	20,34	35,08	31,87	40,66	31,09	71,01
27,875	42,86	20,28	34,70	31,68	40,37	31,39	70,95
28,000	43,00	20,26	34,71	31,74	40,30	31,16	71,08
28,125	42,89	20,27	35,00	32,03	40,55	30,99	71,04
28,250	42,79	20,31	35,45	31,97	40,59	31,06	71,21
28,375	42,72	20,27	35,06	31,79	40,47	31,10	70,94
28,500	42,50	20,17	34,80	31,80	40,49	31,09	71,14
28,625	42,44	20,19	34,78	32,07	40,60	31,32	70,82
28,750	42,53	20,25	35,05	32,05	40,47	31,07	71,01
28,875	42,67	20,27	35,12	31,76	40,44	31,36	71,25
29,000	42,66	20,29	34,99	31,76	40,53	31,03	70,77
29,125	42,43	20,32	34,87	31,71	40,33	31,04	71,23
29,250	42,17	20,32	35,07	31,66	40,19	30,97	70,81
29,375	42,98	20,24	35,09	31,86	40,52	30,95	71,27
29,500	42,16	20,16	35,02	31,98	40,69	30,94	71,11
29,625	42,14	20,17	35,02	31,98	40,57	31,30	71,01
29,750	41,94	20,20	34,96	31,73	40,38	31,31	70,86
29,875	42,24	20,24	34,99	31,77	40,25	31,10	70,94
30,000	42,12	20,29	35,03	32,32	40,82	31,18	71,03
30,125	42,02	20,29	35,03	32,14	40,75	30,93	71,17
30,250	41,89	20,28	35,04	31,79	40,42	30,92	70,86
30,375	42,03	20,31	35,04	31,58	40,20	31,34	70,92
30,500	42,02	20,37	34,97	31,67	40,50	31,14	70,89
30,625	42,03	20,40	35,01	31,96	40,65	30,82	71,14
30,750	41,54	20,35	35,12	31,83	40,38	30,96	71,03
30,875	41,87	20,24	35,08	31,73	40,34	30,97	70,88
31,000	41,89	20,18	34,92	31,75	40,51	31,21	70,92
31,125	42,04	20,13	34,94	31,68	40,33	31,24	71,15
31,250	41,81	20,22	35,12	31,86	40,41	30,99	70,88
31,375	42,04	20,32	35,15	31,99	40,60	30,87	71,02
31,500	41,91	20,32	35,21	32,04	40,76	30,89	71,29
31,625	42,26	20,20	35,16	31,90	40,49	31,45	70,79
31,750	42,36	20,20	35,08	31,84	40,53	31,28	71,31
31,875	41,92	20,27	35,09	31,84	40,54	31,04	70,82
32,000	41,90	20,22	35,08	31,83	40,42	30,93	70,89
32,125	41,83	20,21	35,13	31,71	40,40	31,11	71,14
32,250	41,83	20,24	35,13	31,77	40,50	30,88	71,00
32,375	41,94	20,18	35,13	31,97	40,47	31,26	70,93
32,500	41,84	20,14	35,02	31,79	40,28	31,35	70,88
32,625	41,76	20,18	34,99	31,76	40,54	30,54	71,12
32,750	41,61	20,18	35,09	31,90	40,66	30,20	70,94
32,875	41,96	20,13	35,10	31,89	40,44	30,57	71,14
33,000	42,00	20,20	35,34	31,79	40,49	31,69	71,16
33,125	41,87	20,23	35,24	31,72	40,46	31,53	70,93
33,250	50,51	20,91	36,33	30,14	38,20	29,84	67,94
33,375	50,01	22,87	41,55	12,84	15,65	34,93	75,00
33,500	49,61	23,51	40,61	8,02	9,64	32,37	71,53
33,625	48,83	23,29	38,78	6,77	7,90	30,61	71,93
33,750	48,26	22,70	38,79	5,24	6,01	31,32	72,28
33,875	47,76	22,36	39,87	4,23	4,85	32,46	72,03
34,000	46,70	22,41	39,66	3,52	3,98	32,50	72,35
34,125	46,29	22,62	39,55	2,88	3,28	31,93	71,56
34,250	45,95	22,78	39,40	2,48	2,79	32,26	72,66
34,375	45,28	22,82	39,59	2,16	2,40	32,11	71,65
34,500	44,99	22,70	39,40	1,95	2,14	31,34	72,40
34,625	44,65	22,82	39,80	1,82	1,93	31,69	72,41
34,750	44,18	22,79	39,57	1,71	1,79	32,43	71,96
34,875	43,71	22,72	39,38	1,65	1,69	32,25	72,12
35,000	43,32	22,64	39,30	1,63	1,62	32,02	72,19
35,125	43,26	22,59	39,54	1,62	1,57	31,79	71,87
35,250	42,70	22,61	39,51	1,62	1,56	31,88	72,06
35,375	42,53	22,58	39,43	1,63	1,54	32,12	72,22
35,500	42,21	22,64	39,39	1,64	1,55	31,63	72,06
35,625	41,90	22,63	39,34	1,65	1,54	31,89	71,84
35,750	41,58	22,74	39,53	1,64	1,53	31,82	72,40

T (s)	Q (m ³ /h)	Presión en mca					
		Pab(Toma1)	Pab(Toma2)	Pab(Toma3)	Pab(Toma4)	Pab(Toma5)	Paa(hidrante)
35,875	41,62	22,78	39,71	1,64	1,55	31,31	71,85
36,000	41,14	22,68	39,32	1,65	1,55	30,83	72,29
36,125	41,10	22,56	39,20	1,65	1,53	31,70	71,86
36,250	41,34	22,52	39,32	1,66	1,55	32,68	72,21
36,375	41,12	22,59	39,64	1,64	1,55	32,16	72,23
36,500	40,60	22,62	39,18	1,66	1,54	31,37	71,68
36,625	40,14	22,59	39,11	1,64	1,55	31,91	72,24
36,750	40,13	22,67	39,62	1,65	1,55	31,96	72,15
36,875	40,34	22,74	39,64	1,63	1,56	31,38	72,16
37,000	39,84	22,66	39,22	1,64	1,55	31,48	71,95
37,125	39,63	22,60	39,18	1,64	1,56	31,66	72,22
37,250	39,55	22,58	39,46	1,64	1,55	31,64	72,16
37,375	39,60	22,70	39,70	1,64	1,54	31,58	72,15
37,500	39,31	22,70	39,39	1,64	1,54	31,79	72,10
37,625	39,39	22,70	39,39	1,65	1,55	31,78	72,11
37,750	39,16	22,58	39,37	1,63	1,56	31,72	72,19
37,875	39,00	22,56	39,28	1,64	1,56	31,60	72,03
38,000	38,75	22,65	39,39	1,65	1,56	32,21	72,31
38,125	38,97	22,68	39,42	1,65	1,55	32,04	72,04
38,250	38,91	22,60	39,21	1,63	1,54	31,46	71,94
38,375	38,64	22,62	39,45	1,65	1,55	31,62	72,49
38,500	38,86	22,66	39,49	1,63	1,55	31,56	71,79
38,625	38,53	22,60	39,39	1,62	1,55	31,82	72,32
38,750	38,86	22,61	39,29	1,63	1,55	32,17	72,14
38,875	38,70	22,57	39,31	1,62	1,55	31,38	71,96
39,000	38,52	22,61	39,34	1,65	1,54	31,21	72,24
39,125	38,20	22,61	39,47	1,64	1,53	31,68	72,21
39,250	38,50	22,68	39,57	1,63	1,56	32,12	72,11
39,375	38,33	22,73	39,42	1,65	1,54	31,70	72,13
39,500	38,24	22,66	39,26	1,64	1,55	31,28	71,86
39,625	38,47	22,59	39,36	1,63	1,54	31,61	72,33
39,750	38,33	22,54	39,44	1,62	1,54	31,86	72,18
39,875	38,48	22,56	39,32	1,62	1,55	31,40	72,02
40,000	38,24	22,64	39,22	1,62	1,54	31,53	72,19
40,125	38,21	22,68	39,35	1,63	1,54	31,66	71,97
40,250	38,16	22,67	39,34	1,64	1,54	31,50	72,15
40,375	38,30	22,64	39,35	1,63	1,52	31,31	72,17
40,500	37,93	22,63	39,35	1,62	1,54	31,62	72,01
40,625	38,11	22,47	39,14	1,62	1,55	31,43	72,03
40,750	38,09	22,47	39,21	1,62	1,57	31,73	72,28
40,875	38,23	22,54	39,42	1,62	1,55	31,39	72,20
41,000	37,81	22,52	39,23	1,63	1,54	30,50	72,07
41,125	38,21	22,62	39,38	1,63	1,54	31,51	72,44
41,250	38,11	22,62	39,35	1,63	1,55	32,17	72,12
41,375	37,89	22,59	39,30	1,63	1,53	31,70	72,12
41,500	37,92	22,44	39,02	1,65	1,54	31,51	71,94
41,625	37,96	22,56	39,46	1,63	1,53	31,32	72,54
41,750	37,84	22,70	39,50	1,62	1,55	31,66	71,79
41,875	37,86	22,65	39,17	1,63	1,54	31,80	72,33
42,000	37,84	22,59	39,21	1,64	1,54	31,76	72,37
42,125	38,08	22,51	39,50	1,63	1,56	31,55	72,09
42,250	37,88	22,49	39,25	1,62	1,54	31,72	72,21
42,375	37,53	22,56	39,29	1,62	1,56	31,38	72,21
42,500	37,81	22,63	39,32	1,63	1,55	31,26	72,23
42,625	37,88	22,66	39,45	1,64	1,54	31,71	72,44
42,750	37,62	22,62	39,24	1,63	1,54	31,62	71,94
42,875	38,07	22,55	39,26	1,62	1,55	31,24	72,17
43,000	37,84	22,50	39,20	1,62	1,55	31,11	72,10
43,125	38,32	22,55	39,24	1,63	1,56	31,55	72,06
43,250	37,77	22,64	39,21	1,63	1,54	31,70	72,27
43,375	37,70	22,69	39,46	1,63	1,55	31,47	72,16
43,500	37,70	22,55	39,07	1,64	1,57	30,74	71,98
43,625	37,82	22,49	39,09	1,62	1,56	31,32	72,11
43,750	38,01	22,57	39,42	1,62	1,55	31,94	72,22
43,875	37,90	22,62	39,41	1,62	1,55	31,42	71,95
44,000	38,16	22,49	39,11	1,63	1,54	30,54	72,16
44,125	37,94	22,51	39,26	1,62	1,55	31,13	72,08

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

T (s)	Q (m³/h)	Presión en mca					
		Pab(Toma1)	Pab(Toma2)	Pab(Toma3)	Pab(Toma4)	Pab(Toma5)	Paa(hidrante)
44,250	37,92	22,54	39,53	1,61	1,56	31,98	72,17
44,375	37,79	22,61	39,26	1,63	1,52	31,80	72,02
44,500	37,89	22,59	39,06	1,63	1,52	31,22	72,28
44,625	37,53	22,57	39,28	1,62	1,55	31,30	71,94
44,750	37,89	22,53	39,34	1,64	1,54	31,38	72,28
44,875	37,85	22,50	39,13	1,63	1,54	31,24	71,91
45,000	37,88	22,51	39,34	1,63	1,55	31,56	72,11
45,125	37,84	22,53	39,25	1,63	1,55	31,35	72,34
45,250	37,35	22,57	39,32	1,62	1,57	31,28	72,21
45,375	37,66	22,56	39,26	1,62	1,53	31,75	72,24
45,500	37,59	22,49	39,04	1,60	1,54	31,66	72,00
45,625	49,90	22,31	39,69	38,55	59,81	32,84	72,04
45,750	49,17	22,75	39,25	37,33	35,29	31,52	70,89
45,875	48,78	22,50	38,12	34,82	38,24	30,61	72,05
46,000	48,26	22,08	38,18	34,86	41,17	31,04	70,51
46,125	47,96	21,89	38,54	35,34	39,65	31,53	71,06
46,250	47,80	21,93	38,51	35,14	38,75	30,96	71,32
46,375	47,29	22,16	38,56	34,47	37,53	30,70	71,19
46,500	46,47	22,32	38,35	34,07	40,91	31,23	71,18
46,625	46,71	22,33	38,44	34,23	42,26	31,25	71,21
46,750	46,45	22,14	38,53	33,65	40,86	31,18	71,09
46,875	46,03	22,04	38,52	33,30	40,44	31,04	71,12
47,000	45,68	22,04	38,40	33,69	41,12	31,37	71,31
47,125	45,45	22,08	38,42	33,83	41,22	31,57	71,09
47,250	45,15	22,05	38,45	33,33	40,85	30,91	71,33
47,375	44,97	22,08	38,50	32,92	41,11	30,91	71,04
47,500	44,68	22,11	38,45	33,17	41,07	30,97	71,11
47,625	44,47	22,11	38,28	33,14	40,46	31,15	71,11
47,750	44,24	22,09	38,44	33,34	40,83	31,08	71,09
47,875	44,27	22,06	38,52	33,21	41,16	30,89	71,19
48,000	44,07	22,11	38,55	33,04	41,05	31,09	71,33
48,125	43,81	22,20	38,55	32,69	41,06	31,20	71,14
48,250	43,70	22,20	38,33	32,54	40,90	31,14	70,86
48,375	43,49	22,19	38,23	32,76	40,65	31,01	70,92
48,500	43,60	22,04	38,33	33,09	40,94	31,28	71,38
48,625	43,38	21,95	38,32	33,26	41,20	31,44	71,05
48,750	43,19	21,97	38,28	32,79	41,07	31,03	71,24
48,875	43,09	22,07	38,42	32,63	40,81	30,94	71,17
49,000	42,69	22,15	38,59	32,90	41,18	31,06	71,16
49,125	42,84	22,09	38,42	32,98	41,26	30,79	71,01
49,250	42,79	21,98	38,18	32,60	41,05	31,02	70,99
49,375	42,65	21,97	38,32	32,63	40,92	31,59	71,34
49,500	42,67	22,01	38,44	32,70	40,81	31,10	70,88
49,625	41,95	22,10	38,57	32,57	41,03	31,23	71,38
49,750	42,43	22,20	38,52	32,78	41,13	31,42	71,07
49,875	42,38	22,17	38,23	32,83	40,91	31,03	71,13
50,000	42,33	22,08	38,39	32,93	40,80	30,99	70,91
50,125	42,00	22,06	38,52	32,70	40,95	30,75	71,47
50,250	41,92	22,16	38,53	32,83	41,19	31,01	70,98
50,375	42,06	22,17	38,45	32,66	40,92	31,27	71,24
50,500	42,26	22,10	38,42	32,36	41,07	31,31	71,28
50,625	41,80	22,10	38,51	32,40	40,87	31,34	71,00
50,750	42,01	22,13	38,55	32,71	41,11	31,53	71,18
50,875	41,85	22,09	38,41	32,61	40,97	31,27	71,18
51,000	41,97	21,97	38,30	32,39	40,84	31,09	70,89
51,125	41,76	22,01	38,49	32,57	41,12	31,17	71,39
51,250	41,81	22,15	38,63	32,64	41,03	31,42	71,15
51,375	41,83	22,25	38,51	32,34	40,67	31,55	71,11
51,500	41,74	22,20	38,49	32,74	40,86	31,19	71,22
51,625	41,76	22,06	38,16	33,04	40,88	31,05	71,05
51,750	41,90	22,02	38,32	32,67	40,80	31,44	71,17
51,875	41,85	21,98	38,43	32,30	40,83	31,27	70,98
52,000	41,59	22,01	38,46	32,36	41,00	31,08	71,27
52,125	41,99	22,05	38,37	32,57	40,87	31,14	70,98
52,250	41,77	22,14	38,38	32,92	40,95	30,99	71,19
52,375	42,16	22,18	38,53	32,78	40,97	30,87	71,25
52,500	41,62	22,19	38,61	32,57	41,02	31,14	71,12

T (s)	Q (m³/h)	Presión en mca					
		Pab(Toma1)	Pab(Toma2)	Pab(Toma3)	Pab(Toma4)	Pab(Toma5)	Paa(hidrante)
52,625	41,86	22,17	38,49	32,26	40,94	31,28	71,33
52,750	41,50	22,02	38,24	32,32	40,81	30,97	70,92
52,875	41,63	21,98	38,40	32,74	41,11	30,82	71,45
53,000	41,79	22,03	38,55	32,78	41,09	31,32	71,04
53,125	41,86	22,16	38,58	32,29	40,70	31,42	71,17
53,250	41,50	22,17	38,41	32,21	40,83	30,97	70,93
53,375	41,94	22,08	38,25	32,44	40,89	31,03	71,14
53,500	41,56	22,09	38,57	32,74	41,06	31,43	71,35
53,625	41,81	22,02	38,41	32,37	40,63	30,47	70,92
53,750	41,66	21,99	38,32	32,53	40,79	29,96	71,18
53,875	41,63	22,06	38,56	32,58	41,12	31,17	71,06
54,000	41,72	22,03	38,36	32,51	40,71	31,77	70,89
54,125	41,75	21,99	38,16	32,61	40,47	31,26	70,96
54,250	41,70	21,94	38,43	32,57	40,71	31,00	71,17
54,375	41,32	22,03	38,65	32,35	40,98	30,67	71,06
54,500	41,76	22,10	38,42	32,45	40,81	31,23	71,22
54,625	41,52	22,17	38,16	32,74	40,76	31,87	71,11
54,750	41,08	22,17	38,36	32,69	40,91	31,56	71,11
54,875	42,08	22,11	38,52	32,46	40,79	30,65	70,91
55,000	41,61	22,05	38,27	32,21	40,49	30,78	71,07
55,125	41,42	21,99	38,22	32,43	40,66	31,17	71,10
55,250	41,52	21,99	38,58	33,03	41,13	31,66	71,23
55,375	49,92	20,72	35,67	27,41	34,63	37,52	67,28
55,500	49,97	20,55	35,55	27,26	34,49	37,12	67,27
55,625	50,33	20,51	35,82	27,23	34,61	34,91	66,80
55,750	49,96	20,54	35,68	27,21	34,59	35,80	66,92
55,875	50,35	20,60	35,53	27,07	34,28	37,24	66,92
56,000	50,19	20,61	35,60	27,10	34,33	37,06	66,89
56,125	50,80	20,57	35,59	27,20	34,57	36,61	66,79
56,250	50,84	20,51	35,47	27,26	34,60	37,12	66,52
56,375	50,62	20,50	35,61	27,35	34,65	37,63	66,98
56,500	50,73	20,54	35,78	27,40	34,70	38,24	66,71
56,625	51,07	20,53	35,58	27,25	34,62	38,92	66,50
56,750	51,05	20,48	35,44	27,22	34,55	39,33	66,41
56,875	51,13	20,38	35,31	27,11	34,43	39,70	66,34
57,000	51,56	20,26	35,27	27,19	34,60	40,15	66,46
57,125	53,45	20,96	36,37	29,37	37,25	28,77	68,20
57,250	53,13	21,41	37,66	30,53	39,01	20,79	72,39
57,375	52,87	23,45	43,25	35,41	45,43	11,24	80,64
57,500	51,93	24,62	42,52	35,08	43,65	6,58	72,92
57,625	50,63	23,96	39,64	32,25	40,90	3,90	75,25
57,750	49,30	23,08	39,59	32,75	42,63	2,13	75,38
57,875	47,55	22,66	40,98	33,89	43,13	0,85	74,51
58,000	46,51	22,70	40,25	33,35	41,91	1,76	75,31
58,125	45,05	23,10	40,20	32,79	41,75	2,73	74,60
58,250	44,15	23,30	39,98	32,97	42,46	1,68	75,28
58,375	42,82	23,14	39,95	33,59	42,81	1,95	74,57
58,500	42,21	22,84	39,81	33,34	41,98	1,73	75,01
58,625	41,23	22,72	39,87	32,90	41,93	1,87	74,71
58,750	40,37	22,83	39,57	33,20	42,62	1,65	74,90
58,875	39,15	22,79	39,54	33,46	42,41	1,73	75,12
59,000	38,48	22,73	39,57	33,45	42,42	1,61	74,96
59,125	38,16	22,70	39,69	33,45	42,69	1,61	75,14
59,250	37,01	22,55	39,10	33,08	42,28	1,60	74,60
59,375	36,62	22,41	39,03	33,14	42,25	1,58	75,08
59,500	35,99	22,47	39,32	33,21	42,34	1,60	74,91
59,625	35,33	22,37	38,95	33,24	42,37	1,54	75,06
59,750	34,92	22,41	38,91	33,54	42,73	1,57	75,01
59,875	34,65	22,42	39,08	33,43	42,43	1,58	74,76
60,000	34,06	22,42	38,90	33,46	42,39	1,56	74,93
60,125	33,30	22,39	38,84	33,21	42,53	1,54	74,85
60,250	33,29	22,37	38,91	33,20	42,27	1,58	75,01
60,375	32,89	22,40	39,02	33,37	42,40	1,59	74,90
60,500	32,35	22,28	38,69	33,54	42,69	1,58	74,89
60,625	32,11	22,19	38,51	33,34	42,51	1,60	75,14
60,750	31,53	22,17	38,63	33,17	42,35	1,59	74,75
60,875	31,44	22,14	38,64	33,33	42,57	1,60	74,79

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

T (s)	Q (m³/h)	Presión en mca					
		Pab(Toma1)	Pab(Toma2)	Pab(Toma3)	Pab(Toma4)	Pab(Toma5)	Paa(hidrante)
61,000	30,98	22,08	38,42	33,28	42,31	1,58	75,06
61,125	31,04	22,11	38,42	33,23	42,31	1,60	74,84
61,250	30,53	22,14	38,43	33,40	42,62	1,59	74,92
61,375	30,29	22,12	38,53	33,61	42,71	1,60	75,39
61,500	30,02	22,08	38,48	33,56	42,35	1,59	74,48
61,625	29,91	22,07	38,43	33,37	42,56	1,59	75,36
61,750	29,54	22,16	38,38	33,45	42,77	1,60	75,01
61,875	29,43	22,29	38,90	33,49	42,53	1,59	74,96
62,000	29,01	22,28	38,64	33,00	42,02	1,59	74,85
62,125	29,19	22,17	38,40	33,07	42,38	1,59	74,69
62,250	29,05	22,02	38,39	33,36	42,40	1,58	75,04
62,375	28,69	21,95	38,55	33,34	42,33	1,58	74,84
62,500	28,60	22,02	38,43	33,38	42,58	1,59	74,97
62,625	28,56	22,10	38,34	33,31	42,46	1,56	74,71
62,750	28,44	22,08	38,24	33,51	42,73	1,59	75,45
62,875	28,27	22,11	38,32	33,58	42,55	1,60	74,53
63,000	28,05	22,11	38,51	33,20	42,13	1,59	75,13
63,125	28,32	22,09	38,36	32,95	42,22	1,56	75,15
63,250	28,28	22,08	38,17	33,17	42,12	1,57	74,75
63,375	27,95	22,06	38,08	33,60	42,57	1,57	74,96
63,500	27,87	21,93	38,02	33,26	42,51	1,60	74,90
63,625	27,81	21,87	38,23	33,32	42,59	1,57	74,89
63,750	27,87	21,93	38,37	33,36	42,45	1,60	74,85
63,875	27,69	22,06	38,07	33,23	42,32	1,61	74,87
64,000	27,56	22,05	38,02	33,26	42,41	1,59	74,94
64,125	27,44	21,94	38,19	33,61	42,73	1,59	75,18
64,250	27,48	21,81	38,09	33,52	42,45	1,60	74,82
64,375	27,60	21,85	38,14	33,32	42,46	1,59	75,07
64,500	27,33	21,89	37,99	33,06	42,16	1,59	74,91
64,625	27,22	21,82	37,64	33,31	42,37	1,58	75,12
64,750	27,18	21,81	37,75	33,60	42,75	1,59	74,74
64,875	27,39	21,91	38,24	33,16	42,15	1,60	74,87
65,000	27,19	21,92	38,27	33,04	42,37	1,60	75,01
65,125	27,18	21,91	37,93	33,13	42,37	1,61	74,91
65,250	27,05	21,79	37,55	33,53	42,51	1,59	75,16
65,375	27,08	21,80	37,79	33,28	42,37	1,58	74,75
65,500	26,98	21,73	37,88	33,32	42,51	1,60	74,93
65,625	27,09	21,70	37,85	33,37	42,48	1,58	74,98
65,750	27,03	21,77	38,10	33,35	42,49	1,60	75,05
65,875	26,99	21,82	38,13	33,39	42,55	1,58	75,10
66,000	26,99	21,90	37,90	33,56	42,61	1,57	74,83
66,125	26,98	21,92	37,93	33,36	42,37	1,58	74,61
66,250	26,87	21,89	37,83	33,26	42,33	1,58	75,14
66,375	26,67	21,85	37,94	33,56	42,84	1,60	75,00
66,500	26,90	21,86	38,03	33,45	42,61	1,62	74,78
66,625	26,84	21,84	37,89	33,00	41,98	1,57	74,98
66,750	26,83	21,77	37,81	33,24	42,46	1,59	74,99
66,875	26,74	21,77	37,94	33,62	42,70	1,60	74,89
67,000	26,90	21,78	37,81	33,62	42,70	1,59	75,03
67,125	26,63	21,79	37,91	33,37	42,52	1,58	75,09
67,250	26,58	21,78	37,97	33,33	42,50	1,60	74,98
67,375	26,27	21,81	37,96	33,35	42,52	1,62	75,25
67,500	26,69	21,79	37,79	33,40	42,48	1,59	74,75
67,625	26,67	21,76	37,91	33,46	42,46	1,58	75,18
67,750	26,69	21,73	37,87	33,42	42,62	1,59	74,84
67,875	26,61	21,73	37,91	33,31	42,49	1,61	75,06
68,000	26,76	21,79	37,92	33,23	42,19	1,60	74,94
68,125	26,71	21,71	37,48	33,24	42,23	1,60	74,90
68,250	26,60	21,69	37,56	33,80	42,84	1,60	75,18
68,375	26,06	21,77	38,05	33,40	42,46	1,59	74,70
68,500	26,56	21,83	38,13	32,95	42,09	1,62	75,34
68,625	26,79	21,86	37,86	33,35	42,48	1,60	74,95
68,750	26,74	21,90	38,01	33,52	42,51	1,59	75,09
68,875	26,78	21,89	37,99	33,55	42,44	1,60	75,04
69,000	26,77	21,81	38,01	33,21	42,40	1,59	74,99
69,125	26,92	21,68	37,66	33,09	42,34	1,62	74,96
69,250	26,55	21,66	37,58	33,34	42,39	1,59	74,75

T (s)	Q (m³/h)	Presión en mca					
		Pab(Toma1)	Pab(Toma2)	Pab(Toma3)	Pab(Toma4)	Pab(Toma5)	Paa(hidrante)
69,375	26,47	21,64	37,67	33,34	42,38	1,60	75,10
69,500	26,44	21,67	37,89	33,59	42,77	1,59	75,19
69,625	26,56	21,75	37,91	33,58	42,58	1,59	74,97
69,750	26,65	21,79	37,71	33,32	42,43	1,62	75,14
69,875	26,61	21,79	37,73	33,41	42,58	1,59	74,83
70,000	26,37	21,73	37,82	33,43	42,46	1,60	74,82
70,125	26,38	21,78	37,82	33,62	42,67	1,60	75,10
70,250	26,63	21,81	37,76	33,29	42,42	1,60	75,04
70,375	26,46	21,78	37,65	33,03	42,22	1,59	75,05
70,500	26,56	21,72	37,69	33,28	42,44	1,59	74,87
70,625	26,49	21,64	37,62	33,43	42,42	1,60	74,94
70,750	26,47	21,61	37,61	33,11	42,16	1,57	75,15
70,875	26,35	21,64	37,65	33,37	42,60	1,60	74,84
71,000	26,55	21,71	37,81	33,65	42,75	1,59	74,99
71,125	26,47	21,69	37,62	33,43	42,41	1,58	74,88
71,250	26,56	21,71	37,63	33,16	42,21	1,60	75,00
71,375	26,29	21,73	37,78	33,33	42,46	1,60	74,88
71,500	26,40	21,72	37,64	33,52	42,43	1,56	74,78
71,625	26,32	21,81	37,73	33,32	42,38	1,60	75,03
71,750	26,50	21,82	37,87	33,17	42,35	1,59	75,07
71,875	26,61	21,75	37,73	33,36	42,57	1,62	74,98
72,000	26,46	21,64	37,57	33,52	42,44	1,63	74,87
72,125	26,51	21,63	37,58	33,17	42,21	1,60	75,09
72,250	26,52	21,68	37,85	33,11	42,39	1,61	74,96
72,375	26,33	21,69	37,80	33,55	42,64	1,59	75,14
72,500	26,46	21,79	37,88	33,47	42,36	1,62	75,01
72,625	26,83	21,67	37,56	33,23	42,21	1,62	74,91
72,750	26,23	21,59	37,44	33,26	42,48	1,59	74,96
72,875	26,63	21,59	37,64	33,38	42,65	1,60	75,11
73,000	26,50	21,60	37,65	33,50	42,55	1,59	74,84
73,125	26,41	21,64	37,79	33,37	42,26	1,63	75,00
73,250	26,40	21,80	37,85	33,32	42,61	1,59	75,27
73,375	26,50	21,76	37,55	33,38	42,64	1,58	74,74
73,500	26,40	21,73	37,60	33,37	42,39	1,59	74,90
73,625	26,34	21,67	37,92	33,33	42,46	1,62	75,18
73,750	26,73	21,72	37,82	33,50	42,57	1,58	74,67
73,875	26,49	21,69	37,52	33,29	42,25	1,60	74,97
74,000	26,81	21,64	37,52	33,15	42,31	1,61	75,00
74,125	26,34	21,56	37,65	33,20	42,32	1,60	74,84
74,250	26,47	21,58	37,80	33,58	42,68	1,60	75,07
74,375	26,37	21,66	37,78	33,33	42,33	1,60	74,87
74,500	26,35	21,69	37,58	33,19	42,27	1,60	75,03
74,625	26,62	21,67	37,62	33,36	42,40	1,62	74,77
74,750	26,52	21,68	37,66	33,21	42,25	1,60	75,11
74,875	26,47	21,64	37,59	33,42	42,50	1,60	75,00
75,000	26,40	21,61	37,53	33,43	42,50	1,58	74,96
75,125	26,43	21,58	37,59	33,43	42,62	1,59	75,11
75,250	26,22	21,59	37,71	33,42	42,55	1,62	74,98
75,375	26,50	21,67	37,62	33,33	42,40	1,61	74,96
75,500	26,32	21,64	37,44	33,10	42,31	1,63	75,14
75,625	26,42	21,62	37,58	33,18	42,24	1,61	74,85
75,750	26,45	21,66	37,82	33,33	42,35	1,59	74,94
75,875	26,24	21,61	37,44	33,52	42,74	1,61	74,96
76,000	26,41	21,55	37,55	33,26	42,36	1,60	75,13
76,125	26,31	21,59	37,78	33,35	42,44	1,60	74,62
76,250	26,49	21,68	37,79	33,43	42,61	1,63	75,19
76,375	26,45	21,78	37,58	33,17	42,14	1,60	74,80
76,500	26,64	21,77	37,74	33,25	42,37	1,60	74,83
76,625	25,95	21,73	37,76	33,49	42,61	1,59	75,24
76,750	26,41	21,63	37,65	33,27	42,21	1,61	74,88
76,875	26,42	21,62	37,58	33,29	42,36	1,62	74,78
77,000	26,44	21,59	37,60	33,15	42,46	1,62	75,20
77,125	26,63	21,68	37,66	33,34	42,51	1,60	75,03
77,250	26,28	21,77	37,73	33,24	42,07	1,59	74,67
77,375	26,04	21,71	37,66	33,25	42,37	1,61	75,22
77,500	26,26	21,67	37,63	33,44	42,67	1,60	74,85
77,625	26,61	21,59	37,45	33,37	42,24	1,61	75,10

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

T (s)	Q (m ³ /h)	Presión en mca					
		Pab(Toma1)	Pab(Toma2)	Pab(Toma3)	Pab(Toma4)	Pab(Toma5)	Paa(hidrante)
77,750	26,45	21,53	37,47	33,19	42,28	1,63	74,94
77,875	26,51	21,49	37,45	33,09	42,17	1,60	74,82
78,000	26,41	21,53	37,37	33,22	42,38	1,60	75,27
78,125	26,46	21,50	37,28	33,36	42,39	1,60	74,60
78,250	26,15	20,93	35,61	31,54	39,57	3,45	69,36
78,375	26,90	19,58	32,74	28,35	35,93	7,32	66,88
78,500	27,40	18,53	31,77	27,45	35,37	13,29	67,27
78,625	28,95	18,32	32,57	28,33	36,30	22,22	66,25
78,750	30,01	18,68	33,30	29,22	36,74	34,45	67,20
78,875	31,69	19,31	33,81	28,95	36,40	39,08	66,94
79,000	33,38	19,77	33,93	28,37	36,20	35,62	66,93
79,125	34,20	19,98	34,07	28,35	36,23	34,23	67,38
79,250	35,12	19,96	34,36	28,46	36,21	35,11	67,20
79,375	36,14	19,73	34,19	28,66	36,42	34,55	67,38
79,500	37,24	19,65	34,23	28,75	36,40	33,34	67,06
79,625	38,08	19,74	34,33	28,69	36,40	33,06	67,34
79,750	38,97	20,02	34,74	28,70	36,57	33,08	67,48
79,875	39,68	20,27	35,13	28,60	36,40	33,40	67,30
80,000	40,53	20,39	35,29	28,96	36,73	34,11	67,62
80,125	41,18	20,24	34,68	29,16	36,87	33,48	67,17
80,250	41,82	20,07	34,58	28,95	36,55	32,64	67,43
80,375	42,33	20,17	35,25	28,72	36,47	32,74	67,83
80,500	42,97	20,29	35,40	28,73	36,61	32,84	67,45
80,625	43,32	20,41	35,33	28,93	36,69	32,74	67,84
80,750	43,89	20,42	35,16	29,02	36,64	32,57	67,43
80,875	44,46	20,37	35,12	28,91	36,71	32,74	67,79
81,000	45,14	20,34	35,39	28,73	36,58	32,45	67,31
81,125	44,88	20,28	35,40	28,83	36,67	32,03	67,52
81,250	45,63	20,38	35,46	28,82	36,74	32,14	67,91
81,375	46,05	20,54	35,66	28,89	36,79	32,52	67,36
81,500	46,12	20,59	35,58	29,14	36,73	32,24	67,68
81,625	46,74	20,53	35,54	29,02	36,75	31,81	67,83
81,750	46,88	20,44	35,41	28,86	36,82	32,23	67,63
81,875	46,96	20,47	35,52	28,94	36,90	32,32	67,98
82,000	47,40	20,47	35,57	28,86	36,49	31,32	67,43
82,125	47,73	20,54	35,73	29,05	36,71	31,29	67,95
82,250	47,90	20,61	35,63	29,23	37,17	32,44	67,83
82,375	48,01	20,59	35,67	28,94	36,72	32,46	67,48
82,500	48,18	20,58	35,62	28,67	36,43	31,75	67,82
82,625	48,56	20,66	35,85	28,84	36,85	31,74	68,02
82,750	48,65	20,69	35,73	29,05	37,00	31,95	67,68
82,875	48,77	20,65	35,71	28,99	36,78	32,08	67,66
83,000	49,08	20,54	35,64	28,94	36,61	31,93	67,62
83,125	49,06	20,41	35,58	28,88	36,60	31,53	67,65
83,250	49,13	20,50	35,81	28,85	36,79	31,92	67,71
83,375	49,32	20,62	36,01	28,81	36,78	32,12	67,69
83,500	49,20	20,75	35,88	28,99	36,90	31,55	67,46
83,625	49,60	20,71	35,65	28,99	36,69	31,42	67,69
83,750	49,43	20,62	35,68	28,76	36,60	31,50	67,74
83,875	49,55	20,58	35,96	28,95	36,81	32,00	67,59
84,000	49,81	20,55	35,66	29,01	36,73	31,54	67,66
84,125	49,98	20,54	35,64	29,17	36,99	31,71	68,05
84,250	49,80	20,63	35,91	29,13	37,08	31,96	67,68
84,375	49,74	20,62	35,87	28,79	36,47	31,43	67,58
84,500	49,77	20,63	35,77	28,80	36,66	31,62	67,85
84,625	50,35	20,60	35,77	28,88	36,85	31,89	67,51
84,750	49,91	20,57	35,70	29,00	36,73	31,48	67,74
84,875	50,04	20,59	35,87	28,96	36,80	31,54	67,78
85,000	49,82	20,76	36,07	28,85	36,53	31,42	67,78
85,125	50,23	20,78	35,83	28,89	36,66	31,13	67,31
85,250	50,23	20,67	35,59	28,75	36,53	31,43	67,59
85,375	50,17	20,64	35,95	28,55	36,33	32,25	68,17
85,500	50,30	20,67	36,12	28,91	36,88	31,52	67,65
85,625	50,22	20,72	35,90	29,14	37,03	31,22	67,76
85,750	50,40	20,80	35,90	29,13	36,76	31,53	67,94
85,875	50,40	20,76	35,91	28,89	36,61	31,48	67,75
86,000	50,48	20,62	35,91	28,78	36,64	31,48	67,54

T (s)	Q (m ³ /h)	Presión en mca					
		Pab(Toma1)	Pab(Toma2)	Pab(Toma3)	Pab(Toma4)	Pab(Toma5)	Paa(hidrante)
86,125	50,50	20,54	35,77	28,75	36,57	31,58	67,60
86,250	50,37	20,59	35,75	29,05	36,88	31,54	67,66
86,375	50,68	20,71	35,97	29,10	37,02	31,40	68,02
86,500	50,37	20,78	36,11	28,99	36,92	31,53	67,73
86,625	50,63	20,72	35,88	28,99	36,70	32,08	67,85
86,750	50,20	20,67	35,77	28,84	36,51	31,62	67,40
86,875	50,51	20,57	35,91	28,78	36,71	31,07	67,82
87,000	50,66	20,58	35,95	28,71	36,62	31,32	67,48
87,125	50,62	20,63	36,00	28,86	36,69	31,81	67,92
87,250	50,65	20,75	36,08	29,14	36,95	31,80	67,78
87,375	50,80	20,76	35,99	29,15	36,99	31,25	67,77
87,500	50,72	20,74	35,91	28,87	36,56	31,37	67,88
87,625	50,47	20,77	36,09	28,85	36,69	31,42	67,76
87,750	50,61	20,82	36,19	29,02	36,92	31,64	68,00
87,875	50,52	20,80	35,94	28,96	36,71	31,53	67,65
88,000	50,90	20,77	35,96	28,95	36,67	31,53	67,58
88,125	50,64	20,73	35,86	28,82	36,71	31,59	67,98
88,250	50,62	20,68	35,86	28,82	36,65	31,38	67,54
88,375	50,70	20,65	35,98	28,94	36,75	31,47	67,81
88,500	50,72	20,62	35,98	28,93	36,76	31,05	67,54
88,625	50,55	20,63	35,88	28,92	36,66	30,95	67,54
88,750	50,53	20,71	35,86	29,18	37,00	31,58	67,92
88,875	51,09	20,65	35,82	29,05	36,97	31,78	67,69
89,000	50,68	20,63	35,92	28,78	36,72	31,67	67,80
89,125	50,85	20,69	36,08	28,98	36,86	31,50	67,79
89,250	51,01	20,71	35,94	29,26	36,92	31,33	67,83
89,375	50,75	20,77	36,02	29,12	36,78	31,00	67,75
89,500	50,85	20,80	36,18	28,98	36,76	31,24	67,71
89,625	50,69	20,72	35,93	29,07	36,87	30,85	67,61
89,750	50,37	20,72	35,84	28,89	36,67	30,51	67,84
89,875	50,84	20,78	36,05	28,87	36,73	31,45	67,83
90,000	50,68	20,83	36,24	29,13	36,97	31,94	67,98
90,125	50,91	20,85	36,22	29,64	37,25	31,82	68,05
90,250	50,71	20,80	36,03	29,70	37,12	30,57	67,46
90,375	50,81	20,71	35,91	28,86	36,58	30,61	67,83
90,500	50,84	20,72	35,98	28,73	36,85	31,78	67,83
90,625	50,77	20,78	36,25	29,22	37,14	32,07	68,03
90,750	50,80	20,82	36,12	29,13	36,80	31,21	67,59
90,875	50,79	20,77	35,96	28,73	36,46	30,67	67,88
91,000	50,72	20,73	35,94	28,63	36,62	31,17	67,71
91,125	50,75	20,66	36,08	28,82	36,62	31,56	67,78
91,250	50,86	20,74	36,03	28,95	36,64	31,70	67,87
91,375	50,74	20,68	35,92	29,10	36,78	31,25	67,43
91,500	50,78	20,65	35,98	28,99	36,74	31,22	68,08
91,625	50,70	20,71	36,15	28,89	36,83	31,31	67,71
91,750	50,81	20,74	35,99	28,87	36,70	31,24	67,66
91,875	50,79	20,73	35,92	28,75	36,44	31,20	68,05
92,000	50,95	20,75	36,20	28,84	36,59	30,90	67,74
92,125	50,57	20,74	35,87	28,89	36,85	30,85	67,69
92,250	50,67	20,64	35,65	28,97	36,87	31,52	67,65
92,375	50,78	20,56	35,88	28,99	36,61	31,83	67,50
92,500	50,56	20,59	36,03	28,83	36,51	31,68	68,02
92,625	50,73	20,75	36,23	28,99	37,06	31,39	67,92
92,750	50,67	20,79	36,00	29,12	37,00	30,90	67,74
92,875	50,86	20,79	35,94	28,78	36,49	31,13	67,91
93,000	50,76	20,76	36,09	28,74	36,70	31,17	67,72
93,125	50,64	20,69	35,97	28,93	36,77	30,86	67,57
93,250	50,54	20,67	35,91	28,92	36,65	30,24	67,50
93,375	50,83	20,71	35,88	28,87	36,58	30,63	67,74
93,500	50,72	20,78	35,98	28,68	36,60	31,37	67,77
93,625	50,72	20,79	36,08	28,65	36,55	31,34	67,59
93,750	50,59	20,65	35,94	28,71	36,51	31,11	67,88
93,875	50,49	20,71	36,03	28,78	36,56	31,27	67,59

2.2. Ensayo Hidrante 2 (Tipo3-7/DNB 80-QNB 31-DNP 25x6 40x1 /PN10). LIR Valencia. Mayo de 2007.

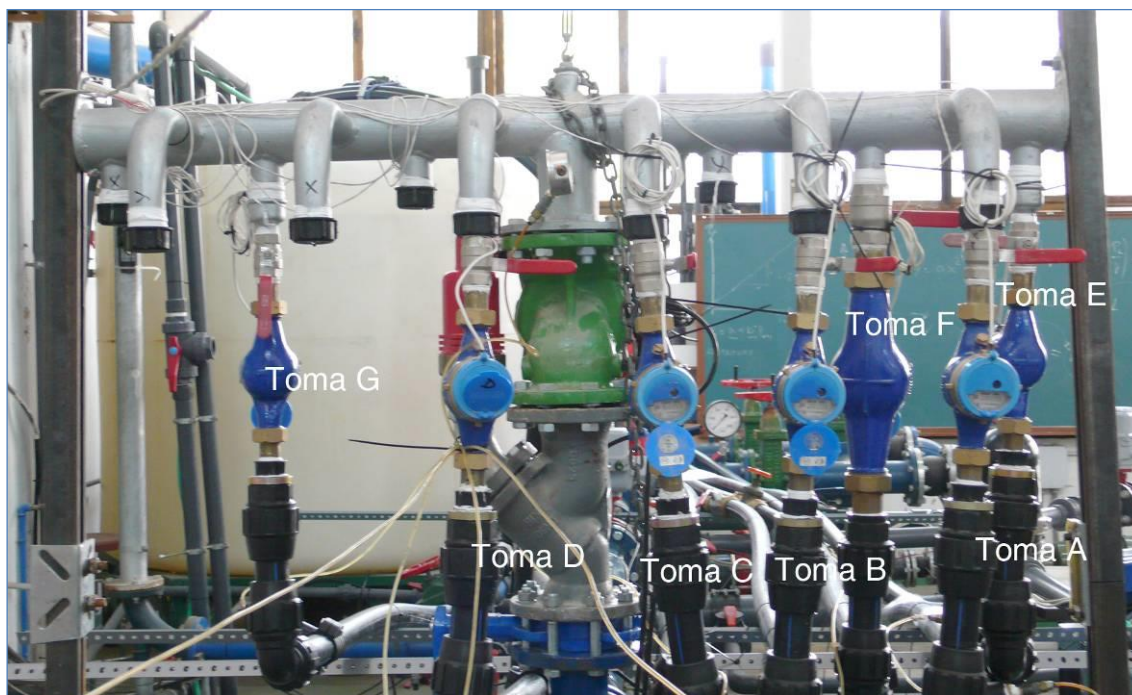
2.2.1. Clasificación del hidrante.

V2-1-3			
Función		Tipo 3	
NSH		7	
Dimensiones			
DNB		80	
QNB		31	
Salidas	DNP	25	40
	NS _{DN}	6	1
Presión (bar)		10	Contadores

La denominación del hidrantes según su clasificación será:

Tipo3-7/DNB 80-QNB 31-DNP 25x6 40x1 /PN10

2.2.2. Descripción del equipo ensayado.



Fotografía 7: Vista general hidrante 2 (Tipo3-7/DNB 80-QNB 31-DNP 25x6 40x1 /PN10)

Hidrante Completo.

- ✓ Válvula de mariposa DN80.

- ✓ Filtro cazapiedras DN80.
- ✓ Válvula hidráulica de DN80 (3") Bermad Serie 400, reductora de presión (PTR = 40 mca).
- ✓ Colector de acero con entrada de DN80, 12 salidas de DN40, de acero galvanizado.
- ✓ Ventosa de 2".
- ✓ Manómetro

De las doce salidas solo 7 están instaladas.

- ✓ Toma A.
 - Válvula de bola DN25.
 - Contador de chorro múltiple de DN25. Modelo Bar Meters QNP = 3,5 m³/h
 - Conexión a tubería de PE40 de DN50.
- ✓ Toma B.
 - Válvula de bola DN25.
 - Contador de chorro múltiple de DN25. Modelo Bar Meters QNP = 3,5 m³/h
 - Conexión a tubería de PE40 de DN50.
- ✓ Toma C.
 - Válvula de bola DN25.
 - Contador de chorro múltiple de DN25. Modelo Bar Meters QNP = 3,5 m³/h.
 - Conexión a tubería de PE40 de DN50.
- ✓ Toma D.
 - Válvula de bola DN25.
 - Contador de chorro múltiple de DN25. Modelo Bar Meters QNP = 3,5 m³/h.
 - Conexión a tubería de PE40 de DN50.
- ✓ Toma E.
 - Válvula de bola DN25.
 - Contador de chorro múltiple de DN25. Modelo Bar Meters QNP = 3,5 m³/h
 - Conexión a tubería de PE40 de DN50.
- ✓ Toma F.
 - Válvula de bola DN40.
 - Contador de chorro múltiple de DN40. Modelo Bar Meters QNP = 10 m³/h.
 - Conexión a tubería de PE40 de DN50.
- ✓ Toma G.
 - Válvula de bola DN25.
 - Contador de chorro múltiple de DN25. Modelo Bar Meters QNP = 3,5 m³/h.
 - Conexión a tubería de PE40 de DN50.

2.2.3. Ensayos realizados.

Los datos registrados y su tratamiento se pueden observar en el apartado 2.2.8.

Hidrante Completo.

1. Verificación del caudal del hidrante, conforme se instalará en campo.
2. Curva de pérdidas de carga del hidrante con todas las válvulas en posición de abierto.
3. Comportamiento del hidrante a la variación de presión a la entrada, cuando la válvula reductora de presión son reguladas a 40 mca, y todas las tomas están abiertas.

2.2.4. Resultados

2.2.4.1. Comprobación de la medición de caudales por los hidrantes.

Se pretende comparar la suma de la medida del caudal realizada por cada uno de los contadores de pulsos del hidrante, con la medida del caudal realizada con el contador electromagnético patrón convenientemente calibrado. Para ello se varía el caudal circulante modificando la apertura de una válvula de compuerta instalada en el circuito y se espera a que se estabilice el sistema antes de empezar la medición. La comprobación no se puede realizar debido a la imposibilidad en el modelo de contador instalado de verificar las vueltas de los engranajes por estar ocultos, así como por que el emisor de pulsos del contador de la toma F no funciona.

2.2.4.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante.

Con la válvula reductora de presión totalmente abierta y sin regular, se modifica el caudal circulante por el hidrante, registrando la presión aguas arriba del hidrante, aguas arriba y abajo de la válvula reductora, y aguas abajo de cada una de las 7 tomas del hidrante, registrando también el caudal circulante una vez el sistema se estabiliza.

En este apartado se resumen aquellos resultados para el caudal Nominal del hidrante que se estima en unos 31 m³/h. Obtenido a través de la suma de los QN de los contadores de las tomas.

Tabla 6: Hidrante 2. Pérdidas de carga.

Δh_N (Toma A)	Δh_N (Toma B)	Δh_N (Toma C)	Δh_N (Toma D)	Δh_N (Toma E)	Δh_N (Toma F)	Δh_N (Toma G)	Q_{CEM}
3,92	4,14	5,361	3,946	3,875	4,732	4,047	31,5

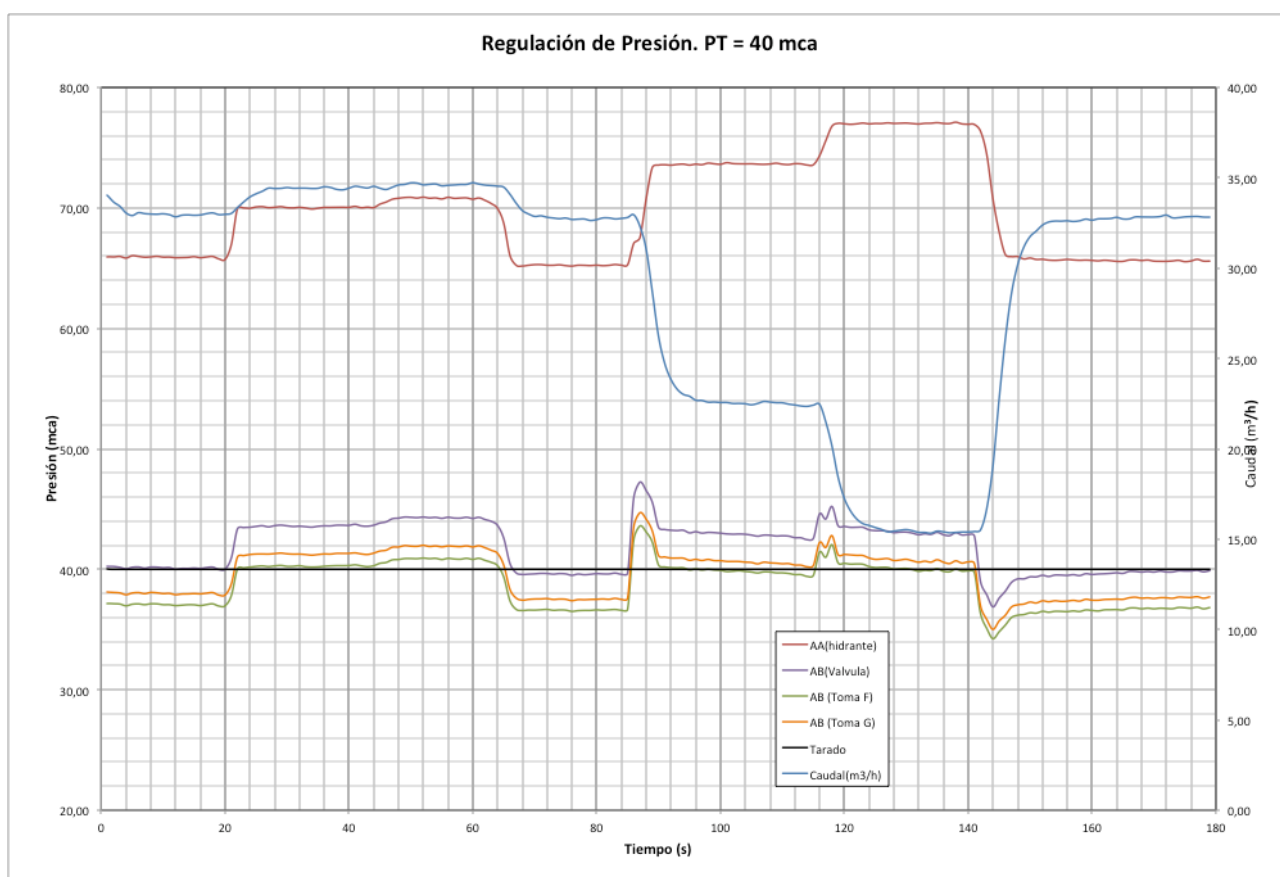
Siendo:

- Q_{CEM} : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM, en $m^3/hora$
- $\Delta h_N(Toma\ x)$: Pérdidas de carga totales entre la toma aguas arriba del hidrante y la toma aguas abajo de la toma X, en mca

Según la norma UNE EN 14267 ((AEN/CTN68 2005) las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 3 es de 8 mca, todas las tomas están dentro de los límites fijados por la norma.

2.2.4.3. Comportamiento del hidrante a la variación de presión a la entrada.

Consiste en variar la presión a la entrada (P_{aa}) del hidrante, con la válvula hidráulica en función de reducción de presión (PTR de 40 mca), se registran las presiones aguas abajo de las válvulas y en cada una de las tomas.



Gráfica 4: Hidrante 2. Comportamiento del hidrante ante la variación de presión a la entrada.

2.2.5. Calidad del colector de acero para hidrante de riego de DN80 mm.

En este apartado se evalúa la idoneidad del tratamiento del acero que le confiera las propiedades adecuadas para conformar los colectores de los hidrantes de riego.

2.2.5.1. Descripción del colector evaluado.

El colector evaluado es nuevo tal y como lo suministra el fabricante, no se ha instalado en campo ni ha estado sometido a pruebas hidráulicas. El Colector tiene las siguientes características (Fotografía 8):

- Material: Acero
- Revestimiento exterior: Galvanizado por baño de Zn en caliente.
- Revestimiento interior: Galvanizado por baño de Zn en caliente.
- Diámetro Nominal (DN): 80 mm
- Número de conexiones: 12
- Diámetro Conexiones tomas: 40 mm
- Tipo conexión red principal: Brida.
- Tipo conexión a tomas: Roscada.



Fotografía 8: Hidrante2. Colector completo

2.2.5.2. Evaluación exterior.

Tras un reconocimiento visual del exterior del colector no se aprecian daños en la superficie exterior.

Evaluación interior

Para la evaluación de la parte interna se procede a realizar un corte al colector (Fotografía 8).

A primera vista parece que el proceso de galvanizado ha sido correcto y No aparece ningún daño o corrosión

Se puede observar que la soldadura para realizar las tomas del hidrante no se ha realizado a tope con lo cual queda un entrante dentro del colector principal, también se observa restos de la soldadura pegadas al interior del tubo provocando una alta rugosidad en las paredes de los mismos.

Tan solo se puede apreciar una ligera corrosión por falta de Zn en uno de los extremos del colector probablemente debida a la acumulación de una pequeña cantidad de aire, que por la configuración del colector es imposible que pudiera haber sido extraída en el proceso de galvanizado, al no disponer de orificios de salida. Para comprobar la acumulación de aire se corto el otro extremo para comprobar el exceso de Zn, resultando visible una mayor deposición de Zn en este extremo. (Fotografía 10)



Fotografía 9: Hidrante 2. Detalle soldadura tomas al colector



Fotografía 10: Hidrante 2. Estado interior zona seccionada. Detalle de corrosión y acumulación de Zn.



Fotografía 11: Hidrante 2. Estado interior zona seccionada. Detalle alta rugosidad interior.

No cumple las normativas UNE EN 14267, 1074-6 y 1074-1 (AEN/CTN19 2001a; AEN/CTN68 2005) la cual en su epígrafe 4.10 y 4.11 establece que los materiales seleccionados como revestimiento de los elementos del hidrante deben ser resistentes, tanto en su interior como en su exterior, a la corrosión y el envejecimiento.

2.2.6. Calidad de otros componentes del hidrante.

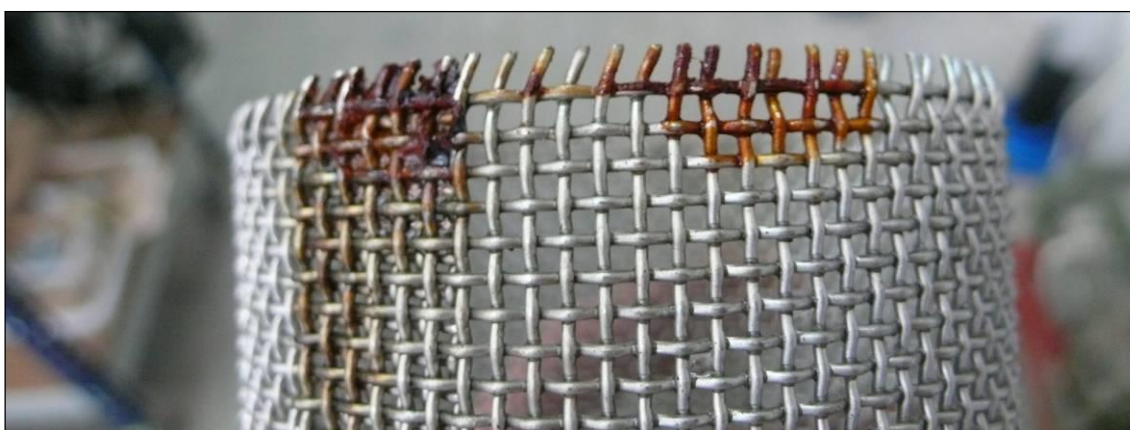
De la inspección visual de los componentes llama la atención el deterioro externo del filtro caza piedras en el cual se detectan una serie de anomalías que contradicen la resistencia a la corrosión de los elementos del hidrante tal y como se ha hecho referencia en apartados anteriores. Las deficiencias encontradas se muestran en las siguientes fotografías.



Fotografía 12: Hidrante 2. Daños y corrosión exterior del filtro caza piedras.



Fotografía 13: Hidrante 2. Corrosión y no uniformidad en los tornillos de apriete de la tapa del filtro caza piedras.



Fotografía 14: Hidrante 2. Corrosión en la malla del filtro caza piedras.

2.2.7. Conclusiones del ensayo.

La medición de caudal nominal del hidrante (suma del caudal de cada una de las tomas), no se puede realizar por fallo del emisor de pulsos de la toma F, y debido a que el modelo de contador elegido no posibilita la lectura de los volúmenes parciales que circulan por el contador, no pudiendo por tanto comprobar si los valores están dentro de lo que marca la norma UNE EN 14267.

Las pérdidas de carga producidas por cada una de las tomas para los caudales nominales del contadores son inferiores a los 5 mca, inferiores a los 8 mca que fija la norma UNE EN 14267 para los hidrantes de tipo 3.

El hidrante muestra una buena y rápida respuesta ante la regulaci.

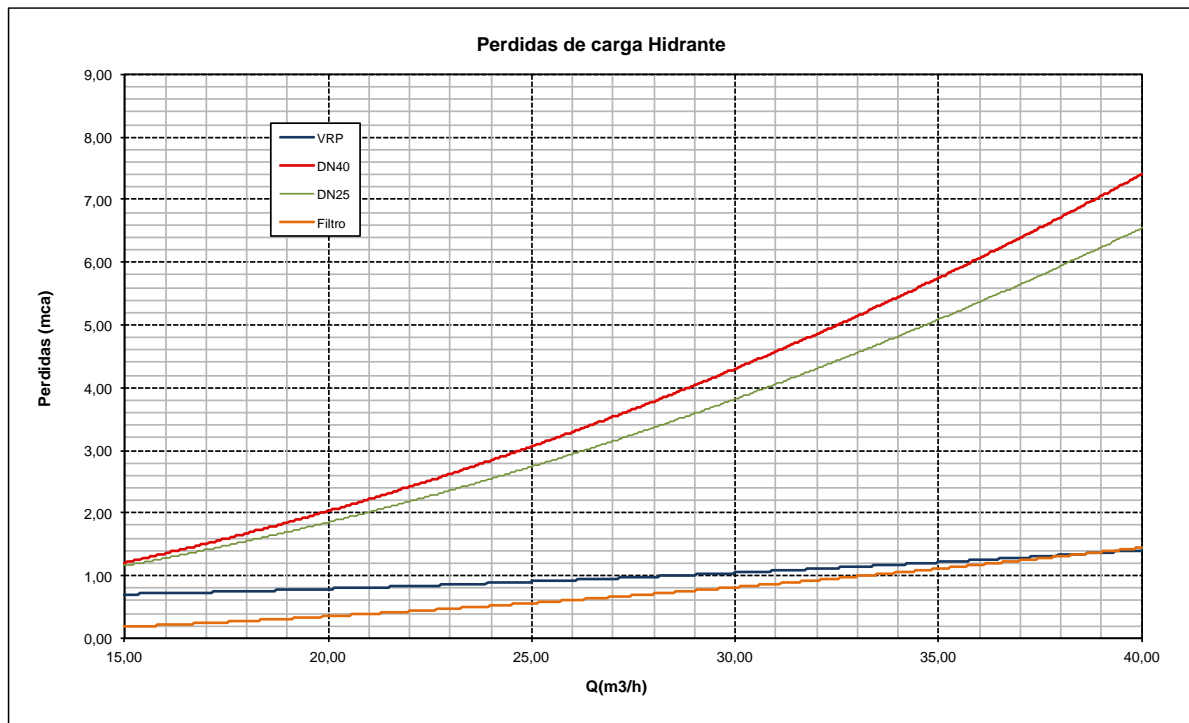
La ubicación de la ventosa se muestra inadecuada ya que no evacua el aire de todo el hidrante y dificulta

las labores de limpieza y mantenimiento del filtro cazapiedras.

A pesar de que el material y tratamiento contra oxidación del colector parece adecuado se ha detectado una ligera oxidación que exige mayor control a la hora de la fabricación de los colectores para que en el proceso de galvanizado no quede ninguna acumulación de aire. No es aceptable el revestimiento de filtro cazapiedras que muestra graves procesos de oxidación y su disposición no permite la eliminación de los elementos retenidos.

2.2.8. Datos registrados ensayo Hidrante 2.

2.2.8.1. Pérdidas de carga del hidrante.



Q (m ³ /h)	Pérdidas de carga en mca				
	Δh (Filtro)	Δh (VRP)	Δh_N (Toma F, DN40)	Δh_N (Tomas A, B, C, D, E, GDN25)	
13,51	0,14	0,68	1,02	0,99	
24,64	0,54	0,87	2,95	2,64	
31,51	0,92	1,08	4,73	4,21	
35,63	1,15	1,22	5,93	5,24	
38,21	1,31	1,34	6,78	5,99	
41,38	1,57	1,47	7,92	7,00	

2.2.8.2. Comportamiento del hidrante a la variación de presión a la entrada. Regulación de presión.

Tiempo (s)	Caudal (m ³ /h)	Presión en mca			
		P _{AA} (hidrante)	P _{AB} (Válvula)	P _{AB} (Toma F)	P _{AB} (Toma G)
1	34,04	65,97	40,23	37,18	38,11
2	33,66	65,93	40,23	37,15	38,08
3	33,42	65,97	40,16	37,12	38,04
4	33,06	65,84	40,04	36,97	37,89
5	32,91	66,03	40,17	37,10	38,03
6	33,07	65,97	40,19	37,13	38,07
7	33,02	65,91	40,10	37,07	37,98
8	32,99	65,93	40,19	37,14	38,08
9	32,98	65,98	40,18	37,13	38,05
10	33,01	65,91	40,13	37,06	37,99
11	32,96	65,92	40,15	37,06	38,00
12	32,84	65,87	40,00	36,99	37,89
13	32,93	65,87	40,07	37,02	37,95
14	32,95	65,89	40,07	37,06	37,96
15	32,93	65,95	40,10	37,06	37,99
16	32,94	65,87	40,07	36,99	37,97
17	33,02	65,93	40,14	37,07	38,02
18	33,06	65,97	40,18	37,13	38,07
19	32,96	65,77	39,98	36,95	37,85
20	32,98	65,72	40,01	36,97	37,87
21	33,03	66,95	40,94	37,81	38,78
22	33,35	69,96	43,36	40,06	41,03
23	33,66	69,99	43,47	40,12	41,14
24	33,94	69,97	43,49	40,18	41,23
25	34,11	70,08	43,56	40,24	41,27
26	34,25	70,10	43,62	40,28	41,27
27	34,43	70,02	43,52	40,23	41,27
28	34,41	70,05	43,62	40,28	41,30
29	34,42	70,10	43,67	40,32	41,34
30	34,46	70,02	43,61	40,25	41,29
31	34,42	70,00	43,55	40,25	41,26
32	34,43	70,05	43,58	40,30	41,26
33	34,43	69,99	43,54	40,21	41,23
34	34,41	69,91	43,50	40,19	41,18
35	34,42	69,97	43,57	40,20	41,23
36	34,50	70,04	43,61	40,25	41,28
37	34,47	70,05	43,61	40,28	41,27
38	34,36	70,05	43,66	40,31	41,32
39	34,33	70,06	43,66	40,31	41,32
40	34,43	70,05	43,65	40,32	41,33
41	34,53	70,13	43,74	40,37	41,36
42	34,48	70,02	43,60	40,29	41,28
43	34,44	70,07	43,58	40,22	41,23
44	34,53	70,03	43,66	40,30	41,35
45	34,42	70,31	43,84	40,50	41,52
46	34,35	70,49	43,94	40,57	41,59
47	34,48	70,72	44,20	40,78	41,83
48	34,60	70,80	44,25	40,81	41,85
49	34,64	70,86	44,34	40,89	41,97
50	34,72	70,88	44,32	40,90	41,92
51	34,71	70,82	44,29	40,88	41,91
52	34,61	70,89	44,34	40,93	41,99
53	34,64	70,81	44,28	40,89	41,90
54	34,66	70,83	44,31	40,91	41,94
55	34,56	70,74	44,23	40,81	41,86
56	34,59	70,88	44,32	40,91	41,94
57	34,60	70,80	44,26	40,86	41,91
58	34,63	70,82	44,25	40,84	41,88
59	34,64	70,83	44,32	40,91	41,94
60	34,73	70,72	44,23	40,83	41,86
61	34,65	70,82	44,31	40,91	41,96
62	34,60	70,62	44,13	40,74	41,79
63	34,57	70,36	43,98	40,57	41,57
64	34,54	69,95	43,64	40,31	41,32

Tiempo (s)	Caudal (m ³ /h)	Presión en mca			
		P _{AA} (hidrante)	P _{AB} (Válvula)	P _{AB} (Toma F)	P _{AB} (Toma G)
65	34,48	68,72	42,58	39,35	40,34
66	34,09	66,06	40,48	37,39	38,33
67	33,60	65,24	39,71	36,68	37,62
68	33,19	65,18	39,58	36,58	37,44
69	33,00	65,24	39,60	36,62	37,50
70	32,86	65,29	39,62	36,61	37,54
71	32,90	65,29	39,66	36,64	37,54
72	32,82	65,24	39,65	36,67	37,57
73	32,77	65,24	39,60	36,60	37,50
74	32,74	65,28	39,65	36,63	37,53
75	32,77	65,21	39,62	36,61	37,51
76	32,70	65,17	39,50	36,51	37,40
77	32,71	65,24	39,61	36,57	37,48
78	32,72	65,23	39,55	36,59	37,48
79	32,64	65,21	39,59	36,59	37,50
80	32,68	65,25	39,64	36,63	37,51
81	32,78	65,21	39,62	36,61	37,54
82	32,78	65,23	39,62	36,64	37,51
83	32,72	65,30	39,69	36,66	37,59
84	32,75	65,25	39,59	36,61	37,51
85	32,81	65,27	39,67	36,67	37,58
86	32,95	67,06	45,97	42,48	43,56
87	32,31	67,55	47,24	43,60	44,70
88	31,04	70,77	46,54	43,10	44,16
89	28,67	73,37	45,55	42,24	43,17
90	26,22	73,56	43,48	40,35	41,14
91	24,72	73,59	43,31	40,19	41,02
92	23,84	73,55	43,25	40,14	40,94
93	23,30	73,61	43,22	40,12	40,93
94	23,01	73,63	43,24	40,12	40,93
95	22,91	73,56	43,02	39,94	40,75
96	22,69	73,63	43,12	40,03	40,82
97	22,68	73,59	43,01	39,94	40,73
98	22,58	73,72	43,06	40,01	40,82
99	22,59	73,66	43,04	39,94	40,72
100	22,56	73,62	43,00	39,91	40,72
101	22,56	73,75	42,94	39,82	40,66
102	22,51	73,68	42,91	39,84	40,65
103	22,51	73,66	42,93	39,89	40,65
104	22,50	73,66	42,91	39,83	40,60
105	22,44	73,66	42,84	39,78	40,57
106	22,51	73,63	42,75	39,70	40,45
107	22,62	73,62	42,84	39,79	40,59
108	22,59	73,65	42,83	39,78	40,54
109	22,55	73,71	42,77	39,71	40,51
110	22,55	73,63	42,79	39,71	40,46
111	22,47	73,60	42,76	39,66	40,47
112	22,43	73,67	42,63	39,56	40,36
113	22,37	73,66	42,62	39,56	40,34
114	22,35	73,56	42,46	39,41	40,21
115	22,42	73,58	42,57	39,50	40,32
116	22,46	74,33	44,60	41,43	42,23
117	21,50	75,57	44,18	41,00	41,82
118	20,16	76,78	45,21	42,04	42,79
119	18,42	77,02	43,61	40,53	41,21
120	17,26	76,98	43,56	40,50	41,23
121	16,56	76,94	43,48	40,43	41,20
122	16,12	76,98	43,49	40,45	41,16
123	15,86	77,04	43,49	40,42	41,15
124	15,76	76,98	43,28	40,23	40,94
125	15,65	77,01	43,21	40,14	40,83
126	15,54	77,01	43,21	40,16	40,86
127	15,41	77,06	43,17	40,15	40,89
128	15,45	77,02	43,04	40,02	40,73
129	15,49	77,03	43,09	40,05	40,78
130	15,53	77,04	43,09	40,07	40,83
131	15,47	77,00	43,01	39,97	40,71

Tiempo (s)	Caudal (m ³ /h)	Presión en mca			
		P _{AA} (hidrante)	P _{AB} (Válvula)	P _{AB} (Toma F)	P _{AB} (Toma G)
132	15,38	76,97	42,87	39,84	40,59
133	15,37	77,02	42,95	39,92	40,68
134	15,34	77,03	42,90	39,89	40,60
135	15,45	77,08	43,07	40,04	40,80
136	15,41	77,02	42,87	39,84	40,59
137	15,35	77,00	42,79	39,80	40,48
138	15,38	77,12	43,04	40,02	40,70
139	15,40	76,98	42,85	39,85	40,52
140	15,40	76,94	42,88	39,87	40,61
141	15,43	76,93	42,78	39,75	40,49
142	15,52	76,36	38,97	36,33	36,95
143	16,69	74,44	37,89	35,09	35,84
144	19,06	70,75	36,89	34,24	35,02
145	22,76	68,02	37,61	34,81	35,71
146	26,06	66,13	38,19	35,37	36,19
147	28,60	65,96	38,92	36,00	36,87
148	30,19	65,96	39,20	36,19	37,05
149	31,17	65,76	39,21	36,24	37,11
150	31,75	65,84	39,38	36,39	37,28
151	32,05	65,72	39,37	36,36	37,21
152	32,38	65,73	39,50	36,51	37,39
153	32,55	65,67	39,41	36,44	37,31
154	32,61	65,65	39,52	36,51	37,39
155	32,60	65,67	39,52	36,51	37,34
156	32,62	65,72	39,50	36,49	37,36
157	32,58	65,68	39,56	36,54	37,42
158	32,62	65,65	39,48	36,50	37,36
159	32,71	65,67	39,64	36,63	37,51
160	32,66	65,64	39,58	36,59	37,44
161	32,73	65,61	39,61	36,54	37,43
162	32,73	65,66	39,63	36,64	37,49
163	32,75	65,62	39,67	36,64	37,51
164	32,81	65,57	39,71	36,66	37,52
165	32,72	65,57	39,66	36,62	37,51
166	32,72	65,68	39,83	36,78	37,64
167	32,84	65,69	39,82	36,80	37,68
168	32,83	65,64	39,77	36,73	37,60
169	32,83	65,67	39,82	36,78	37,63
170	32,83	65,59	39,77	36,72	37,58
171	32,86	65,57	39,85	36,77	37,64
172	32,94	65,57	39,78	36,75	37,64
173	32,79	65,60	39,78	36,73	37,59
174	32,80	65,65	39,88	36,83	37,70
175	32,84	65,54	39,86	36,81	37,68
176	32,85	65,60	39,87	36,77	37,67
177	32,86	65,73	39,92	36,86	37,72
178	32,82	65,59	39,79	36,72	37,60
179	32,82	65,59	39,89	36,82	37,71

2.3. Ensayo Hidrante 3 (V2-1-2/Tipo1-8/DNB 100-QNB 61,5-DNP 25x3 40x5 /PN10). LIR Valencia.

Julio de 2007.

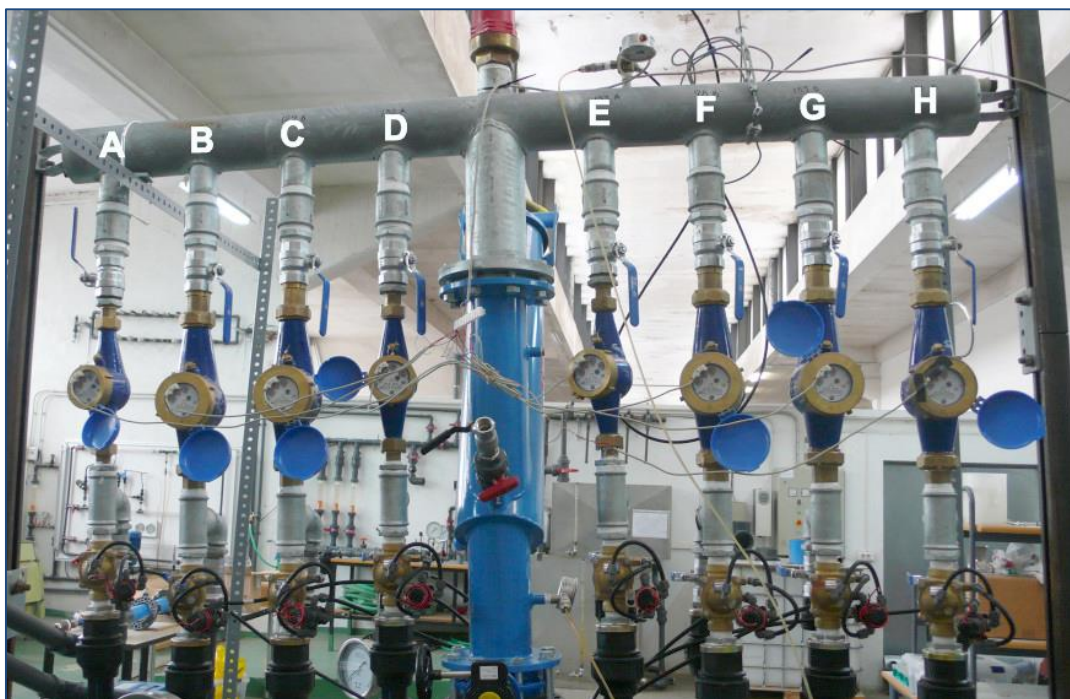
2.3.1. Clasificación del hidrante.

V2-1-2			
Función		Tipo 1	
NSH		8	
Dimensiones			
DNB		100	
QNB		61,5	
Salidas	DNP	25	40
	NS _{DN}	3	5
Presión (bar)		10	Contadores

La denominación del hidrantes según su clasificación será:

V2-1-2/Tipo1-8/DNB 100-QNB 61,5-DNP 25x3 40x5 /PN10

2.3.2. Descripción del equipo ensayado.



Fotografía 15: Vista general hidrante 3 (V2-1-2/Tipo1-8/DNB 100-QNB 61,5-DNP 25x3 40x5 /PN10)

Hidrante Completo.

- ✓ Válvula de mariposa 100 mm

- ✓ Filtro de malla de 100 mm
- ✓ Colector de acero galvanizado en caliente, con entrada de 100 mm, 8 salidas de 2".
- ✓ Ventosa de 2".
- ✓ Manómetro.

Todas las salidas se encuentran instaladas.

- ✓ Toma A.
 - Válvula de bola 1"1/2
 - Contador de chorro múltiple de 25 mm, QNP = 3,5 m³/h
 - Te de acero de 1" ½ con conexión a salida libre, para uso en parcela por el usuario, formada por válvula de bola 1" ¼ y con salida a tubería de PE de DN 40 mm.
 - Electroválvula BERMAD de 25 mm.
 - Conexión a tubería de PE40 de 50 mm.
- ✓ Toma B.
 - Válvula de bola 1"1/2
 - Contador de chorro múltiple de 40 mm, QNP = 10 m³/h
 - Te de acero de 1" ½ con conexión a salida libre, para uso en parcela por el usuario, formada por válvula de bola 1" ¼ y con salida a tubería de PE de DN 40 mm.
 - Electroválvula BERMAD de 25 mm.
 - Conexión a tubería de PE40 de 50 mm.
- ✓ Toma C.
 - Válvula de bola 1"1/2
 - Contador de chorro múltiple de 40 mm, QNP = 10 m³/h
 - Te de acero de 1" ½ con conexión a salida libre, para uso en parcela por el usuario, formada por válvula de bola 1" ¼ y con salida a tubería de PE de DN 40 mm.
 - Electroválvula BERMAD de 25 mm.
 - Conexión a tubería de PE40 de 50 mm.
- ✓ Toma D.
 - Válvula de bola 1"1/2
 - Contador de chorro múltiple de 25 mm, QNP = 3,5 m³/h
 - Te de acero de 1" ½ con conexión a salida libre, para uso en parcela por el usuario, formada por válvula de bola 1" ¼ y con salida a tubería de PE de DN 40 mm.
 - Electroválvula BERMAD de 25 mm.
 - Conexión a tubería de PE40 de 50 mm.
- ✓ Toma E.
 - Válvula de bola 1"1/2

- Contador de chorro múltiple de 25 mm, QNP = 3,5 m³/h
 - Te de acero de 1" ½ con conexión a salida libre, para uso en parcela por el usuario, formada por válvula de bola 1" ¼ y con salida a tubería de PE de DN 40 mm.
 - Electroválvula BERMAD de 25 mm.
 - Conexión a tubería de PE40 de 50 mm.
- ✓ Toma F.
- Válvula de bola 1"1/2
 - Contador de chorro múltiple de 40 mm, QNP = 10 m³/h
 - Te de acero de 1" ½ con conexión a salida libre, para uso en parcela por el usuario, formada por válvula de bola 1" ¼ y con salida a tubería de PE de DN 40 mm.
 - Electroválvula BERMAD de 25 mm.
 - Conexión a tubería de PE40 de 50 mm.
- ✓ Toma G.
- Válvula de bola 1"1/2
 - Contador de chorro múltiple de 40 mm, QNP = 10 m³/h
 - Te de acero de 1" ½ con conexión a salida libre, para uso en parcela por el usuario, formada por válvula de bola 1" ¼ y con salida a tubería de PE de DN 40 mm.
 - Electroválvula BERMAD de 25 mm.
 - Conexión a tubería de PE40 de 50 mm.
- ✓ Toma H.
- Válvula de bola 1"1/2
 - Contador de chorro múltiple de 40 mm, QNP = 10 m³/h
 - Te de acero de 1" ½ con conexión a salida libre, para uso en parcela por el usuario, formada por válvula de bola 1" ¼ y con salida a tubería de PE de DN 40 mm.
 - Electroválvula BERMAD de 25 mm.
 - Conexión a tubería de PE40 de 50 mm.

2.3.3. Ensayos realizados.

Los datos registrados y su tratamiento se pueden observar en el apartado 2.3.7.

Hidrante Completo.

1. Verificación del caudal del hidrante, conforme se instalará en campo.
2. Curva de pérdidas de carga del hidrante con todas las válvulas en posición de abierto.
3. Comportamiento del hidrante a la apertura de las salidas instaladas en derivación a la de riego.
4. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas de riego.
5. Verificación del caudal de bloqueo del contador.

2.3.4. Resultados

2.3.4.1. Comprobación de la medición de caudales por los hidrantes.

Se compara la suma de la medida del caudal realizada por cada uno de los contadores de las tomas del hidrante, con la medida del caudal realizada con el contador electromagnético patrón del banco de ensayos. Para ello se fija el caudal total del hidrante modificando la apertura de una válvula de mariposa instalada en el circuito y se espera a que se estabilice el sistema antes de empezar la medición. Se fija como caudal nominal del hidrante la suma de los caudales nominales de las tomas del hidrante.

Tabla 7: Hidrante 3. Comprobación caudal del hidrante.

Toma	QNP (m ³ /h)	Caudal Medido Contador (m ³ /h)
A	3,5	3,78
B	10	10,40
C	10	10,32
D	3,5	3,21
E	3,5	5,43
F	10	9,50
G	10	8,72
H	10	9,20
Total Hidrante	61,5	61,64

Q _{HIDRANTE}	Q _{CEM}	ε (%)
60,59	60,34	-0,41

Siendo:

- Q_{HIDRANTE}: Caudal total del hidrante, en m³/hora
- Q_{CEM}: Caudal contador CEM, medida patrón, en m³/hora
- ε: Error relativo.

El error producido se encuentra dentro de los valores indicados por la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2006, 2005).

2.3.4.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante.

Con las válvulas de cada una de las tomas, abiertas, se modifica el caudal circulante por el hidrante registrando la presión aguas arriba del hidrante, aguas arriba del filtro, en el colector, y aguas abajo de cada una de las 8 tomas del hidrante, registrando también el caudal circulante una vez el sistema se estabiliza.

En este apartado se resumen aquellos resultados para el caudal Nominal del hidrante (61,5 m³/h). Obtenido a través de los QNP de los contadores de las tomas.

Tabla 8: Hidrante 3. Pérdidas de carga del hidrante.

Δh_N (Toma A)	Δh_N (Toma B)	Δh_N (Toma C)	Δh_N (Toma D)	Δh_N (Toma E)	Δh_N (Toma F)	Δh_N (Toma G)	Δh_N (Toma H)	Δh_N (Filtro)	Q_{CEM}
5,82	13,05	12,58	5,31	10,13	10,67	9,29	10,61	1,42	61,5

Siendo:

- Q_{CEM} : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador electromagnético del banco de ensayos, en m³/hora
- $\Delta h_N(\text{Toma } x)$: Pérdidas de carga totales entre la toma aguas arriba del hidrante y la toma aguas abajo de la toma X, en mca
- $\Delta h(\text{Filtro})$: Pérdida de carga del filtro del hidrante, en mca.

Según la norma UNE EN 14267 las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 1 es de 0,5 bar, solamente las tomas A, D estarían cerca de los límites fijados por la norma, también estaría cerca la toma E ya que el caudal que circulaba en el ensayo esta por encima del nominal de la toma y tendría valores similares a los de las tomas A y D, ya que en todas estas tomas el contador es de 25 mm (QNP 3,5 m³/h), el resto de tomas se aleja mucho de las perdidas fijadas por la norma, debido a las pérdidas de carga que introduce la Electroválvula de 25 mm, que según la información técnico comercial del fabricante se estima en 5 mca.

Comportamiento del hidrante a la apertura de las salidas instaladas en derivación a la de riego.

Se comprueba como afecta al funcionamiento del hidrante la apertura de las tomas paralelas a la de riego del hidrante. Las tomas paralelas instaladas son las de las Tomas A, B y C.



Fotografía 16: Hidrante 3. Detalle de las salidas en derivación instaladas.

En la siguiente tabla se compara la variación de caudal sufrida por el hidrante y por la toma B, A y C.

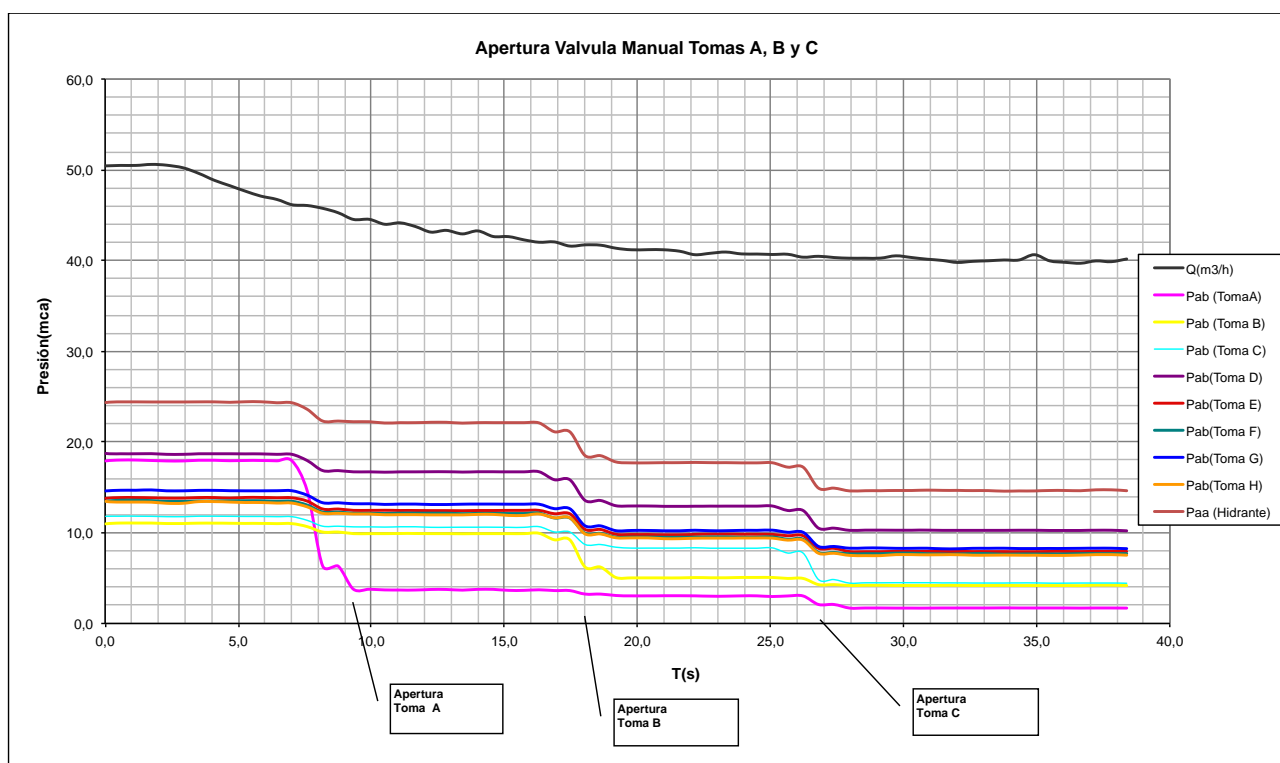
Tabla 9: Hidrante 3. Variación de caudal por apertura de tomas manuales.

Apertura Toma B	$Q_{inicial}$ (m ³ /h)	Q_{final} (m ³ /h)
Hidrante	60,5	63,0
Toma B	10,40	21,34
Apertura Toma A	$Q_{inicial}$ (m ³ /h)	Q_{final} (m ³ /h)
Hidrante	60,5	61,7
Toma A	3,78	8,28
Apertura Toma C	$Q_{inicial}$ (m ³ /h)	Q_{final} (m ³ /h)
Hidrante	60,4	62,8
Toma C	10,32	19,62

La apertura de las salidas paralelas de forma individual provoca un ligero aumento del caudal del hidrante, que no es suficiente para absorber el aumento de demanda de la toma abierta, que prácticamente duplica el caudal nominal de la toma, esto se traduce en un aumento de la pérdida de carga de la toma abierta y una reducción de los caudales derivados por el resto de tomas.

Si se abren varias de estas salidas de forma simultánea el problema se agrava, provocando una disminución del caudal total del hidrante así como un aumento de las pérdidas en las tomas abiertas y una reducción del caudal del resto de tomas (no abiertas). Los resultados para el caso de la apertura de las salidas paralelas

de las tomas A, B y C, se muestran en la siguiente gráfica.

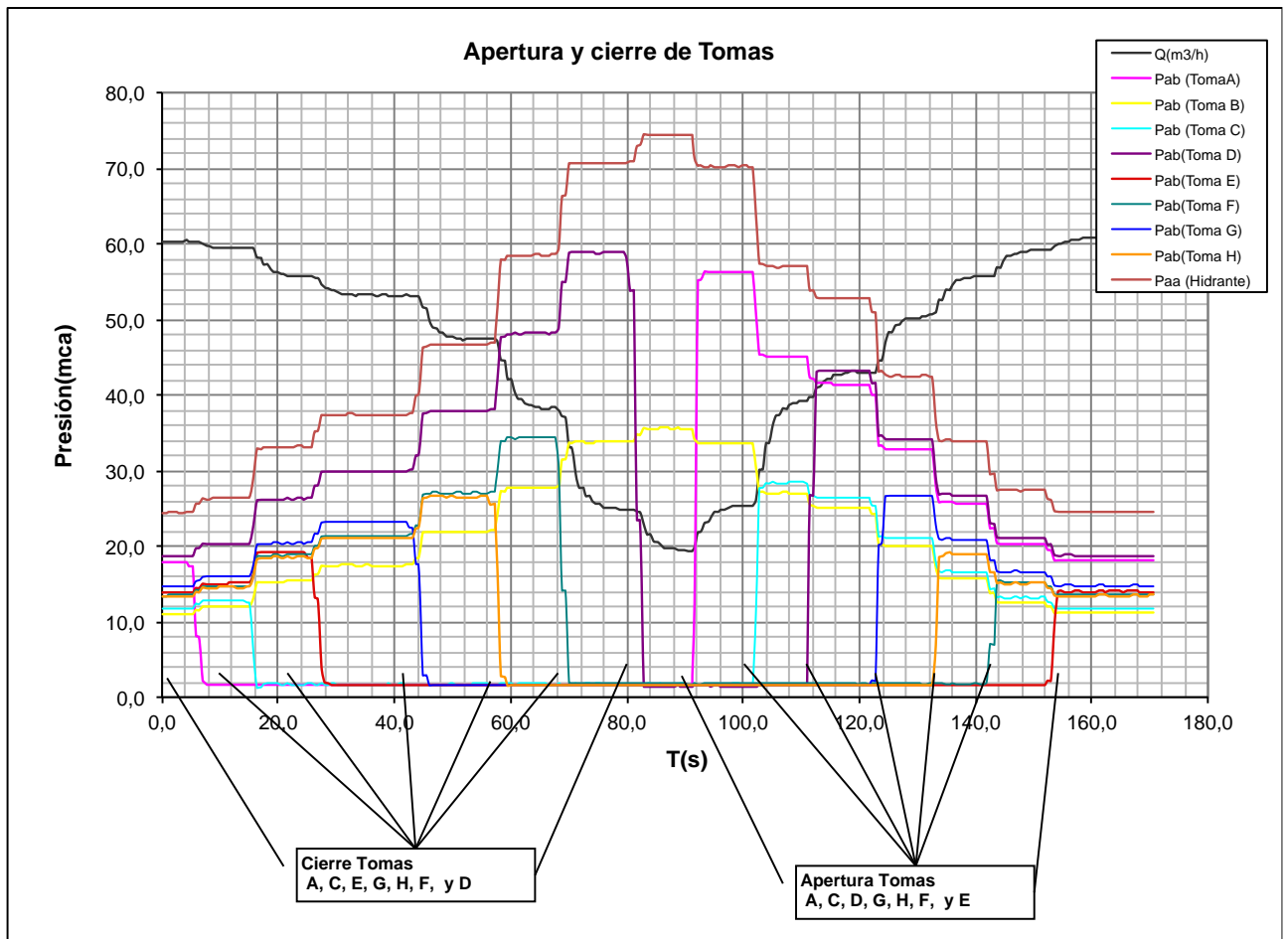


Gráfica 5: Comportamiento del hidrante 3 ante la apertura de las salidas paralelas de las Toma A, B y C.

2.3.4.3. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas de riego.

El ensayo muestra el comportamiento del hidrante (fluctuaciones de presión y caudal) ante situaciones de apertura y cierre de algunas de las tomas de riego del hidrante, simulando la puesta y parada del riego.

Consiste en variar la posición de la válvula de bola de cada toma, desde posición de **Abierto** a **Cerrado** o de **Cerrado** a **Abierto**. En la Gráfica 6 se pueden visualizar los resultados obtenidos.



Gráfica 6: Respuesta del hidrante 3 ante la apertura y cierre de tomas de riego.

El hidrante se comporta de forma estable ante estas situaciones de apertura y cierre.

2.3.4.4. Verificación del caudal de bloqueo.

Para cada una de las tomas ensayadas se aumenta progresivamente el caudal circulante, estando el resto de tomas cerradas, verificando el bloqueo o no del contador a caudales altos. En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para cada una de las tomas.

Tabla 10: Hidrante 3. Caudal bloqueo de contadores.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)
A	3,5	7	13,10
B	10	20	No Bloqueo hasta 25,2
C	10	20	No Bloqueo hasta 25,2
D	3,5	7	11,88
E	3,5	7	12,42

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)
F	10	20	No Bloqueo hasta 25,2
G	10	20	No Bloqueo hasta 25,2
H	10	20	No Bloqueo hasta 25,2

Siendo:

- TOMA: Toma ensayada
- QNP: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora

2.3.5. Calidad del colector de acero para hidrante de riego de 100 mm.

2.3.5.1. Descripción del colector evaluado.

El colector evaluado es nuevo tal y como lo suministra el fabricante, no se ha instalado en campo ni ha estado sometido a pruebas hidráulicas. El Colector tiene las siguientes características:

- Material: Acero
- Revestimiento exterior: Galvanizado con Baño de Zn en caliente.
- Revestimiento interior: Galvanizado con Baño de Zn en caliente.
- Diámetro Nominal (DN): 100 mm
- Número de conexiones: 8
- Diámetro Conexiones tomas: 2"
- Tipo conexión red principal: Brida.
- Tipo conexión a tomas: Roscada.



Fotografía 17: Hidrante 3. Colector completo

2.3.5.2. Evaluación del colector.

Evaluación exterior.

A la vista del colector no se aprecian daños en el recubrimiento exterior.

Evaluación interior

Para la evaluación de la parte interna se procede a realizar un corte al colector.

Aparece corrosión en uno de los extremos tal y como se aprecia en la Fotografía 18, en el extremo apuesto se observa una mayor deposición de Zn (Fotografía 19).



Fotografía 18: Hidrante 3. Estado interior zona seccionada. Detalle puntos de corrosión.



Fotografía 19: Estado interior zona seccionada. Detalle alta acumulación de Zn.

El estado del colector indica que no es apto para su utilización en hidrantes de riego, ya que el nivel de corrosión encontrado (sin haber estado en funcionamiento) hace que en un futuro se desprendan

porciones de óxido que pueden dañar los elementos de medición y de riego instalados aguas abajo del colector.

En conversaciones con la empresa que realizó el proceso de galvanizado (GALESA), se asumió un error en el proceso de galvanizado por no haber colgado el colector en la posición adecuada, lo que provocó la acumulación de aire en uno de sus extremos evitando así la incorporación de Zn mostrando corrosión en dicho extremo.

2.3.6. Conclusiones del ensayo.

La medición de caudal nominal del hidrante (suma del caudal de cada una de las tomas), muestra una buena precisión con respecto a medido en el banco de ensayo, estando dentro de los valores que marca la norma UNE EN 14267(AEN/CTN68 2005).

Las pérdidas de carga producidas para cada una de las tomas para los caudales nominales de los contadores son superiores a los 5 mca (0,5 bar) en las tomas de 40 mm, valor máximo fijado para los hidrantes de tipo 1 (corte y medición) en la norma UNE EN 14267, esto es debido a la elección como electroválvula una válvula de DN25 independientemente del diámetro de la toma. Para las tomas de diámetro 25 mm las pérdidas de carga se mantienen dentro de los niveles que indica la norma.

El hidrante muestra una buena respuesta ante cierres y apertura de las diferentes tomas. El comportamiento es similar tanto al cerrar como a la apertura de las tomas, no observándose comportamientos de histéresis en ningún caso.

Con la instalación de salidas en derivación a las de riego, se pueden producir anomalías de funcionamiento en el resto de tomas de riego, provocando bajadas de presión y disminución de los caudales de riego.

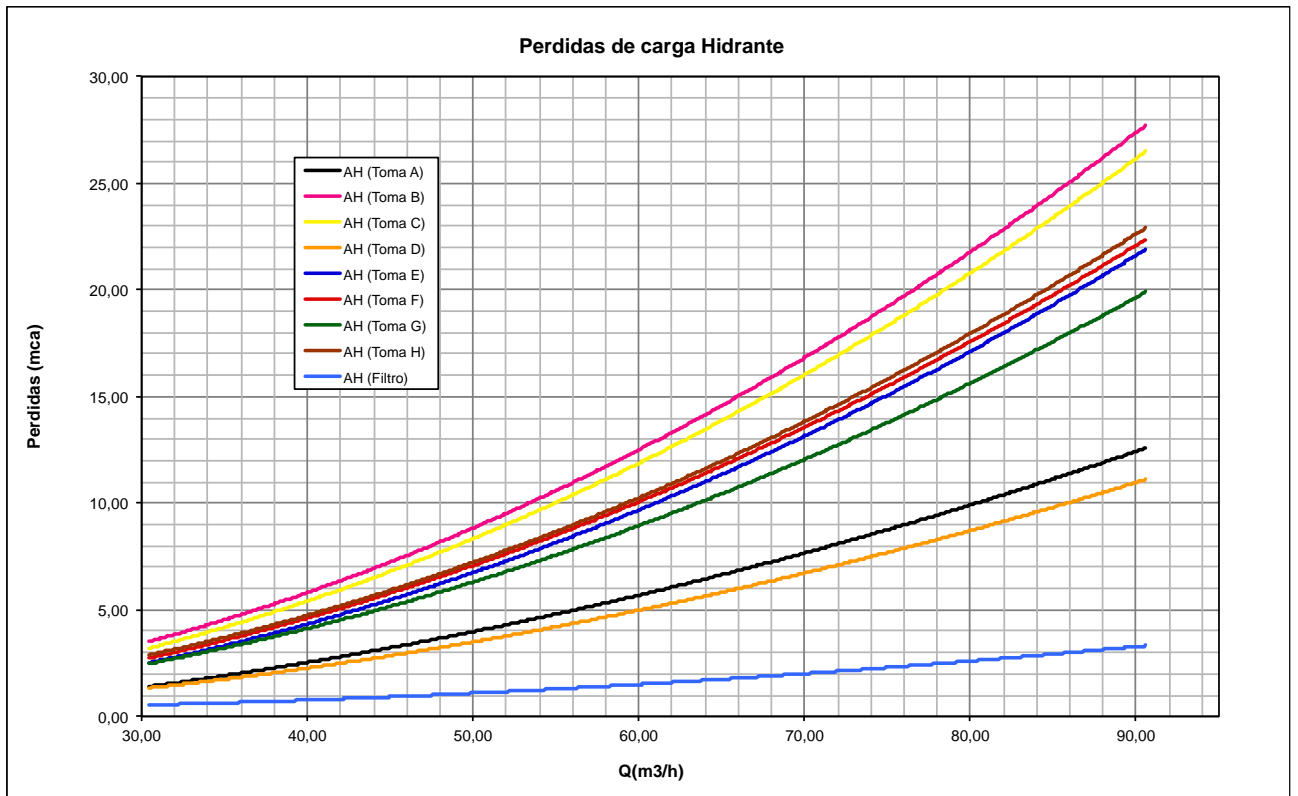
En las condiciones de instalación, los contadores de las tomas de 25 mm pueden bloquearse, si el caudal que circula por ellos es superior al máximo del contador.

El material y tratamiento contra oxidación del colector parece adecuado no detectado ninguna oxidación, aunque se deberá exigir un mayor control del proceso de galvanización para que no se produzca ninguna acumulación de aire y por tanto defectos en el proceso de galvanizado.

2.3.7. Datos registrados ensayo Hidrante 3.**2.3.7.1. Perdidas de carga hidrante.**

Q (m ³ /h)	AhN (Toma A)	AhN (Toma B)	AhN (Toma C)	AhN (Toma D)	AhN (Toma E)	AhN (Toma F)	AhN (Toma G)	AhN (Toma H)	AH (Filtro)
30,57	1,43	3,44	3,14	1,34	2,53	2,75	2,48	2,87	0,53
30,44	1,42	3,47	3,16	1,34	2,54	2,75	2,52	2,86	0,52
30,52	1,42	3,44	3,20	1,36	2,54	2,74	2,53	2,88	0,55
30,52	1,42	3,44	3,20	1,36	2,54	2,74	2,53	2,88	0,55
42,55	2,88	6,61	6,18	2,60	4,92	5,22	4,69	5,40	0,87
42,55	2,88	6,61	6,18	2,60	4,92	5,22	4,69	5,40	0,87
42,64	2,88	6,59	6,14	2,57	4,91	5,22	4,61	5,40	0,86
42,61	2,87	6,58	6,11	2,53	4,88	5,18	4,62	5,34	0,81
42,61	2,87	6,58	6,11	2,53	4,88	5,18	4,62	5,34	0,81
46,18	3,41	7,69	7,20	3,01	5,79	6,09	5,38	6,24	0,97
46,18	3,41	7,69	7,20	3,01	5,79	6,09	5,38	6,24	0,97
46,24	3,38	7,67	7,18	2,98	5,78	6,13	5,41	6,22	0,95
46,19	3,37	7,69	7,17	2,99	5,77	6,09	5,34	6,22	0,94
51,13	4,14	9,20	8,69	3,64	7,02	7,35	6,52	7,48	1,14
51,13	4,10	9,20	8,63	3,60	6,99	7,40	6,51	7,56	1,12
51,25	4,14	9,20	8,71	3,66	7,02	7,36	6,57	7,52	1,14
51,25	4,14	9,20	8,71	3,66	7,02	7,36	6,57	7,52	1,14
54,55	4,72	10,49	9,88	4,12	8,03	8,37	7,52	8,56	1,28
54,55	4,72	10,49	9,88	4,12	8,03	8,37	7,52	8,56	1,28
54,54	4,69	10,42	9,90	4,12	8,02	8,37	7,45	8,50	1,25
54,54	4,71	10,45	9,85	4,08	8,00	8,40	7,46	8,57	1,28
54,54	4,71	10,45	9,85	4,08	8,00	8,40	7,46	8,57	1,28
60,40	5,72	12,62	12,00	4,99	9,81	10,15	9,01	10,30	1,51
60,39	5,73	12,59	12,01	5,04	9,79	10,20	9,09	10,28	1,52
60,39	5,73	12,59	12,01	5,04	9,79	10,20	9,09	10,28	1,52
60,37	5,78	12,68	12,08	5,08	9,87	10,21	9,04	10,30	1,55
60,37	5,78	12,68	12,08	5,08	9,87	10,21	9,04	10,30	1,55
64,07	6,47	14,12	13,46	5,67	10,98	11,39	10,17	11,53	1,70
63,91	6,44	14,10	13,43	5,62	11,01	11,37	10,20	11,66	1,70
63,91	6,44	14,10	13,43	5,62	11,01	11,37	10,20	11,66	1,70
63,88	6,42	14,10	13,44	5,64	10,99	11,37	10,10	11,61	1,71
67,10	7,11	15,55	14,80	6,23	12,14	12,59	11,16	12,85	1,86
67,19	7,12	15,61	14,80	6,26	12,18	12,60	11,19	12,89	1,86
67,23	7,16	15,58	14,81	6,23	12,21	12,62	11,20	12,98	1,88
67,23	7,16	15,58	14,81	6,23	12,21	12,62	11,20	12,98	1,88
71,61	8,07	17,56	16,76	7,07	13,81	14,19	12,58	14,58	2,10
71,59	8,06	17,55	16,72	7,06	13,82	14,13	12,69	14,58	2,11
71,65	7,99	17,57	16,77	7,01	13,76	14,18	12,56	14,49	2,06
71,65	7,99	17,57	16,77	7,01	13,76	14,18	12,56	14,49	2,06
71,77	8,02	17,58	16,81	7,04	13,78	14,18	12,65	14,42	2,08
76,13	9,01	19,72	18,87	7,93	15,46	15,95	14,16	16,14	2,37
76,13	9,01	19,72	18,87	7,93	15,46	15,95	14,16	16,14	2,37

Q (m ³ /h)	AhN (Toma A)	AhN (Toma B)	AhN (Toma C)	AhN (Toma D)	AhN (Toma E)	AhN (Toma F)	AhN (Toma G)	AhN (Toma H)	AH (Filtro)
76,20	9,00	19,68	18,82	7,94	15,51	15,87	14,16	16,24	2,35
76,20	9,00	19,68	18,82	7,94	15,51	15,87	14,16	16,24	2,35
79,72	9,85	21,66	20,62	8,66	17,00	17,49	15,52	17,79	2,59
79,80	9,83	21,62	20,62	8,67	17,03	17,46	15,55	17,75	2,56
79,80	9,81	21,60	20,70	8,69	17,00	17,44	15,48	17,84	2,59
79,80	9,81	21,60	20,70	8,69	17,00	17,44	15,48	17,84	2,59
84,20	10,99	24,19	23,06	9,72	19,04	19,52	17,39	19,86	2,88
84,37	10,98	24,16	23,06	9,69	18,96	19,45	17,37	19,93	2,87
84,37	10,98	24,16	23,06	9,69	18,96	19,45	17,37	19,93	2,87
84,22	11,04	24,25	23,10	9,70	19,07	19,55	17,31	20,07	2,91
86,69	11,62	25,46	24,38	10,21	20,05	20,59	18,31	21,05	3,03
86,83	11,67	25,60	24,39	10,25	20,11	20,58	18,34	20,95	3,08
86,83	11,67	25,60	24,39	10,25	20,11	20,58	18,34	20,95	3,08
86,80	11,60	25,51	24,36	10,21	20,09	20,58	18,33	21,07	3,03
89,07	12,16	26,81	25,70	10,75	21,17	21,69	19,15	22,19	3,18
89,16	12,22	26,92	25,61	10,74	21,17	21,65	19,27	22,34	3,23
89,16	12,22	26,92	25,61	10,74	21,17	21,65	19,27	22,34	3,23
89,13	12,23	26,87	25,70	10,75	21,23	21,71	19,28	22,19	3,22
89,13	12,23	26,87	25,70	10,75	21,23	21,71	19,28	22,19	3,22
90,44	12,49	27,66	26,46	11,05	21,91	22,34	19,96	22,93	3,30
90,44	12,49	27,66	26,46	11,05	21,91	22,34	19,96	22,93	3,30
90,57	12,48	27,64	26,43	11,03	21,92	22,23	19,88	22,86	3,31
90,39	12,48	27,70	26,49	11,08	21,89	22,35	19,76	22,75	3,32



2.3.7.2. Comportamiento del hidrante a la apertura de las tomas instaladas en derivación a la de riego.**Apertura salida en derivación de las tomas A, B y C.**

T(s)	Q (m ³ /h)	Pab (TomaA)	Pab (Toma B)	Pab (Toma C)	Pab (Toma D)	Pab (Toma E)	Pab (Toma F)	Pab (Toma G)	Pab (Toma H)	Paa (Hidrante)
0,000	50,429	17,966	11,023	11,819	18,675	13,824	13,486	14,626	13,392	24,407
0,578	50,490	18,013	11,067	11,827	18,701	13,880	13,581	14,685	13,380	24,428
1,156	50,486	18,013	11,067	11,827	18,701	13,880	13,581	14,685	13,380	24,428
1,734	50,605	17,961	11,064	11,807	18,713	13,849	13,540	14,719	13,364	24,415
2,312	50,508	17,914	11,020	11,773	18,639	13,818	13,461	14,624	13,246	24,415
2,922	50,224	17,914	11,020	11,773	18,639	13,818	13,461	14,624	13,246	24,415
3,516	49,612	17,982	11,056	11,819	18,701	13,875	13,502	14,670	13,434	24,428
4,109	48,841	17,982	11,056	11,819	18,701	13,875	13,502	14,670	13,434	24,428
4,687	48,251	17,940	11,046	11,811	18,706	13,824	13,523	14,634	13,387	24,382
5,266	47,650	17,969	11,033	11,798	18,698	13,893	13,531	14,624	13,338	24,440
5,844	47,113	17,969	11,033	11,798	18,698	13,893	13,531	14,624	13,338	24,440
6,453	46,742	17,927	11,010	11,769	18,639	13,857	13,473	14,629	13,269	24,332
7,016	46,156	17,927	11,010	11,769	18,639	13,857	13,473	14,629	13,269	24,332
7,594	46,069	14,580	10,674	11,367	17,953	13,487	13,043	14,137	12,850	23,591
8,172	45,756	6,319	10,074	10,720	16,851	12,609	12,281	13,307	12,139	22,310
8,750	45,281	6,319	10,074	10,720	16,851	12,609	12,281	13,307	12,139	22,310
9,328	44,536	3,779	9,907	10,645	16,716	12,471	12,144	13,195	12,065	22,236
9,922	44,546	3,779	9,907	10,645	16,716	12,471	12,144	13,195	12,065	22,236
10,500	44,006	3,702	9,902	10,616	16,673	12,476	12,119	13,123	11,980	22,095
11,078	44,161	3,683	9,920	10,654	16,711	12,458	12,161	13,154	11,995	22,132
11,656	43,747	3,683	9,920	10,654	16,711	12,458	12,161	13,154	11,995	22,132
12,234	43,139	3,746	9,905	10,596	16,726	12,442	12,152	13,115	11,972	22,170
12,812	43,326	3,746	9,905	10,596	16,726	12,442	12,152	13,115	11,972	22,170
13,422	42,941	3,681	9,895	10,608	16,693	12,432	12,103	13,146	11,975	22,087
14,000	43,272	3,759	9,900	10,612	16,719	12,455	12,132	13,161	12,021	22,141
14,578	42,653	3,759	9,900	10,612	16,719	12,455	12,132	13,161	12,021	22,141
15,156	42,635	3,644	9,900	10,591	16,711	12,468	12,123	13,146	11,913	22,136
15,734	42,286	3,644	9,900	10,591	16,711	12,468	12,123	13,146	11,913	22,136
16,297	42,016	3,717	9,946	10,674	16,729	12,463	12,173	13,146	12,070	22,107
16,875	42,052	3,621	9,223	10,090	15,844	12,092	11,622	12,657	11,643	21,134
17,453	41,594	3,621	9,223	10,090	15,844	12,092	11,622	12,657	11,643	21,134
18,031	41,731	3,237	6,209	8,700	13,551	10,359	9,937	10,751	9,867	18,495
18,609	41,699	3,237	6,209	8,700	13,551	10,359	9,937	10,751	9,867	18,495
19,187	41,360	3,081	5,063	8,406	12,977	9,826	9,514	10,223	9,445	17,799
19,766	41,184	3,043	5,027	8,306	12,952	9,801	9,518	10,252	9,433	17,707
20,391	41,202	3,043	5,027	8,306	12,952	9,801	9,518	10,252	9,433	17,707
20,984	41,195	3,050	5,024	8,310	12,913	9,777	9,502	10,218	9,345	17,724
21,578	41,029	3,050	5,024	8,310	12,913	9,777	9,502	10,218	9,345	17,724
22,156	40,644	3,045	5,060	8,339	12,918	9,819	9,514	10,280	9,391	17,749
22,734	40,806	3,004	5,042	8,298	12,931	9,844	9,539	10,221	9,409	17,724
23,312	40,946	3,004	5,042	8,298	12,931	9,844	9,539	10,221	9,409	17,724
23,906	40,727	3,048	5,070	8,298	12,939	9,834	9,510	10,264	9,415	17,707
24,484	40,720	3,048	5,070	8,298	12,939	9,834	9,510	10,264	9,415	17,707
25,062	40,673	2,972	5,070	8,327	12,949	9,819	9,539	10,285	9,402	17,712
25,641	40,691	3,032	4,968	7,763	12,452	9,672	9,287	10,054	9,186	17,227
26,219	40,367	3,032	4,968	7,763	12,452	9,672	9,287	10,054	9,186	17,227
26,797	40,475	2,096	4,281	4,834	10,511	8,285	7,825	8,487	7,739	14,915
27,375	40,338	2,096	4,281	4,834	10,511	8,285	7,825	8,487	7,739	14,915

T(s)	Q (m³/h)	Pab (Toma A)	Pab (Toma B)	Pab (Toma C)	Pab (Toma D)	Pab (Toma E)	Pab (Toma F)	Pab (Toma G)	Pab (Toma H)	Paa (Hidrante)
27,969	40,259	1,699	4,186	4,445	10,263	7,925	7,676	8,290	7,500	14,612
28,547	40,259	1,704	4,204	4,482	10,286	7,912	7,692	8,320	7,480	14,637
29,125	40,270	1,704	4,204	4,482	10,286	7,912	7,692	8,320	7,480	14,637
29,703	40,518	1,691	4,188	4,494	10,279	7,946	7,754	8,279	7,585	14,658
30,297	40,334	1,691	4,188	4,494	10,279	7,946	7,754	8,279	7,585	14,658
30,875	40,151	1,688	4,181	4,490	10,291	7,949	7,692	8,292	7,562	14,699
31,453	40,018	1,706	4,198	4,474	10,263	7,930	7,659	8,226	7,580	14,666
32,016	39,791	1,706	4,198	4,474	10,263	7,930	7,659	8,226	7,580	14,666
32,594	39,917	1,704	4,181	4,461	10,263	7,928	7,700	8,287	7,523	14,646
33,172	39,982	1,704	4,181	4,461	10,263	7,928	7,700	8,287	7,523	14,646
33,766	40,068	1,714	4,193	4,461	10,258	7,918	7,638	8,290	7,534	14,579
34,328	40,061	1,704	4,186	4,469	10,273	7,910	7,667	8,261	7,521	14,608
34,906	40,651	1,704	4,186	4,469	10,273	7,910	7,667	8,261	7,521	14,608
35,484	39,964	1,706	4,186	4,440	10,248	7,938	7,663	8,264	7,503	14,662
36,062	39,809	1,706	4,186	4,440	10,248	7,938	7,663	8,264	7,503	14,662
36,641	39,704	1,691	4,173	4,453	10,253	7,920	7,700	8,287	7,536	14,629
37,219	39,964	1,704	4,214	4,457	10,276	7,956	7,696	8,295	7,583	14,733
37,797	39,881	1,704	4,214	4,457	10,276	7,956	7,696	8,295	7,583	14,733
38,375	40,169	1,699	4,181	4,432	10,210	7,938	7,700	8,244	7,531	14,629

2.3.7.3. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas de riego.

T(s)	Q (m³/h)	Pab (Toma A)	Pab (Toma B)	Pab (Toma C)	Pab (Toma D)	Pab (Toma E)	Pab (Toma F)	Pab (Toma G)	Pab (Toma H)	Paa (Hidrante)
0,031	60,361	17,961	11,013	11,852	18,657	13,821	13,448	14,644	13,254	24,390
0,625	60,361	17,961	11,013	11,852	18,657	13,821	13,448	14,644	13,254	24,390
1,203	60,301	17,995	11,061	11,769	18,647	13,870	13,494	14,637	13,441	24,419
1,781	60,282	17,992	11,015	11,856	18,675	13,870	13,560	14,678	13,447	24,411
2,344	60,282	17,992	11,015	11,856	18,675	13,870	13,560	14,678	13,447	24,411
2,922	60,388	17,956	11,015	11,736	18,632	13,831	13,494	14,662	13,333	24,357
3,500	60,388	17,956	11,015	11,736	18,632	13,831	13,494	14,662	13,333	24,357
4,078	60,530	17,951	10,985	11,794	18,685	13,821	13,486	14,626	13,351	24,403
4,656	60,392	17,424	10,992	11,761	18,629	13,849	13,519	14,596	13,302	24,444
5,250	60,392	17,424	10,992	11,761	18,629	13,849	13,519	14,596	13,302	24,444
5,844	60,365	8,081	11,556	12,400	19,716	14,467	14,219	15,372	13,961	25,621
6,422	60,365	8,081	11,556	12,400	19,716	14,467	14,219	15,372	13,961	25,621
7,000	59,978	2,163	11,977	12,839	20,330	15,025	14,678	15,930	14,550	26,329
7,563	59,777	1,701	11,910	12,744	20,325	15,040	14,645	15,899	14,447	26,255
8,141	59,777	1,701	11,910	12,744	20,325	15,040	14,645	15,899	14,447	26,255
8,719	59,587	1,704	11,946	12,794	20,330	15,051	14,633	15,922	14,399	26,325
9,297	59,587	1,704	11,946	12,794	20,330	15,051	14,633	15,922	14,399	26,325
9,875	59,477	1,686	11,982	12,769	20,397	15,063	14,761	15,951	14,584	26,383
10,469	59,437	1,673	11,967	12,856	20,379	15,061	14,703	15,933	14,597	26,350
11,063	59,437	1,673	11,967	12,856	20,379	15,061	14,703	15,933	14,597	26,350
11,641	59,402	1,680	11,964	12,860	20,364	15,089	14,707	15,925	14,628	26,362
12,266	59,402	1,680	11,964	12,860	20,364	15,089	14,707	15,925	14,628	26,362
12,844	59,414	1,665	11,982	12,794	20,338	15,069	14,678	15,912	14,525	26,304
13,422	59,564	1,673	11,985	12,815	20,320	15,069	14,716	15,876	14,468	26,321
14,000	59,564	1,673	11,985	12,815	20,320	15,069	14,716	15,876	14,468	26,321
14,578	59,579	1,673	12,033	12,578	20,394	15,084	14,703	15,930	14,566	26,437

T(s)	Q (m ³ /h)	Pab (Toma A)	Pab (Toma B)	Pab (Toma C)	Pab (Toma D)	Pab (Toma E)	Pab (Toma F)	Pab (Toma G)	Pab (Toma H)	Paa (Hidrante)
15,156	59,579	1,673	12,033	12,578	20,394	15,084	14,703	15,930	14,566	26,437
15,750	59,481	1,678	13,252	5,469	22,935	16,530	16,368	17,720	16,099	29,329
16,344	58,159	1,667	15,214	1,209	26,085	19,143	18,695	20,241	18,297	32,921
16,922	58,159	1,667	15,214	1,209	26,085	19,143	18,695	20,241	18,297	32,921
17,516	57,216	1,691	15,244	1,744	26,164	19,197	18,766	20,300	18,428	33,087
18,141	57,216	1,691	15,244	1,744	26,164	19,197	18,766	20,300	18,428	33,087
18,719	56,632	1,673	15,329	1,749	26,151	19,189	18,795	20,333	18,505	33,099
19,297	56,186	1,665	15,291	1,753	26,238	19,274	18,828	20,471	18,569	33,182
19,875	56,186	1,665	15,291	1,753	26,238	19,274	18,828	20,471	18,569	33,182
20,453	56,083	1,657	15,319	1,707	26,204	19,215	18,757	20,341	18,402	33,095
21,031	56,083	1,657	15,319	1,707	26,204	19,215	18,757	20,341	18,402	33,095
21,610	55,772	1,657	15,373	1,736	26,286	19,248	18,873	20,492	18,698	33,137
22,203	55,701	1,678	15,350	1,720	26,243	19,223	18,828	20,387	18,451	33,141
22,781	55,701	1,678	15,350	1,720	26,243	19,223	18,828	20,387	18,451	33,141
23,360	55,689	1,667	15,375	1,707	26,317	19,269	18,840	20,482	18,683	33,211
23,922	55,689	1,667	15,375	1,707	26,317	19,269	18,840	20,482	18,683	33,211
24,500	55,665	1,660	15,342	1,720	26,258	19,233	18,828	20,392	18,659	33,132
25,078	55,661	1,652	15,339	1,740	26,294	18,448	18,894	20,428	18,441	33,120
25,672	55,661	1,652	15,339	1,740	26,294	18,448	18,894	20,428	18,441	33,120
26,281	55,578	1,680	16,237	1,724	28,003	13,165	20,037	21,665	19,686	35,175
26,844	55,578	1,680	16,237	1,724	28,003	13,165	20,037	21,665	19,686	35,175
27,422	54,627	1,673	17,401	1,736	29,844	4,088	21,288	23,125	21,001	37,338
27,985	54,095	1,683	17,388	1,728	29,900	1,929	21,437	23,253	21,063	37,466
28,563	54,095	1,683	17,388	1,728	29,900	1,929	21,437	23,253	21,063	37,466
29,141	53,819	1,662	17,396	1,740	29,885	1,562	21,375	23,202	21,088	37,400
29,703	53,819	1,662	17,396	1,740	29,885	1,562	21,375	23,202	21,088	37,400
30,297	53,653	1,670	17,394	1,703	29,918	1,513	21,383	23,086	21,050	37,379
30,875	53,373	1,654	17,468	1,720	29,887	1,490	21,387	23,227	20,975	37,367
31,453	53,373	1,654	17,468	1,720	29,887	1,490	21,387	23,227	20,975	37,367
32,078	53,262	1,673	17,478	1,707	29,936	1,492	21,449	23,250	21,096	37,483
32,656	53,262	1,673	17,478	1,707	29,936	1,492	21,449	23,250	21,096	37,483
33,235	53,164	1,654	17,386	1,707	29,849	1,492	21,433	23,232	21,006	37,379
33,813	53,278	1,680	17,419	1,695	29,859	1,497	21,362	23,099	20,934	37,404
34,391	53,278	1,680	17,419	1,695	29,859	1,497	21,362	23,099	20,934	37,404
34,985	53,246	1,675	17,532	1,720	29,913	1,490	21,449	23,258	21,060	37,441
35,563	53,246	1,675	17,532	1,720	29,913	1,490	21,449	23,258	21,060	37,441
36,125	53,381	1,670	17,440	1,724	29,951	1,492	21,400	23,271	21,096	37,454
36,703	53,120	1,680	17,417	1,728	29,903	1,495	21,429	23,189	21,091	37,416
37,281	53,120	1,680	17,417	1,728	29,903	1,495	21,429	23,189	21,091	37,416
37,860	53,203	1,649	17,458	1,720	29,946	1,495	21,420	23,214	21,127	37,421
38,438	53,203	1,649	17,458	1,720	29,946	1,495	21,420	23,214	21,127	37,421
39,016	53,152	1,667	17,445	1,749	29,882	1,497	21,383	23,253	20,939	37,400
39,641	53,124	1,670	17,401	1,728	29,852	1,490	21,420	23,125	21,014	37,363
40,250	53,124	1,670	17,401	1,728	29,852	1,490	21,420	23,125	21,014	37,363
40,828	53,045	1,654	17,394	1,749	29,885	1,495	21,408	23,235	21,011	37,433
41,406	53,045	1,654	17,394	1,749	29,885	1,495	21,408	23,235	21,011	37,433
41,969	53,223	1,665	17,478	1,724	29,946	1,492	21,400	23,232	21,070	37,462
42,547	53,191	1,678	17,506	1,728	30,023	1,497	21,507	22,464	21,091	37,570
43,110	53,191	1,678	17,506	1,728	30,023	1,497	21,507	22,464	21,091	37,570
43,688	52,978	1,662	18,417	1,728	31,997	1,487	22,758	17,605	22,347	39,919
44,266	52,978	1,662	18,417	1,728	31,997	1,487	22,758	17,605	22,347	39,919
44,860	51,585	1,673	21,841	1,715	37,549	1,505	26,833	2,854	26,368	46,279

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

T(s)	Q (m ³ /h)	Pab (Toma A)	Pab (Toma B)	Pab (Toma C)	Pab (Toma D)	Pab (Toma E)	Pab (Toma F)	Pab (Toma G)	Pab (Toma H)	Paa (Hidrante)
45,469	51,585	1,673	21,841	1,715	37,549	1,505	26,833	2,854	26,368	46,279
46,031	49,786	1,675	21,902	1,720	37,810	1,505	27,007	1,541	26,602	46,652
46,610	48,926	1,675	21,841	1,728	37,868	1,497	27,085	1,582	26,579	46,718
47,188	48,926	1,675	21,841	1,728	37,868	1,497	27,085	1,582	26,579	46,718
47,750	48,255	1,662	21,964	1,711	37,792	1,497	27,044	1,574	26,561	46,652
48,328	48,255	1,662	21,964	1,711	37,792	1,497	27,044	1,574	26,561	46,652
48,906	47,821	1,662	21,854	1,732	37,810	1,495	27,027	1,569	26,448	46,697
49,485	47,730	1,667	21,951	1,749	37,866	1,505	27,019	1,561	26,626	46,652
50,078	47,730	1,667	21,951	1,749	37,866	1,505	27,019	1,561	26,626	46,652
50,656	47,517	1,670	21,941	1,715	37,858	1,520	27,069	1,582	26,422	46,647
51,235	47,517	1,670	21,941	1,715	37,858	1,520	27,069	1,582	26,422	46,647
51,828	47,288	1,670	21,851	1,728	37,822	1,513	27,061	1,584	26,484	46,710
52,406	47,391	1,680	21,902	1,724	37,766	1,505	26,970	1,587	26,507	46,693
53,000	47,391	1,680	21,902	1,724	37,766	1,505	26,970	1,587	26,507	46,693
53,578	47,454	1,673	21,959	1,736	37,878	1,500	27,081	1,579	26,525	46,730
54,156	47,454	1,673	21,959	1,736	37,878	1,500	27,081	1,579	26,525	46,730
54,735	47,395	1,670	21,889	1,740	37,833	1,497	27,061	1,594	26,569	46,631
55,328	47,478	1,675	21,964	1,740	37,833	1,505	27,015	1,571	26,556	46,726
55,906	47,478	1,675	21,964	1,740	37,833	1,505	27,015	1,571	26,556	46,726
56,485	47,466	1,667	22,002	1,724	38,003	1,518	27,148	1,592	25,468	46,817
57,110	47,466	1,667	22,002	1,724	38,003	1,518	27,148	1,592	25,468	46,817
57,703	47,241	1,688	24,180	1,732	42,021	1,515	29,955	1,571	16,918	51,532
58,297	44,613	1,680	27,291	1,753	47,640	1,518	33,906	1,569	2,792	57,917
58,875	44,613	1,680	27,291	1,753	47,640	1,518	33,906	1,569	2,792	57,917
59,485	42,052	1,673	27,703	1,757	48,101	1,515	34,357	1,556	1,510	58,439
60,094	42,052	1,673	27,703	1,757	48,101	1,515	34,357	1,556	1,510	58,439
60,672	40,423	1,688	27,657	1,728	48,145	1,513	34,241	1,541	1,618	58,468
61,281	39,464	1,678	27,691	1,757	48,132	1,520	34,337	1,553	1,600	58,522
61,891	39,464	1,678	27,691	1,757	48,132	1,520	34,337	1,553	1,600	58,522
62,453	38,856	1,683	27,752	1,761	48,190	1,518	34,308	1,553	1,605	58,489
63,031	38,612	1,673	27,747	1,765	48,185	1,520	34,320	1,558	1,595	58,509
63,610	38,612	1,673	27,747	1,765	48,185	1,520	34,320	1,558	1,595	58,509
64,188	38,450	1,673	27,793	1,740	48,190	1,510	34,374	1,564	1,603	58,551
64,766	38,450	1,673	27,793	1,740	48,190	1,510	34,374	1,564	1,603	58,551
65,360	38,209	1,667	27,691	1,736	48,183	1,523	34,275	1,564	1,587	58,518
65,922	38,209	1,667	27,691	1,736	48,183	1,523	34,275	1,564	1,587	58,518
66,500	38,194	1,675	27,755	1,720	48,132	1,523	34,291	1,561	1,605	58,484
67,110	38,296	1,667	27,750	1,732	48,219	1,520	34,295	1,556	1,580	58,559
67,672	38,296	1,667	27,750	1,732	48,219	1,520	34,295	1,556	1,580	58,559
68,250	37,969	1,678	28,052	1,753	48,894	1,523	30,353	1,558	1,587	59,417
68,828	37,179	1,680	31,463	1,715	54,972	1,518	14,086	1,569	1,605	66,323
69,438	37,179	1,680	31,463	1,715	54,972	1,518	14,086	1,569	1,605	66,323
70,031	33,056	1,657	33,705	1,724	58,821	1,513	1,886	1,548	1,585	70,669
70,610	33,056	1,657	33,705	1,724	58,821	1,513	1,886	1,548	1,585	70,669
71,188	29,481	1,665	33,812	1,736	58,865	1,500	1,770	1,569	1,595	70,682
71,797	27,682	1,699	33,743	1,728	58,877	1,536	1,762	1,564	1,598	70,645
72,406	27,682	1,699	33,743	1,728	58,877	1,536	1,762	1,564	1,598	70,645
72,969	26,589	1,665	33,730	1,757	58,895	1,510	1,754	1,576	1,595	70,682
73,547	26,589	1,665	33,730	1,757	58,895	1,510	1,754	1,576	1,595	70,682
74,125	25,863	1,696	33,705	1,703	58,870	1,544	1,762	1,558	1,603	70,723
74,703	25,484	1,675	33,756	1,744	58,796	1,515	1,774	1,564	1,590	70,682

T(s)	Q (m ³ /h)	Pab (Toma A)	Pab (Toma B)	Pab (Toma C)	Pab (Toma D)	Pab (Toma E)	Pab (Toma F)	Pab (Toma G)	Pab (Toma H)	Paa (Hidrante)
75,297	25,484	1,675	33,756	1,744	58,796	1,515	1,774	1,564	1,590	70,682
75,875	25,165	1,678	33,736	1,728	58,862	1,520	1,803	1,576	1,608	70,719
76,453	25,165	1,678	33,736	1,728	58,862	1,520	1,803	1,576	1,608	70,719
77,063	25,015	1,688	33,766	1,724	58,911	1,523	1,770	1,566	1,610	70,769
77,641	24,983	1,667	33,815	1,732	58,829	1,531	1,774	1,556	1,603	70,686
78,219	24,983	1,667	33,815	1,732	58,829	1,531	1,774	1,556	1,603	70,686
78,797	24,928	1,673	33,820	1,724	58,862	1,526	1,783	1,551	1,598	70,744
79,375	24,928	1,673	33,820	1,724	58,862	1,526	1,783	1,551	1,598	70,744
79,953	24,743	1,686	33,795	1,732	58,495	1,536	1,787	1,574	1,605	70,740
80,531	24,727	1,678	33,887	1,732	53,766	1,518	1,779	1,582	1,595	70,823
81,110	24,727	1,678	33,887	1,732	53,766	1,518	1,779	1,582	1,595	70,823
81,719	24,415	1,678	34,797	1,724	23,396	1,523	1,766	1,579	1,600	72,944
82,328	24,415	1,678	34,797	1,724	23,396	1,523	1,766	1,579	1,600	72,944
82,891	22,876	1,686	35,621	1,720	1,382	1,502	1,783	1,564	1,603	74,506
83,500	21,507	1,686	35,518	1,753	1,433	1,510	1,787	1,566	1,598	74,340
84,078	21,507	1,686	35,518	1,753	1,433	1,510	1,787	1,566	1,598	74,340
84,656	20,560	1,683	35,587	1,732	1,461	1,497	1,774	1,571	1,587	74,373
85,235	20,560	1,683	35,587	1,732	1,461	1,497	1,774	1,571	1,587	74,373
85,828	20,189	1,693	35,610	1,736	1,461	1,510	1,741	1,553	1,603	74,291
86,406	19,767	1,678	35,636	1,711	1,466	1,513	1,774	1,566	1,605	74,460
86,985	19,767	1,678	35,636	1,711	1,466	1,513	1,774	1,566	1,605	74,460
87,563	19,775	1,686	35,587	1,732	1,456	1,515	1,762	1,556	1,592	74,390
88,141	19,775	1,686	35,587	1,732	1,456	1,515	1,762	1,556	1,592	74,390
88,719	19,585	1,675	35,646	1,711	1,474	1,510	1,745	1,566	1,603	74,431
89,297	19,471	1,657	35,600	1,761	1,461	1,497	1,750	1,582	1,590	74,274
89,860	19,471	1,657	35,600	1,761	1,461	1,497	1,750	1,582	1,590	74,274
90,453	19,321	1,675	35,518	1,728	1,461	1,497	1,729	1,579	1,598	74,332
91,063	19,321	1,675	35,518	1,728	1,461	1,497	1,729	1,579	1,598	74,332
91,625	19,846	12,422	34,084	1,761	1,474	1,495	1,750	1,582	1,603	71,303
92,203	21,835	55,177	33,556	1,728	1,479	1,518	1,733	1,571	1,644	70,317
92,781	21,835	55,177	33,556	1,728	1,479	1,518	1,733	1,571	1,644	70,317
93,360	23,081	56,345	33,556	1,728	1,471	1,515	1,762	1,574	1,598	70,176
93,938	23,081	56,345	33,556	1,728	1,471	1,515	1,762	1,574	1,598	70,176
94,516	23,886	56,337	33,510	1,728	1,456	1,508	1,750	1,553	1,613	70,297
95,094	24,553	56,277	33,571	1,732	1,469	1,500	1,754	1,582	1,613	70,218
95,672	24,553	56,277	33,571	1,732	1,469	1,500	1,754	1,582	1,613	70,218
96,250	24,794	56,267	33,584	1,732	1,464	1,508	1,750	1,582	1,608	70,168
96,828	24,794	56,267	33,584	1,732	1,464	1,508	1,750	1,582	1,608	70,168
97,406	25,121	56,290	33,605	1,728	1,464	1,502	1,762	1,582	1,598	70,321
98,016	25,330	56,287	33,556	1,749	1,454	1,495	1,766	1,574	1,592	70,346
98,625	25,330	56,287	33,556	1,749	1,454	1,495	1,766	1,574	1,592	70,346
99,235	25,244	56,272	33,520	1,740	1,466	1,500	1,779	1,571	1,608	70,239
99,844	25,295	56,262	33,538	1,732	1,461	1,508	1,750	1,571	1,605	70,276
100,422	25,295	56,262	33,538	1,732	1,461	1,508	1,750	1,571	1,605	70,276
101,016	25,358	56,254	33,543	1,720	1,466	1,497	1,762	1,584	1,613	70,230
101,594	25,358	56,254	33,543	1,720	1,466	1,497	1,762	1,584	1,613	70,230
102,219	26,127	50,712	30,386	11,566	1,466	1,502	1,766	1,579	1,605	63,672
102,781	30,101	45,339	27,165	27,688	1,487	1,502	1,754	1,561	1,605	57,366
103,360	30,101	45,339	27,165	27,688	1,487	1,502	1,754	1,561	1,605	57,366
103,938	33,664	45,032	27,055	28,352	1,494	1,508	1,737	1,584	1,621	57,009
104,516	33,664	45,032	27,055	28,352	1,494	1,508	1,737	1,584	1,621	57,009
105,094	36,000	45,053	26,993	28,418	1,482	1,495	1,762	1,571	1,603	57,005

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

T(s)	Q (m ³ /h)	Pab (Toma A)	Pab (Toma B)	Pab (Toma C)	Pab (Toma D)	Pab (Toma E)	Pab (Toma F)	Pab (Toma G)	Pab (Toma H)	Paa (Hidrante)
105,688	37,306	44,944	26,991	28,372	1,479	1,505	1,741	1,561	1,613	56,885
106,266	37,306	44,944	26,991	28,372	1,479	1,505	1,741	1,561	1,613	56,885
106,844	38,253	45,009	27,085	28,364	1,487	1,505	1,754	1,566	1,616	56,993
107,422	38,253	45,009	27,085	28,364	1,487	1,505	1,754	1,566	1,616	56,993
107,985	38,679	45,045	26,991	28,472	1,471	1,492	1,774	1,574	1,603	56,997
108,563	38,939	45,025	27,016	28,451	1,474	1,508	1,745	1,576	1,608	56,976
109,141	38,939	45,025	27,016	28,451	1,474	1,508	1,745	1,576	1,608	56,976
109,719	39,180	45,079	27,062	28,551	1,487	1,510	1,741	1,582	1,613	57,047
110,313	39,180	45,079	27,062	28,551	1,487	1,510	1,741	1,582	1,613	57,047
110,891	39,263	44,999	26,993	28,360	1,484	1,500	1,783	1,569	1,618	56,935
111,469	39,784	42,259	25,452	26,713	26,758	1,515	1,754	1,587	1,613	53,774
112,047	39,784	42,259	25,452	26,713	26,758	1,515	1,754	1,587	1,613	53,774
112,625	40,956	41,561	24,975	26,270	43,074	1,523	1,750	1,569	1,605	52,862
113,219	40,956	41,561	24,975	26,270	43,074	1,523	1,750	1,569	1,605	52,862
113,797	41,753	41,545	25,049	26,369	43,194	1,526	1,758	1,582	1,608	52,841
114,422	42,218	41,564	25,113	26,369	43,140	1,531	1,754	1,566	1,621	52,895
115,031	42,218	41,564	25,113	26,369	43,140	1,531	1,754	1,566	1,621	52,895
115,641	42,577	41,400	24,939	26,294	43,117	1,533	1,750	1,574	1,618	52,754
116,235	42,577	41,400	24,939	26,294	43,117	1,533	1,750	1,574	1,618	52,754
116,860	42,755	41,455	24,988	26,336	43,150	1,518	1,766	1,576	1,636	52,829
117,422	42,853	41,405	24,964	26,282	43,140	1,526	1,737	1,584	1,626	52,829
118,047	42,853	41,405	24,964	26,282	43,140	1,526	1,737	1,584	1,626	52,829
118,610	43,086	41,400	25,018	26,286	43,130	1,523	1,745	1,566	1,608	52,759
119,188	43,086	41,400	25,018	26,286	43,130	1,523	1,745	1,566	1,608	52,759
119,750	42,928	41,374	25,049	26,328	43,094	1,513	1,733	1,576	1,600	52,846
120,344	43,043	41,429	25,072	26,340	43,130	1,526	1,750	1,582	1,613	52,858
120,953	43,043	41,429	25,072	26,340	43,130	1,526	1,750	1,582	1,613	52,858
121,563	43,059	41,405	24,980	26,278	43,130	1,531	1,733	1,587	1,631	52,788
122,172	43,035	40,004	24,249	25,357	41,523	1,523	1,737	2,253	1,616	50,965
122,735	43,035	40,004	24,249	25,357	41,523	1,523	1,737	2,253	1,616	50,965
123,313	44,558	33,271	20,151	21,234	34,573	1,526	1,741	20,154	1,621	43,072
123,891	44,558	33,271	20,151	21,234	34,573	1,526	1,741	20,154	1,621	43,072
124,469	46,890	32,864	19,958	21,056	34,183	1,518	1,758	26,626	1,600	42,546
125,063	48,314	32,846	19,976	21,019	34,152	1,538	1,745	26,667	1,631	42,488
125,641	48,314	32,846	19,976	21,019	34,152	1,538	1,745	26,667	1,631	42,488
126,219	49,226	32,872	19,986	21,023	34,142	1,520	1,754	26,688	1,618	42,554
126,797	49,226	32,872	19,986	21,023	34,142	1,520	1,754	26,688	1,618	42,554
127,375	49,790	32,815	20,027	20,965	34,144	1,510	1,741	26,611	1,623	42,517
127,953	50,015	32,833	19,981	21,027	34,129	1,523	1,741	26,598	1,621	42,512
128,531	50,015	32,833	19,981	21,027	34,129	1,523	1,741	26,598	1,621	42,512
129,110	50,177	32,846	19,958	21,006	34,144	1,523	1,762	26,626	1,626	42,521
129,688	50,177	32,846	19,958	21,006	34,144	1,523	1,762	26,626	1,626	42,521
130,266	50,216	32,854	19,958	20,985	34,160	1,528	1,745	26,649	1,623	42,500
130,844	50,315	32,890	20,012	21,023	34,218	1,523	1,733	26,634	1,631	42,550
131,422	50,315	32,890	20,012	21,023	34,218	1,523	1,733	26,634	1,631	42,550
131,985	50,603	32,867	19,986	21,031	34,157	1,528	1,745	26,598	1,629	42,517
132,563	50,603	32,867	19,986	21,031	34,157	1,528	1,745	26,598	1,629	42,517
133,141	50,899	28,033	17,194	17,833	29,036	1,533	1,741	22,797	6,818	36,546
133,719	52,615	25,776	15,760	16,622	26,806	1,510	1,758	20,927	18,533	33,924
134,297	52,615	25,776	15,760	16,622	26,806	1,510	1,758	20,927	18,533	33,924
134,906	53,937	25,771	15,770	16,672	26,824	1,502	1,733	20,963	19,069	34,019
135,485	53,937	25,771	15,770	16,672	26,824	1,502	1,733	20,963	19,069	34,019

T(s)	Q (m³/h)	Pab (Toma A)	Pab (Toma B)	Pab (Toma C)	Pab (Toma D)	Pab (Toma E)	Pab (Toma F)	Pab (Toma G)	Pab (Toma H)	Paa (Hidrante)
136,063	54,576	25,750	15,737	16,560	26,743	1,523	1,754	20,922	18,961	33,895
136,672	55,085	25,672	15,668	16,498	26,707	1,515	1,708	20,858	18,907	33,874
137,266	55,085	25,672	15,668	16,498	26,707	1,515	1,708	20,858	18,907	33,874
137,875	55,424	25,682	15,775	16,556	26,732	1,510	1,721	20,879	18,999	33,845
138,438	55,424	25,682	15,775	16,556	26,732	1,510	1,721	20,879	18,999	33,845
139,016	55,499	25,667	15,737	16,581	26,697	1,513	1,729	20,889	18,930	33,874
139,594	55,602	25,698	15,734	16,597	26,730	1,541	1,741	20,840	18,834	33,779
140,172	55,602	25,698	15,734	16,597	26,730	1,541	1,741	20,840	18,834	33,779
140,750	55,665	25,680	15,688	16,518	26,725	1,510	1,725	20,899	18,894	33,882
141,328	55,665	25,680	15,688	16,518	26,725	1,510	1,725	20,899	18,894	33,882
141,906	55,638	25,664	15,698	16,502	26,666	1,523	1,754	20,889	18,855	33,812
142,485	55,811	22,330	13,734	14,279	23,019	1,531	7,063	18,128	16,544	29,486
143,094	55,811	22,330	13,734	14,279	23,019	1,531	7,063	18,128	16,544	29,486
143,672	56,904	20,358	12,536	13,200	21,129	1,505	15,399	16,640	15,073	27,357
144,250	56,904	20,358	12,536	13,200	21,129	1,505	15,399	16,640	15,073	27,357
144,828	57,843	20,345	12,485	13,150	21,177	1,505	15,217	16,573	15,021	27,336
145,422	58,301	20,340	12,477	13,184	21,129	1,513	15,229	16,576	15,065	27,361
146,000	58,301	20,340	12,477	13,184	21,129	1,513	15,229	16,576	15,065	27,361
146,610	58,688	20,382	12,508	13,254	21,139	1,508	15,300	16,681	15,129	27,415
147,203	58,688	20,382	12,508	13,254	21,139	1,508	15,300	16,681	15,129	27,415
147,781	58,881	20,317	12,482	13,150	21,134	1,526	15,221	16,596	15,006	27,328
148,360	59,039	20,358	12,495	13,250	21,113	1,515	15,225	16,514	15,060	27,344
148,938	59,039	20,358	12,495	13,250	21,113	1,515	15,225	16,514	15,060	27,344
149,531	59,161	20,366	12,516	13,196	21,152	1,510	15,271	16,560	15,101	27,394
150,110	59,161	20,366	12,516	13,196	21,152	1,510	15,271	16,560	15,101	27,394
150,688	59,153	20,351	12,526	13,196	21,157	1,515	15,304	16,591	15,078	27,353
151,266	59,106	20,366	12,503	13,258	21,149	1,510	15,242	16,573	15,075	27,373
151,828	59,106	20,366	12,503	13,258	21,149	1,510	15,242	16,573	15,075	27,373
152,406	59,291	19,487	12,062	12,611	20,157	2,212	14,654	15,956	14,463	26,217
152,985	59,291	19,487	12,062	12,611	20,157	2,212	14,654	15,956	14,463	26,217
153,563	59,710	18,080	11,103	11,773	18,787	9,636	13,573	14,739	13,444	24,602
154,188	59,867	18,083	11,144	11,790	18,754	14,045	13,606	14,772	13,441	24,577
154,797	59,867	18,083	11,144	11,790	18,754	14,045	13,606	14,772	13,441	24,577
155,375	60,258	18,091	11,146	11,807	18,820	13,983	13,610	14,834	13,426	24,602
155,969	60,258	18,091	11,146	11,807	18,820	13,983	13,610	14,834	13,426	24,602
156,547	60,436	18,093	11,167	11,773	18,805	13,993	13,618	14,821	13,418	24,614
157,141	60,582	18,075	11,185	11,773	18,736	14,006	13,593	14,765	13,392	24,597
157,766	60,582	18,075	11,185	11,773	18,736	14,006	13,593	14,765	13,392	24,597
158,328	60,712	18,070	11,115	11,749	18,772	13,973	13,573	14,736	13,400	24,610
158,953	60,712	18,070	11,115	11,749	18,772	13,973	13,573	14,736	13,400	24,610
159,516	60,696	18,034	11,164	11,707	18,736	13,998	13,560	14,775	13,341	24,560
160,094	60,676	18,093	11,149	11,786	18,764	13,998	13,593	14,736	13,423	24,577
160,688	60,676	18,093	11,149	11,786	18,764	13,998	13,593	14,736	13,423	24,577
161,281	60,795	18,114	11,169	11,786	18,797	14,022	13,651	14,813	13,519	24,651
161,860	60,795	18,114	11,169	11,786	18,797	14,022	13,651	14,813	13,519	24,651
162,453	60,680	18,073	11,138	11,765	18,780	13,978	13,627	14,777	13,467	24,631
163,031	60,716	18,086	11,154	11,720	18,764	14,004	13,606	14,754	13,426	24,618
163,610	60,716	18,086	11,154	11,720	18,764	14,004	13,606	14,754	13,426	24,618
164,188	60,870	18,075	11,133	11,769	18,759	14,022	13,593	14,785	13,390	24,606
164,766	60,870	18,075	11,133	11,769	18,759	14,022	13,593	14,785	13,390	24,606
165,360	60,799	18,062	11,123	11,794	18,744	13,973	13,606	14,757	13,452	24,602
165,938	60,688	18,091	11,141	11,769	18,800	14,001	13,606	14,724	13,444	24,614

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

T(s)	Q (m ³ /h)	Pab (TomaA)	Pab (Toma B)	Pab (Toma C)	Pab (Toma D)	Pab (Toma E)	Pab (Toma F)	Pab (Toma G)	Pab (Toma H)	Paa (Hidrante)
166,516	60,688	18,091	11,141	11,769	18,800	14,001	13,606	14,724	13,444	24,614
167,141	60,751	18,122	11,162	11,753	18,790	14,029	13,656	14,816	13,578	24,635
167,719	60,751	18,122	11,162	11,753	18,790	14,029	13,656	14,816	13,578	24,635
168,297	60,826	18,060	11,108	11,769	18,746	13,980	13,610	14,731	13,372	24,539
168,875	60,909	18,062	11,120	11,732	18,752	13,950	13,552	14,783	13,380	24,556
169,453	60,909	18,062	11,120	11,732	18,752	13,950	13,552	14,783	13,380	24,556
170,031	60,739	18,060	11,162	11,811	18,764	13,980	13,610	14,762	13,472	24,622
170,610	60,739	18,060	11,162	11,811	18,764	13,980	13,610	14,762	13,472	24,622

2.4. Ensayo Hidrante 4 (V1/Tipo4-3/DNB 100-QNB 61-DNP 30x1 50x1 80x1/PN10). LIR Valencia.**Marzo 2008.****2.4.1. Clasificación del hidrante.**

Función		Tipo 4		
NSH		3		
Dimensiones				
DNB		100		
QNB		61		
Salidas	DNP	30	50	80
	NS_{DN}	1	1	1
Presión (bar)		10		Contadores

La denominación del hidrante según su clasificación será:

V1/Tipo4-3/DNB 100-QNB 61-DNP 30x1 50x1 80x1/PN10

2.4.2. Descripción del hidrante.**Hidrante Completo.**

- ✓ Válvula de compuerta DN 100 PN 16
- ✓ Filtro cazapiedras DN 100 PN16.
- ✓ Colector de polipropileno con soldadura a tope, con entrada de 110 mm, y 5 salidas de DN 90 mm.
- ✓ Ventosa de 2".
- ✓ Manómetro.

Solo tres de las cinco salidas están instaladas, cuyas características son:

Toma 3".

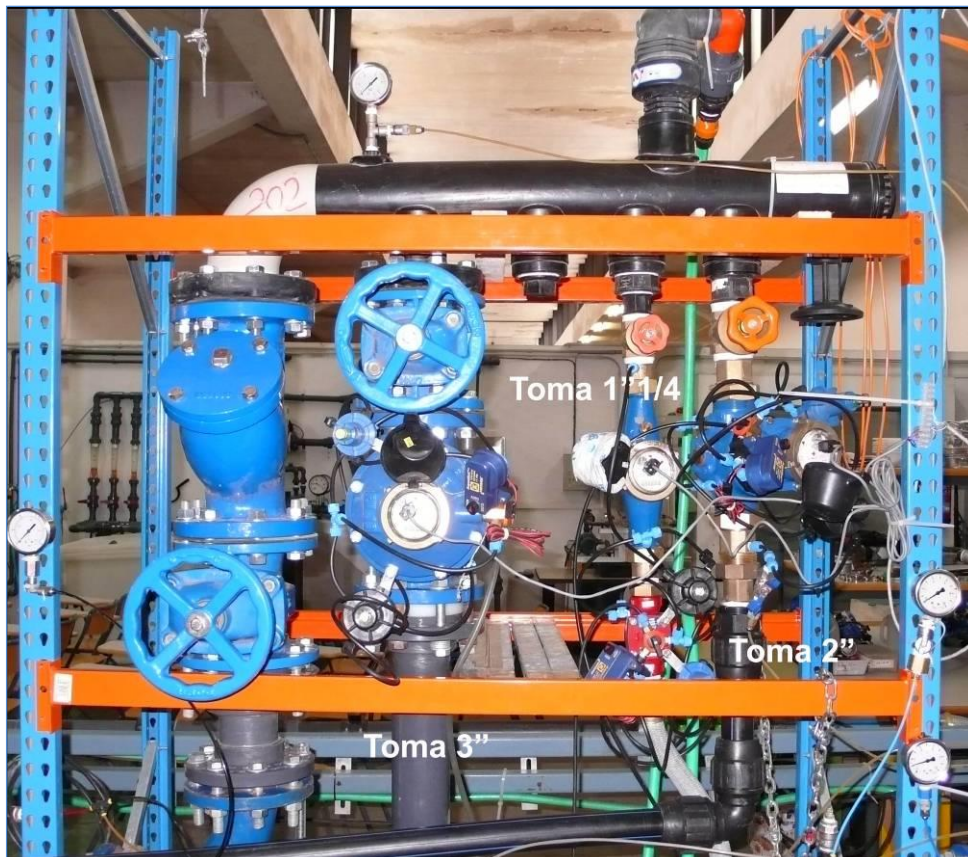
- ✓ Válvula de compuerta de DN 80 PN16
- ✓ Válvula volumétrica DN 3" DN 80 mm PN16, QNP = 40 m³/h
 - Con solenoide para su funcionamiento como Electroválvula.
 - Con Piloto limitador de caudal, QNL = QNP + 20% QNP
 - Con Piloto reductor de presión, PTR = 30 m.
- ✓ Conexión a tubería de PVC de DN 90 mm PN 0,6 MPa.

Toma 1"1/4.

- ✓ Reducción de 90 a 63, 63 a 40 mm de polietileno
- ✓ Válvula de compuerta de DN 40 (1" ½) PN16
- ✓ Contador de chorro múltiple DN 30, QNP = 6 m³/h
- ✓ Válvula hidráulica de membrana DOROT de DN 25 (1").
 - Con solenoide para su funcionamiento como Electroválvula.
 - Con Piloto limitador de caudal, QNL = QNP + 20% QNP.
 - Con Piloto reductor de presión, PTR = 30 m.
- ✓ Conexión a tubería de PE40 de DN 32 mm.

Toma 2".

- ✓ Reducción de 90 a 63 mm de polietileno
- ✓ Válvula de compuerta de DN 50 (2") PN16
- ✓ Válvula volumétrica BMK DN 50 (2") PN16, QNP = 15 m³/h
 - Con solenoide para su funcionamiento como Electroválvula.
 - Con Piloto limitador de caudal, QNL = QNP + 20% QNP.
 - Con Piloto reductor de presión, PTR = 30 m.
- ✓ Conexión a tubería de PE40 de DN 50 mm.



Fotografía 20: Detalle hidrante 4.

2.4.3. Ensayos realizados.

1. Verificación del caudal del hidrante, conforme se instalará en campo.
2. Curva de pérdidas de carga del hidrante, con todas las tomas abiertas y sin ningún tipo de regulación.
3. Comportamiento del hidrante ante la variación de presión en su función como limitadora de caudal.
4. Respuesta del hidrante a la limitación de caudal. De válvula cerrada o abierta a válvula limitando al caudal de tarado.
5. Comportamiento del hidrante ante la variación de caudal en su función como reductora de presión.
6. Respuesta del hidrante a la reducción de presión. De válvula cerrada o abierta a válvula regulando a la presión de tarado.
7. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas

2.4.4. Resultados.

Los datos registrados y su tratamiento se pueden observar en el apartado 2.4.6.

2.4.4.1. Verificación del caudal del hidrante, conforme se instalará en campo.

Se compara la medida del caudal proporcionada por el emisor de pulsos de cada uno de los contadores de las tomas, con la medida del caudal realizada con el contador electromagnético patrón del banco de ensayos. Para ello se fija el caudal nominal de cada una de las tomas modificando la apertura de una válvula de bola instalada aguas abajo de las mismas y se espera a que se estabilice el sistema antes de empezar la medición. Se fija como caudal nominal del hidrante la suma de los caudales nominales de las tomas del hidrante.

Tabla 11: Hidrante 4. Error de caudal del hidrante.

Toma	QNP (m ³ /h)	Caudal Medido Contador (m ³ /h)
3"	40	41,60
1"1/4	6	6,32
2"	15	16,37
Total Hidrante	61,0	64,29

Q _{HIDRANTE}	Q _{CEM}	ε (%)
64,29	63,91	-0,6

Siendo:

- Q_{HIDRANTE} : Caudal total del hidrante, en m^3/hora
- Q_{CEM} : Caudal contador CEM, medida patrón, en m^3/hora
- ε : Error relativo.

El error producido se encuentra dentro de los valores indicados por la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005).

2.4.4.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante.

Con las válvulas de cada una de las tomas abiertas, se modifica el caudal circulante por el hidrante registrando la presión aguas arriba del hidrante, en el colector, y aguas abajo de cada una de las 3 tomas del hidrante, registrando también el caudal circulante una vez el sistema se estabiliza. Las mediciones se realizan con las válvulas hidráulicas de las tomas totalmente abiertas, por lo que se elimina la regulación de los pilotos limitador de caudal y reductor de presión.

En este apartado se resumen aquellos resultados para el caudal Nominal del hidrante.

Tabla 12: Hidrante 4. Pérdidas de carga.

Δh_N (Toma 3")	Δh_N (Toma 1"1/4)	Δh_N (Toma 2")	Δh (VC100+Filtro)	Q_{CEM}
4,35	9,47	8,30	1,91	63,90

Siendo:

- Q_{CEM} : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM, en m^3/hora
- $\Delta h(\text{Toma } x)$: Pérdidas de carga totales entre la toma aguas arriba del hidrante y la toma aguas abajo de la toma X, en mca
- $\Delta h(\text{VC100} + \text{Filtro})$: Pérdida de carga de la válvula de compuerta DN 100 del hidrante y del filtro cazapiedras, en mca.

Según la norma UNE EN 14267 las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 4 son 1,1 bar (11 mca, 110 KPa). Las pérdidas de cargas están dentro de estos valores para todas las tomas.

2.4.4.3. Regulación del hidrante como limitador de caudal variando la presión a la entrada.

El ensayo muestra la precisión de limitación de caudal variando la presión de entrada del hidrante, se realiza variando la presión a la entrada (P_{aa}) del hidrante entre 30 y 70 mca, registrando la presión aguas arriba y aguas abajo del hidrante así como el caudal que el hidrante deja pasar una vez alcanzado el régimen permanente. Se inicia el ensayo regulando con las válvulas aguas abajo del cada una de las tomas

el caudal nominal de cada toma. El ensayo se realiza disminuyendo la presión a la entrada progresivamente hasta un valor mínimo de 30 o 20 mca, para en una segunda parte aumentar progresivamente la presión hasta valores próximos a 70 mca

El ensayo se realizó con las válvulas hidráulicas tas para el caudal nominal indicado para cada toma, según los datos suministrados estos deberían ser un 20% superior a los nominales en los contadores. Los valores medios obtenidos de todo el ensayo son:

Tabla 13: Hidrante 4. Precisión en la limitación de caudal. Hidrante completo.

Toma	QNP (m ³ /h)	QNL _{Teórico} (m ³ /h)	QNL _{Real} (m ³ /h)	Q _{Medido} (m ³ /h)	ε (%)	SE
3"	40	48	75,6			
1"1/4	6	7,2	9			
2"	15	18	23,76			
Hidrante	61	73,2	108,36	98,05	9,52	4,43

Siendo:

- QNP : Caudal de nominal del contador o válvula volumétrica de cada una de las tomas, en m³/hora.
- QNL_{Teórico} : Caudal de taradoteórico del piloto limitador de caudal de cada una de las tomas, obtenido al aumentar el Caudal nominal de la toma en un 20%, en m³/hora.
- QNL_{Real} : Caudal de taradoreal al que se encuentra taradacada una de las tomas del hidrante, en m³/hora.
- Q_{Medido} Caudal medio de todo el ensayo con el contador CEM, medida patrón, en m³/hora.
- ε : Error relativo, variación de caudal en %, en relación con el de to
- SE : Desviación típica

Como se puede observar el caudal de regulación real se aleja bastante del teórico, se intentó modificar el caudal de taradopara la toma de 3", regulando el piloto limitador sin que al alcanzar el punto de regulación de mínimo caudal permitido por el piloto se consiguiera alcanzar el caudal de taradoteórico. Esto hace pensar que la placa orificio elegida no ha sido la adecuada. En el resto de tomas no se modifica la regulación y se procede a realizar el ensayo en estas condiciones.

Bajo estas condiciones de regulación y debido a la gran variabilidad encontrada se procede a ensayar por sepo cada una de las tomas, obteniendo los siguientes resultados.

Se separan los resultados obtenidos en el proceso de disminuir la presión (bajada) y el aumento progresivo de la presión (subida).

Tabla 14: Hidrante 4. Precisión en la limitación de caudal. Tomas independientes.

Toma	QNP (m ³ /h)	QNL _{Teórico} (m ³ /h)	QNL _{Real} (m ³ /h)	Q _{Medido} (m ³ /h)	ε (%)	SE
3"(bajando)	40	48	75,6	66,18	-5,05	5,28
3"(subiendo)	40	48	75,6	79,41	12,45	2,58
3"(media)	40	48	75,6	72,84	3,65	7,99
2"(bajando)	15	18	23,76	22,91	3,57	0,84
2"(subiendo)	15	18	23,76	23,55	0,89	0,94
2"(media)	15	18	23,76	23,28	2,01	0,90

Siendo:

- QNP : Caudal de nominal del contador o válvula volumétrica de cada una de las tomas, en m³/hora.
- QNL_{Teórico} : Caudal de taradoteórico del piloto limitador de caudal de cada una de las tomas, obtenido al aumentar el Caudal nominal de la toma en un 20%, en m³/hora.
- QNL_{Real} : Caudal de taradoreal al que se encuentra taradacada una de las tomas del hidrante, en m³/hora.
- Q_{Medido} Caudal medio de todo el ensayo con el contador CEM, medida patrón, en m³/hora.
- ε : Error relativo, variación de caudal en %, en relación con el de to
- SE : Desviación típica

La regulación en la toma de 3" se produce con gran variabilidad, sobre todo cuando se va reduciendo la presión.

Debido a la inestabilidad e histéresis en la regulación con la toma de 1"1/4 este ensayo no se pudo realizar de forma aislada.

2.4.4.4. Tiempo de respuesta del piloto limitador del caudal

Se mide el tiempo que tarda en actuar el piloto limitador de caudal en el proceso de apertura y de cierre. Se fija un caudal superior al de to, y en un primer ensayo con la válvula totalmente abierta (posición OPEN de la válvula de tres vías), se pasa a posición de regulación, determinando el tiempo que tarda en alcanzarse el caudal de to. En un segundo ensayo con la válvula cerrada, se pasa a posición de regulación, determinando el tiempo que tarda en alcanzarse el caudal de to. El ensayo se realiza para cada toma por sepo.

Tabla 15: Hidrante 4. Tiempo de respuesta del piloto limitador de caudal.

Toma	Ensayo	Tiempo(s)
3"	Open – Auto	28
1"1/4	Open – Auto	4,5
2"	Open – Auto	7
3"	Close – Auto	14

Toma	Ensayo	Tiempo(s)
1"1/4	Close – Auto	5
2"	Close – Auto	8,5

Siendo:

- Tiempo: Tiempo hasta estabilización del caudal. (segundos).

2.4.4.5. Regulación del hidrante como reductor de presión, variando el caudal y la presión a la entrada.

El ensayo muestra la precisión de la reductora de presión en función del caudal circulante y la presión de entrada del hidrante.

Consiste en variar la presión a la entrada (P_{aa}) del hidrante entre 50 y 80 mca. Se registra la presión aguas arriba y aguas abajo del hidrante así como el caudal que el hidrante deja pasar una vez alcanzado el régimen permanente. El ensayo se realiza disminuyendo la presión a la entrada progresivamente hasta un valor mínimo de 50 mca, para en una segunda parte aumentar progresivamente la presión hasta valores próximos a 80 mca

El ensayo se realizó con la válvula hidráulica taradapara la presión indicada y la función de limitación de caudal desconectada. Los valores medios obtenidos de todo el ensayo son:

Tabla 16: Hidrante 4. Precisión en la regulación de presión.

Toma	PTR	PTR _{Medida} (mca)	ϵ (%)	SE
3"	30	31,84	6,12	3,21
1"1/4	30	36,62	22,08	1,95
2"	30	31,24	0,79	2,40

Siendo:

- PTR: Presión de taradodel piloto reductor de presión, en mca.
- PTR_{Medida}: Presión media aguas debajo de cada una de las tomas, en mca.
- ϵ : Error relativo, variación de presión en %, en relación con el de to
- SE : Desviación típica

Señalar que las tomas 1"1/4 y 2" no regulaban la presión, debido a errores en las conexiones de los tubos de comando con los pilotos reductor y limitador. Solucionadas estas anomalías se procedió a tarar de nuevo las válvulas y a realizar el ensayo.

2.4.4.6. Tiempo de respuesta del piloto reductor de presión.

Se mide el tiempo que tarda en actuar el piloto reductor de presión en el proceso de apertura y cierre, para ello se fija una presión a la entrada superior a la de to, en un primer ensayo y con la válvula totalmente abierta (posición OPEN de la válvula de tres vías), se pasa a posición de automático la válvula hidráulica, determinando el tiempo que tarda en alcanzarse la presión de to. En un segundo ensayo con la válvula cerrada, se pasa a posición de automático la válvula hidráulica, determinando el tiempo que tarda en alcanzarse la presión de to.

El ensayo se realiza para cada toma por sepo, realizándose tres repeticiones y obteniendo los siguientes tiempos medios de respuesta:

Tabla 17: Hidrante 4. Tiempo de respuesta del piloto reductor de presión.

Toma	Ensayo	Tiempo(s)
3"	Open – Auto	12
1"1/4	Open – Auto	0,6
2"	Open – Auto	2,4
3"	Close – Auto	14
1"1/4	Close – Auto	1,5
2"	Close – Auto	4

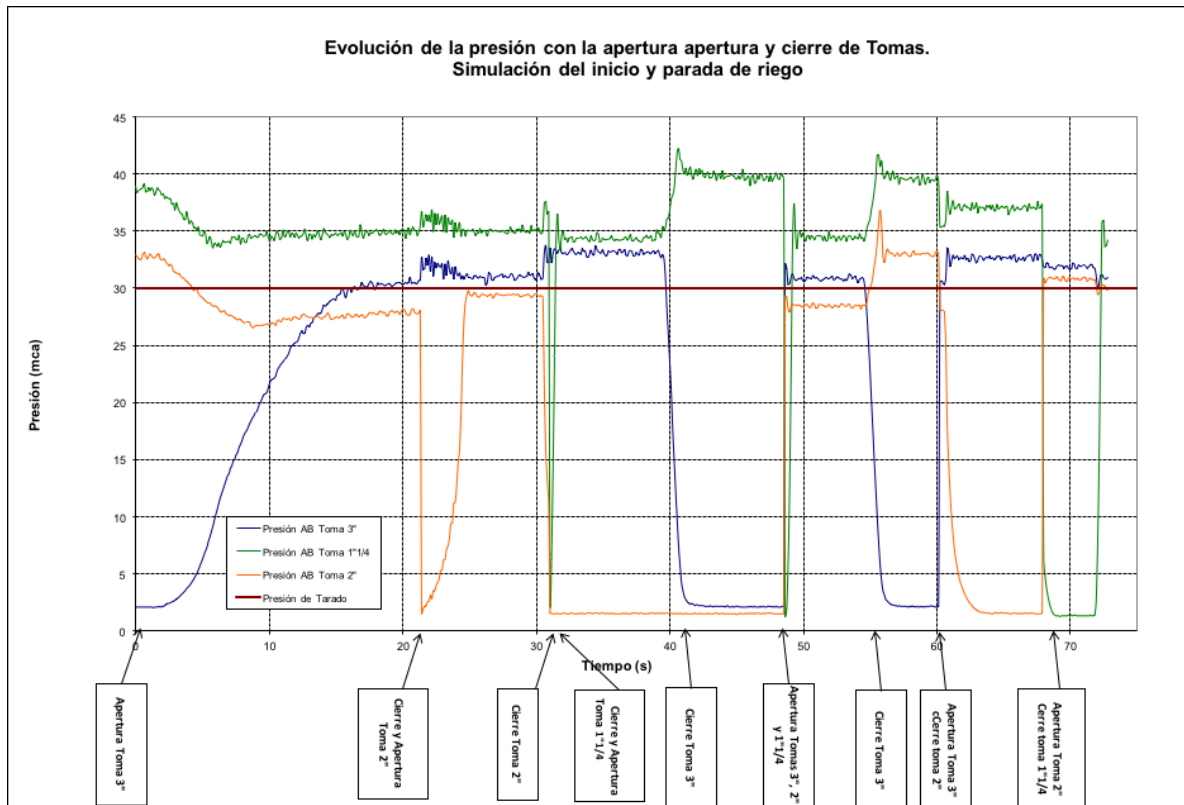
Siendo:

- Tiempo: Tiempo promedio de tres repeticiones hasta estabilización de la presión a la salida del hidrante (segundos).

2.4.4.7. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas.

Se comprueba la variación de presión aguas abajo de cada una de las tomas en el proceso de apertura y cierre de tomas del hidrante.

En la gráfica siguiente se puede observar esta respuesta.



Gráfica 7: Hidrante 4. Comportamiento del hidrante ante la apertura y cierre de Tomas

Se puede observar que la apertura y cierre de la toma de 3" provoca variaciones en la presión regulada en el resto de tomas siendo más acusadas en la toma de 1"1/4 que difícilmente vuelve alcanzar el valor de regulación anterior al cierre o apertura.

2.4.4.8. Prueba de estanqueidad.

Se somete el hidrantes a una presión hidrostática de 80 mca, durante 5 minutos.

Toma	Válvula	Contador	Conexiones Pilotos	Conexiones entre válvula contador
3"	Sin fugas		fugas	
1"1/4	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
2"	Sin fugas		Sin fugas	

Las fugas encontradas se debieron a holguras en un tubo de comando que salto al poner en presión al hidrante, se procedió al cambio del tubo sin que se detectaran nuevas fugas.

2.4.5. Conclusiones.

La medición de caudal nominal del hidrante, muestra una buena precisión con respecto a medido en el banco de ensayo, estando dentro de los valores que marca la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005).

Según la norma UNE EN 14267 las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 4 es de 1,1 bar, las pérdidas son inferiores en todas las tomas.

Se encuentra una gran variabilidad en la regulación de caudal, cuando se analizan las tomas en conjunto, los valores obtenidos se alejan bastante de los valores de regulación teóricos (20% superior al caudal nominal de los contadores). En dos de las tomas la combinación de piloto - placa orificio hace imposible alcanzar los valores de tarado teóricos. Al ensayar por separado cada una de las tomas se observa que la gran variabilidad es debido a la toma de 3", sobre todo en el proceso de bajar presión. La toma de 2" regula adecuadamente, mientras que la de 1"1/4 está sometida a fuertes procesos de histéresis que imposibilitan su análisis.

La respuesta de los hidrantes funcionando como limitadores de caudal es rápida en casi todas las tomas, solo en el proceso de válvula abierta a regulación en la toma de 3" es mas lenta (28 s), lo cual evita que en proceso de regulación se produzcan transitorios indeseables. Con todas se consigue y mantiene de forma estable el caudal aunque ligeramente por debajo del de tarado.

La respuesta del hidrante en su función de reducción de presión es buena. En las tomas de 3" y 2" se consigue regular la presión de forma precisa y rápida, mostrando en el de 1"1/4 algún problema de regulación y mostrando para caudales altos procesos de histéresis. El tiempo de respuesta es muy rápido en las tomas de 2 y 1"1/4, siendo más lento en la de 3". La evolución de las presiones ante la apertura y cierre de tomas es bueno no apreciando variaciones importantes, solo la toma de 1"1/4 presenta alguna variación en la presión regulada pero sin alcanzar valores problemáticos.

Señalar que sería conveniente revisar el montaje del pilotaje de las válvulas de las tomas, ya que como se comento anteriormente, se encontraron fallos de conexión que anulaban la función de reducción de presión. Esta situación puede provocar problemas en la puesta en marcha, ya que se pueden sobrepasar los valores de presión permitidos.

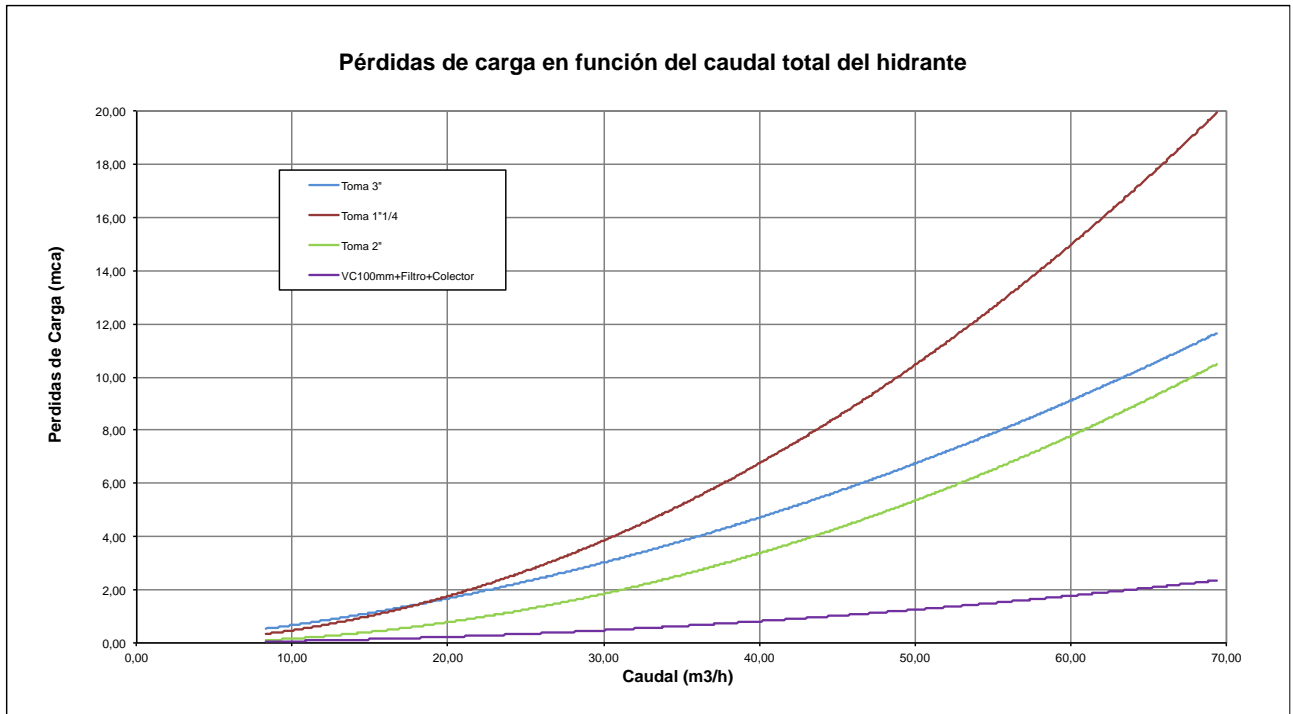
La estanqueidad observada en los componentes del hidrante ensayado es adecuada.

Para terminar se recomienda comprobar la instalación del filtro cazapiedras ya que estos modelos están pensados para su instalación horizontal, en la posición actual es difícil la eliminación de los elementos retenidos. También recomendamos alargar los tubos de drenaje de los pilotos para que el agua extraída de la cámara no dañe los elementos del hidrante.

2.4.6. Datos registrados ensayo Hidrante 4.

2.4.6.1. Curva de pérdidas de carga del hidrante. Datos registrados

Caudal CEM (m ³ /h)	Pérdidas de carga Toma 3" (mca)	Pérdidas de carga Toma 1"1/4 (mca)	Pérdidas de carga Toma 2" (mca)	Pérdidas de carga VC+Filtro (mca)
69,38	11,62	19,98	10,61	2,30
68,78	11,70	19,92	10,43	2,44
68,09	11,36	19,36	10,06	2,26
68,09	11,29	19,36	10,13	2,19
66,71	10,89	18,54	9,70	2,21
64,54	10,52	17,30	8,90	2,04
61,88	9,65	15,80	8,63	1,62
60,70	9,25	15,24	7,88	1,77
54,38	7,45	12,11	6,30	1,38
53,40	7,23	11,48	6,00	1,52
50,44	6,80	10,30	5,46	1,35
47,87	6,04	9,18	4,40	1,06
45,01	5,77	8,17	4,11	1,14
43,33	5,25	7,36	3,62	0,90
36,82	4,28	5,55	2,78	0,62
34,26	3,68	4,68	2,28	0,57
34,36	3,74	4,80	2,35	0,63
30,51	3,08	3,93	1,92	0,52
27,65	2,62	3,11	1,50	0,41
24,00	2,21	2,36	1,13	0,29
19,17	1,87	1,74	0,77	0,18
19,07	1,80	1,67	0,77	0,11
18,87	1,80	1,74	0,77	0,18
16,31	1,37	1,36	0,65	0,18
11,37	0,63	0,92	0,40	0,13
8,32	0,25	0,61	0,28	0,07
12,16	1,13	0,98	0,40	0,06
15,22	2,14	1,42	0,71	0,18
19,07	3,34	2,11	1,01	0,23
23,21	4,52	2,86	1,44	0,35
29,92	5,99	4,18	2,04	0,45
34,56	7,02	5,30	2,53	0,69
38,21	7,99	6,30	3,08	0,67
38,40	7,86	6,30	3,01	0,73
41,56	8,63	7,37	3,56	0,90
44,91	9,14	8,30	4,30	1,01
46,98	9,33	9,30	4,71	1,31
46,98	9,34	9,24	4,59	1,05
50,14	9,82	10,80	5,44	1,34
60,01	10,95	15,05	7,95	1,71
62,37	11,37	16,23	8,49	2,06
62,77	11,18	16,17	8,61	1,94
66,32	11,61	18,36	9,64	2,02
67,90	11,81	19,17	10,19	2,39
68,98	11,62	19,98	10,23	2,37

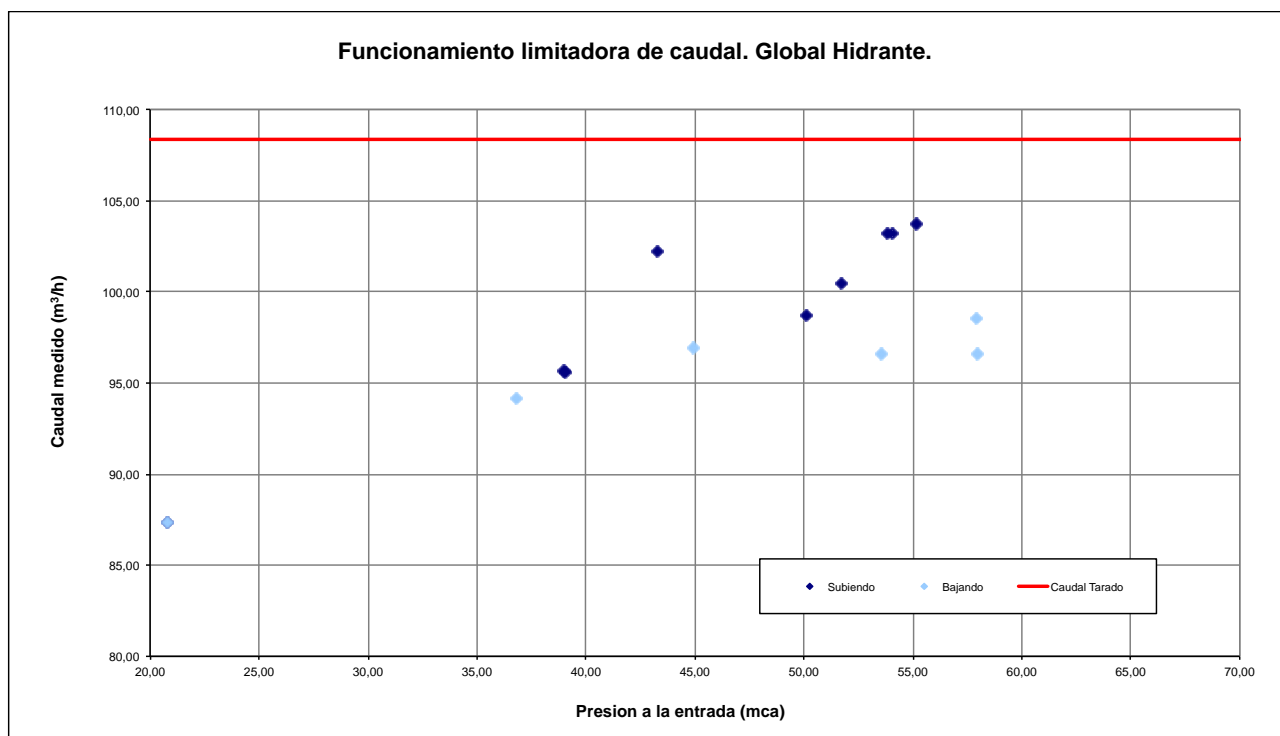


2.4.6.2. Regulación de los hidrantes como limitador de caudal.

Datos registrados en el funcionamiento conjunto de todas las tomas.

Presión Aguas Arriba (mca)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	ε(%)
57,97	2,32	42,95	9,25	96,57	10,88
57,91	2,32	43,00	9,95	98,49	9,11
53,54	2,36	39,43	9,07	96,63	10,83
44,94	2,35	32,61	9,04	96,88	10,59
36,80	2,33	26,36	8,77	94,13	13,13
20,77	2,27	14,03	6,87	87,35	19,39
39,08	2,35	28,01	8,64	95,62	11,76
39,01	2,37	27,93	8,86	95,63	11,75
43,28	2,38	31,03	9,46	102,18	5,71
50,14	2,33	36,61	9,87	98,68	8,93
51,76	2,34	37,77	9,98	100,41	7,33
54,08	2,33	39,62	10,08	103,18	4,78
53,84	2,41	39,45	9,90	103,22	4,74
55,15	2,41	40,27	9,83	103,68	4,32

Q _{medio} (m ³ /h) subida	98,88
Q _{medio} (m ³ /h) bajada	95,01
Desviación típica subida	5,34
Desviación típica bajada	4,01
Q _{medio} (m ³ /h)	98,05
Desviación típica	4,43

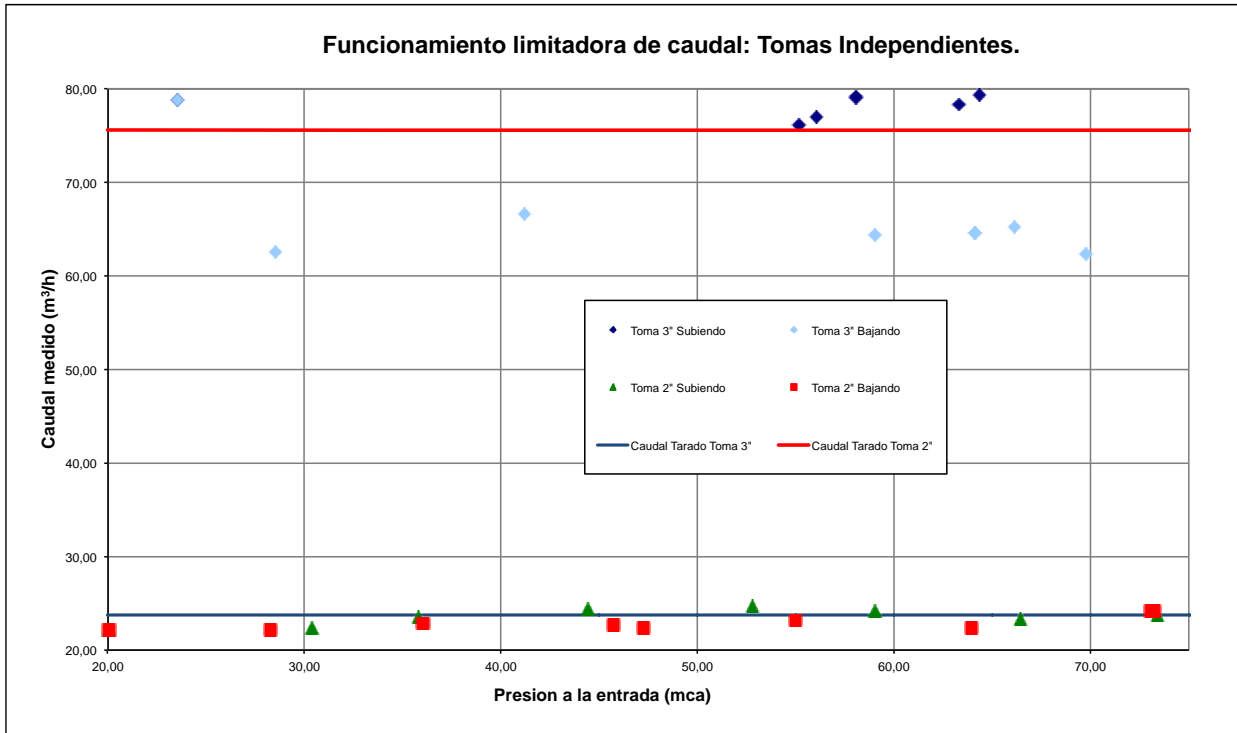


Datos registrados en el funcionamiento independiente de cada una de las tomas.

Toma 3"				Toma 2"			
Paa(mca)	Pab(mca)	Q _{CEM} (m³/h)	ε (%)	Paa(mca)	Pab(mca)	Q _{CEM} (m³/h)	ε (%)
69,77	2,39	62,41	17,45	73,09	8,59	24,25	-2,06
66,17	2,34	65,30	13,63	73,20	8,92	24,28	-2,21
64,09	2,32	64,68	14,44	63,94	7,69	22,38	5,83
64,12	2,31	64,65	14,48	54,98	8,25	23,21	2,31
59,01	2,34	64,47	14,72	47,22	7,76	22,37	5,85
41,20	2,38	66,63	11,87	45,71	8,63	22,68	4,53
28,49	2,34	62,53	17,28	36,04	8,79	22,77	4,15
23,55	2,38	78,81	-4,24	28,26	7,71	22,18	6,64
26,27	2,44	83,55	-10,51	20,04	7,65	22,08	7,06
26,16	2,48	83,59	-10,57	30,37	8,21	22,31	6,09
56,04	2,46	76,95	-1,79	35,77	9,24	23,54	0,91
55,14	2,45	76,10	-0,67	44,40	9,90	24,38	-2,61
58,05	2,51	79,00	-4,49	52,82	10,16	24,71	-4,00
58,08	2,51	79,14	-4,68	59,01	9,65	24,23	-1,98
63,30	2,48	78,31	-3,58	66,46	8,84	23,43	1,38
64,39	2,48	79,28	-4,87	73,38	8,34	23,70	0,27

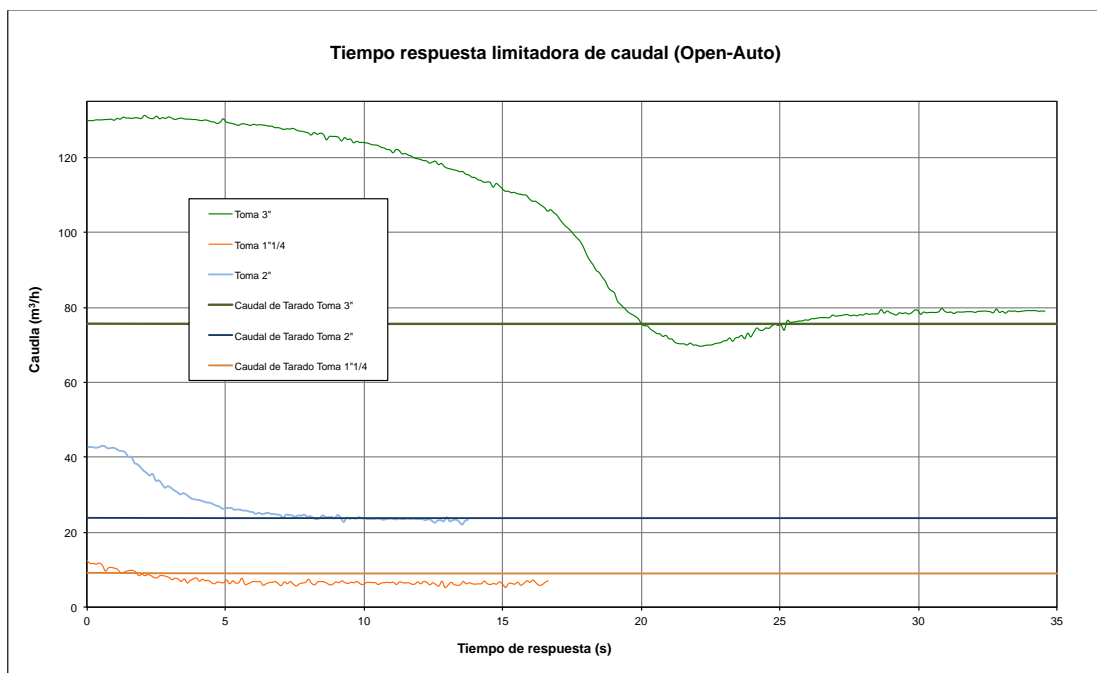
Parámetro	Toma 3"	Toma 2"
Q _{medio} (m³/h) subida	79,41	23,55
Q _{medio} (m³/h) bajada	66,18	22,91
Desviación típica subida	2,58	0,94
Desviación típica bajada	5,28	0,84

Parámetro	Toma 3"	Toma 2"
Q _{medio} (m ³ /h)	72,84	23,28
Desviación típica	7,99	0,90



2.4.6.3. Tiempo de respuesta del piloto limitador de caudal.

Respuesta de Válvula abierta a posición de regulación.



Toma 3"				Toma 2"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
0,000	40,89	3,34	129,84	0,078	66,378	22,15	42,64	0,016	56,906	25,51	12,26
0,109	41,90	3,28	129,84	0,188	66,505	22,60	42,74	0,125	57,415	25,19	11,67
0,219	41,65	3,34	129,84	0,297	66,442	22,66	42,55	0,234	60,721	18,66	11,67
0,328	41,59	3,41	130,04	0,406	66,442	22,85	42,64	0,344	78,838	10,33	11,47
0,438	41,90	3,41	130,04	0,516	67,268	22,53	42,94	0,453	74,070	6,24	11,77
0,547	41,84	3,41	130,04	0,625	67,268	22,02	43,04	0,563	57,351	8,54	11,18
0,656	41,33	3,54	130,14	0,734	67,395	21,38	42,45	0,672	55,254	14,75	9,60
0,766	41,08	3,47	130,14	0,844	68,476	21,12	42,45	0,781	60,021	20,00	10,49
0,875	41,84	3,47	130,24	0,953	68,667	20,10	42,55	0,891	71,337	12,51	10,59
0,984	41,97	3,41	129,94	1,063	70,065	18,75	42,25	1,000	79,156	7,07	10,39
1,094	41,71	3,34	130,44	1,172	71,782	16,70	41,76	1,109	60,784	6,62	10,09
1,203	41,90	3,41	130,24	1,281	73,371	13,88	41,66	1,219	54,491	12,70	9,20
1,313	42,29	3,41	130,73	1,391	72,862	12,34	41,26	1,328	58,686	19,30	9,30
1,422	41,59	3,41	130,54	1,500	73,689	11,25	40,08	1,438	67,523	14,11	9,60
1,531	41,90	3,41	130,54	1,609	73,307	10,35	40,08	1,547	81,889	8,09	9,80
1,641	42,09	3,34	130,44	1,719	73,180	9,97	38,50	1,656	63,518	6,36	9,80
1,750	41,90	3,34	130,63	1,828	73,562	9,77	38,11	1,766	54,936	11,23	9,40
1,859	41,71	3,41	130,54	1,938	73,053	9,77	37,32	1,875	57,987	18,27	8,42
1,969	42,22	3,34	130,44	2,047	73,371	9,90	36,43	1,984	63,518	16,99	8,81
2,078	42,16	3,34	131,23	2,156	73,498	9,90	35,84	2,094	80,364	9,18	8,42
2,188	42,16	3,41	130,73	2,266	73,180	9,84	35,15	2,203	70,637	5,60	8,71
2,297	42,09	3,41	130,44	2,375	73,879	9,65	35,54	2,313	55,635	10,01	8,42
2,406	42,29	3,41	130,44	2,484	73,053	9,58	33,77	2,422	56,271	16,03	7,92
2,516	42,22	3,41	131,03	2,594	73,816	9,26	33,87	2,531	60,975	19,55	7,82
2,625	41,97	3,34	130,34	2,703	73,816	9,07	32,98	2,641	74,897	11,36	8,42
2,734	41,71	3,34	130,63	2,813	73,307	8,68	31,89	2,750	75,850	6,43	8,42
2,844	42,41	3,34	130,44	2,922	73,752	8,49	32,29	2,859	58,686	7,71	8,22
2,953	42,60	3,34	130,83	3,031	73,307	8,30	31,89	2,969	55,317	13,92	7,92
3,063	42,48	3,41	130,54	3,141	73,371	8,30	31,20	3,078	58,814	19,81	7,33
3,172	42,60	3,34	130,14	3,250	73,943	8,36	30,81	3,188	70,828	13,09	7,72
3,281	42,86	3,41	130,34	3,359	72,926	8,30	30,12	3,297	80,808	7,64	7,53
3,391	42,54	3,34	130,54	3,469	73,752	8,24	30,41	3,406	61,483	6,30	6,84
3,500	42,54	3,28	130,34	3,578	73,434	8,24	30,12	3,516	55,063	11,81	7,53
3,609	42,73	3,28	130,24	3,688	73,625	8,24	29,43	3,625	57,860	18,40	6,44
3,719	42,86	3,34	130,24	3,797	73,816	8,24	28,93	3,734	65,234	16,35	7,13
3,828	42,79	3,34	130,14	3,906	73,562	8,36	28,74	3,844	80,808	8,86	7,53
3,938	42,67	3,34	130,14	4,016	73,434	8,49	28,64	3,953	68,540	5,92	7,82
4,047	42,79	3,34	129,94	4,125	73,816	8,56	28,44	4,063	55,762	10,08	6,94
4,156	43,05	3,28	129,84	4,234	73,244	8,43	28,14	4,172	56,716	16,54	7,43
4,266	43,05	3,34	130,04	4,344	73,307	8,36	27,95	4,281	61,928	18,59	7,03
4,375	43,05	3,34	129,84	4,453	73,562	8,24	27,85	4,391	77,757	10,53	7,13
4,484	43,05	3,34	129,55	4,563	73,752	8,17	27,45	4,500	73,053	5,98	6,54
4,594	43,68	3,34	129,45	4,672	73,371	8,11	27,06	4,609	57,542	8,41	6,24
4,703	43,37	3,28	129,06	4,781	73,752	8,17	26,86	4,719	56,207	14,94	6,74
4,813	42,86	3,28	129,45	4,891	73,689	8,24	26,27	4,828	59,322	20,07	6,54
4,922	43,49	3,28	130,34	5,000	74,007	8,30	26,47	4,938	73,498	12,38	6,54
5,031	43,75	3,28	129,45	5,109	72,799	8,30	26,47	5,047	79,092	7,20	7,23
5,141	43,68	3,28	129,25	5,219	73,752	8,36	26,47	5,156	59,513	6,43	6,24
5,250	42,98	3,28	129,06	5,328	73,371	8,36	25,97	5,266	55,762	12,57	7,03

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Toma 3"				Toma 2"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
5,360	43,49	3,34	128,86	5,438	73,434	8,36	26,07	5,375	58,114	18,79	6,44
5,469	43,94	3,28	128,56	5,547	73,943	8,36	25,97	5,484	66,887	14,82	6,54
5,578	43,75	3,34	128,96	5,656	73,689	8,36	25,78	5,594	81,317	8,67	7,72
5,688	43,30	3,28	128,96	5,766	73,117	8,43	25,78	5,703	65,870	5,85	6,05
5,797	43,43	3,34	128,76	5,875	73,498	8,30	25,48	5,813	56,016	10,14	6,24
5,906	44,00	3,28	128,56	5,984	73,307	8,24	25,38	5,922	57,288	17,19	6,64
6,016	44,32	3,21	128,86	6,094	73,752	8,11	24,89	6,031	62,119	18,53	6,84
6,125	43,68	3,21	128,66	6,203	73,053	8,04	25,18	6,141	79,346	10,21	6,74
6,235	43,87	3,21	128,76	6,313	74,007	8,04	24,89	6,250	73,434	6,11	6,84
6,344	44,96	3,21	128,66	6,422	73,244	8,04	24,99	6,359	56,207	8,67	5,85
6,453	44,45	3,21	128,56	6,531	73,562	8,11	25,18	6,469	56,271	14,94	6,24
6,563	43,56	3,21	128,37	6,641	73,180	8,17	24,89	6,578	59,831	19,62	6,54
6,672	44,76	3,21	128,37	6,750	73,434	8,24	24,89	6,688	75,214	11,42	6,64
6,781	44,70	3,21	127,97	6,860	73,879	8,24	24,69	6,797	77,884	6,81	6,84
6,891	44,38	3,21	127,97	6,969	72,989	8,24	24,59	6,906	58,305	7,00	6,24
7,000	44,32	3,21	127,77	7,078	73,625	8,30	23,80	7,016	55,826	12,89	5,75
7,110	45,02	3,21	127,48	7,188	73,244	8,30	24,69	7,125	58,369	19,04	6,74
7,219	44,76	3,28	127,67	7,297	73,562	8,30	24,59	7,235	68,031	14,43	6,24
7,328	44,45	3,21	127,58	7,406	73,498	8,24	24,49	7,344	81,571	7,96	6,84
7,438	45,02	3,15	127,77	7,516	73,117	8,36	24,10	7,453	63,327	5,53	6,15
7,547	45,02	3,21	127,38	7,625	73,562	8,43	24,49	7,563	55,508	11,29	5,65
7,656	45,40	3,21	127,08	7,735	73,434	8,49	24,40	7,672	57,924	17,95	6,24
7,766	45,65	3,15	126,98	7,844	73,117	8,56	24,69	7,781	63,581	16,99	6,44
7,875	45,27	3,21	126,79	7,953	73,625	8,62	24,10	7,891	80,808	9,57	6,64
7,985	45,53	3,15	126,59	8,063	73,625	8,49	24,30	8,000	71,082	5,79	7,43
8,094	45,72	3,21	126,00	8,172	73,244	8,49	23,80	8,110	56,016	9,05	6,34
8,203	45,46	3,15	126,69	8,281	74,134	8,36	23,51	8,219	57,224	15,71	5,95
8,313	45,78	3,15	126,20	8,391	72,735	8,24	23,70	8,328	60,212	19,43	6,74
8,422	45,59	3,08	126,49	8,500	73,625	8,24	24,49	8,438	76,104	11,29	6,84
8,531	45,85	3,08	126,20	8,610	73,689	8,24	24,10	8,547	77,249	6,75	6,74
8,641	46,23	3,15	124,72	8,719	73,180	8,11	24,00	8,656	57,924	7,20	6,44
8,750	46,35	3,15	125,60	8,828	73,562	8,11	24,10	8,766	55,953	13,22	5,95
8,860	46,16	3,15	125,60	8,938	73,816	8,04	23,70	8,875	59,195	19,68	6,15
8,969	46,10	3,15	125,60	9,047	73,307	7,98	24,59	8,985	69,175	13,60	6,74
9,078	46,54	3,15	125,41	9,156	73,434	8,04	23,90	9,094	81,126	7,52	6,54
9,188	46,74	3,15	124,42	9,266	73,307	8,04	22,72	9,203	61,992	6,30	7,03
9,297	46,29	3,21	125,31	9,375	73,689	8,11	23,90	9,313	55,381	10,91	6,54
9,406	47,37	3,21	124,81	9,485	73,053	8,17	23,61	9,422	58,114	18,15	6,34
9,516	47,18	3,21	124,91	9,594	74,261	8,36	23,80	9,531	64,408	16,22	6,64
9,625	46,48	3,15	123,93	9,703	72,989	8,30	23,61	9,641	81,317	9,12	6,54
9,735	47,43	3,15	124,32	9,813	73,307	8,24	24,00	9,750	69,430	5,60	6,84
9,844	47,69	3,08	124,02	9,922	74,324	8,17	23,70	9,860	56,080	9,24	6,24
9,953	47,18	3,08	124,02	10,031	73,307	8,17	23,70	9,969	57,034	16,29	6,05
10,063	47,24	3,08	123,93	10,141	73,689	8,17	23,51	10,078	61,356	19,36	6,54
10,172	47,88	3,08	123,73	10,250	73,307	8,24	23,61	10,188	76,549	11,23	6,64
10,282	47,75	3,02	123,43	10,360	73,307	8,24	23,51	10,297	74,515	6,30	6,54
10,391	47,82	3,08	123,33	10,469	73,752	8,24	23,61	10,406	57,733	7,77	6,54
10,500	48,26	3,02	123,24	10,578	73,117	8,24	23,61	10,516	56,334	14,24	6,05
10,610	48,32	3,02	122,74	10,688	73,625	8,24	23,31	10,625	59,195	19,81	6,44
10,719	47,88	3,02	122,55	10,797	73,434	8,17	23,51	10,735	71,210	13,02	6,54
10,828	48,32	3,02	122,15	10,906	73,752	8,24	23,61	10,844	80,491	7,52	6,64

Toma 3"				Toma 2"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
10,938	49,28	3,02	122,05	11,016	72,926	8,17	23,61	10,953	60,530	6,75	6,54
11,047	48,39	3,02	121,26	11,125	73,943	8,11	23,41	11,063	55,508	11,74	6,64
11,157	48,96	3,02	122,15	11,235	72,989	8,11	23,61	11,172	58,432	19,11	6,05
11,266	49,41	2,95	121,85	11,344	73,689	8,11	23,51	11,281	65,425	16,10	6,74
11,375	49,02	3,02	120,97	11,453	73,879	7,91	23,51	11,391	81,571	9,12	6,54
11,485	49,41	3,02	121,07	11,563	73,752	7,79	23,61	11,500	66,188	5,40	6,44
11,594	49,41	2,95	120,67	11,672	73,562	7,72	23,51	11,610	55,571	10,21	6,54
11,703	49,72	3,02	120,38	11,781	73,498	7,72	23,61	11,719	57,669	17,31	6,15
11,813	49,91	2,95	119,88	11,891	73,816	7,72	23,51	11,828	61,801	18,98	6,15
11,922	50,23	2,95	119,68	12,000	73,816	7,79	23,51	11,938	79,346	10,21	6,74
12,032	50,17	2,95	119,49	12,110	73,816	7,79	23,51	12,047	72,799	6,11	6,24
12,141	50,30	2,95	119,19	12,219	73,689	7,79	23,21	12,156	56,589	8,60	6,84
12,250	50,61	2,95	119,09	12,328	73,434	7,72	23,51	12,266	56,525	15,07	6,64
12,360	50,87	2,89	118,50	12,438	73,689	7,79	23,11	12,375	59,703	19,94	5,95
12,469	51,69	2,89	118,80	12,547	73,752	7,85	22,52	12,485	74,324	11,93	6,54
12,578	51,19	2,89	118,99	12,656	73,371	7,85	23,11	12,594	76,931	6,68	6,05
12,688	51,19	2,89	118,11	12,766	73,943	7,91	23,21	12,703	59,004	7,00	5,65
12,797	51,19	2,95	118,40	12,875	72,989	7,91	22,92	12,813	55,444	12,77	6,94
12,907	51,50	2,89	117,51	12,985	74,261	7,91	24,00	12,922	59,068	19,43	5,26
13,016	52,20	2,82	117,12	13,094	72,926	7,85	22,92	13,032	68,158	14,30	5,85
13,125	52,27	2,82	116,92	13,203	74,007	7,79	23,21	13,141	81,635	7,77	6,64
13,235	52,08	2,82	116,73	13,313	73,498	7,79	23,31	13,250	63,772	5,34	6,05
13,344	52,14	2,82	116,53	13,422	73,562	7,72	22,92	13,360	55,381	10,72	5,85
13,453	52,08	2,82	116,23	13,532	73,562	7,72	22,03	13,469	58,114	17,83	5,95
13,563	52,84	2,76	116,23	13,641	73,434	7,79	23,01	13,578	63,963	16,74	6,84
13,672	52,46	2,82	115,54	13,750	73,879	7,72	23,31	13,688	80,618	9,44	6,24
13,782	52,84	2,82	115,34					13,797	68,412	5,53	6,54
13,891	52,77	2,82	114,75					13,907	56,271	9,05	6,24
14,000	52,84	2,82	114,65					14,016	56,652	15,84	6,15
14,110	53,28	2,82	114,06					14,125	60,848	19,30	6,24
14,219	53,54	2,89	113,86					14,235	76,804	11,04	6,24
14,328	53,73	2,82	113,37					14,344	76,232	6,49	6,94
14,438	53,47	2,76	113,47					14,453	57,860	7,84	6,24
14,547	52,84	2,76	113,37					14,563	56,207	14,11	6,05
14,657	53,92	2,82	112,09					14,672	59,068	19,62	6,34
14,766	53,73	2,89	113,08					14,782	72,290	12,70	6,15
14,875	53,79	2,89	112,48					14,891	80,173	7,32	6,74
14,985	54,17	2,89	111,69					15,000	61,420	5,79	6,15
15,094	53,98	2,82	111,00					15,110	56,144	11,81	5,26
15,204	54,30	2,76	111,00					15,219	58,114	18,21	6,34
15,313	54,49	2,76	110,61					15,328	65,615	15,71	6,34
15,422	55,44	2,69	110,71					15,438	82,016	8,86	6,15
15,532	55,00	2,69	110,31					15,547	66,060	4,89	6,64
15,641	55,51	2,69	110,21					15,657	56,334	9,76	5,85
15,750	55,76	2,63	110,02					15,766	57,097	16,93	6,34
15,860	55,76	2,69	109,92					15,875	61,611	19,11	7,03
15,969	56,33	2,63	108,93					15,985	78,774	10,46	6,64
16,079	56,91	2,56	108,34					16,094	71,909	5,98	7,23
16,188	57,03	2,56	108,34					16,203	57,796	8,22	6,54
16,297	57,73	2,56	107,75					16,313	57,924	13,54	5,85
16,407	57,86	2,50	107,16					16,422	61,611	18,53	5,95

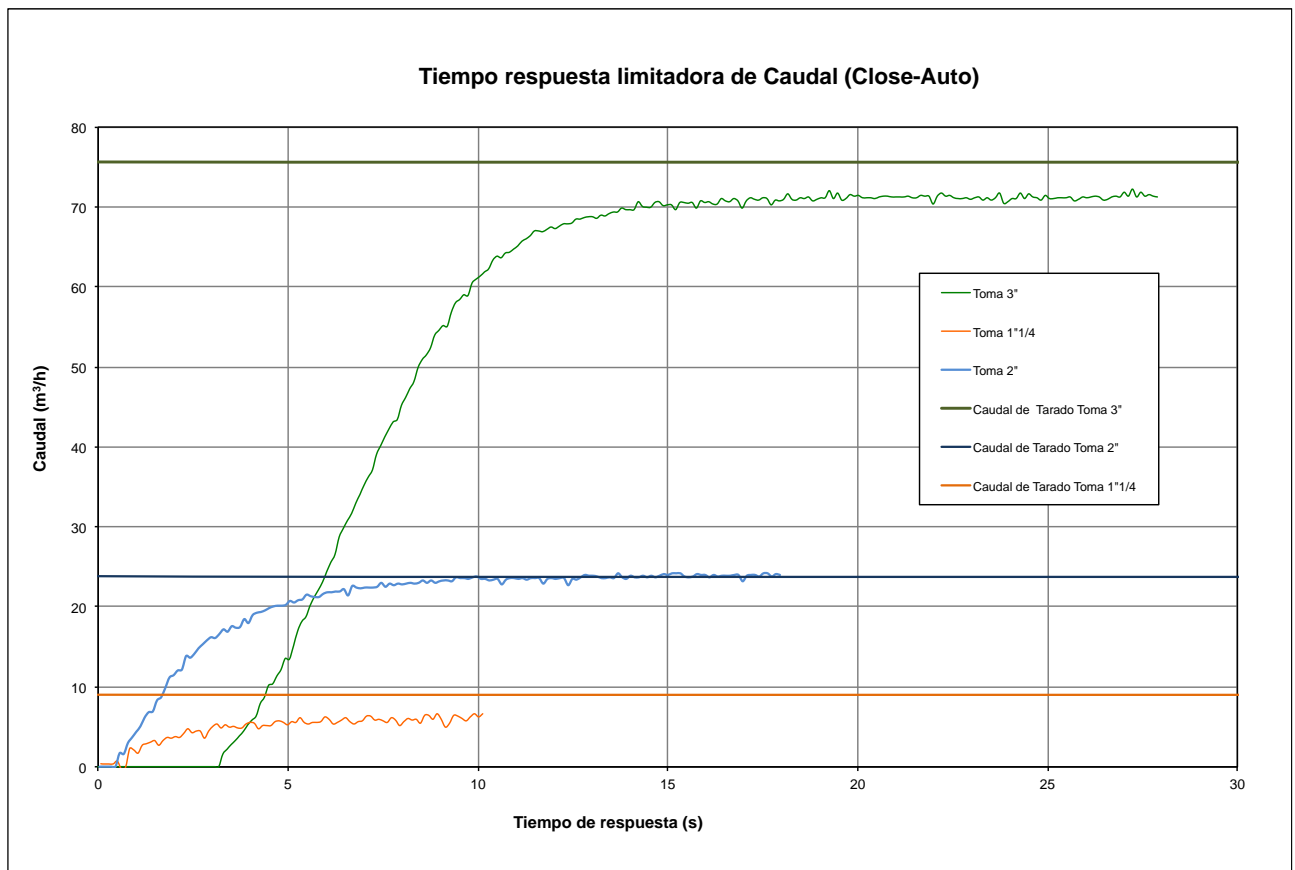
Toma 3"				Toma 2"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
16,516	58,50	2,50	106,57					16,532	58,432	24,81	6,64
16,625	59,32	2,43	105,68					16,641	56,080	27,43	7,03
16,735	59,64	2,43	106,07								
16,844	60,21	2,43	105,28								
16,954	61,48	2,37	104,69								
17,063	61,61	2,24	103,51								
17,172	62,50	2,24	102,52								
17,282	63,45	2,17	101,63								
17,391	63,90	2,17	100,94								
17,500	64,47	2,17	100,05								
17,610	65,42	2,11	99,07								
17,719	66,12	2,04	98,28								
17,829	66,82	2,04	97,29								
17,938	68,22	1,98	95,71								
18,047	68,29	1,91	93,84								
18,157	69,05	1,91	92,46								
18,266	68,92	1,91	91,37								
18,375	68,73	1,98	89,89								
18,485	68,92	2,04	89,30								
18,594	68,73	2,11	88,02								
18,704	68,92	2,17	87,03								
18,813	68,86	2,17	85,26								
18,922	69,05	2,17	84,47								
19,032	68,98	2,24	83,88								
19,141	68,54	2,24	81,71								
19,250	68,92	2,24	80,82								
19,360	68,86	2,24	80,03								
19,469	68,73	2,24	79,24								
19,579	68,86	2,17	78,45								
19,688	68,73	2,24	78,06								
19,797	69,18	2,24	77,56								
19,907	68,79	2,17	76,87								
20,016	68,79	2,24	75,49								
20,126	68,98	2,24	75,10								
20,235	68,92	2,24	75,00								
20,344	69,18	2,30	74,11								
20,454	68,67	2,24	73,62								
20,563	69,05	2,24	73,03								
20,672	68,79	2,30	72,93								
20,782	68,92	2,24	72,24								
20,891	69,05	2,30	72,53								
21,001	68,60	2,24	71,65								
21,110	68,29	2,30	71,55								
21,219	68,79	2,30	70,66								
21,329	68,35	2,37	70,36								
21,438	68,22	2,37	70,26								
21,547	68,16	2,37	70,26								
21,657	67,78	2,37	69,97								
21,766	67,90	2,37	70,46								
21,876	67,52	2,43	69,97								
21,985	67,08	2,43	69,97								

Toma 3"				Toma 2"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
22,094	67,40	2,43	69,67								
22,204	66,89	2,43	69,67								
22,313	66,82	2,50	69,87								
22,422	66,38	2,50	69,97								
22,532	66,57	2,50	69,97								
22,641	66,19	2,50	70,26								
22,751	66,12	2,50	70,46								
22,860	65,68	2,50	70,56								
22,969	65,62	2,50	71,05								
23,079	65,93	2,50	71,15								
23,188	64,79	2,43	71,84								
23,297	65,49	2,43	70,95								
23,407	65,11	2,43	71,84								
23,516	64,73	2,43	72,04								
23,626	65,23	2,43	72,53								
23,735	64,53	2,43	71,65								
23,844	64,85	2,43	73,13								
23,954	64,73	2,43	72,14								
24,063	64,92	2,43	73,42								
24,172	64,41	2,43	74,51								
24,282	64,73	2,43	73,91								
24,391	64,60	2,43	73,91								
24,501	64,79	2,50	74,51								
24,610	64,73	2,50	74,41								
24,719	64,73	2,43	75,10								
24,829	64,53	2,43	75,49								
24,938	64,66	2,43	75,20								
25,048	64,85	2,43	75,30								
25,157	64,53	2,43	73,91								
25,266	64,53	2,37	76,48								
25,376	64,79	2,43	75,99								
25,485	64,79	2,50	76,08								
25,594	64,47	2,43	76,18								
25,704	64,47	2,43	76,38								
25,813	64,60	2,43	76,38								
25,923	64,79	2,43	76,68								
26,032	64,66	2,43	76,58								
26,141	64,34	2,50	76,97								
26,251	64,92	2,43	76,97								
26,360	64,41	2,43	77,17								
26,469	64,60	2,50	77,27								
26,579	64,41	2,43	77,27								
26,688	64,79	2,43	77,27								
26,798	64,41	2,50	77,27								
26,907	64,85	2,43	77,96								
27,016	64,47	2,50	77,66								
27,126	64,47	2,50	77,76								
27,235	64,85	2,50	77,86								
27,344	64,53	2,43	78,06								
27,454	64,73	2,37	78,06								
27,563	64,79	2,43	77,76								

Toma 3"				Toma 2"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
27,673	64,34	2,43	77,96								
27,782	64,66	2,37	77,76								
27,891	64,41	2,43	78,06								
28,001	64,73	2,43	77,96								
28,110	64,34	2,43	78,35								
28,219	64,73	2,43	78,16								
28,329	64,73	2,43	78,25								
28,438	64,73	2,43	78,25								
28,548	64,34	2,43	78,35								
28,657	64,85	2,37	79,44								
28,766	64,66	2,43	78,45								
28,876	64,15	2,37	79,04								
28,985	64,60	2,43	78,55								
29,094	64,53	2,43	78,25								
29,204	64,41	2,43	77,96								
29,313	64,60	2,43	78,55								
29,423	64,41	2,43	78,35								
29,532	64,60	2,43	78,55								
29,641	64,73	2,43	78,25								
29,751	64,22	2,43	78,55								
29,860	64,79	2,43	79,24								
29,970	64,41	2,43	79,24								
30,079	64,34	2,50	78,16								
30,188	64,66	2,43	78,75								
30,298	64,41	2,43	78,55								
30,407	64,60	2,43	78,65								
30,516	64,41	2,50	78,65								
30,626	64,66	2,43	78,65								
30,735	64,60	2,43	78,85								
30,845	64,60	2,43	79,73								
30,954	64,73	2,43	78,94								
31,063	64,41	2,50	78,65								
31,173	64,66	2,50	78,75								
31,282	64,73	2,43	78,35								
31,391	64,47	2,43	78,75								
31,501	64,53	2,37	78,75								
31,610	64,47	2,43	78,75								
31,720	64,53	2,43	78,85								
31,829	64,60	2,43	78,85								
31,938	64,34	2,37	78,85								
32,048	64,79	2,43	78,65								
32,157	64,53	2,37	78,94								
32,266	64,60	2,37	78,94								
32,376	64,53	2,43	79,04								
32,485	64,92	2,43	78,94								
32,595	64,79	2,43	78,85								
32,704	64,22	2,43	78,55								
32,813	64,92	2,43	79,54								
32,923	64,66	2,37	78,65								
33,032	64,28	2,43	78,94								
33,141	64,41	2,43	78,45								

Toma 3"				Toma 2"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
33,251	64,85	2,43	79,04								
33,360	64,22	2,43	78,94								
33,470	64,98	2,43	79,04								
33,579	64,15	2,43	78,85								
33,688	64,60	2,43	78,94								
33,798	64,79	2,43	79,04								
33,907	64,34	2,43	79,14								
34,016	64,53	2,43	79,14								
34,126	64,47	2,43	79,14								
34,235	64,73	2,43	79,14								
34,345	64,60	2,43	78,94								
34,454	64,73	2,43	79,04								
34,563	64,60	2,43	78,94								

Respuesta de Válvula cerrada a posición de regulación.



Toma 2"				Toma 3"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
0,016	83,161	1,50	0,03	0,000	83,48	1,98	0,03	0,063	68,730	1,30	0,36
0,125	80,109	1,57	0,03	0,109	82,84	1,91	0,03	0,172	60,657	2,33	0,36
0,234	74,642	2,02	0,03	0,219	82,40	1,85	0,03	0,281	51,948	3,87	0,36
0,344	81,063	2,27	0,03	0,328	82,91	1,91	0,03	0,391	52,711	4,25	0,36

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Toma 2"				Toma 3"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
0,453	74,134	2,59	0,03	0,438	83,41	1,91	0,03	0,500	53,982	3,93	0,72
0,563	78,329	2,79	1,71	0,547	82,33	1,91	0,03	0,609	65,107	2,46	-0,27
0,672	73,244	3,30	1,61	0,656	83,10	1,91	0,03	0,719	74,324	1,05	-0,07
0,781	75,278	3,68	2,99	0,766	82,46	1,98	0,03	0,828	57,034	0,66	2,30
0,891	75,278	4,07	3,68	0,875	83,03	1,85	0,03	0,938	52,711	2,14	2,10
1,000	72,163	4,64	4,37	0,984	82,84	1,91	0,03	1,047	50,994	2,59	1,71
1,109	75,532	5,16	5,06	1,094	83,10	1,91	0,03	1,156	59,640	1,56	2,69
1,219	72,163	5,67	6,15	1,203	82,40	1,91	0,03	1,266	75,278	0,54	2,89
1,328	73,879	6,18	6,84	1,313	83,10	1,91	0,03	1,375	64,471	-0,30	3,09
1,438	72,926	6,63	6,94	1,422	82,84	1,91	0,03	1,484	53,664	0,66	3,29
1,547	73,371	7,02	8,32	1,531	82,65	1,91	0,03	1,594	51,439	1,75	2,69
1,656	73,498	7,40	8,71	1,641	83,35	1,91	0,03	1,703	53,982	1,37	3,29
1,766	73,117	7,66	9,89	1,750	82,14	1,91	0,03	1,813	70,320	0,41	3,68
1,875	73,752	7,85	11,18	1,859	84,05	1,91	0,03	1,922	69,684	-0,49	3,58
1,984	73,816	7,91	11,47	1,969	81,89	1,91	0,03	2,031	55,889	-0,30	3,78
2,094	72,989	8,04	12,06	2,078	82,84	1,91	0,03	2,141	51,948	1,11	3,68
2,203	73,879	7,91	12,16	2,188	82,02	1,98	0,03	2,250	51,567	1,37	4,17
2,313	73,117	7,91	13,84	2,297	82,14	1,98	0,03	2,359	64,090	0,41	4,77
2,422	73,562	7,79	13,64	2,406	81,95	2,04	0,03	2,469	74,833	-0,36	4,27
2,531	73,244	7,72	14,14	2,516	81,89	2,04	0,03	2,578	58,432	-0,62	4,47
2,641	73,434	7,79	14,83	2,625	81,13	2,11	0,03	2,688	52,902	0,54	4,47
2,750	73,244	7,79	15,32	2,734	81,76	2,11	0,03	2,797	51,376	1,11	3,58
2,859	73,434	7,79	15,81	2,844	80,62	2,11	0,03	2,906	57,987	0,60	4,47
2,969	73,816	7,91	16,21	2,953	81,06	2,11	0,03	3,016	75,151	-0,30	5,06
3,078	73,307	7,91	16,11	3,063	80,17	2,17	0,03	3,125	62,882	-1,06	5,36
3,188	73,943	7,98	16,60	3,172	80,49	2,17	0,03	3,234	53,219	0,09	4,86
3,297	73,244	7,98	17,19	3,281	80,05	2,17	1,61	3,344	51,185	1,05	5,26
3,406	73,625	7,91	16,90	3,391	79,66	2,17	2,20	3,453	54,173	0,73	4,96
3,516	73,562	7,98	17,59	3,500	79,60	2,11	2,79	3,563	72,163	-0,10	5,06
3,625	73,434	7,85	17,39	3,609	78,96	2,17	3,29	3,672	69,811	-0,81	4,86
3,734	73,498	7,91	17,49	3,719	79,28	2,17	3,88	3,781	55,126	-0,62	4,86
3,844	73,371	7,91	18,48	3,828	78,52	2,17	4,47	3,891	51,884	0,79	5,36
3,953	73,562	7,98	17,98	3,938	78,39	2,24	5,26	4,000	51,948	0,92	5,55
4,063	73,180	7,98	18,97	4,047	78,08	2,24	5,85	4,109	65,425	0,15	5,46
4,172	73,625	7,98	19,27	4,156	77,76	2,24	6,34	4,219	74,452	-0,62	4,77
4,281	73,371	8,04	19,36	4,266	77,50	2,24	7,92	4,328	57,606	-0,81	5,16
4,391	73,307	8,11	19,56	4,375	77,12	2,24	8,71	4,438	52,457	0,54	5,16
4,500	73,689	8,11	19,86	4,484	76,74	2,24	10,19	4,547	51,312	0,98	5,16
4,609	73,307	8,17	20,05	4,594	76,74	2,30	10,39	4,656	58,750	0,47	5,65
4,719	73,625	8,11	20,15	4,703	76,23	2,24	11,37	4,766	74,769	-0,30	5,75
4,828	73,244	8,17	20,15	4,813	76,10	2,30	12,16	4,875	63,454	-1,06	5,55
4,938	73,752	8,17	20,25	4,922	75,66	2,30	13,54	4,984	52,838	-0,04	5,26
5,047	72,926	8,04	20,75	5,031	75,41	2,30	13,45	5,094	51,185	0,98	5,65
5,156	74,070	7,98	20,55	5,141	75,15	2,30	15,12	5,203	55,571	0,73	5,55
5,266	73,180	8,04	20,84	5,250	74,32	2,37	17,00	5,313	72,227	-0,10	6,15
5,375	73,562	7,98	20,94	5,360	74,64	2,37	18,18	5,422	68,222	-0,94	5,55
5,484	73,625	8,04	21,53	5,469	73,82	2,37	18,77	5,531	54,618	-0,49	5,36
5,594	73,244	8,04	21,34	5,578	73,43	2,30	20,15	5,641	51,821	0,79	5,55
5,703	73,562	8,04	21,24	5,688	73,43	2,37	21,24	5,750	52,711	0,92	5,55
5,813	73,244	8,04	21,24	5,797	72,93	2,37	22,13	5,859	67,523	0,09	5,65
5,922	73,434	7,98	21,63	5,906	72,74	2,37	23,11	5,969	72,989	-0,68	6,24

Toma 2"				Toma 3"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
6,031	73,625	7,98	21,83	6,016	72,67	2,37	24,40	6,078	56,398	-0,87	5,95
6,141	73,371	7,98	21,83	6,125	72,29	2,43	25,58	6,188	52,329	0,54	5,36
6,250	73,752	7,98	21,93	6,235	71,65	2,37	26,57	6,297	51,439	0,92	5,55
6,359	72,989	8,11	21,93	6,344	71,72	2,37	28,74	6,406	60,212	0,41	5,85
6,469	73,180	8,17	22,23	6,453	71,85	2,37	29,82	6,516	75,532	-0,42	6,15
6,578	73,434	8,17	21,44	6,563	71,34	2,43	30,81	6,625	60,784	-0,94	5,65
6,688	73,625	8,17	22,62	6,672	71,21	2,43	31,69	6,735	52,774	0,28	5,36
6,797	73,371	8,11	22,42	6,781	70,76	2,43	32,98	6,844	51,312	0,92	5,65
6,906	73,180	7,98	22,32	6,891	70,83	2,50	34,06	6,953	56,589	0,60	5,75
7,016	73,371	7,91	22,42	7,000	70,70	2,43	35,25	7,063	72,926	-0,17	6,34
7,125	73,689	7,91	22,42	7,110	70,13	2,50	36,23	7,172	66,633	-1,00	6,34
7,235	73,307	7,98	22,42	7,219	70,13	2,50	37,12	7,281	54,237	-0,36	5,85
7,344	73,943	8,17	22,52	7,328	69,68	2,50	39,09	7,391	51,312	0,79	5,95
7,453	73,307	8,30	23,01	7,438	69,62	2,50	40,18	7,500	52,647	0,86	5,75
7,563	72,926	8,43	22,52	7,547	69,37	2,50	41,26	7,610	68,667	0,02	5,55
7,672	73,244	8,62	22,92	7,656	69,05	2,50	42,25	7,719	72,672	-0,74	6,15
7,781	73,053	8,68	22,72	7,766	69,18	2,50	43,14	7,828	56,525	-0,81	5,85
7,891	73,625	8,68	22,92	7,875	68,54	2,50	43,43	7,938	52,584	0,54	5,16
8,000	72,989	8,62	22,82	7,985	68,67	2,50	45,21	8,047	51,630	0,86	5,65
8,110	73,816	8,62	22,92	8,094	67,97	2,50	46,20	8,156	61,293	0,34	6,05
8,219	73,053	8,56	23,01	8,203	68,29	2,50	47,28	8,266	75,151	-0,49	5,85
8,328	73,180	8,49	22,92	8,313	67,84	2,50	48,17	8,375	59,831	-1,26	5,95
8,438	73,816	8,43	23,01	8,422	67,65	2,56	49,94	8,485	52,902	0,28	5,46
8,547	73,053	8,36	23,31	8,531	67,40	2,50	50,93	8,594	51,312	0,98	6,44
8,656	73,689	8,43	23,01	8,641	67,27	2,50	51,52	8,703	56,779	0,54	6,44
8,766	73,053	8,49	23,31	8,750	66,95	2,56	52,41	8,813	74,833	-0,36	5,95
8,875	73,562	8,56	23,01	8,860	67,01	2,43	53,99	8,922	66,251	-1,00	6,64
8,985	73,371	8,62	23,21	8,969	67,08	2,43	54,58	9,031	53,601	-0,10	5,95
9,094	72,989	8,68	23,31	9,078	66,76	2,43	55,17	9,141	51,439	0,86	4,96
9,203	73,625	8,62	23,31	9,188	66,95	2,43	55,07	9,250	53,855	0,73	5,46
9,313	73,562	8,49	23,21	9,297	67,08	2,37	56,85	9,360	69,747	-0,04	6,44
9,422	73,307	8,49	23,70	9,406	66,76	2,37	58,03	9,469	71,146	-0,74	6,34
9,531	73,180	8,43	23,61	9,516	67,33	2,37	58,43	9,578	55,444	-0,68	6,05
9,641	73,180	8,43	23,61	9,625	66,70	2,30	59,02	9,688	52,012	0,66	5,75
9,750	73,371	8,56	23,51	9,735	67,08	2,37	58,92	9,797	52,139	0,92	6,24
9,860	73,371	8,56	23,70	9,844	67,01	2,30	60,50	9,906	63,708	0,22	6,64
9,969	73,053	8,56	23,80	9,953	66,89	2,30	60,99	10,016	74,197	-0,68	6,24
10,078	73,816	8,43	23,51	10,063	67,27	2,37	61,39	10,125	58,877	-0,94	6,64
10,188	73,371	8,49	23,51	10,172	66,63	2,37	61,88				
10,297	73,244	8,43	23,31	10,282	66,95	2,30	62,27				
10,406	73,371	8,43	23,41	10,391	66,76	2,30	63,36				
10,516	73,498	8,49	23,51	10,500	67,01	2,30	63,85				
10,625	73,244	8,43	22,82	10,610	67,01	2,30	63,66				
10,735	73,498	8,36	23,41	10,719	67,01	2,30	64,25				
10,844	73,244	8,36	23,61	10,828	66,82	2,30	64,35				
10,953	73,307	8,36	23,61	10,938	66,76	2,30	64,74				
11,063	73,244	8,30	23,51	11,047	67,14	2,30	65,13				
11,172	73,244	8,30	23,61	11,157	66,57	2,24	65,73				
11,281	73,117	8,30	23,41	11,266	67,27	2,30	66,02				
11,391	73,562	8,36	23,61	11,375	66,76	2,17	66,42				
11,500	73,562	8,49	23,61	11,485	66,82	2,24	67,01				

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Toma 2"				Toma 3"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
11,610	73,180	8,49	23,61	11,594	67,40	2,24	67,01				
11,719	73,307	8,43	22,92	11,703	66,63	2,30	66,91				
11,828	73,752	8,36	23,51	11,813	67,01	2,30	67,21				
11,938	72,989	8,36	23,61	11,922	66,76	2,30	67,50				
12,047	73,434	8,36	23,51	12,032	67,01	2,30	67,31				
12,156	73,053	8,49	23,61	12,141	66,89	2,30	67,60				
12,266	73,816	8,56	23,61	12,250	66,82	2,30	67,90				
12,375	73,180	8,62	22,72	12,360	66,95	2,30	67,90				
12,485	73,371	8,62	23,51	12,469	66,89	2,30	68,00				
12,594	73,434	8,56	23,41	12,578	67,20	2,30	68,49				
12,703	72,862	8,49	23,70	12,688	66,70	2,30	68,49				
12,813	73,371	8,43	24,00	12,797	67,08	2,24	68,69				
12,922	73,371	8,43	23,90	12,907	66,82	2,30	68,78				
13,032	73,180	8,36	23,90	13,016	66,95	2,30	68,78				
13,141	73,689	8,36	23,80	13,125	66,57	2,30	68,59				
13,250	73,053	8,30	23,61	13,235	67,01	2,30	68,98				
13,360	73,307	8,24	23,61	13,344	66,95	2,30	68,88				
13,469	73,752	8,30	23,70	13,453	66,89	2,30	69,18				
13,578	73,180	8,36	23,61	13,563	67,01	2,30	69,38				
13,688	73,625	8,36	24,20	13,672	66,31	2,30	69,38				
13,797	73,434	8,43	23,70	13,782	67,65	2,30	69,87				
13,907	73,434	8,49	23,51	13,891	67,08	2,30	69,67				
14,016	73,180	8,36	23,90	14,000	66,76	2,30	69,67				
14,125	73,434	8,49	23,70	14,110	67,14	2,37	69,67				
14,235	73,244	8,43	23,70	14,219	66,82	2,24	70,66				
14,344	73,752	8,36	23,90	14,328	67,01	2,37	70,07				
14,453	72,989	8,30	23,70	14,438	66,38	2,30	69,97				
14,563	73,180	8,24	23,90	14,547	67,27	2,24	69,97				
14,672	73,625	8,24	23,70	14,657	66,76	2,30	70,56				
14,782	73,244	8,17	23,90	14,766	67,01	2,24	70,66				
14,891	73,244	8,17	24,10	14,875	67,27	2,24	70,17				
15,000	73,816	8,24	24,00	14,985	66,51	2,30	70,26				
15,110	72,672	8,30	24,20	15,094	66,95	2,24	70,26				
15,219	73,943	8,36	24,20	15,204	66,63	2,30	69,67				
15,328	72,989	8,43	24,20	15,313	67,27	2,30	70,56				
15,438	73,689	8,49	23,80	15,422	66,44	2,30	70,56				
15,547	73,562	8,56	23,70	15,532	67,08	2,24	70,46				
15,657	72,926	8,49	23,80	15,641	66,82	2,24	70,56				
15,766	73,689	8,62	24,10	15,750	66,76	2,24	69,87				
15,875	73,117	8,56	24,00	15,860	67,01	2,24	70,76				
15,985	73,562	8,56	24,00	15,969	66,95	2,30	70,56				
16,094	72,989	8,36	23,70	16,079	66,95	2,24	70,66				
16,203	73,498	8,30	24,00	16,188	66,82	2,24	70,36				
16,313	73,117	8,24	23,80	16,297	67,01	2,30	70,36				
16,422	73,307	8,24	23,90	16,407	66,82	2,30	71,05				
16,532	73,371	8,24	23,90	16,516	67,08	2,30	70,76				
16,641	73,752	8,30	23,90	16,625	66,95	2,30	70,66				
16,750	72,799	8,43	24,00	16,735	66,63	2,24	71,05				
16,860	73,816	8,49	24,00	16,844	66,89	2,37	70,76				
16,969	72,735	8,43	23,21	16,954	67,08	2,30	69,87				
17,078	73,816	8,43	23,90	17,063	66,89	2,30	70,76				

Toma 2"				Toma 3"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
17,188	72,799	8,43	24,00	17,172	66,70	2,24	71,15				
17,297	74,070	8,36	24,00	17,282	67,01	2,24	70,95				
17,407	72,926	8,36	23,80	17,391	66,95	2,30	70,86				
17,516	72,926	8,30	24,20	17,500	66,82	2,24	71,15				
17,625	73,625	8,24	24,20	17,610	66,89	2,30	71,05				
17,735	73,307	8,24	23,80	17,719	66,95	2,30	70,26				
17,844	73,371	8,24	24,10	17,829	66,76	2,24	70,86				
17,953	73,117	8,24	24,00	17,938	67,27	2,24	70,76				
				18,047	66,63	2,30	70,95				
				18,157	67,14	2,30	71,65				
				18,266	66,95	2,24	70,95				
				18,375	66,82	2,30	70,86				
				18,485	67,01	2,30	71,15				
				18,594	66,76	2,30	71,05				
				18,704	67,01	2,24	71,25				
				18,813	66,82	2,24	70,76				
				18,922	66,89	2,30	70,95				
				19,032	66,95	2,30	71,15				
				19,141	67,14	2,30	71,15				
				19,250	66,63	2,37	72,04				
				19,360	66,95	2,24	71,05				
				19,469	66,76	2,30	71,74				
				19,579	66,89	2,30	70,86				
				19,688	66,76	2,37	71,05				
				19,797	66,63	2,30	71,55				
				19,907	67,01	2,30	71,35				
				20,016	66,95	2,30	71,45				
				20,126	66,70	2,30	71,15				
				20,235	67,01	2,30	71,15				
				20,344	66,82	2,30	71,15				
				20,454	66,89	2,30	71,05				
				20,563	67,01	2,30	71,25				
				20,672	66,95	2,30	71,35				
				20,782	66,95	2,30	71,35				
				20,891	66,89	2,30	71,25				
				21,001	66,95	2,37	71,25				
				21,110	67,08	2,30	71,25				
				21,219	66,89	2,30	71,25				
				21,329	66,76	2,30	71,35				
				21,438	66,95	2,30	71,15				
				21,547	66,76	2,30	71,15				
				21,657	66,76	2,30	71,45				
				21,766	67,01	2,30	71,35				
				21,876	66,95	2,30	71,35				
				21,985	66,70	2,30	70,36				
				22,094	66,89	2,24	71,35				
				22,204	66,76	2,24	71,74				
				22,313	66,95	2,30	71,35				
				22,422	67,08	2,30	71,45				
				22,532	66,76	2,24	71,15				
				22,641	66,82	2,30	71,05				

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

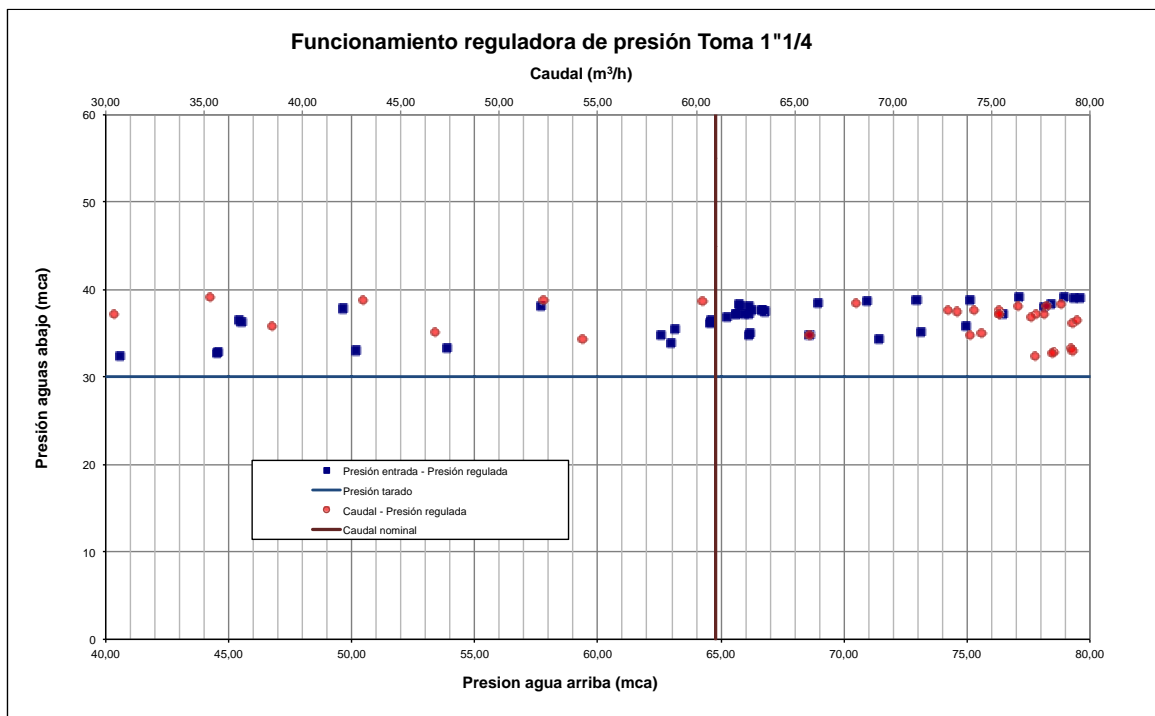
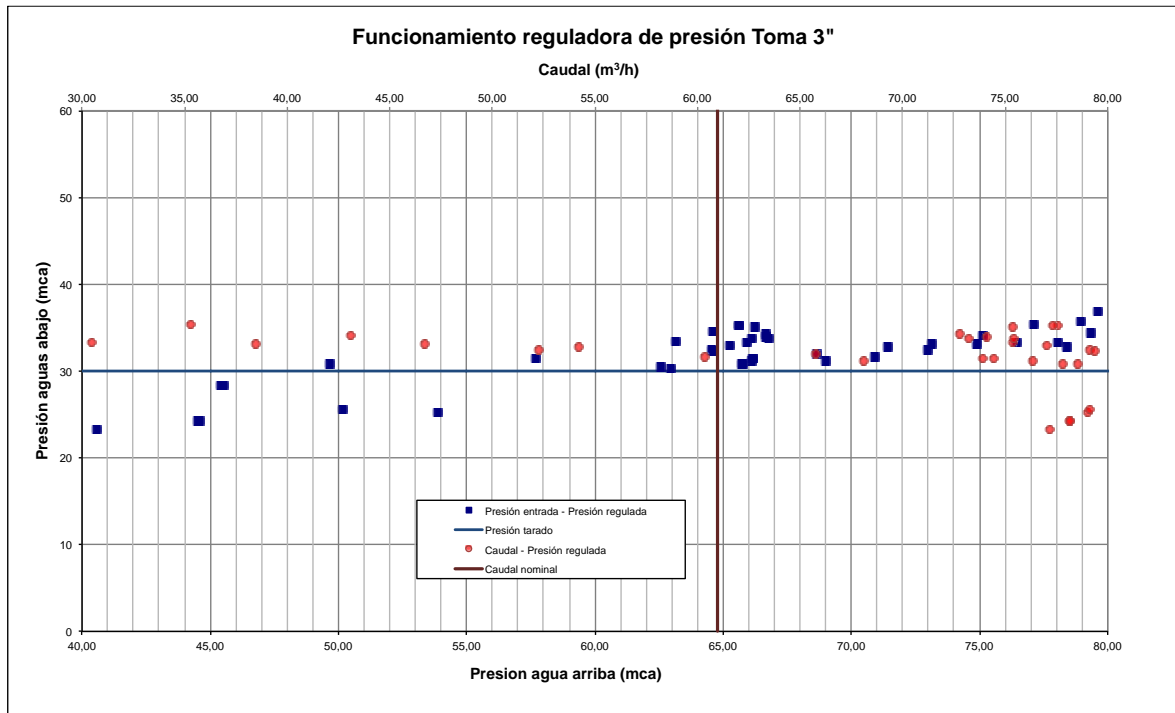
Toma 2"				Toma 3"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
				22,751	66,89	2,30	71,05				
				22,860	67,08	2,24	71,15				
				22,969	66,76	2,30	70,95				
				23,079	66,95	2,30	71,15				
				23,188	67,01	2,30	71,25				
				23,297	66,95	2,37	70,86				
				23,407	67,01	2,30	71,15				
				23,516	66,63	2,30	70,86				
				23,626	67,40	2,30	71,15				
				23,735	66,57	2,30	71,74				
				23,844	66,95	2,24	70,46				
				23,954	67,08	2,24	70,66				
				24,063	66,76	2,30	71,05				
				24,172	67,14	2,30	71,05				
				24,282	66,70	2,30	71,74				
				24,391	66,89	2,30	71,05				
				24,501	66,89	2,30	71,65				
				24,610	66,95	2,30	71,25				
				24,719	66,95	2,30	71,15				
				24,829	66,82	2,30	70,86				
				24,938	67,20	2,30	71,45				
				25,048	66,76	2,30	71,05				
				25,157	66,82	2,30	71,05				
				25,266	66,76	2,24	71,15				
				25,376	66,95	2,30	71,15				
				25,485	67,01	2,24	71,15				
				25,594	67,08	2,30	71,25				
				25,704	66,76	2,24	70,76				
				25,813	66,51	2,30	70,95				
				25,923	67,33	2,30	71,25				
				26,032	66,51	2,30	71,15				
				26,141	66,89	2,24	71,25				
				26,251	66,89	2,30	71,35				
				26,360	66,70	2,37	71,25				
				26,469	67,27	2,30	70,86				
				26,579	66,82	2,30	70,95				
				26,688	66,89	2,30	71,25				
				26,798	66,82	2,30	71,35				
				26,907	66,89	2,30	71,25				
				27,016	66,82	2,30	71,84				
				27,126	66,70	2,30	71,35				
				27,235	67,20	2,30	72,24				
				27,344	66,76	2,30	71,25				
				27,454	66,89	2,30	71,84				
				27,563	67,01	2,30	71,35				
				27,673	66,70	2,30	71,55				
				27,782	67,01	2,30	71,35				
				27,891	66,76	2,37	71,25				

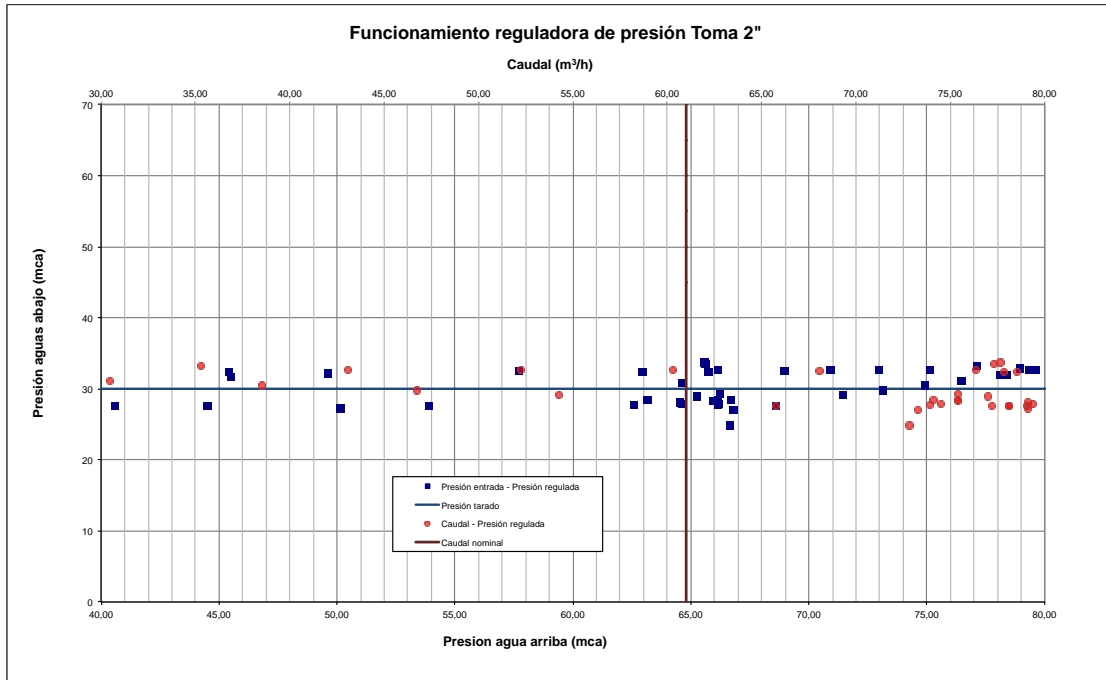
2.4.6.4. Regulación de los hidrantes como reductores de presión.

Presión Aguas Arriba (mca)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
62,97	30,35	33,89	32,35	84,96
53,89	25,21	33,35	27,58	79,07
50,16	25,64	32,97	27,23	79,11
44,57	24,32	32,79	27,53	78,13
44,51	24,25	32,76	27,49	78,12
40,58	23,26	32,43	27,51	77,19
45,42	28,42	36,43	32,40	83,19
45,51	28,32	36,41	31,61	83,29
49,66	30,86	37,80	32,17	85,51
57,69	31,51	38,09	32,49	87,93
65,73	30,81	38,28	32,41	78,53
65,76	30,90	38,14	32,36	77,82
66,13	31,21	38,23	32,59	76,34
68,98	31,11	38,51	32,47	68,10
70,93	31,70	38,58	32,62	60,33
72,97	32,45	38,75	32,67	52,28
75,14	34,10	38,78	32,73	43,10
77,12	35,35	39,16	33,23	35,27
78,97	35,67	39,22	32,87	24,88
79,36	34,50	39,02	32,68	20,56
79,60	36,94	38,97	32,70	18,85
78,39	32,72	38,27	32,01	23,23
78,10	33,27	37,98	32,01	24,95
76,47	33,21	37,15	31,20	30,45
74,94	33,12	35,86	30,54	38,48
73,13	33,13	35,11	29,69	46,74
71,42	32,72	34,38	29,02	54,22
68,63	31,93	34,83	27,63	65,75
66,16	31,43	34,84	27,65	73,91
66,17	31,44	34,97	27,84	74,48
62,58	30,52	34,88	27,76	84,67
63,17	33,47	35,47	28,33	83,75
64,64	34,59	36,32	30,82	80,81
65,59	35,30	37,21	33,67	77,62
65,62	35,31	37,20	33,57	77,32
66,25	35,02	37,70	29,19	75,38
66,67	34,31	37,64	24,78	72,84
66,79	33,74	37,50	27,12	73,26
66,69	33,89	37,69	28,35	74,11
65,94	33,34	37,21	28,31	75,39
66,13	33,69	37,23	28,42	75,41
65,29	32,97	36,81	28,90	77,01
64,55	32,50	36,19	28,05	79,13

Presión Aguas Arriba (mca)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
64,64	32,32	36,49	27,97	79,37

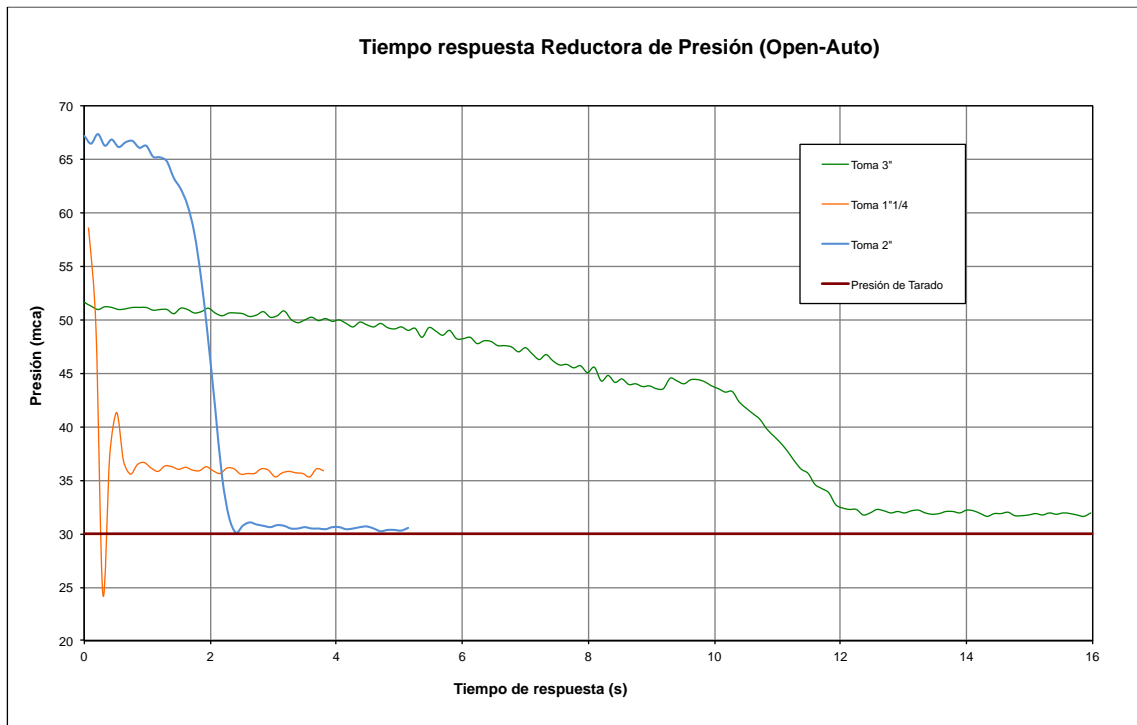
Pámetro	Toma 3"	Toma 1"1/4	Toma 2"
P _{media} Aguas abajo (mca)	31,84	36,62	30,24
Desviación típica	3,21	1,95	2,40
ε (%)	6,12	22,08	0,79





2.4.6.5. Tiempo de respuesta del piloto reductor de presión.

Respuesta de Válvula abierta a posición de regulación.



Toma 2"				Toma 3"				Toma 1 1/4"			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
0,078	66,378	22,15	42,64	0,000	65,04	51,60	0,00	0,078	70,45	58,55	1,95
0,000	76,61	67,22	5,21	0,109	64,98	51,27	0,00	0,188	71,46	49,07	1,87

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

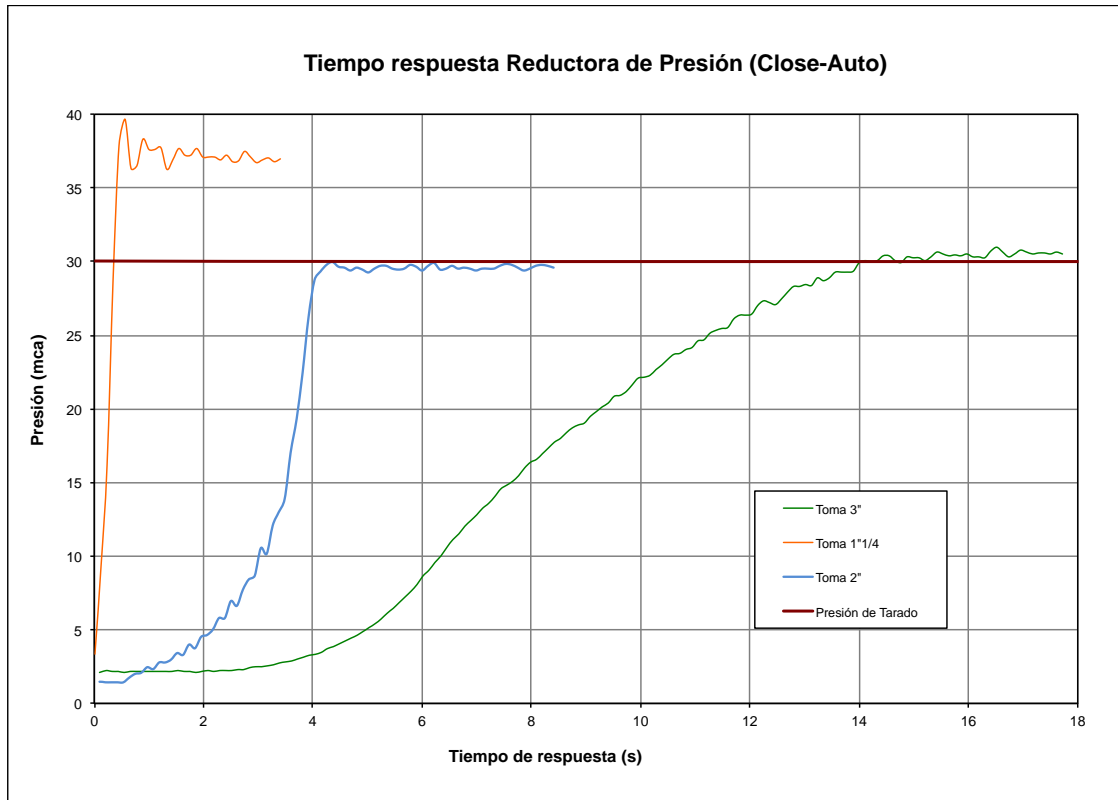
Toma 2"				Toma 3"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
0,109	75,47	66,45	5,24	0,219	64,53	50,95	0,00	0,297	77,82	24,36	1,60
0,219	76,04	67,35	5,24	0,328	64,98	51,21	0,00	0,406	66,12	37,29	1,82
0,328	75,53	66,26	5,32	0,438	64,41	51,15	0,00	0,516	69,37	41,33	1,84
0,438	75,98	66,84	5,30	0,547	64,98	50,95	0,00	0,625	75,98	36,78	1,84
0,547	75,60	66,13	5,32	0,656	64,79	51,02	0,00	0,734	68,48	35,56	1,76
0,656	75,85	66,58	5,30	0,766	64,73	51,15	0,00	0,844	73,24	36,46	1,79
0,766	75,91	66,71	5,24	0,875	64,98	51,15	0,00	0,953	71,46	36,65	1,79
0,875	75,79	66,07	5,27	0,984	64,79	51,15	0,00	1,063	71,15	36,14	1,76
0,984	75,98	66,26	5,30	1,094	64,66	50,89	0,00	1,172	72,04	35,82	1,52
1,094	75,60	65,23	5,24	1,203	64,85	50,95	0,00	1,281	72,04	36,33	1,68
1,203	76,17	65,17	5,30	1,313	64,92	50,95	0,00	1,391	71,72	36,27	1,63
1,313	76,23	64,79	5,21	1,422	64,53	50,56	0,00	1,500	72,35	36,01	1,68
1,422	75,85	63,25	5,21	1,531	64,92	51,08	0,00	1,609	71,65	36,20	1,63
1,531	75,85	62,22	5,35	1,641	64,92	50,95	0,00	1,719	71,72	35,95	1,65
1,641	76,61	60,68	5,21	1,750	64,73	50,63	0,00	1,828	71,78	35,88	1,54
1,750	76,55	58,05	5,21	1,860	64,92	50,76	0,00	1,938	72,04	36,27	1,57
1,859	77,25	53,69	5,32	1,969	65,11	51,08	0,00	2,047	71,34	35,88	1,52
1,969	77,19	48,05	5,24	2,078	64,60	50,63	0,00	2,156	72,04	35,63	1,60
2,078	78,39	41,77	5,24	2,188	64,47	50,37	0,00	2,266	71,97	36,14	1,60
2,188	77,95	35,36	5,16	2,297	65,23	50,63	0,00	2,375	71,46	36,07	1,49
2,297	78,01	31,57	5,05	2,406	64,47	50,63	0,00	2,484	72,23	35,56	1,49
2,406	79,22	30,10	5,02	2,516	65,23	50,56	0,00	2,594	71,27	35,63	1,52
2,516	77,95	30,74	4,94	2,625	64,73	50,30	0,00	2,703	71,97	35,63	1,52
2,625	78,20	31,06	4,78	2,735	64,92	50,43	1,75	2,813	71,91	36,07	1,49
2,734	78,71	30,87	4,75	2,844	64,92	50,76	1,75	2,922	71,78	35,95	1,52
2,844	78,46	30,74	4,69	2,953	64,85	50,24	1,75	3,031	71,53	35,31	1,54
2,953	78,65	30,61	4,64	3,063	64,85	50,37	1,75	3,141	71,97	35,69	1,57
3,063	78,77	30,80	4,53	3,172	65,36	50,82	1,75	3,250	71,85	35,82	1,38
3,172	78,27	30,74	4,67	3,282	64,79	50,04	1,75	3,359	72,04	35,69	1,35
3,281	78,39	30,48	4,50	3,391	64,98	49,72	1,75	3,469	71,40	35,63	1,46
3,391	78,01	30,48	4,42	3,500	64,85	49,98	1,75	3,578	71,85	35,31	1,41
3,500	78,96	30,61	4,39	3,610	65,04	50,24	1,75	3,688	72,04	36,07	1,38
3,610	77,57	30,48	4,26	3,719	64,85	49,91	1,75	3,797	71,53	35,88	1,52
3,719	79,03	30,48	4,20	3,828	65,04	50,11	1,75				
3,828	77,63	30,42	4,31	3,938	65,23	49,85	1,75				
3,938	79,41	30,61	4,15	4,047	65,04	49,98	1,75				
4,047	77,12	30,61	4,09	4,157	65,17	49,65	1,75				
4,156	78,96	30,42	4,09	4,266	64,85	49,33	1,75				
4,266	77,25	30,48	4,09	4,375	65,36	49,78	1,75				
4,375	79,35	30,61	4,09	4,485	65,11	49,52	1,75				
4,485	77,88	30,68	3,98	4,594	65,11	49,33	1,75				
4,594	78,46	30,48	4,06	4,703	65,30	49,65	1,75				
4,703	78,27	30,23	3,95	4,813	65,04	49,26	1,75				
4,813	78,27	30,36	3,79	4,922	65,11	49,13	3,00				
4,922	78,27	30,36	3,76	5,032	65,30	49,33	3,00				
5,031	78,27	30,29	3,82	5,141	64,92	49,00	3,00				
5,141	78,27	30,55	3,84	5,250	65,68	49,20	3,00				
				5,360	65,23	48,36	3,00				
				5,469	65,93	49,26	3,00				
				5,579	64,98	48,94	3,00				
				5,688	65,49	48,55	3,00				

Toma 2"				Toma 3"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab(mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
				5,797	65,62	49,00	3,00				
				5,907	65,17	48,23	3,00				
				6,016	65,93	48,23	3,00				
				6,125	65,23	48,36	3,00				
				6,235	65,36	47,77	3,00				
				6,344	65,55	48,03	3,00				
				6,454	65,55	47,97	3,00				
				6,563	65,93	47,58	3,00				
				6,672	65,36	47,58	3,00				
				6,782	65,68	47,45	3,00				
				6,891	65,62	46,99	3,00				
				7,001	66,00	47,38	3,68				
				7,110	65,68	46,80	3,68				
				7,219	65,87	46,28	3,68				
				7,329	66,12	46,73	3,68				
				7,438	65,62	46,15	3,68				
				7,547	65,87	45,76	3,68				
				7,657	66,00	45,83	3,68				
				7,766	66,25	45,50	3,68				
				7,876	66,06	45,70	3,68				
				7,985	65,87	45,05	3,68				
				8,094	66,44	45,57	3,68				
				8,204	66,06	44,27	3,68				
				8,313	66,51	44,79	3,68				
				8,423	65,93	44,14	3,68				
				8,532	66,70	44,46	3,68				
				8,641	66,31	43,95	3,68				
				8,751	66,19	44,01	3,68				
				8,860	66,70	43,75	3,68				
				8,969	66,44	43,82	3,68				
				9,079	66,31	43,56	3,68				
				9,188	66,82	43,56	4,54				
				9,298	66,12	44,53	4,54				
				9,407	66,44	44,27	4,54				
				9,516	66,38	44,01	4,54				
				9,626	66,38	44,40	4,54				
				9,735	66,25	44,40	4,54				
				9,845	66,70	44,20	4,54				
				9,954	66,25	43,82	4,54				
				10,063	66,63	43,56	4,54				
				10,173	66,70	43,23	4,54				
				10,282	66,76	43,30	4,54				
				10,391	66,70	42,32	4,54				
				10,501	67,08	41,74	4,54				
				10,610	67,08	41,22	4,54				
				10,720	67,52	40,70	4,54				
				10,829	67,40	39,79	4,54				
				10,938	67,78	39,15	4,54				
				11,048	67,97	38,50	4,54				
				11,157	68,09	37,72	4,54				
				11,266	68,09	36,81	5,31				

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Toma 2"				Toma 3"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
				11,376	68,48	36,03	5,31				
				11,485	68,35	35,64	5,31				
				11,595	68,54	34,60	5,31				
				11,704	68,98	34,22	5,31				
				11,813	68,92	33,83	5,31				
				11,923	69,11	32,72	5,31				
				12,032	69,11	32,40	5,31				
				12,142	69,43	32,27	5,31				
				12,251	69,11	32,27	5,31				
				12,360	69,05	31,75	5,31				
				12,470	69,24	31,95	5,31				
				12,579	69,11	32,27	5,31				
				12,688	69,24	32,14	5,31				
				12,798	69,56	31,95	5,31				
				12,907	69,05	32,08	5,31				
				13,017	69,43	31,95	5,31				
				13,126	69,18	32,14	5,31				
				13,235	69,30	32,21	5,31				
				13,345	69,24	31,95	5,31				
				13,454	69,18	31,82	5,91				
				13,564	69,49	31,88	5,91				
				13,673	69,11	32,08	5,91				
				13,782	69,43	32,08	5,91				
				13,892	68,86	31,95	5,91				
				14,001	69,37	32,21	5,91				
				14,110	69,30	32,14	5,91				
				14,220	69,49	31,88	5,91				
				14,329	69,30	31,62	5,91				
				14,439	69,18	31,88	5,91				
				14,548	69,11	31,88	5,91				
				14,657	69,37	32,01	5,91				
				14,767	69,43	31,69	5,91				
				14,876	69,18	31,69	5,91				
				14,986	69,30	31,75	5,91				
				15,095	69,18	31,88	5,91				
				15,204	69,24	31,75	5,91				
				15,314	69,37	31,95	5,91				
				15,423	69,18	31,82	5,91				
				15,532	69,37	31,95	5,91				
				15,642	69,49	31,88	6,35				
				15,751	69,18	31,75	6,35				
				15,861	69,62	31,62	6,35				
				15,970	69,05	31,95	6,35				

Respuesta de Válvula cerrada a posición de regulación.



Toma 2"				Toma 3"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
0,016	83,161	1,50	0,03	0,109	83,86	2,11	0,019	0,016	66,51	3,35	0,06
0,094	83,22	1,50	0,02	0,219	83,16	2,24	0,008	0,125	66,19	9,37	0,01
0,203	83,54	1,44	0,01	0,328	83,73	2,17	0,200	0,234	81,25	16,16	0,02
0,313	83,67	1,44	0,02	0,438	83,16	2,17	0,063	0,344	65,36	28,71	0,06
0,422	83,41	1,44	0,01	0,547	83,67	2,11	0,019	0,453	71,46	37,87	0,02
0,531	83,29	1,44	0,01	0,656	83,29	2,17	0,046	0,563	73,63	39,66	0,02
0,641	77,25	1,76	0,02	0,766	83,61	2,17	0,019	0,672	68,79	36,33	0,02
0,750	84,05	2,02	0,05	0,875	83,35	2,17	0,019	0,781	73,31	36,52	0,01
0,859	79,85	2,08	0,02	0,984	84,11	2,17	0,019	0,891	71,27	38,32	0,45
0,969	79,92	2,46	0,05	1,094	82,65	2,17	0,046	1,000	72,16	37,61	0,45
1,078	81,76	2,34	0,09	1,203	83,99	2,17	0,074	1,109	71,72	37,61	0,56
1,188	75,02	2,79	0,05	1,313	82,40	2,17	0,101	1,219	71,91	37,74	0,61
1,297	90,66	2,79	0,04	1,422	84,30	2,17	0,019	1,328	71,53	36,27	0,80
1,406	70,76	2,98	0,06	1,531	82,65	2,24	0,046	1,438	71,53	36,91	0,67
1,516	93,33	3,43	0,12	1,641	84,56	2,17	0,019	1,547	72,04	37,68	0,72
1,625	69,81	3,30	0,39	1,750	82,84	2,17	0,019	1,656	71,40	37,23	0,75
1,734	89,84	4,00	0,64	1,860	84,05	2,11	0,046	1,766	71,97	37,23	0,75
1,844	75,98	3,75	0,72	1,969	82,97	2,17	0,074	1,875	71,59	37,68	0,94
1,953	78,77	4,52	0,75	2,078	83,35	2,24	0,019	1,984	71,65	37,10	0,83
2,063	87,29	4,64	0,94	2,188	83,41	2,17	0,046	2,094	72,23	37,10	1,08
2,172	71,59	5,03	0,83	2,297	83,10	2,24	0,036	2,203	71,72	37,10	1,02
2,281	89,33	5,80	0,94	2,406	82,40	2,24	0,046	2,313	71,40	36,91	0,91
2,391	72,42	5,80	0,94	2,516	82,65	2,24	0,019	2,422	72,23	37,23	0,97
2,500	81,32	6,95	0,99	2,625	82,52	2,30	0,019	2,531	71,53	36,78	0,99

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Toma 2"				Toma 3"				Toma 1 1/4"			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
2,609	80,49	6,63	1,16	2,735	82,14	2,30	0,019	2,641	71,97	36,84	1,05
2,719	73,56	7,72	1,19	2,844	81,95	2,43	0,101	2,750	72,16	37,48	1,05
2,828	89,01	8,43	1,27	2,953	81,51	2,50	0,046	2,859	71,34	37,10	1,08
2,938	71,40	8,68	1,30	3,063	81,70	2,50	0,211	2,969	72,10	36,72	1,08
3,047	84,50	10,54	1,24	3,172	80,94	2,56	0,019	3,078	71,72	36,91	1,32
3,156	79,28	10,16	1,27	3,282	80,94	2,63	0,036	3,188	71,46	37,04	1,27
3,266	76,93	12,08	1,46	3,391	81,06	2,76	0,474	3,297	71,85	36,78	1,16
3,375	85,89	12,98	1,49	3,500	80,49	2,82	0,502	3,406	71,85	36,97	1,16
3,485	72,48	13,88	1,52	3,610	80,30	2,89	0,858				
3,594	82,65	17,02	1,49	3,719	79,98	3,02	0,666				
3,703	76,87	19,33	1,73	3,828	79,98	3,15	1,214				
3,813	77,06	22,47	1,76	3,938	79,54	3,28	1,214				
3,922	79,79	26,25	1,90	4,047	79,35	3,34	1,488				
4,031	77,38	28,75	1,95	4,157	78,96	3,47	1,543				
4,141	78,84	29,33	2,06	4,266	78,96	3,73	1,735				
4,250	78,33	29,78	2,15	4,375	78,27	3,86	1,899				
4,360	78,20	29,97	2,17	4,485	78,46	4,05	2,201				
4,469	78,77	29,65	2,23	4,594	77,88	4,25	2,338				
4,578	78,90	29,59	2,20	4,703	78,08	4,44	2,365				
4,688	78,01	29,39	2,42	4,813	77,63	4,64	2,968				
4,797	78,71	29,59	2,39	4,922	76,99	4,90	3,242				
4,906	77,57	29,46	2,50	5,032	77,31	5,16	3,297				
5,016	78,84	29,27	2,53	5,141	76,61	5,42	3,598				
5,125	77,63	29,52	2,47	5,250	76,87	5,74	3,899				
5,235	78,39	29,71	2,61	5,360	76,10	6,13	3,982				
5,344	78,33	29,71	2,83	5,469	76,10	6,45	4,310				
5,453	78,46	29,52	2,72	5,579	75,98	6,84	4,584				
5,563	78,01	29,46	2,97	5,688	75,72	7,23	4,858				
5,672	78,58	29,52	2,89	5,797	75,34	7,62	5,132				
5,782	78,46	29,78	2,86	5,907	75,28	8,08	5,516				
5,891	78,27	29,65	2,86	6,016	75,09	8,66	5,845				
6,000	78,46	29,39	2,91	6,125	74,39	9,05	6,037				
6,110	78,01	29,71	2,91	6,235	74,96	9,57	6,475				
6,219	78,90	29,91	2,91	6,344	74,07	10,02	6,530				
6,328	77,95	29,46	2,97	6,454	74,52	10,61	6,859				
6,438	79,09	29,52	3,05	6,563	73,88	11,12	7,133				
6,547	77,38	29,71	3,05	6,672	74,01	11,51	7,407				
6,657	78,96	29,52	3,05	6,782	73,43	12,03	7,571				
6,766	77,63	29,59	3,02	6,891	73,69	12,42	8,010				
6,875	78,77	29,52	3,21	7,001	73,31	12,81	8,229				
6,985	77,50	29,39	3,27	7,110	73,24	13,26	8,475				
7,094	78,96	29,52	3,10	7,219	73,12	13,59	8,695				
7,203	77,50	29,52	3,32	7,329	72,80	14,04	9,078				
7,313	78,96	29,52	3,13	7,438	73,24	14,56	9,106				
7,422	78,39	29,71	3,24	7,547	72,54	14,82	9,571				
7,532	78,46	29,84	3,21	7,657	72,99	15,08	9,736				
7,641	78,71	29,78	3,19	7,766	72,54	15,47	9,873				
7,750	78,20	29,59	3,24	7,876	72,42	15,99	10,256				
7,860	78,65	29,39	3,24	7,985	72,48	16,38	10,476				
7,969	78,27	29,52	3,46	8,094	72,42	16,57	10,585				
8,078	78,39	29,71	3,10	8,204	72,48	16,96	10,750				

Toma 2"				Toma 3"				Toma 1 1/4"			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
8,188	78,77	29,78	3,27	8,313	72,04	17,35	10,941				
8,297	77,69	29,71	3,21	8,423	71,97	17,74	11,161				
8,407	78,58	29,59	3,21	8,532	71,97	18,00	11,407				
				8,641	72,10	18,39	11,489				
				8,751	71,72	18,71	11,763				
				8,860	71,59	18,91	12,092				
				8,969	71,72	19,04	12,147				
				9,079	71,46	19,49	12,503				
				9,188	71,53	19,82	12,421				
				9,298	71,15	20,14	12,695				
				9,407	71,72	20,40	12,832				
				9,516	70,64	20,85	12,859				
				9,626	71,08	20,92	13,133				
				9,735	71,53	21,18	13,270				
				9,845	70,89	21,63	13,435				
				9,954	70,83	22,09	13,654				
				10,063	71,08	22,15	13,791				
				10,173	70,51	22,28	13,928				
				10,282	70,76	22,67	14,038				
				10,391	70,45	22,99	14,147				
				10,501	70,51	23,38	14,312				
				10,610	70,89	23,71	14,339				
				10,720	70,26	23,77	14,641				
				10,829	70,38	24,03	14,504				
				10,938	70,51	24,16	14,778				
				11,048	70,19	24,62	14,969				
				11,157	70,19	24,68	15,079				
				11,266	70,57	25,13	15,243				
				11,376	70,13	25,33	15,326				
				11,485	70,00	25,46	15,326				
				11,595	70,26	25,52	15,463				
				11,704	70,00	26,11	15,490				
				11,813	69,94	26,37	15,737				
				11,923	69,81	26,37	15,764				
				12,032	70,19	26,43	15,846				
				12,142	69,81	27,02	15,901				
				12,251	69,75	27,34	15,983				
				12,360	69,87	27,21	16,065				
				12,470	69,56	27,08	16,175				
				12,579	69,56	27,47	16,312				
				12,688	69,49	27,92	16,285				
				12,798	69,62	28,31	16,394				
				12,907	69,68	28,31	16,449				
				13,017	69,68	28,44	16,531				
				13,126	69,56	28,38	16,586				
				13,235	69,43	28,90	16,750				
				13,345	69,30	28,70	16,805				
				13,454	69,43	28,90	16,887				
				13,564	69,24	29,29	16,915				
				13,673	69,18	29,29	16,970				
				13,782	69,56	29,29	17,052				

Toma 2"				Toma 3"				Toma 1"1/4			
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
				13,892	68,73	29,35	17,107				
				14,001	69,56	29,93	17,161				
				14,110	69,30	30,06	17,271				
				14,220	68,98	30,00	17,298				
				14,329	69,30	30,06	17,381				
				14,439	69,37	30,39	17,408				
				14,548	68,98	30,39	17,326				
				14,657	69,24	30,06	17,600				
				14,767	69,11	29,93	17,518				
				14,876	69,11	30,32	17,326				
				14,986	69,05	30,26	17,627				
				15,095	69,18	30,26	17,764				
				15,204	69,05	30,06	17,627				
				15,314	69,43	30,32	17,655				
				15,423	68,60	30,65	17,655				
				15,532	69,24	30,52	17,682				
				15,642	68,98	30,39	17,682				
				15,751	69,30	30,45	17,792				
				15,861	69,37	30,39	17,682				
				15,970	69,11	30,52	17,819				
				16,079	68,92	30,32	17,929				
				16,189	69,18	30,32	17,901				
				16,298	68,92	30,26	17,929				
				16,408	69,37	30,71	17,929				
				16,517	68,92	30,97	18,038				
				16,626	69,18	30,65	17,929				
				16,736	69,18	30,32	18,093				
				16,845	68,98	30,52	18,093				
				16,954	68,98	30,78	18,175				
				17,064	68,92	30,65	18,038				
				17,173	69,37	30,52	18,093				
				17,283	68,79	30,58	18,066				
				17,392	69,43	30,58	18,093				
				17,501	68,79	30,52	18,120				
				17,611	69,30	30,65	17,929				
				17,720	68,86	30,52	18,175				

2.4.6.6. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas

Tiempo (s)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
0,000	2,04	38,96	32,92	4,31
0,109	2,11	38,32	32,79	4,15
0,219	2,11	38,51	32,54	4,37
0,328	2,11	38,64	32,47	4,39
0,438	2,11	38,64	32,47	4,28
0,547	2,11	38,83	32,92	4,31
0,656	2,11	39,08	33,11	4,31
0,766	2,11	38,38	32,73	4,31

Tiempo (s)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
0,875	2,11	38,44	32,54	4,26
0,984	2,11	38,76	32,79	4,31
1,094	2,11	38,51	32,98	4,23
1,203	2,11	38,76	32,79	4,31
1,313	2,04	38,64	32,60	4,23
1,422	2,11	38,12	32,60	4,31
1,531	2,11	38,38	32,73	4,23
1,641	2,11	38,76	32,92	4,28
1,750	2,17	38,57	32,98	4,28
1,859	2,11	38,44	32,54	4,31
1,969	2,17	38,12	32,41	4,34
2,078	2,17	38,25	32,54	4,39
2,188	2,24	37,80	32,47	4,58
2,297	2,37	38,00	32,21	4,50
2,406	2,43	37,87	32,09	4,37
2,516	2,43	37,80	31,89	4,64
2,625	2,50	37,80	32,09	4,53
2,734	2,56	37,29	31,89	4,67
2,844	2,63	37,42	31,45	4,75
2,953	2,69	36,84	31,38	4,83
3,063	2,82	37,42	31,32	4,83
3,172	2,89	37,04	31,19	5,13
3,281	3,02	36,72	31,25	5,35
3,391	3,15	36,52	31,00	5,49
3,500	3,28	36,46	30,87	5,65
3,609	3,41	36,01	30,87	5,76
3,719	3,54	35,95	30,68	5,95
3,828	3,73	36,65	30,55	6,20
3,938	3,86	36,07	30,48	6,31
4,047	3,99	35,63	30,29	6,69
4,156	4,18	35,88	30,23	6,67
4,266	4,38	35,75	29,91	7,11
4,375	4,57	35,24	29,71	7,27
4,484	4,83	35,31	30,03	7,54
4,594	5,03	34,99	29,91	7,71
4,703	5,35	35,31	29,52	7,93
4,813	5,68	34,67	29,33	7,93
4,922	6,00	34,54	29,20	8,42
5,031	6,32	34,54	29,14	8,61
5,141	6,71	34,99	28,94	8,94
5,250	7,04	34,67	28,88	9,05
5,360	7,36	33,90	28,69	9,52
5,469	7,88	34,15	28,69	9,74
5,578	8,27	34,47	28,69	10,04
5,688	8,72	34,03	28,50	10,20
5,797	9,18	33,51	28,37	10,48
5,906	9,70	33,90	28,43	10,69
6,016	10,22	33,83	28,37	10,91
6,125	10,67	33,64	28,30	11,27
6,235	11,19	33,90	28,11	11,33
6,344	11,64	33,58	27,92	11,87

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
6,453	12,03	33,83	27,85	12,17
6,563	12,42	34,15	27,98	12,26
6,672	12,81	33,96	27,98	12,37
6,781	13,20	34,03	27,73	12,67
6,891	13,59	34,03	27,66	12,83
7,000	13,78	34,09	27,53	13,00
7,110	14,24	33,90	27,60	13,24
7,219	14,50	34,47	27,53	13,41
7,328	14,89	34,41	27,47	13,65
7,438	15,08	34,47	27,34	14,04
7,547	15,47	34,22	27,28	14,23
7,656	15,66	34,22	27,15	14,37
7,766	16,12	34,60	27,28	14,53
7,875	16,38	33,83	27,21	14,75
7,985	16,70	34,35	27,09	14,72
8,094	17,09	34,35	26,96	15,16
8,203	17,35	33,96	26,89	15,38
8,313	17,55	33,96	27,02	15,41
8,422	17,81	34,54	27,02	15,71
8,531	18,13	34,73	27,02	15,87
8,641	18,39	34,28	26,70	15,98
8,750	18,65	34,47	26,51	16,20
8,860	18,84	34,47	26,51	16,31
8,969	19,10	34,60	26,70	16,39
9,078	19,23	34,41	26,70	16,56
9,188	19,56	34,41	26,70	16,67
9,297	19,95	34,73	26,70	16,91
9,407	20,14	34,73	26,70	16,91
9,516	20,46	34,60	26,70	17,16
9,625	20,72	34,47	26,76	17,27
9,735	20,79	34,60	26,76	17,44
9,844	20,92	34,92	26,83	17,52
9,953	21,31	34,41	26,76	17,60
10,063	21,76	34,09	26,76	17,65
10,172	22,02	34,54	26,89	17,90
10,282	22,09	34,41	26,96	18,20
10,391	22,15	34,15	26,83	18,12
10,500	22,35	34,67	26,70	18,18
10,610	22,80	34,92	27,09	18,09
10,719	23,06	34,67	27,21	18,37
10,828	23,25	34,22	27,02	18,48
10,938	23,45	34,35	27,02	18,53
11,047	23,58	35,05	27,34	18,64
11,157	23,77	34,47	27,34	18,64
11,266	23,90	34,54	27,21	18,83
11,375	24,10	34,99	27,21	18,92
11,485	24,36	34,92	27,34	19,00
11,594	24,75	34,47	27,15	19,08
11,703	25,01	34,79	27,15	19,16
11,813	25,07	34,73	27,41	19,30
11,922	25,26	34,41	27,47	19,41

Tiempo (s)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
12,032	25,26	34,79	27,41	19,41
12,141	25,39	34,60	27,34	19,44
12,250	25,72	34,35	27,21	19,44
12,360	26,11	34,54	27,34	19,65
12,469	26,30	34,54	27,60	19,87
12,578	26,04	34,79	27,66	19,74
12,688	26,11	35,11	27,66	19,90
12,797	26,63	34,47	27,53	19,90
12,907	26,82	34,15	27,41	19,98
13,016	26,63	34,73	27,41	19,98
13,125	26,95	34,67	27,41	20,29
13,235	27,02	34,28	27,41	20,20
13,344	27,41	34,67	27,34	20,34
13,453	27,53	34,47	27,41	20,31
13,563	27,66	34,73	27,53	20,15
13,672	27,86	34,99	27,53	20,45
13,782	27,79	34,54	27,41	20,31
13,891	27,86	34,22	27,28	20,53
14,000	28,18	34,67	27,28	20,45
14,110	28,57	35,18	27,47	20,59
14,219	28,44	34,86	27,47	20,61
14,329	28,64	34,73	27,73	20,59
14,438	28,70	34,60	27,79	20,70
14,547	28,90	34,41	27,47	20,86
14,657	28,96	34,67	27,21	20,86
14,766	29,09	34,60	27,28	20,86
14,875	29,09	34,67	27,28	20,81
14,985	28,96	34,79	27,41	21,13
15,094	29,35	34,60	27,47	21,02
15,204	29,48	34,60	27,34	21,08
15,313	29,48	34,73	27,41	21,16
15,422	29,87	34,86	27,53	21,11
15,532	30,00	34,54	27,60	21,22
15,641	29,55	34,92	27,28	21,16
15,750	29,22	34,73	27,41	21,19
15,860	29,68	34,22	27,73	21,27
15,969	30,13	34,41	27,73	21,38
16,079	30,00	35,05	27,60	21,44
16,188	29,68	34,73	27,41	21,30
16,297	30,06	34,54	27,41	21,27
16,407	30,19	34,99	27,53	21,33
16,516	30,00	34,67	27,73	21,33
16,625	29,87	34,41	27,53	21,41
16,735	30,00	34,54	27,47	21,41
16,844	30,19	35,50	27,53	21,46
16,954	30,52	34,92	27,66	21,44
17,063	30,26	34,35	27,53	21,49
17,172	30,19	34,73	27,34	21,49
17,282	30,13	35,05	27,47	21,57
17,391	30,19	34,86	27,60	21,60
17,500	30,45	34,60	27,79	21,55

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
17,610	30,65	34,86	27,85	21,57
17,719	30,52	34,73	27,73	21,66
17,829	30,19	34,92	27,79	21,63
17,938	29,93	34,99	27,73	21,66
18,047	30,19	35,11	27,66	21,66
18,157	30,52	34,99	27,66	21,63
18,266	30,32	34,60	27,92	21,66
18,376	30,45	34,67	27,98	21,66
18,485	30,39	34,86	27,79	21,68
18,594	30,32	35,11	27,85	21,74
18,704	30,26	34,73	27,79	21,79
18,813	30,32	34,67	27,53	21,74
18,922	30,45	34,86	27,53	21,68
19,032	30,45	35,05	27,85	21,68
19,141	30,26	34,79	27,98	21,55
19,251	30,19	34,73	27,98	21,82
19,360	30,32	34,73	27,85	21,79
19,469	30,45	35,05	27,79	21,82
19,579	30,52	34,79	27,98	21,93
19,688	30,52	34,99	27,85	21,87
19,797	30,52	34,67	27,66	21,82
19,907	30,45	35,05	27,92	21,82
20,016	30,32	35,18	28,11	21,87
20,126	30,45	35,05	28,11	21,90
20,235	30,52	34,35	27,85	21,82
20,344	30,45	34,79	27,60	21,87
20,454	30,52	35,24	27,60	21,74
20,563	30,97	34,67	27,66	21,74
20,672	30,45	35,11	28,05	21,85
20,782	30,45	35,31	28,18	21,76
20,891	30,58	35,05	27,92	21,87
21,001	30,39	35,05	27,73	21,85
21,110	30,45	34,60	27,73	21,87
21,219	30,71	34,92	27,73	21,85
21,329	30,71	35,43	27,98	21,74
21,438	32,79	36,72	1,50	20,01
21,547	31,62	35,37	1,89	19,96
21,657	31,75	35,88	2,08	20,07
21,766	32,66	36,40	2,14	20,07
21,876	32,08	35,88	2,53	20,15
21,985	32,92	36,33	2,53	20,15
22,094	31,49	35,82	3,04	20,15
22,204	32,79	36,84	2,79	20,26
22,313	31,10	34,92	3,49	20,20
22,422	32,27	36,52	3,43	20,34
22,532	31,82	35,50	3,94	20,26
22,641	32,21	36,46	4,20	20,34
22,751	31,95	35,63	4,52	20,29
22,860	31,88	35,95	5,22	20,42
22,969	32,14	36,27	5,29	20,29
23,079	30,84	34,92	6,18	20,45

Tiempo (s)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
23,188	32,14	36,40	6,18	20,45
23,298	31,17	34,86	7,08	20,48
23,407	32,40	36,14	7,40	20,56
23,516	31,69	35,63	8,04	20,45
23,626	31,30	35,56	9,33	20,70
23,735	31,82	35,88	9,39	20,70
23,844	30,84	34,41	11,18	20,70
23,954	31,88	35,69	11,18	20,75
24,063	31,30	34,92	12,66	20,86
24,173	31,10	35,24	14,71	20,81
24,282	31,36	35,69	15,87	20,89
24,391	30,84	34,54	19,20	20,89
24,501	31,10	35,11	23,82	20,97
24,610	30,84	35,11	27,15	21,02
24,719	31,10	34,54	28,75	21,05
24,829	31,30	34,99	29,39	21,16
24,938	30,97	35,05	29,71	21,24
25,048	30,97	34,99	29,39	21,27
25,157	30,91	34,99	29,27	21,38
25,266	30,84	35,11	29,33	21,13
25,376	31,10	34,86	29,59	21,44
25,485	31,17	34,60	29,52	21,46
25,594	30,97	34,86	29,27	21,35
25,704	30,91	34,79	29,14	21,55
25,813	31,10	35,18	29,27	21,55
25,923	30,97	34,79	29,46	21,46
26,032	30,97	34,99	29,39	21,60
26,141	30,97	35,05	29,39	21,57
26,251	30,32	34,86	29,33	21,60
26,360	30,58	34,54	29,27	21,68
26,469	31,43	35,05	29,33	21,66
26,579	31,30	35,18	29,46	21,68
26,688	30,78	35,05	29,33	21,74
26,798	30,71	34,92	29,07	21,68
26,907	30,97	35,05	29,27	21,55
27,016	31,04	34,99	29,52	21,76
27,126	31,04	34,99	29,46	21,74
27,235	31,17	34,92	29,39	21,74
27,344	31,17	34,92	29,39	21,82
27,454	31,30	34,99	29,33	21,82
27,563	30,97	34,99	29,33	21,79
27,673	31,17	34,86	29,33	21,87
27,782	31,04	34,73	29,39	21,82
27,891	30,91	34,73	29,39	21,85
28,001	31,04	35,05	29,39	21,90
28,110	31,30	35,31	29,39	21,90
28,220	31,30	34,86	29,39	21,93
28,329	30,97	34,92	29,46	21,90
28,438	30,71	34,73	29,39	21,90
28,548	30,84	35,11	29,39	21,93
28,657	31,04	35,11	29,46	21,93

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
28,766	31,23	35,18	29,27	22,01
28,876	31,10	34,92	29,20	21,93
28,985	31,04	35,50	29,27	22,01
29,095	30,97	35,05	29,33	21,93
29,204	31,04	34,86	29,33	21,96
29,313	31,04	34,86	29,39	21,96
29,423	31,43	35,05	29,46	21,96
29,532	31,17	34,79	29,33	21,96
29,641	31,17	35,43	29,14	21,98
29,751	31,36	34,99	29,20	21,98
29,860	30,91	35,05	29,39	22,15
29,970	30,78	35,11	29,46	21,96
30,079	31,04	34,92	29,39	21,93
30,188	31,36	35,24	29,27	22,01
30,298	31,10	34,86	29,27	22,04
30,407	30,78	34,73	29,33	22,04
30,516	30,91	34,99	29,20	21,98
30,626	33,18	37,42	21,38	22,01
30,735	33,76	37,61	15,87	21,85
30,845	32,27	36,40	13,30	21,98
30,954	32,27	36,65	10,93	21,87
31,063	33,57	2,52	1,50	18,78
31,173	32,27	6,88	1,44	18,78
31,282	33,11	14,43	1,44	18,86
31,391	33,50	23,72	1,44	19,02
31,501	33,37	33,77	1,44	18,97
31,610	33,11	36,46	1,50	19,16
31,720	33,37	34,15	1,44	19,05
31,829	33,50	33,39	1,44	19,11
31,938	33,11	34,67	1,44	19,22
32,048	33,05	34,92	1,50	19,24
32,157	33,18	34,22	1,50	19,16
32,267	32,98	34,35	1,44	19,22
32,376	32,98	34,03	1,44	19,35
32,485	33,18	34,35	1,44	19,38
32,595	33,37	34,41	1,50	19,35
32,704	33,50	34,47	1,50	19,38
32,813	33,24	33,96	1,44	19,38
32,923	33,05	34,09	1,44	19,46
33,032	32,98	34,35	1,44	19,65
33,142	33,18	34,35	1,44	19,49
33,251	33,11	34,35	1,50	19,52
33,360	32,98	34,47	1,44	19,49
33,470	33,50	34,28	1,50	19,52
33,579	33,24	34,28	1,44	19,52
33,688	33,31	34,47	1,44	19,49
33,798	32,79	34,41	1,50	19,49
33,907	32,72	34,15	1,50	19,63
34,017	33,05	34,03	1,50	19,57
34,126	33,37	34,54	1,50	19,57
34,235	32,98	34,22	1,44	19,63

Tiempo (s)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
34,345	32,92	34,09	1,50	19,68
34,454	33,76	34,22	1,50	19,63
34,563	33,44	34,86	1,50	19,60
34,673	33,24	34,73	1,50	19,63
34,782	33,11	33,96	1,44	19,68
34,892	33,11	34,09	1,50	19,76
35,001	33,37	34,41	1,50	19,65
35,110	33,05	34,22	1,50	19,74
35,220	32,85	34,22	1,44	19,71
35,329	32,92	34,22	1,50	19,79
35,438	33,31	34,28	1,44	19,74
35,548	33,18	34,28	1,50	19,87
35,657	33,24	34,54	1,44	19,87
35,767	33,31	34,28	1,50	19,76
35,876	33,31	34,09	1,44	19,76
35,985	33,18	34,28	1,44	19,87
36,095	32,98	34,15	1,44	19,87
36,204	33,44	34,22	1,44	19,79
36,313	33,44	34,15	1,44	19,79
36,423	33,11	34,22	1,44	19,76
36,532	33,24	34,22	1,50	19,76
36,642	33,44	34,41	1,44	20,04
36,751	32,92	34,47	1,50	19,79
36,860	32,85	34,15	1,44	19,82
36,970	33,24	34,35	1,44	19,79
37,079	33,37	34,67	1,44	19,85
37,189	33,24	34,15	1,50	19,82
37,298	32,85	34,09	1,50	19,82
37,407	32,85	34,28	1,50	19,79
37,517	33,18	34,41	1,50	19,98
37,626	32,98	34,15	1,50	20,01
37,735	32,92	34,15	1,44	19,85
37,845	33,44	33,96	1,50	19,76
37,954	33,37	34,09	1,50	19,87
38,064	32,98	34,41	1,44	19,76
38,173	33,11	34,41	1,44	19,82
38,282	33,18	34,60	1,44	19,93
38,392	33,24	34,35	1,50	19,82
38,501	33,11	34,41	1,44	19,90
38,610	33,05	34,60	1,50	19,87
38,720	33,24	34,09	1,50	19,87
38,829	33,31	34,22	1,50	19,82
38,939	33,05	34,15	1,44	19,76
39,048	33,24	35,05	1,50	19,76
39,157	33,37	34,79	1,50	19,82
39,267	32,98	34,73	1,44	19,90
39,376	32,72	34,41	1,50	19,90
39,485	32,98	35,37	1,50	19,85
39,595	32,59	35,05	1,44	19,85
39,704	30,91	35,31	1,50	19,74
39,814	28,12	36,07	1,50	19,82

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
39,923	25,91	36,07	1,50	20,09
40,032	23,45	36,91	1,50	19,74
40,142	20,79	37,80	1,50	19,60
40,251	17,48	38,12	1,44	19,55
40,360	14,89	38,76	1,44	19,30
40,470	12,23	40,30	1,50	19,11
40,579	9,76	41,84	1,44	18,59
40,689	7,43	42,16	1,44	18,18
40,798	5,74	41,26	1,50	17,65
40,907	4,25	41,07	1,44	5,02
41,017	3,54	40,30	1,44	4,83
41,126	3,02	39,98	1,44	4,72
41,236	2,76	40,49	1,50	4,64
41,345	2,56	39,85	1,44	4,37
41,454	2,43	40,24	1,44	4,31
41,564	2,37	40,56	1,44	3,98
41,673	2,43	39,85	1,44	3,87
41,782	2,37	39,53	1,44	3,65
41,892	2,24	40,04	1,50	3,65
42,001	2,30	40,37	1,44	3,52
42,111	2,30	39,85	1,44	3,41
42,220	2,24	40,43	1,44	3,41
42,329	2,24	40,11	1,50	3,21
42,439	2,24	40,30	1,44	3,16
42,548	2,24	39,79	1,44	3,05
42,657	2,17	39,66	1,44	2,89
42,767	2,17	39,98	1,44	2,83
42,876	2,17	40,17	1,50	2,91
42,986	2,17	39,60	1,44	2,72
43,095	2,24	39,66	1,44	2,64
43,204	2,11	39,66	1,44	2,53
43,314	2,17	40,17	1,44	2,56
43,423	2,17	39,92	1,50	2,39
43,532	2,17	39,40	1,50	2,39
43,642	2,17	40,04	1,44	2,23
43,751	2,17	39,92	1,44	2,28
43,861	2,17	39,60	1,44	2,12
43,970	2,17	40,24	1,50	2,26
44,079	2,17	39,53	1,44	2,09
44,189	2,11	39,66	1,44	2,09
44,298	2,24	39,79	1,44	2,15
44,407	2,17	39,79	1,44	2,09
44,517	2,11	39,79	1,44	2,09
44,626	2,11	39,92	1,44	2,04
44,736	2,17	39,85	1,44	1,98
44,845	2,11	39,79	1,44	1,87
44,954	2,17	39,53	1,44	1,93
45,064	2,17	39,53	1,37	1,90
45,173	2,17	39,79	1,44	1,84
45,282	2,11	39,53	1,50	1,82
45,392	2,11	39,72	1,44	1,79

Tiempo (s)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
45,501	2,11	40,37	1,44	1,73
45,611	2,11	39,40	1,44	1,79
45,720	2,11	39,47	1,50	1,84
45,829	2,11	39,72	1,44	1,68
45,939	2,17	39,79	1,50	1,71
46,048	2,11	38,96	1,44	1,63
46,158	2,17	39,72	1,50	1,73
46,267	2,11	39,92	1,44	1,54
46,376	2,17	39,15	1,50	1,84
46,486	2,11	39,21	1,44	1,54
46,595	2,11	39,85	1,50	1,76
46,704	2,11	39,53	1,50	1,68
46,814	2,17	39,92	1,44	1,60
46,923	2,11	39,98	1,44	1,73
47,033	2,17	39,40	1,50	1,60
47,142	2,11	39,40	1,44	1,57
47,251	2,11	39,72	1,50	1,63
47,361	2,17	39,79	1,50	1,54
47,470	2,17	39,34	1,50	1,63
47,579	2,17	39,85	1,50	1,57
47,689	2,11	39,34	1,50	1,46
47,798	2,17	39,60	1,44	1,60
47,908	2,11	39,79	1,44	1,57
48,017	2,17	40,04	1,44	1,54
48,126	2,11	39,60	1,44	1,54
48,236	2,11	39,47	1,44	1,52
48,345	2,11	39,92	1,44	1,41
48,454	2,17	39,85	1,44	1,57
48,564	2,11	39,47	1,44	1,54
48,673	32,14	1,30	29,27	20,75
48,783	31,75	1,88	29,20	20,89
48,892	30,32	5,85	28,24	20,86
49,001	30,45	12,25	27,85	20,97
49,111	30,97	22,37	28,30	20,97
49,220	31,30	33,45	28,56	21,08
49,329	30,91	37,36	28,50	21,16
49,439	30,71	34,86	28,50	21,22
49,548	30,71	33,45	28,43	21,22
49,658	30,91	34,79	28,50	21,30
49,767	30,84	34,92	28,50	21,30
49,876	30,97	34,47	28,37	21,27
49,986	30,71	34,79	28,30	21,33
50,095	30,58	34,41	28,43	21,35
50,205	30,71	34,09	28,50	21,44
50,314	31,04	34,54	28,56	21,41
50,423	30,91	34,60	28,37	21,33
50,533	30,91	34,28	28,24	21,49
50,642	30,84	34,60	28,43	21,55
50,751	31,17	34,41	28,69	21,55
50,861	30,97	34,22	28,56	21,49
50,970	30,91	34,47	28,18	21,57

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
51,080	30,97	34,60	28,24	21,57
51,189	30,78	34,54	28,50	21,60
51,298	30,65	34,60	28,56	21,60
51,408	30,71	34,47	28,50	21,60
51,517	30,78	34,15	28,50	21,71
51,626	30,91	34,54	28,37	21,52
51,736	30,97	34,09	28,30	21,71
51,845	30,91	34,15	28,43	21,74
51,955	30,84	34,92	28,56	21,71
52,064	30,97	34,28	28,37	21,76
52,173	31,10	34,41	28,24	21,79
52,283	30,78	34,60	28,30	21,87
52,392	30,78	34,41	28,50	21,82
52,501	30,97	34,09	28,43	21,71
52,611	31,04	34,41	28,30	21,79
52,720	30,91	34,54	28,30	21,82
52,830	30,84	34,15	28,56	21,79
52,939	30,84	34,35	28,62	21,76
53,048	30,65	34,60	28,50	21,90
53,158	30,84	34,47	28,37	21,66
53,267	30,71	34,09	28,37	21,85
53,376	30,97	34,47	28,56	21,79
53,486	31,30	34,60	28,56	21,85
53,595	31,17	34,47	28,30	21,76
53,705	30,84	34,22	28,18	21,79
53,814	30,97	34,28	28,37	21,79
53,923	31,10	34,54	28,50	21,63
54,033	30,78	34,35	28,43	21,90
54,142	30,52	34,28	28,43	21,63
54,251	30,84	34,73	28,50	21,85
54,361	30,91	34,35	28,18	21,93
54,470	30,97	34,41	28,50	22,15
54,580	30,65	34,09	28,50	21,98
54,689	29,48	34,54	28,43	21,87
54,798	27,66	35,24	28,75	21,98
54,908	25,46	35,63	29,59	22,09
55,017	23,12	36,01	29,97	21,74
55,127	20,34	36,84	30,29	21,74
55,236	17,74	37,55	30,93	21,63
55,345	15,02	38,51	31,89	21,52
55,455	12,62	39,60	32,73	21,30
55,564	10,09	41,65	34,01	21,02
55,673	7,82	41,65	35,55	20,78
55,783	5,87	40,62	36,77	20,39
55,892	4,44	41,13	35,48	19,87
56,002	3,54	39,92	32,66	7,41
56,111	3,15	39,60	32,21	7,41
56,220	2,76	39,85	32,98	7,11
56,330	2,63	40,17	33,37	6,80
56,439	2,50	39,85	33,11	6,83
56,548	2,37	39,40	33,05	6,69

Tiempo (s)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
56,658	2,30	39,92	33,05	6,42
56,767	2,30	40,17	32,92	6,48
56,877	2,24	39,53	32,73	6,39
56,986	2,24	39,72	32,92	6,17
57,095	2,17	39,85	33,05	6,06
57,205	2,24	39,08	32,79	5,95
57,314	2,17	39,66	32,79	5,87
57,423	2,17	39,60	32,98	5,79
57,533	2,17	39,53	33,05	5,74
57,642	2,17	39,53	33,18	5,65
57,752	2,17	39,40	32,98	5,60
57,861	2,11	39,53	32,86	5,57
57,970	2,17	39,53	32,73	5,52
58,080	2,11	39,72	32,73	5,27
58,189	2,24	39,53	33,05	5,30
58,298	2,11	39,28	33,24	5,24
58,408	2,17	39,53	32,92	5,19
58,517	2,11	39,66	32,92	5,16
58,627	2,17	39,79	32,98	5,08
58,736	2,11	39,02	32,92	5,02
58,845	2,17	39,28	32,92	5,00
58,955	2,11	39,98	33,05	5,05
59,064	2,17	39,53	32,98	4,86
59,173	2,11	39,08	32,98	4,78
59,283	2,17	39,53	33,05	4,91
59,392	2,17	39,72	33,05	4,89
59,502	2,17	39,21	32,86	4,80
59,611	2,24	39,47	32,79	4,78
59,720	2,17	39,47	32,73	4,69
59,830	2,17	39,34	32,73	4,72
59,939	2,11	39,53	33,11	4,72
60,049	2,17	39,85	33,24	4,89
60,158	2,11	39,34	32,92	4,61
60,267	30,58	35,31	28,11	21,87
60,377	30,71	35,31	28,05	21,87
60,486	30,52	35,43	28,05	21,93
60,595	30,32	35,37	27,92	21,87
60,705	30,91	36,01	24,97	21,96
60,814	33,50	38,44	17,98	21,93
60,924	33,11	37,04	14,65	21,76
61,033	31,95	36,46	11,95	21,68
61,142	32,46	37,16	9,77	21,55
61,252	32,92	37,61	8,30	21,46
61,361	32,59	36,91	7,02	21,44
61,470	32,79	36,97	6,12	21,33
61,580	32,85	37,16	5,35	21,22
61,689	32,53	37,36	4,71	21,33
61,799	32,72	36,91	4,20	21,11
61,908	32,66	36,72	3,81	21,08
62,017	32,59	37,16	3,49	20,89
62,127	32,92	37,29	3,17	20,83

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
62,236	32,53	37,04	2,91	20,81
62,345	32,66	37,10	2,66	20,75
62,455	32,33	36,97	2,46	20,75
62,564	32,46	36,78	2,27	20,75
62,674	33,05	37,42	2,14	20,67
62,783	32,92	36,91	1,95	20,72
62,892	32,53	37,04	1,89	20,56
63,002	32,27	37,42	1,76	20,53
63,111	32,53	36,59	1,70	20,48
63,220	32,85	37,10	1,63	20,53
63,330	32,85	37,04	1,57	20,45
63,439	32,72	37,04	1,57	20,42
63,549	32,46	37,04	1,57	20,42
63,658	32,66	36,78	1,50	20,39
63,767	32,79	37,23	1,50	20,45
63,877	32,66	37,04	1,50	20,34
63,986	32,85	37,23	1,50	20,26
64,096	32,59	36,91	1,44	20,26
64,205	32,72	37,23	1,44	20,20
64,314	32,53	36,78	1,50	20,20
64,424	32,59	36,72	1,57	20,23
64,533	32,85	37,29	1,50	20,20
64,642	32,79	36,91	1,50	20,18
64,752	32,85	36,97	1,50	20,23
64,861	32,53	37,16	1,57	20,15
64,971	32,79	37,10	1,50	20,04
65,080	32,72	36,97	1,50	20,15
65,189	32,72	37,10	1,50	20,04
65,299	32,66	37,16	1,50	20,12
65,408	32,66	36,40	1,50	20,07
65,517	32,85	36,78	1,44	20,04
65,627	32,59	36,97	1,44	20,04
65,736	32,85	37,23	1,50	20,07
65,846	32,98	36,72	1,50	20,18
65,955	32,33	36,91	1,50	20,04
66,064	32,40	37,10	1,44	20,07
66,174	32,72	36,91	1,50	19,98
66,283	32,53	36,84	1,44	20,04
66,392	32,53	36,91	1,50	20,01
66,502	32,72	37,10	1,44	20,04
66,611	32,46	37,23	1,50	19,98
66,721	32,72	37,10	1,50	19,98
66,830	32,85	36,72	1,44	20,26
66,939	32,92	37,36	1,50	20,07
67,049	32,98	36,97	1,50	19,98
67,158	32,72	36,97	1,50	19,98
67,267	32,40	37,10	1,50	19,96
67,377	33,05	36,97	1,44	20,12
67,486	32,98	36,84	1,44	19,93
67,596	32,46	37,55	1,44	19,90
67,705	32,98	36,97	1,44	19,93

Tiempo (s)	Presión Toma 3" (mca)	Presión Toma 1"1/4 (mca)	Presión Toma 2" (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
67,814	32,98	37,04	1,44	19,98
67,924	32,53	37,29	1,50	19,96
68,033	31,95	6,43	30,80	21,66
68,142	31,82	4,83	30,42	21,66
68,252	32,27	3,74	30,61	21,52
68,361	32,21	2,97	30,80	21,46
68,471	31,82	2,39	30,93	21,46
68,580	31,88	1,95	30,87	21,38
68,689	31,88	1,63	30,87	21,35
68,799	31,69	1,43	30,74	21,41
68,908	31,69	1,30	30,80	21,35
69,018	31,95	1,30	31,00	21,41
69,127	32,08	1,30	30,80	21,35
69,236	32,01	1,24	30,61	21,27
69,346	32,01	1,30	30,61	21,33
69,455	32,01	1,30	31,00	21,19
69,564	31,75	1,30	30,93	21,16
69,674	31,95	1,30	30,61	21,13
69,783	32,01	1,30	30,55	21,27
69,893	31,75	1,37	30,87	21,11
70,002	31,82	1,30	30,80	21,13
70,111	31,69	1,37	30,74	21,11
70,221	32,27	1,30	30,87	21,22
70,330	32,14	1,37	30,80	21,13
70,439	31,75	1,37	30,68	21,05
70,549	31,75	1,30	30,87	21,11
70,658	32,08	1,30	30,74	21,05
70,768	31,95	1,30	30,61	21,02
70,877	31,95	1,30	30,80	21,00
70,986	32,08	1,30	30,87	21,02
71,096	32,08	1,30	30,93	20,97
71,205	31,95	1,30	30,87	21,05
71,314	31,75	1,30	30,55	21,00
71,424	31,95	1,30	30,74	20,97
71,533	32,08	1,37	30,87	21,00
71,643	32,14	1,30	30,74	20,97
71,752	31,82	1,30	30,68	20,97
71,861	31,82	1,37	30,74	20,94
71,971	31,10	2,59	30,23	20,81
72,080	30,06	7,58	29,39	21,02
72,189	30,39	14,88	29,46	20,97
72,299	31,17	25,89	30,03	21,08
72,408	31,23	35,75	30,29	21,24
72,518	30,97	35,95	30,23	21,19
72,627	30,84	33,58	30,16	21,24
72,736	30,84	33,71	29,91	21,30
72,846	31,04	34,22	29,71	21,35

2.5. Ensayo Hidrante 5 (V2-1-2/Tipo1-6/DNB 100-QNB 53-DNP 30x3 40x1 50x1/PN10). LIR Valencia. Octubre 2008.

2.5.1. Clasificación del hidrante según norma UNE - EN 14267.

V2-1-2				
Función		Tipo 1		
NSH		6		
Dimensiones				
DNB		100		
QNB		53		
Salidas	DNP	30	40	50
	NS _{DN}	3	2	1
Presión (bar)		10		Contadores

La denominación del hidrante según su clasificación será:

V2-1-2/Tipo1-6/DNB 100-QNB 53-DNP 30x3 40x1 50x1/PN10

2.5.2. Descripción del hidrante.



Fotografía 21: Hidrante 5. Detalle e identificación de tomas.

2.5.2.1. Elementos Generales.

- ✓ Filtro de malla STF DN 100 mm
- ✓ Ampliación de 100 a 150 .

- ✓ Colector de acero galvanizado en caliente, con entrada de 150 mm, 8 salidas de 2".
- ✓ Ventosa de 2".
- ✓ Manómetro.

2.5.2.2. Tomas instaladas.

- ✓ Toma 72-73.
 - Válvula de bola 2".
 - Contador de chorro Woltman de 50 mm, QNP = 15 m³/h
 - Te de acero de 1" 1/2 con conexión a salida libre, para uso en parcela por el usuario, formada por válvula de bola 1" ¼ y con salida a tubería de PE de DN 40 mm.
 - Electroválvula BERMAD de 2".
 - Conexión a tubería Te para distribuir a parcelas 72 y 73.
- ✓ Toma 91 y 88.
 - Válvula de bola 2"
 - Contador de chorro múltiple de 40 mm, QNP = 10 m³/h
 - Te de acero de 1" ½ con conexión a salida libre, para uso en parcela por el usuario, formada por válvula de bola 1" ¼ y con salida a tubería de PE de DN 40 mm.
 - Electroválvula BERMAD de 2" mm.
 - Conexión a tubería de PE40 de 63 mm.
- ✓ Toma 90, 132 y 87.
 - Válvula de bola 1"1/4
 - Contador de chorro múltiple de 30 mm, QNP = 6 m³/h
 - Te de acero de 1" ½ con conexión a salida libre, para uso en parcela por el usuario, formada por válvula de bola 1" ¼ y con salida a tubería de PE de DN 40 mm.
 - Electroválvula BERMAD de 40 mm.
 - Conexión a tubería de PE40 de 50 mm.

2.5.3. Ensayos realizados.

1. Verificación del caudal del hidrante, conforme se instalará en campo.
2. Curva de pérdidas de carga del hidrante con todas las válvulas en posición de abierto.
3. Comportamiento del hidrante a la apertura de las salidas instaladas en derivación a la de riego.
4. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas de riego.

2.5.4. Resultados

Los datos registrados y su tratamiento se pueden observar en el apartado 2.5.7.

2.5.4.1. Comprobación de la medición de caudales por los hidrantes.

Se compara la suma de la medida del caudal realizada por cada uno de los contadores de las tomas del hidrante, con la medida del caudal realizada con el contador electromagnético patrón del banco de ensayos. Para ello se fija el caudal total del hidrante modificando la apertura de una válvula de mariposa instalada en el circuito y se espera a que se estabilice el sistema antes de empezar la medición. Se fija como caudal nominal del hidrante la suma de los caudales nominales de las tomas del hidrante.

Tabla 18: Hidrante 5. Error de caudal del hidrante.

Toma	QNP (m ³ /h)	Caudal Medido Contador (m ³ /h)
72-73	15	16,45
91	10	8,82
90	6	5,99
132	6	5,64
88	10	9,36
87	6	6,24
Total Hidrante	53,0	52,51

Q _{HIDRANTE}	Q _{CEM}	ε (%)
52,51	53,28	-1,43

Siendo:

- Q_{HIDRANTE}: Caudal total del hidrante, en m³/hora
- Q_{CEM}: Caudal contador CEM, medida patrón, en m³/hora
- ε : Error relativo.

El error producido se encuentra dentro de los valores indicados por la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005).

2.5.4.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante.

Con las válvulas de cada una de las tomas, abiertas, se modifica el caudal circulante por el hidrante registrando la presión aguas arriba del hidrante, aguas arriba del filtro, en el colector, y aguas abajo de cada una de las 8 tomas del hidrante, registrando también el caudal circulante una vez el sistema se estabiliza.

Se pueden consultar todos los resultados obtenidos, así como las gráficas de pérdidas de carga. En este apartado se resumen aquellos resultados para el caudal Nominal del hidrante ($53 \text{ m}^3/\text{h}$). Obtenido a través de los QNP de los contadores de las tomas.

Tabla 19: Hidrante 5. Pérdidas de carga.

Δh_N (Toma 72-73)	Δh_N (Toma 91)	Δh_N (Toma 90)	Δh_N (Toma 132)	Δh_N (Toma 88)	Δh_N (Toma 87)	Δh_N (Filtro)	Q_{CEM}
5,78	4,56	5,19	4,51	4,96	5,56	1,40	53,28

Siendo:

- Q_{CEM} : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM, en m^3/hora
- $\Delta h_N(\text{Toma } x)$: Pérdidas de carga totales entre la toma aguas arriba del hidrante y la toma aguas abajo de la toma X, en mca
- $\Delta h(\text{Filtro})$: Pérdida de carga del filtro del hidrante, en mca.

Según la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005) las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 1 es de 0,5 bar, solamente las tomas 72-73, 87, y 90 sobrepasan ligeramente este valor.

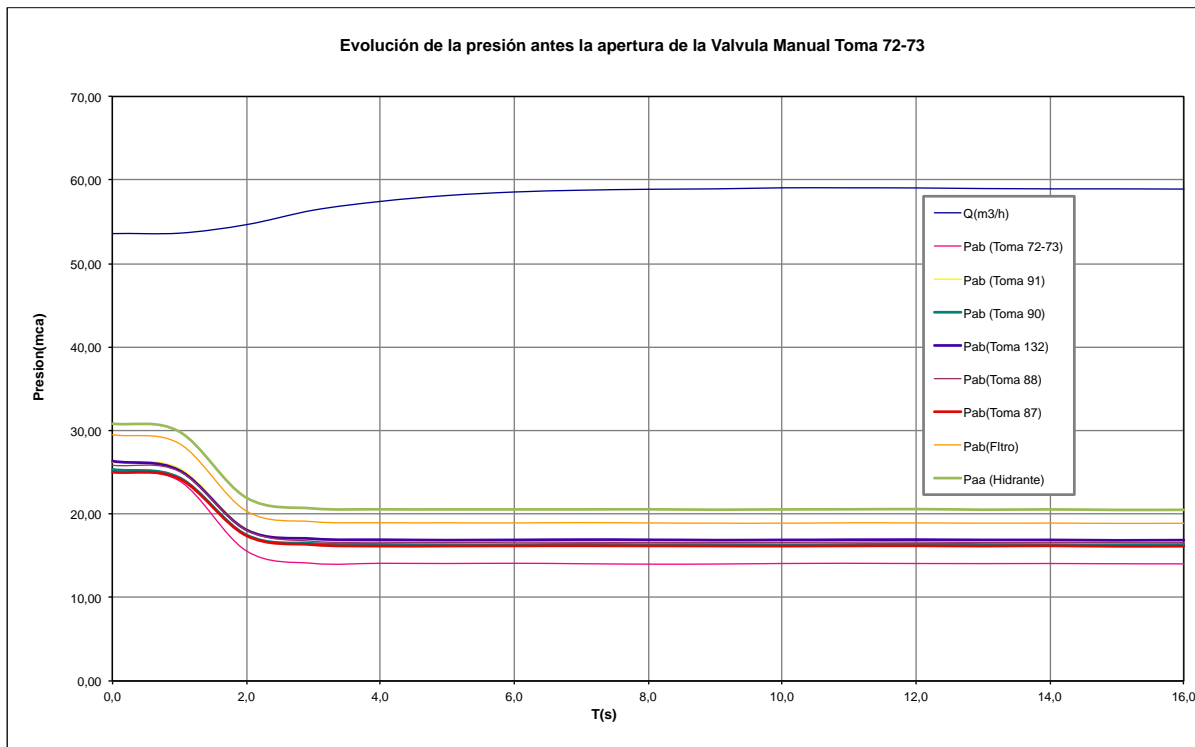
2.5.4.3. Comportamiento del hidrante a la apertura de las salidas instaladas en derivación a la de riego.

Se instalan 3 de las 6 tomas paralelas a la de riego del hidrante, para comprobar como modifica el funcionamiento del hidrante su apertura. Las tomas instaladas son las de las Tomas 72-73, 91, y 90.



Fotografía 22: Detalle de las salidas en derivación instaladas.

En la Gráfica 8, se pueden visualizar los resultados obtenidos para la apertura de la salida paralela a la Toma 72-73.



Gráfica 8: Hidrante 5. Evolución de la presión ante la apertura de la salida en derivación a la Toma 72-73.

En la siguiente tabla se compara la variación de caudal sufrida por el hidrante y por las tomas 72-73, 91 y 90.

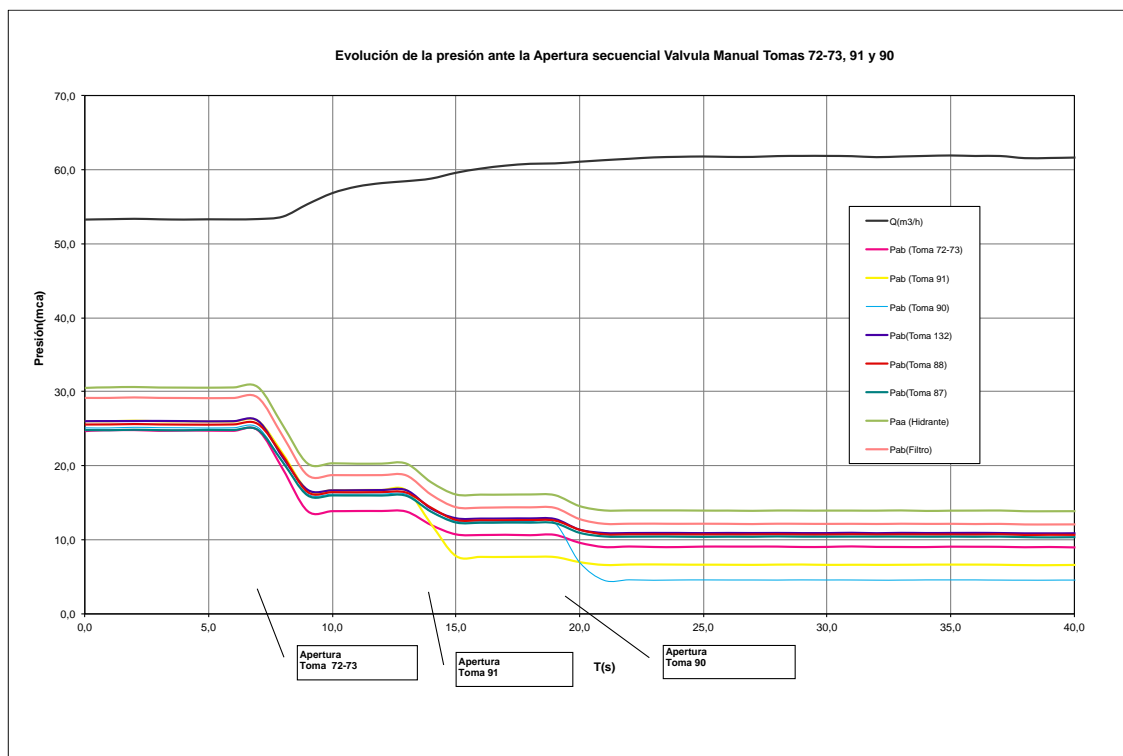
Tabla 20: Hidrante 5. Variación del caudal ante la apertura de las tomas en derivación.

Apertura Toma 72-73	Q _{inicial} (m ³ /h)	Q _{final} (m ³ /h)
Hidrante	53,67	58,93
Toma 72-73	16,62	29,36
Apertura Toma 91	Q _{inicial} (m ³ /h)	Q _{final} (m ³ /h)
Hidrante	53,44	57,66
Toma 91	8,69	19,69
Apertura Toma 90	Q _{inicial} (m ³ /h)	Q _{final} (m ³ /h)
Hidrante	53,33	56,40
Toma 90	6,23	14,13

La apertura de las salidas en derivación de forma individual provoca un ligero aumento del caudal del hidrante, este aumento no es suficiente para absorber el aumento de demanda de la toma abierta, que

prácticamente duplica el caudal nominal de la toma, esto se traduce en un aumento de la pérdida de carga de la toma abierta y una reducción de los caudales derivados por el resto de tomas.

Si se abren varias de estas salidas de forma simultánea el problema se agrava, provocando una disminución del caudal total del hidrante así como un aumento de las pérdidas en las tomas abiertas y una reducción del caudal del resto de tomas (no abiertas). Los resultados para el caso de la apertura de las salidas paralelas de las tomas 72-73, 91 y 90, se muestran en la siguiente gráfica.



Gráfica 9: Hidrante 5. Evolución de la presión ante la apertura secuencial de las salidas paralelas en derivación de las Toma 72-73, 91 y 90.

En la siguiente tabla se compara la variación de caudal sufrida por el hidrante ante la apertura de las tomas 72-73, 91 y 90 simultáneamente.

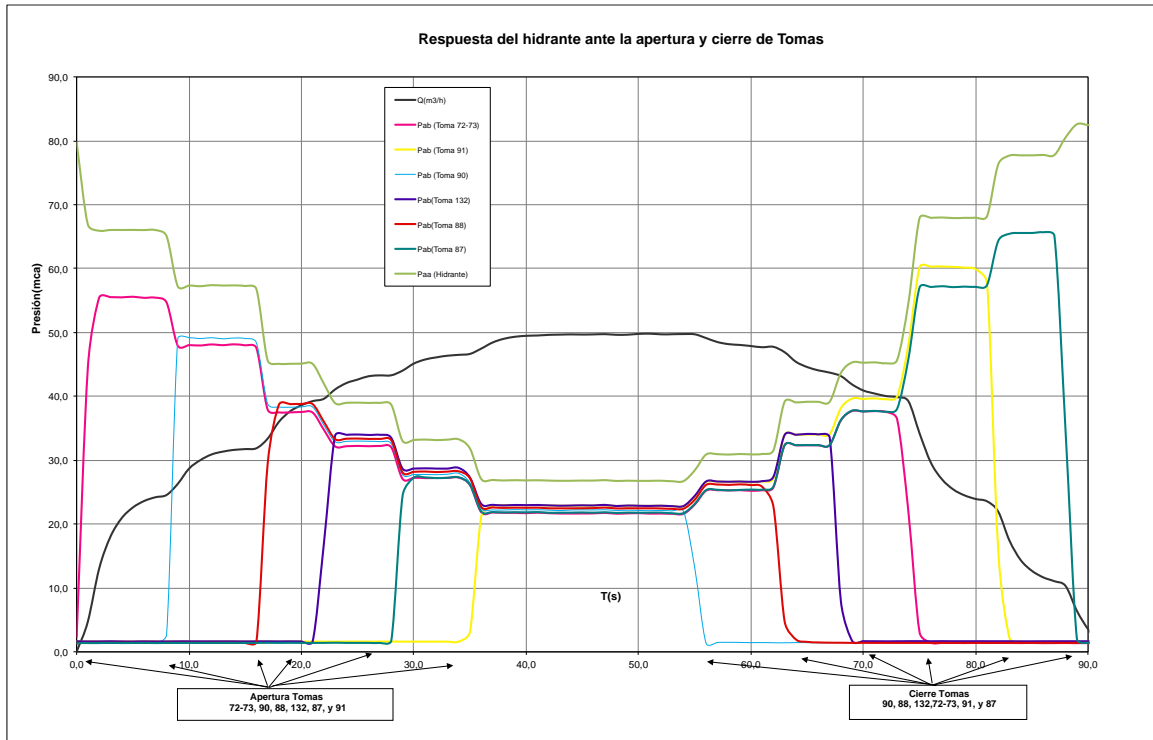
Tabla 21: Hidrante 5. Variación del caudal ante la apertura de las tomas en derivación.

Toma	QNP (m ³ /h)	Q _{final} (m ³ /h)
Hidrante	53,3	61,90
Toma 72-73	15,0	24,09
Toma 91	10,0	14,08
Toma 90	6,0	10,25
Toma 132	6,0	2,52
Toma 88	10,0	5,79
Toma 87	6,0	2,73

2.5.4.4. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas de riego.

El ensayo muestra el comportamiento del hidrante (fluctuaciones de presión y caudal) ante situaciones de apertura y cierre de algunas de las tomas de riego del hidrante.

Consiste en variar la posición de la válvula de bola de cada toma, desde posición de **Abierto** a **Cerrado** o de **Cerrado** a **Abierto**. En la Gráfica 10 se pueden visualizar los resultados obtenidos.



Gráfica 10: Hidrante 5. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas de riego.

El hidrante se comporta de forma estable ante estas situaciones de apertura y cierre.

2.5.4.5. Prueba de estanqueidad.

Se somete el hidrantes a unas presiones de 80 mca, durante 5 minutos. Se detectan fugas en el primer tapón de las tomas no instaladas, así como en el solenoide de la toma 132 y ventosa.

2.5.5. Calidad del colector de acero para hidrante de riego de 150 mm.

2.5.5.1. Descripción del colector evaluado.

El colector evaluado es nuevo tal y como lo suministra el fabricante, no se ha instalado en campo y es el que se ha sometido a las pruebas hidráulicas. El Colector tiene las siguientes características (Fotografía 23):

- Material: Acero

- Revestimiento exterior: Galvanizado con Baño de Zn en caliente.
- Revestimiento interior: Galvanizado con Baño de Zn en caliente.
- Diámetro Nominal (DN): 150 mm (6")
- Número de conexiones: 8
- Diámetro Conexiones tomas: DN 50 (2")
- Tipo conexión red principal: Brida.
- Tipo conexión a tomas: Roscada.



Fotografía 23: Hidrante 5. Colector completo

2.5.5.2. Evaluación del colector.

Evaluación exterior.

A la vista del colector no se aprecian daños en el recubrimiento exterior.

Evaluación interior

Para la evaluación de la parte interna se procede a realizar dos cortes al colector.

No aparece corrosión en ningunos de los extremos tal y como se aprecia en la Fotografía 24 y Fotografía 25.



Fotografía 24: Hidrante 5. Estado interior zona seccionada, extremo toma 87 (extremo de colgado para el galvanizado).



Fotografía 25: Hidrante 5. Estado interior zona seccionada, extremo toma 72-73.

El estado del colector indica que es apto para su utilización en hidrantes de riego, ya que no se ha encontrado corrosión ni defectos importantes.

Así el colector cumple las normativas UNE EN 14267, 1074-6 y 1074-1, (AEN/CTN19 2001a; AEN/CTN68 2005).

2.5.6. Conclusiones.

La medición de caudal nominal del hidrante (suma del caudal de cada una de las tomas), muestra una buena precisión con respecto a medido en el banco de ensayo, estando dentro de los valores que marca la norma UNE EN 14267.

Las pérdidas de carga producidas para cada una de las tomas para los caudales nominales de los contadores se encuentran dentro de los 5 mca (0,5 bar), valor máximo fijado para los hidrantes de tipo 1 (corte y medición) en la norma UNE EN 14267.

El hidrante muestra una buena respuesta ante cierres y apertura de las diferentes tomas. El comportamiento es similar tanto al cerrar como a la apertura de las tomas, no observándose comportamientos de histéresis en ningún caso.

Con la instalación de salidas en derivación a las de riego, se pueden producir anomalías de funcionamiento en el resto de tomas de riego, provocando bajadas de presión y disminución de los caudales de riego.

La estanqueidad observada en los componentes del hidrante ensayado es adecuada. Observándose fugas mínimas debidas al transporte o un deficiente apriete de las piezas.

El material y tratamiento contra oxidación del colector parece adecuado no detectado ninguna oxidación.

2.5.7. Datos registrados ensayo Hidrante 5.

2.5.7.1. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. Datos registrados.

Leyenda:

- TOMA: Toma ensayada
- Volumen (l): Volumen visualizado en el contador en litros.
- Tiempo (s): Tiempo registrado para el volumen del contador en segundos.
- Q: Caudal circulante por el contador Volumen/Tiempo, en l/s.
- Q_{toma} : Caudal medio registrado por el contador, en l/s y m^3/h .
- Q_{CEM} : Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayos, en m^3/h .
- ΔhN : Pérdidas de carga de la toma en m.
- Error (%): Error relativo en porcentaje.

TOMA	Volumen (l)	Tiempo (s)	$Q_{toma}(l/s)$	$Q_{toma}(m^3/h)$	$Q_{CEM}(m^3/h)$	$\Delta hN(mca)$
72-73	400	87,52	4,57	16,43	53,28	5,78
91	200	80,76	2,48	8,91		4,56
90	200	121,75	1,64	5,91		5,19
132	200	127,52	1,57	5,65		4,51
88	200	77,68	2,57	9,27		4,96
87	200	113,95	1,76	6,32		5,64
Filtro	-	-	-	-		1,40
				Total		52,52
				Error (%)	1,43	

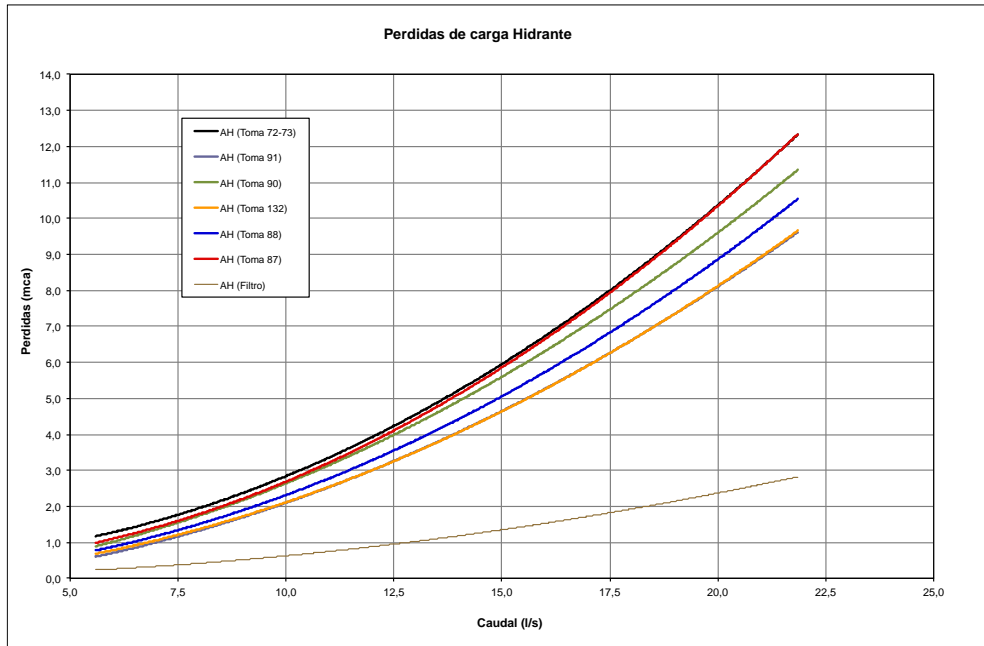
2.5.7.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante. Datos registrados.

Q (l/s)	ΔhN (mca)						
	(Toma 72-73)	(Toma 91)	(Toma 90)	(Toma 132)	(Toma 88)	(Toma 87)	(Filtro)
5,60	1,14	0,64	0,93	0,64	0,79	0,97	0,19
5,58	1,14	0,64	0,91	0,64	0,79	0,96	0,21
5,58	1,16	0,66	0,92	0,64	0,78	0,95	0,22
5,60	1,14	0,65	0,92	0,64	0,79	0,97	0,20
7,34	1,75	1,10	1,49	1,14	1,29	1,53	0,39
7,32	1,76	1,10	1,51	1,16	1,30	1,53	0,39
7,32	1,75	1,09	1,50	1,14	1,29	1,53	0,39
8,44	2,18	1,45	1,96	1,52	1,69	1,98	0,48
8,45	2,18	1,45	1,92	1,52	1,67	1,96	0,48

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Q (l/s)	ΔhN (mca)						
	(Toma 72-73)	(Toma 91)	(Toma 90)	(Toma 132)	(Toma 88)	(Toma 87)	(Filtro)
8,44	2,19	1,47	1,97	1,52	1,70	2,00	0,49
8,46	2,19	1,47	1,97	1,53	1,69	1,97	0,49
8,44	2,20	1,47	1,93	1,51	1,66	1,95	0,49
9,48	2,63	1,83	2,37	1,89	2,07	2,41	0,59
9,48	2,63	1,83	2,36	1,87	2,06	2,43	0,58
9,49	2,63	1,83	2,38	1,91	2,08	2,43	0,59
9,47	2,63	1,84	2,39	1,90	2,08	2,44	0,58
10,74	3,20	2,34	2,96	2,38	2,61	3,02	0,72
10,77	3,23	2,35	2,96	2,38	2,60	3,01	0,72
10,78	3,23	2,36	2,98	2,39	2,62	3,02	0,73
10,78	3,24	2,36	2,97	2,40	2,63	3,04	0,73
11,36	3,57	2,66	3,33	2,69	2,93	3,40	0,81
11,36	3,56	2,68	3,30	2,68	2,93	3,39	0,81
11,38	3,56	2,68	3,33	2,69	2,96	3,38	0,82
11,37	3,61	2,68	3,34	2,69	2,92	3,35	0,83
12,88	4,49	3,42	4,19	3,40	3,78	4,33	1,00
12,91	4,50	3,44	4,21	3,43	3,79	4,33	1,01
12,93	4,52	3,44	4,25	3,43	3,80	4,31	1,00
12,93	4,50	3,45	4,21	3,43	3,82	4,36	1,01
14,12	5,25	4,12	4,96	4,05	4,48	5,14	1,16
14,11	5,31	4,14	5,00	4,06	4,50	5,09	1,17
14,10	5,26	4,11	4,97	4,06	4,50	5,13	1,15
14,13	5,28	4,12	4,97	4,06	4,51	5,17	1,17
14,79	5,79	4,51	5,43	4,44	4,93	5,65	1,29
14,79	5,76	4,52	5,45	4,46	4,95	5,68	1,27
14,79	5,79	4,51	5,46	4,47	4,94	5,63	1,29
14,82	5,74	4,52	5,40	4,45	4,91	5,62	1,26
15,42	6,25	4,90	5,92	4,83	5,32	6,15	1,38
15,41	6,29	4,97	5,96	4,86	5,39	6,12	1,40
15,42	6,30	4,95	5,96	4,88	5,38	6,19	1,41
15,44	6,25	4,91	5,98	4,83	5,35	6,13	1,36
16,41	7,03	5,57	6,68	5,48	6,04	6,95	1,58
16,43	7,04	5,54	6,69	5,50	6,05	6,97	1,58
16,41	7,04	5,57	6,65	5,48	6,02	6,98	1,59
16,42	7,02	5,60	6,69	5,49	6,03	6,95	1,60
17,42	7,86	6,22	7,38	6,11	6,76	7,82	1,79
17,43	7,85	6,20	7,42	6,12	6,76	7,86	1,77
17,45	7,81	6,24	7,38	6,11	6,76	7,83	1,77
17,46	7,91	6,25	7,43	6,17	6,79	7,87	1,79
18,39	8,78	6,97	8,19	6,88	7,54	8,77	2,06
18,37	8,73	6,95	8,19	6,85	7,52	8,72	2,04
18,37	8,78	6,97	8,16	6,87	7,55	8,74	2,05
18,37	8,73	6,95	8,17	6,81	7,52	8,72	2,04
19,48	9,84	7,79	9,07	7,68	8,47	9,74	2,32
19,48	9,76	7,73	9,05	7,72	8,46	9,75	2,32
19,46	9,74	7,72	9,05	7,66	8,43	9,73	2,31
19,48	9,87	7,74	9,08	7,70	8,45	9,76	2,32
20,41	10,76	8,40	9,96	8,38	9,22	10,60	2,47
20,37	10,80	8,38	9,92	8,43	9,24	10,54	2,50
20,37	10,76	8,36	9,99	8,37	9,22	10,65	2,47
20,40	10,84	8,43	10,03	8,43	9,25	10,68	2,51
21,32	11,82	9,23	10,92	9,18	10,13	11,62	2,72
21,32	11,80	9,18	10,90	9,29	10,12	11,65	2,65
21,33	11,81	9,20	10,88	9,27	10,11	11,74	2,71
21,32	11,82	9,18	10,87	9,29	10,11	11,78	2,66
21,36	11,81	9,20	10,85	9,22	10,10	11,89	2,70
21,85	12,31	9,55	11,35	9,64	10,56	12,53	2,80
21,84	12,26	9,58	11,36	9,68	10,56	12,52	2,77
21,85	12,40	9,57	11,32	9,65	10,61	12,49	2,79
21,85	12,27	9,58	11,38	9,71	10,55	12,47	2,79
21,76	12,30	9,51	11,31	9,54	10,38	12,28	2,75
21,75	12,31	9,56	11,27	9,62	10,42	12,31	2,80
21,76	12,28	9,52	11,30	9,55	10,33	12,20	2,75
21,79	12,26	9,50	11,33	9,55	10,40	12,21	2,75
20,46	10,76	8,38	9,94	8,45	9,16	10,74	2,48
20,45	10,76	8,39	10,01	8,52	9,18	10,76	2,46

Q (l/s)	Δh_N (mca)						
	(Toma 72-73)	(Toma 91)	(Toma 90)	(Toma 132)	(Toma 88)	(Toma 87)	(Filtro)
20,44	10,77	8,39	9,87	8,45	9,15	10,83	2,48
20,46	10,78	8,44	9,94	8,47	9,16	10,75	2,50
20,46	10,70	8,40	9,92	8,48	9,15	10,76	2,45
20,43	10,79	8,41	9,83	8,50	9,15	10,78	2,46
18,20	8,65	6,78	8,07	6,88	7,41	8,66	2,04
18,23	8,72	6,78	8,05	6,86	7,39	8,62	2,05
18,23	8,78	6,75	8,05	6,84	7,37	8,68	2,04
18,25	8,66	6,77	8,04	6,85	7,39	8,71	2,03
16,30	7,00	5,44	6,56	5,49	5,91	6,99	1,57
16,28	6,98	5,42	6,58	5,48	5,89	6,96	1,59
16,28	6,94	5,43	6,57	5,49	5,89	6,92	1,58
16,28	6,95	5,43	6,53	5,50	5,91	6,94	1,58
15,08	6,10	4,73	5,72	4,76	5,18	6,09	1,38
15,08	6,07	4,70	5,72	4,75	5,12	5,96	1,34
15,07	6,04	4,65	5,68	4,73	5,10	5,92	1,31
15,06	6,06	4,65	5,73	4,75	5,11	6,02	1,35
14,70	5,77	4,52	5,43	4,49	4,87	5,69	1,27
14,71	5,76	4,50	5,44	4,50	4,86	5,65	1,28
14,71	5,75	4,52	5,41	4,50	4,88	5,64	1,30
14,70	5,79	4,52	5,40	4,54	4,88	5,72	1,29
13,51	4,89	3,82	4,67	3,85	4,13	4,82	1,09
13,51	4,89	3,83	4,65	3,82	4,14	4,80	1,10
13,50	4,89	3,80	4,70	3,82	4,13	4,81	1,09
13,48	4,88	3,86	4,68	3,85	4,13	4,83	1,10
12,79	4,45	3,44	4,17	3,46	3,71	4,33	1,00
12,80	4,43	3,43	4,16	3,45	3,73	4,35	1,00
12,77	4,43	3,40	4,13	3,44	3,70	4,31	0,99
12,77	4,43	3,45	4,17	3,48	3,73	4,41	1,01
11,58	3,65	2,79	3,38	2,81	3,03	3,57	0,81
11,57	3,70	2,82	3,44	2,85	3,08	3,58	0,83
11,58	3,65	2,80	3,42	2,85	3,05	3,58	0,81
11,57	3,69	2,82	3,47	2,90	3,08	3,61	0,82
10,66	3,17	2,37	2,95	2,42	2,62	3,07	0,70
10,68	3,14	2,35	2,91	2,42	2,61	3,07	0,71
10,67	3,15	2,35	2,90	2,41	2,59	3,06	0,69
9,77	2,76	2,02	2,52	2,07	2,22	2,66	0,63
9,75	2,71	2,00	2,50	2,04	2,18	2,60	0,61
9,77	2,71	2,01	2,52	2,06	2,19	2,60	0,63
8,28	2,04	1,43	1,83	1,49	1,62	1,94	0,44
8,23	2,04	1,44	1,84	1,49	1,59	1,91	0,45
8,25	2,00	1,43	1,84	1,48	1,61	1,91	0,43
8,24	2,01	1,44	1,84	1,49	1,61	1,92	0,44
6,49	1,37	0,88	1,19	0,94	1,01	1,24	0,27
6,44	1,35	0,87	1,14	0,94	1,01	1,25	0,27
6,46	1,36	0,85	1,16	0,93	1,01	1,24	0,27
6,43	1,35	0,88	1,16	0,94	1,03	1,26	0,28



2.5.7.3. Comportamiento del hidrante a la apertura de las tomas instaladas en derivación a la de riego.

Apertura salida en derivación de la toma 72-73.

T(s)	Q (m ³ /h)	Presión (mca)							
		Pab (Toma 72-73)	Pab (Toma 91)	Pab Toma 90)	Pab (Toma 132)	Pab (Toma 88)	Pab (Toma 87)	Paa (Hidrante)	Pab (Filtro)
0,0	53,67	25,00	26,25	25,34	26,28	25,83	25,09	30,88	29,45
1,0	53,65	23,99	25,47	24,37	25,23	25,11	24,23	29,87	28,44
2,0	54,66	15,59	18,23	17,51	18,12	18,07	17,42	21,96	20,37
3,0	56,39	14,09	17,04	16,48	17,04	16,73	16,32	20,67	19,08
4,0	57,45	14,10	16,91	16,37	16,93	16,63	16,15	20,57	18,96
5,0	58,15	14,07	16,89	16,33	16,88	16,60	16,17	20,55	18,94
6,0	58,58	14,11	16,91	16,34	16,91	16,63	16,19	20,56	18,94
7,0	58,79	14,06	16,93	16,37	16,95	16,62	16,19	20,56	18,97
8,0	58,90	14,00	16,90	16,35	16,92	16,60	16,18	20,57	18,94
9,0	58,95	14,02	16,88	16,35	16,89	16,60	16,17	20,52	18,91
10,0	59,08	14,07	16,88	16,33	16,90	16,61	16,16	20,56	18,91
11,0	59,08	14,10	16,90	16,36	16,93	16,63	16,18	20,56	18,94
12,0	59,06	14,08	16,93	16,40	16,94	16,65	16,20	20,59	18,94
13,0	58,99	14,07	16,90	16,36	16,90	16,59	16,16	20,52	18,91
14,0	58,96	14,07	16,88	16,34	16,91	16,62	16,20	20,56	18,92
15,0	58,95	14,05	16,85	16,32	16,86	16,57	16,13	20,49	18,88
16,0	58,93	14,04	16,87	16,35	16,88	16,57	16,15	20,51	18,90

Apertura salida en derivación de la toma 91.

T(s)	Q (m ³ /h)	Presión (mca)							
		Pab (Toma 72-73)	Pab (Toma 91)	Pab (Toma 90)	Pab (Toma 132)	Pab (Toma 88)	Pab (Toma 87)	Paa (Hidrante)	Pab (Filtro)
0,00	53,44	24,79	26,14	25,24	26,13	25,68	24,94	30,70	29,29
1,00	53,38	24,88	26,18	25,29	26,21	25,70	24,93	30,74	29,34
2,00	53,29	24,80	26,12	25,23	26,13	25,67	24,92	30,66	29,27
3,00	53,30	24,88	26,18	25,30	26,18	25,71	24,95	30,71	29,34
4,00	53,46	24,52	25,49	24,96	25,79	25,40	24,60	30,30	28,92
5,00	53,85	21,30	18,85	21,58	22,29	22,08	21,37	26,56	25,13
6,00	54,98	18,45	12,02	18,78	19,38	19,11	18,57	23,29	21,82
7,00	56,06	18,18	11,18	18,60	19,21	18,88	18,32	23,04	21,53
8,00	56,80	18,13	11,12	18,52	19,15	18,82	18,31	22,98	21,48
9,00	57,10	18,19	11,11	18,53	19,16	18,80	18,33	23,02	21,50
10,00	57,30	18,17	11,15	18,52	19,13	18,80	18,30	23,00	21,48
11,00	57,43	18,11	11,13	18,49	19,11	18,77	18,26	22,95	21,45
12,00	57,47	18,20	11,12	18,56	19,17	18,82	18,25	22,99	21,47
13,00	57,64	18,18	11,12	18,52	19,12	18,78	18,26	22,99	21,46
14,00	57,68	18,16	11,12	18,54	19,15	18,81	18,28	23,02	21,48
15,00	57,69	18,18	11,14	18,54	19,18	18,83	18,31	23,01	21,49
16,00	57,69	18,17	11,18	18,56	19,16	18,82	18,27	23,03	21,49
17,00	57,66	18,13	11,18	18,51	19,15	18,79	18,30	23,00	21,46
18,00	57,61	18,17	11,12	18,52	19,18	18,85	18,35	23,02	21,49
19,00	57,66	18,19	11,16	18,51	19,15	18,79	18,28	23,02	21,49
20,00	57,66	18,16	11,18	18,55	19,17	18,81	18,30	22,99	21,48
21,00	57,66	18,17	11,10	18,53	19,14	18,80	18,31	23,01	21,48

Apertura salida en derivación de la toma 90.

T(s)	Q (m ³ /h)	Presión (mca)							
		Pab (Toma 72-73)	Pab (Toma 91)	Pab (Toma 90)	Pab (Toma 132)	Pab (Toma 88)	Pab (Toma 87)	Paa (Hidrante)	Pab (Filtro)
0,00	53,33	24,82	26,07	25,18	26,05	25,62	24,84	30,61	29,20
1,00	53,35	24,75	26,07	25,19	26,07	25,60	24,85	30,60	29,21
2,00	53,32	24,78	26,03	25,17	26,06	25,63	24,86	30,58	29,17
3,00	53,31	24,84	26,08	25,20	26,10	25,63	24,86	30,64	29,23
4,00	53,41	24,77	26,01	25,16	26,05	25,62	24,87	30,59	29,20
5,00	53,33	24,74	26,05	25,15	26,06	25,62	24,89	30,60	29,20
6,00	53,32	24,76	26,04	25,07	26,06	25,61	24,89	30,60	29,20
7,00	53,42	22,12	23,28	15,97	23,09	22,93	22,19	27,45	26,05
8,00	54,47	19,91	20,97	7,93	20,97	20,58	20,03	25,00	23,54
9,00	55,20	19,89	20,96	7,97	20,96	20,60	19,99	24,98	23,53
10,00	55,76	19,93	20,96	7,99	20,96	20,61	20,01	24,99	23,52
11,00	56,04	19,85	20,89	7,90	20,90	20,54	19,96	24,95	23,46
12,00	56,18	19,86	20,91	7,97	20,93	20,54	20,02	24,95	23,47
13,00	56,19	19,84	20,93	7,94	20,93	20,55	20,00	24,95	23,48
14,00	56,47	19,90	20,94	7,97	20,92	20,57	19,99	24,94	23,47
15,00	56,45	19,89	20,92	8,01	20,91	20,57	20,01	24,94	23,48
16,00	56,49	19,85	20,91	7,90	20,95	20,59	20,03	24,95	23,49
17,00	56,51	19,90	20,94	7,91	20,94	20,58	20,02	24,97	23,50
18,00	56,55	19,90	20,92	7,97	20,89	20,54	19,97	24,94	23,47
19,00	56,59	19,82	20,90	7,89	20,91	20,53	20,01	24,93	23,46
20,00	56,50	19,86	20,91	7,89	20,94	20,57	19,99	24,95	23,49
21,00	56,49	19,91	20,95	7,92	20,93	20,55	20,02	24,92	23,49
22,00	56,51	19,84	20,90	7,94	20,88	20,53	19,93	24,91	23,45
23,00	56,51	19,85	20,91	7,88	20,92	20,57	20,03	24,96	23,49
24,00	56,33	19,82	20,85	7,90	20,88	20,52	19,98	24,89	23,43
25,00	56,38	19,84	20,91	7,98	20,90	20,55	19,99	24,92	23,45
26,00	56,40	19,90	20,94	7,94	20,97	20,59	20,03	24,99	23,52
27,00	56,38	19,86	20,91	7,88	20,92	20,56	19,99	24,94	23,48
28,00	56,40	19,85	20,92	7,94	20,91	20,54	19,98	24,93	23,44

T(s)	Q (m ³ /h)	Presión (mca)							
		Pab (Toma 72-73)	Pab (Toma 91)	Pab (Toma 90)	Pab (Toma 132)	Pab (Toma 88)	Pab (Toma 87)	Paa (Hidrante)	Pab (Fitro)
29,00	56,43	19,85	20,86	7,91	20,89	20,51	19,97	24,91	23,44
30,00	56,48	19,87	20,91	7,91	20,92	20,56	20,01	24,94	23,47
31,00	56,35	19,85	20,90	7,88	20,92	20,55	19,97	24,97	23,49
32,00	56,34	19,88	20,93	7,90	20,94	20,58	19,98	24,99	23,51
33,00	56,33	19,90	20,94	7,92	20,96	20,60	20,02	24,98	23,50
34,00	56,42	19,87	20,95	7,92	20,97	20,60	20,02	24,98	23,51
35,00	56,33	19,84	20,92	7,92	20,89	20,55	19,95	24,93	23,46
36,00	56,40	19,86	20,90	7,91	20,88	20,54	19,94	24,93	23,46
37,00	56,46	19,88	20,94	7,90	20,95	20,58	20,01	24,94	23,49
38,00	56,47	19,87	20,94	7,89	20,95	20,57	19,98	24,97	23,50
39,00	56,53	19,88	20,94	7,90	20,93	20,57	20,00	24,95	23,49
40,00	56,56	19,89	20,95	7,93	20,93	20,60	19,98	24,96	23,51
41,00	56,52	19,87	20,91	7,92	20,91	20,53	19,96	24,93	23,46
42,00	56,41	19,84	20,94	7,91	20,91	20,57	20,04	24,95	23,47
43,00	56,44	19,88	20,91	7,89	20,92	20,55	19,99	24,97	23,48
44,00	56,40	19,83	20,87	7,89	20,89	20,50	19,94	24,93	23,43

Apertura secuencial de las salidas en derivación de las tomas 72-73, 91 y 90.

T(s)	Q (m ³ /h)	Presión (mca)							
		Pab (Toma 72-73)	Pab (Toma 91)	Pab (Toma 90)	Pab (Toma 132)	Pab (Toma 88)	Pab (Toma 87)	Paa (Hidrante)	Pab (Fitro)
0,0	53,3	24,7	26,0	25,1	26,0	25,6	24,8	30,6	29,2
1,0	53,3	24,8	26,0	25,1	26,0	25,6	24,8	30,6	29,2
2,0	53,4	24,8	26,1	25,2	26,1	25,6	24,9	30,6	29,2
3,0	53,3	24,7	26,0	25,2	26,1	25,6	24,8	30,6	29,2
4,0	53,3	24,8	26,0	25,1	26,0	25,6	24,8	30,6	29,2
5,0	53,3	24,7	26,0	25,1	26,0	25,6	24,8	30,5	29,1
6,0	53,3	24,7	26,0	25,1	26,0	25,6	24,8	30,6	29,2
7,0	53,3	24,8	26,1	25,2	26,1	25,6	24,8	30,6	29,2
8,0	53,7	19,6	21,7	20,5	21,1	21,4	20,5	25,5	24,0
9,0	55,3	13,9	16,7	16,2	16,8	16,5	16,0	20,3	18,7
10,0	56,8	13,9	16,7	16,2	16,7	16,4	16,0	20,3	18,7
11,0	57,7	13,9	16,7	16,2	16,7	16,4	16,0	20,3	18,7
12,0	58,2	13,9	16,7	16,2	16,7	16,4	16,0	20,3	18,7
13,0	58,4	13,8	16,7	16,1	16,7	16,4	16,0	20,3	18,7
14,0	58,8	12,0	12,1	13,8	14,2	14,3	13,8	17,8	16,1
15,0	59,6	10,7	7,8	12,5	12,9	12,7	12,4	16,1	14,4
16,0	60,1	10,6	7,7	12,4	12,9	12,6	12,3	16,1	14,3
17,0	60,5	10,7	7,7	12,5	12,9	12,6	12,3	16,1	14,4
18,0	60,8	10,6	7,7	12,5	12,9	12,7	12,3	16,1	14,4
19,0	60,8	10,7	7,7	12,3	12,8	12,6	12,3	16,0	14,3
20,0	61,1	9,6	7,0	7,0	11,4	11,4	10,9	14,6	12,8
21,0	61,3	9,0	6,6	4,5	10,9	10,7	10,5	14,0	12,2
22,0	61,5	9,1	6,7	4,6	10,9	10,7	10,4	14,0	12,2
23,0	61,6	9,0	6,7	4,5	10,9	10,7	10,4	14,0	12,2
24,0	61,7	9,0	6,6	4,6	10,9	10,7	10,4	14,0	12,2
25,0	61,8	9,1	6,6	4,6	10,9	10,7	10,4	13,9	12,2
26,0	61,7	9,1	6,6	4,6	10,9	10,7	10,4	13,9	12,2
27,0	61,7	9,1	6,6	4,6	10,9	10,7	10,4	13,9	12,1
28,0	61,8	9,1	6,7	4,6	10,9	10,7	10,5	14,0	12,2
29,0	61,9	9,0	6,7	4,6	10,9	10,7	10,4	13,9	12,2
30,0	61,9	9,1	6,6	4,6	10,9	10,7	10,4	13,9	12,2
31,0	61,8	9,1	6,6	4,6	11,0	10,7	10,4	13,9	12,2
32,0	61,7	9,0	6,6	4,6	10,9	10,7	10,4	13,9	12,1
33,0	61,8	9,0	6,6	4,6	10,9	10,7	10,4	14,0	12,2
34,0	61,9	9,0	6,7	4,6	10,9	10,7	10,4	13,9	12,1
35,0	61,9	9,1	6,7	4,6	10,9	10,7	10,4	13,9	12,2
36,0	61,8	9,1	6,7	4,6	10,9	10,7	10,4	13,9	12,1
37,0	61,8	9,1	6,6	4,6	10,9	10,7	10,4	14,0	12,2
38,0	61,5	9,0	6,6	4,6	10,9	10,7	10,4	13,9	12,1

T(s)	Q (m³/h)	Presión (mca)							
		Pab (Toma 72-73)	Pab (Toma 91)	Pab (Toma 90)	Pab (Toma 132)	Pab (Toma 88)	Pab (Toma 87)	Paa (Hidrante)	Pab (Fitro)
39,0	61,6	9,0	6,6	4,6	10,9	10,7	10,3	13,9	12,1
40,0	61,6	9,0	6,6	4,6	10,9	10,7	10,4	13,9	12,1
41,0	61,6	9,0	6,6	4,5	10,9	10,7	10,3	13,9	12,1
42,0	61,6	9,0	6,6	4,5	10,9	10,7	10,4	13,9	12,1
43,0	61,6	9,9	7,1	9,8	12,2	11,7	11,5	15,1	13,3
44,0	61,2	10,5	7,6	12,3	12,8	12,6	12,2	15,9	14,2
45,0	61,0	10,6	7,6	12,3	12,8	12,5	12,2	15,9	14,2
46,0	60,8	10,6	7,6	12,3	12,8	12,5	12,2	15,9	14,2
47,0	60,7	10,6	7,6	12,3	12,8	12,5	12,2	15,9	14,2
48,0	60,7	10,6	7,6	12,3	12,8	12,5	12,2	15,9	14,2
49,0	60,7	10,6	7,6	12,3	12,8	12,5	12,2	15,9	14,2
50,0	60,7	10,6	7,7	12,4	12,9	12,6	12,3	16,0	14,3
51,0	60,4	12,9	14,1	15,3	15,9	15,3	15,0	19,2	17,6
52,0	59,7	13,6	16,5	16,0	16,6	16,2	15,8	20,1	18,5
53,0	59,4	13,7	16,5	16,0	16,6	16,3	15,8	20,1	18,5
54,0	59,0	13,8	16,5	16,0	16,5	16,2	15,8	20,1	18,5
55,0	58,8	13,7	16,5	16,0	16,6	16,2	15,8	20,1	18,5
56,0	58,7	13,7	16,6	16,0	16,6	16,3	15,8	20,1	18,5
57,0	58,6	13,7	16,6	16,0	16,6	16,3	15,9	20,1	18,5
58,0	58,7	13,8	16,6	16,0	16,6	16,3	15,8	20,1	18,5
59,0	58,0	21,2	22,8	22,5	23,4	22,3	21,9	27,3	25,8
60,0	56,1	24,5	25,8	24,9	25,8	25,4	24,6	30,3	28,9
61,0	54,8	24,6	25,9	25,0	25,9	25,4	24,7	30,4	29,0
62,0	54,2	24,6	25,9	25,0	25,9	25,5	24,7	30,4	29,0
63,0	53,7	24,6	25,9	25,0	26,0	25,5	24,7	30,4	29,0
64,0	53,6	24,6	25,9	25,0	25,9	25,4	24,7	30,4	29,0
65,0	53,5	24,6	25,9	25,0	26,0	25,5	24,7	30,4	29,0
66,0	53,4	24,6	25,9	25,0	25,9	25,5	24,7	30,4	29,0
67,0	53,2	24,6	25,9	25,0	26,0	25,5	24,7	30,4	29,0
68,0	53,3	24,6	25,9	25,0	25,9	25,4	24,7	30,4	29,0
69,0	53,2	24,6	25,9	25,0	25,9	25,5	24,7	30,4	29,0
70,0	53,3	24,6	25,9	25,0	25,9	25,5	24,7	30,4	29,0
71,0	53,2	24,6	25,9	25,0	26,0	25,5	24,8	30,4	29,0
72,0	53,2	24,7	25,9	25,0	26,0	25,5	24,7	30,5	29,1

2.5.7.4. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas de riego.

T(s)	Q (m³/h)	Presión (mca)							
		Pab (Toma 72-73)	Pab (Toma 91)	Pab (Toma 90)	Pab (Toma 132)	Pab (Toma 88)	Pab (Toma 87)	Paa (Hidrante)	Pab (Fitro)
0,0	0,00	2,33	1,60	1,40	1,65	1,41	1,41	79,70	79,38
1,0	4,74	44,51	1,62	1,41	1,64	1,40	1,37	66,90	66,51
2,0	13,00	55,43	1,61	1,40	1,64	1,41	1,38	65,93	65,51
3,0	17,99	55,53	1,60	1,40	1,66	1,41	1,41	66,04	65,62
4,0	20,91	55,50	1,62	1,39	1,63	1,41	1,38	66,04	65,62
5,0	22,59	55,59	1,61	1,38	1,63	1,40	1,39	66,05	65,63
6,0	23,61	55,41	1,61	1,40	1,65	1,42	1,40	66,02	65,60
7,0	24,20	55,45	1,62	1,40	1,64	1,40	1,38	66,03	65,61
8,0	24,55	54,69	1,61	2,71	1,63	1,41	1,40	65,08	64,64
9,0	26,30	47,92	1,61	49,01	1,65	1,41	1,39	57,21	56,60
10,0	28,68	48,02	1,60	49,18	1,66	1,41	1,40	57,34	56,74
11,0	30,01	47,96	1,61	49,05	1,64	1,41	1,40	57,24	56,64
12,0	30,90	48,13	1,61	49,17	1,65	1,40	1,40	57,40	56,81

T(s)	Q (m ³ /h)	Presión (mca)							
		Pab (Toma 72-73)	Pab (Toma 91)	Pab (Toma 90)	Pab (Toma 132)	Pab (Toma 88)	Pab (Toma 87)	Paa (Hidrante)	Pab (Fitro)
13,0	31,35	48,01	1,61	49,01	1,65	1,41	1,41	57,34	56,73
14,0	31,61	48,14	1,61	49,13	1,65	1,40	1,40	57,36	56,77
15,0	31,74	47,98	1,61	49,05	1,64	1,41	1,40	57,27	56,67
16,0	31,87	47,55	1,61	48,36	1,64	1,60	1,40	56,79	56,18
17,0	33,38	37,92	1,61	38,84	1,65	29,42	1,42	45,62	44,72
18,0	36,01	37,49	1,61	38,33	1,64	38,68	1,40	45,10	44,23
19,0	37,66	37,48	1,61	38,30	1,65	38,78	1,42	45,09	44,22
20,0	38,60	37,55	1,60	38,34	1,64	38,80	1,40	45,12	44,24
21,0	39,25	37,46	1,61	38,32	1,64	38,78	1,40	45,08	44,21
22,0	39,62	34,76	1,60	35,50	16,94	36,04	1,41	41,98	41,02
23,0	41,09	32,16	1,61	32,91	33,83	33,31	1,43	38,94	37,88
24,0	42,08	32,19	1,60	32,96	33,97	33,36	1,41	38,99	37,96
25,0	42,63	32,23	1,61	33,00	34,03	33,40	1,41	39,02	37,98
26,0	43,15	32,19	1,60	32,97	33,95	33,33	1,41	38,97	37,93
27,0	43,28	32,22	1,61	32,91	33,98	33,33	1,41	38,98	37,93
28,0	43,30	32,00	1,61	32,57	33,48	33,10	1,79	38,67	37,65
29,0	44,03	27,07	1,60	27,75	28,68	28,09	24,42	33,02	31,88
30,0	45,13	27,25	1,60	27,76	28,69	28,19	27,27	33,17	32,02
31,0	45,76	27,21	1,60	27,78	28,73	28,23	27,31	33,23	32,06
32,0	46,10	27,21	1,60	27,73	28,69	28,15	27,20	33,15	32,00
33,0	46,36	27,22	1,60	27,80	28,69	28,22	27,26	33,21	32,03
34,0	46,50	27,27	1,61	27,93	28,79	28,26	27,33	33,27	32,14
35,0	46,65	26,11	3,16	26,43	27,27	27,15	26,14	31,82	30,63
36,0	47,47	21,85	21,21	22,42	23,15	22,67	21,97	27,05	25,79
37,0	48,42	21,82	22,86	22,22	23,01	22,60	21,89	26,91	25,65
38,0	49,00	21,77	22,94	22,20	22,93	22,54	21,82	26,83	25,58
39,0	49,32	21,76	22,97	22,27	23,00	22,58	21,86	26,88	25,61
40,0	49,47	21,71	22,96	22,22	22,97	22,54	21,84	26,84	25,59
41,0	49,52	21,79	22,98	22,25	22,99	22,58	21,88	26,87	25,61
42,0	49,62	21,71	22,91	22,19	22,93	22,48	21,78	26,81	25,54
43,0	49,66	21,66	22,88	22,12	22,88	22,48	21,78	26,78	25,54
44,0	49,69	21,65	22,87	22,20	22,91	22,47	21,79	26,78	25,52
45,0	49,67	21,66	22,89	22,23	22,94	22,49	21,82	26,82	25,54
46,0	49,69	21,67	22,90	22,21	22,92	22,50	21,79	26,81	25,56
47,0	49,73	21,76	22,98	22,25	23,00	22,58	21,85	26,89	25,62
48,0	49,63	21,63	22,83	22,13	22,84	22,46	21,75	26,75	25,49
49,0	49,65	21,68	22,87	22,18	22,91	22,48	21,80	26,79	25,53
50,0	49,77	21,71	22,85	22,14	22,87	22,48	21,78	26,77	25,51
51,0	49,81	21,64	22,86	22,10	22,85	22,47	21,79	26,77	25,51
52,0	49,71	21,65	22,87	22,14	22,88	22,45	21,80	26,79	25,52
53,0	49,72	21,61	22,81	22,06	22,81	22,38	21,70	26,71	25,45
54,0	49,75	21,61	22,80	21,98	22,84	22,41	21,73	26,73	25,47
55,0	49,71	23,06	24,28	13,08	24,43	23,82	23,17	28,43	27,19
56,0	49,13	25,23	26,56	1,36	26,67	26,13	25,32	30,89	29,67

T(s)	Q (m ³ /h)	Presión (mca)							
		Pab (Toma 72-73)	Pab (Toma 91)	Pab (Toma 90)	Pab (Toma 132)	Pab (Toma 88)	Pab (Toma 87)	Paa (Hidrante)	Pab (Fitro)
57,0	48,50	25,32	26,66	1,48	26,67	26,20	25,37	30,95	29,74
58,0	48,18	25,28	26,59	1,48	26,63	26,13	25,28	30,88	29,68
59,0	48,05	25,31	26,66	1,48	26,66	26,22	25,36	30,98	29,78
60,0	47,88	25,22	26,55	1,44	26,61	26,11	25,40	30,91	29,70
61,0	47,68	25,30	26,68	1,46	26,72	25,84	25,40	30,98	29,77
62,0	47,75	25,75	27,13	1,43	27,41	22,74	25,89	31,55	30,35
63,0	46,90	32,36	34,01	1,41	33,97	4,73	32,37	39,16	38,15
64,0	45,40	32,33	33,98	1,46	33,99	1,94	32,35	39,05	38,03
65,0	44,59	32,33	34,02	1,44	34,11	1,57	32,38	39,14	38,11
66,0	44,07	32,34	34,04	1,41	34,04	1,47	32,36	39,13	38,11
67,0	43,71	32,39	34,07	1,43	33,57	1,43	32,39	39,14	38,13
68,0	43,17	36,24	38,14	1,45	7,93	1,42	36,28	43,67	42,75
69,0	41,86	37,70	39,65	1,45	1,72	1,41	37,76	45,30	44,42
70,0	40,91	37,63	39,60	1,45	1,68	1,41	37,64	45,26	44,38
71,0	40,44	37,69	39,68	1,43	1,66	1,40	37,73	45,32	44,46
72,0	40,05	37,56	39,56	1,45	1,65	1,40	37,60	45,18	44,32
73,0	39,87	36,41	39,97	1,42	1,66	1,40	38,04	45,67	44,81
74,0	39,24	22,03	48,06	1,45	1,67	1,40	45,80	54,56	53,96
75,0	34,20	3,04	60,20	1,47	1,67	1,40	57,04	67,91	67,54
76,0	29,64	1,43	60,30	1,48	1,67	1,40	57,11	67,94	67,56
77,0	27,00	1,40	60,32	1,47	1,67	1,41	57,24	68,00	67,61
78,0	25,43	1,40	60,26	1,46	1,66	1,40	57,10	67,90	67,53
79,0	24,49	1,38	60,15	1,43	1,66	1,41	57,18	67,94	67,56
80,0	23,93	1,40	59,89	1,46	1,67	1,40	57,13	67,96	67,58
81,0	23,57	1,39	57,74	1,47	1,67	1,40	57,41	68,19	67,82
82,0	21,93	1,39	15,71	1,43	1,66	1,40	64,34	76,34	76,20
83,0	17,40	1,39	2,16	1,43	1,66	1,41	65,45	77,69	77,46
84,0	14,37	1,38	1,59	1,42	1,65	1,41	65,57	77,73	77,54
85,0	12,68	1,39	1,56	1,41	1,65	1,40	65,57	77,73	77,53
86,0	11,67	1,36	1,54	1,41	1,66	1,41	65,68	77,79	77,60
87,0	11,06	1,38	1,55	1,42	1,66	1,41	65,09	77,78	77,59
88,0	10,30	1,39	1,55	1,43	1,66	1,40	34,31	80,55	80,51
89,0	6,41	1,37	1,54	1,41	1,66	1,41	2,04	82,59	82,40
90,0	3,52	1,38	1,55	1,42	1,66	1,40	1,43	82,48	82,34
91,0	1,42	1,37	1,55	1,42	1,66	1,40	1,42	82,49	82,32
92,0	0,00	1,36	1,55	1,39	1,65	1,40	1,43	82,56	82,43

2.6. Ensayo Hidrante 6 (V2/Tipo3-8/DNB 80-QNB 28-DNP 25x8/PN10). LIR Valencia. Noviembre 2008.

2.6.1. Clasificación del hidrante según norma UNE EN 14267.

V2		
Función	Tipo 3	
NSH	8	
Dimensiones		
DNB	80	
QNB	28	
Salidas	DNP	25
	NS _{DN}	8
Presión (bar)	10	Contadores, Pilotos y Conexiones

La denominación del hidrante según su clasificación será:

V2/Tipo3-8/DNB 80-QNB 28-DNP 25x8/PN10

2.6.2. Equipos ensayados.

Hidrante Completo.

- Válvula de compuerta DN 80 PN 16
- Filtro cazapiedras DN 80 PN16.
- Válvula hidráulica de membrana DOROT GAL. DN 3". PN 16
 - ✓ Con Piloto reductor de presión Dorot 29-200, PTR = 30 m.
- Colector de acero galvanizado en caliente, con entrada de 80 mm (3"), y 8 salidas de 25 mm (1").
- Ventosa de 2" + ventosa 1".
- Manómetro.

Tomas a parcela.

Las ocho salidas están instaladas, siendo iguales y cuyas características son:

- ✓ Toma A, B, C, D, E, F, G, y H.
 - Válvula de bola DN 25 PN 25
 - Contador de chorro múltiple HIDROCONTA con emisor de pulsos DN 25 mm (1"), QNP = 3,5 m³/h.
 - Válvula hidráulica de membrana HIDOCONTA de VHM R 1".

- Con solenoide para su funcionamiento como Electroválvula.
- Conexión a tubería de PE40 de 40 mm.



Fotografía 26: Hidrante 6. Detalle hidrante.

El caudal nominal del hidrante se calcula en función de los caudales nominales de cada una de las tomas.

$$QNB = 28 \text{ m}^3/\text{h}$$

2.6.3. Ensayos realizados.

1. Verificación del caudal del hidrante, conforme se instalará en campo.
2. Curva de pérdidas de carga del hidrante, con todas las tomas abiertas y sin ningún tipo de regulación.
3. Comportamiento del hidrante ante la variación de caudal y presión en su función como reductora de presión.
4. Respuesta del hidrante a la reducción de presión. De válvula cerrada o abierta a válvula regulando a la presión de to.
5. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas.
6. Respuesta del hidrante ante la variación de la presión de to.
7. Calidad del colector de acero para hidrante de riego de DN 80 mm

2.6.4. Resultados.

Los datos registrados y su tratamiento se pueden observar en el apartado 2.6.7.

2.6.4.1. Comprobación de la medición de caudales por los hidrantes.

Se compara la medida del caudal proporcionada por el emisor de pulsos de cada uno de los contadores de las tomas, con la medida del caudal realizada con el contador electromagnético patrón del banco de ensayos. Para ello se fija el caudal nominal de cada una de las tomas modificando la apertura de una válvula de bola instalada aguas abajo de las mismas y se espera a que se estabilice el sistema antes de empezar la medición. Se fija como caudal nominal del hidrante la suma de los caudales nominales de las tomas del hidrante.

Tabla 22: Hidrante 6. Error de caudal del hidrante.

Toma	QNP (m ³ /h)	Caudal Medido Contador (m ³ /h)
A	3,5	3,42
B	3,5	4,07
C	3,5	4,10
D	3,5	3,56
E	3,5	3,12
F	3,5	3,26
G	3,5	3,54
H	3,5	3,36
Total Hidrante	28,0	28,44

Q _{HIDRANTE}	Q _{CEM}	ε (%)
28,44	28,08	-1,3

Siendo:

- Q_{HIDRANTE}: Caudal total del hidrante, en m³/hora
- Q_{CEM}: Caudal contador CEM, medida patrón, en m³/hora
- ε : Error relativo.

El error producido se encuentra dentro de los valores indicados por la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005).

2.6.4.2. Pérdidas de carga del hidrante.

Con las válvulas de cada una de las tomas abiertas, se modifica el caudal circulante por el hidrante registrando la presión aguas arriba del hidrante, en el colector, y aguas abajo de cada una de las 8 tomas del hidrante, registrando también el caudal circulante una vez el sistema se estabiliza. Las mediciones se realizan con la válvula reductora de presión totalmente abierta, por lo que se elimina la regulación del piloto reductor de presión.

En este apartado se resumen aquellos resultados para el caudal Nominal del hidrante (28 m³/h). Obtenido a través de los QNP de los contadores de las tomas.

Tabla 23: Hidrante 6. Pérdidas de carga.

Δh_N (Toma A)	Δh_N (Toma B)	Δh_N (Toma C)	Δh_N (Toma D)	Δh_N (Toma E)	Δh_N (Toma F)	Δh_N (Toma G)	Δh_N (Toma H)	Δh Media Tomas	Δh VC+Filtro+VRP	Q_{CEM}
4,05	4,48	5,30	5,10	3,14	3,81	3,95	3,68	4,17	1,28	28,08

Siendo:

- Q_{CEM} : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM, en m³/hora
- $\Delta h_N(\text{Toma } x)$: Pérdidas de carga totales entre la toma aguas arriba del hidrante y la toma aguas abajo de la toma X, para el caudal circulante por la toma (ver caudal en tablas apartado anterior), en mca
- $\Delta h(\text{Media Tomas})$: Media de las pérdidas de carga totales entre la toma aguas arriba del hidrante y la toma aguas abajo de la toma, para el caudal nominal del hidrante, en mca
- $\Delta h(\text{VC} + \text{Filtro} + \text{VRP})$: Pérdida de carga de la válvula de compuerta DN 80 del hidrante, del filtro cazapiedras y válvula reductora de presión, en mca.

Según la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005) las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 2 son 0,8 bar (80 KPa). Las pérdidas de cargas son inferiores a este valor.

2.6.4.3. Regulación del hidrante como reductor de presión, variando el caudal y la presión a la entrada.

El ensayo muestra la precisión de la reductora de presión en función del caudal circulante y la presión de entrada del hidrante.

Consiste en variar la presión a la entrada (P_{aa}) del hidrante entre 50 y 80 mca. Se registra la presión aguas arriba y aguas abajo del hidrante así como el caudal que el hidrante deja pasar una vez alcanzado el régimen permanente. El ensayo se realiza aumentando la presión a la entrada progresivamente hasta un valor máximo de 80 mca, para en una segunda parte disminuir progresivamente la presión hasta valores

próximos a 50 mca.

El ensayo se realizó con la válvula hidráulica tarada para la presión indicada. Los valores medios obtenidos de todo el ensayo son:

Tabla 24: Hidrante 6. Precisión de regulación de la VRP.

Toma	PTR(mca)	PTR _{Medida} (mca)	ϵ (%)	SE
Colector	30	31,84	6,15	1,74
A	30	29,13	-2,90	1,59
B	30	28,78	-4,07	1,57
C	30	28,33	-5,58	1,56
D	30	28,24	-5,88	1,55
E	30	29,85	-0,49	1,64
F	30	29,26	-2,46	1,62
G	30	29,13	-2,89	1,60
Media	30	28,96	-3,47	1,59

Siendo:

- PTR: : Presión de tarado del piloto reductor de presión, en mca.
- PTR_{Medida}: Presión media aguas debajo de cada una de las tomas, en mca.
- ϵ : Error relativo, variación de presión en %, en relación con el de to
- SE : Desviación típica

2.6.4.4. Tiempo de respuesta del piloto reductor de presión.

Se mide el tiempo que tarda en actuar el piloto reductor de presión en el proceso de apertura y cierre. Para ello se fija una presión a la entrada superior a la de to, en un primer ensayo y con la válvula totalmente abierta (posición OPEN de la válvula de tres vías), se pasa a posición de automático la válvula hidráulica, determinando el tiempo que tarda en alcanzarse la presión de to. En un segundo ensayo con la válvula cerrada, se pasa a posición de automático la válvula hidráulica, determinando el tiempo que tarda en alcanzarse la presión de to.

Se realizan tres repeticiones y obteniendo los siguientes tiempos medios de respuesta:

Ensayo	Tiempo(s)
Open – Auto	16
Close – Auto	5

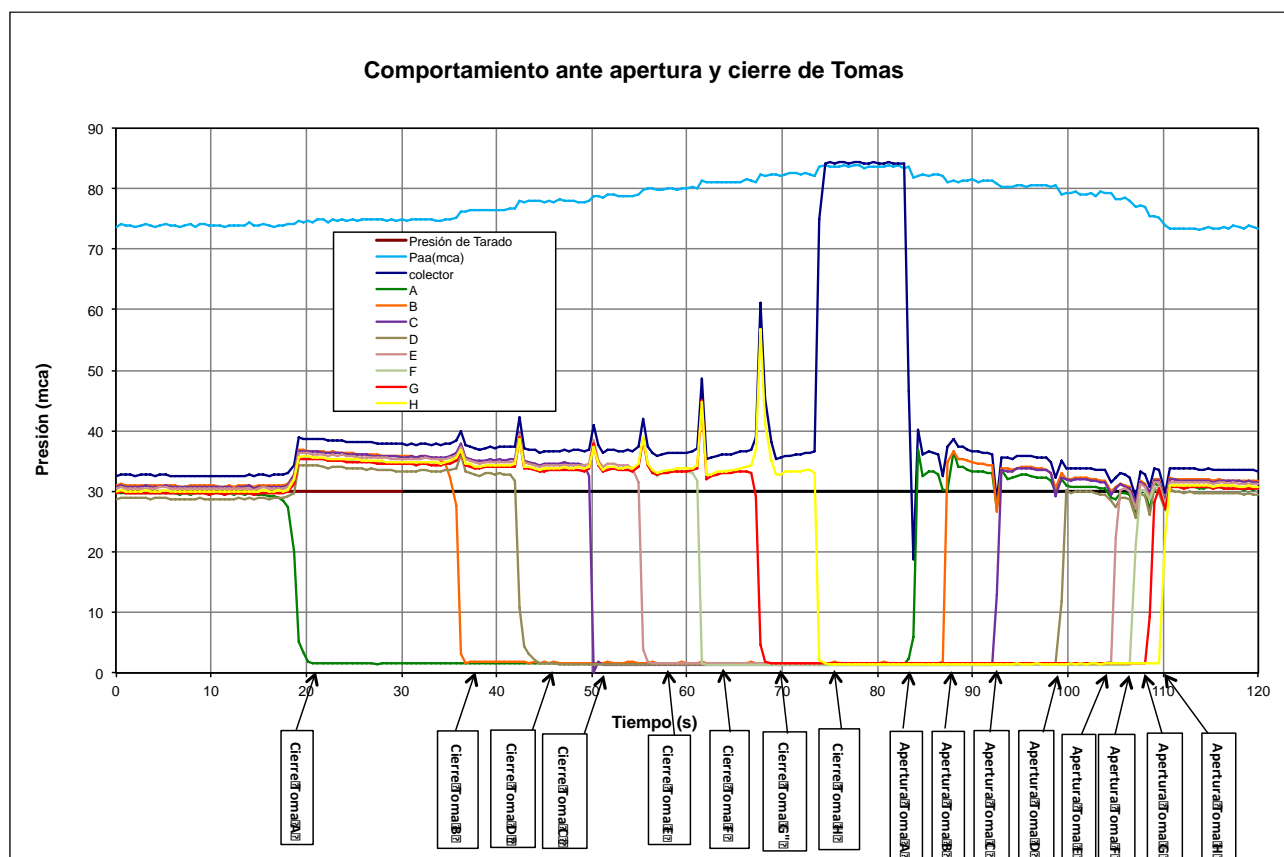
Siendo:

- Tiempo: Tiempo promedio de tres repeticiones hasta estabilización de la presión a la salida del hidrante (segundos).

2.6.4.5. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas.

Se comprueba la variación de presión aguas abajo de cada una de las tomas en el proceso de apertura y cierre de tomas del hidrante.

En la gráfica siguiente se puede observar esta respuesta.



Gráfica 11: Hidrante 6. Comportamiento del hidrante ante la apertura y cierre de Tomas

Se puede observar que el cierre de tomas genera ligeros transitorios hidráulicos que son transmitidos aguas abajo de las tomas, provocando a su vez una ligera modificación en la presión regulada por el hidrante.

2.6.4.6. Respuesta del hidrante ante la variación de la presión de tarado.

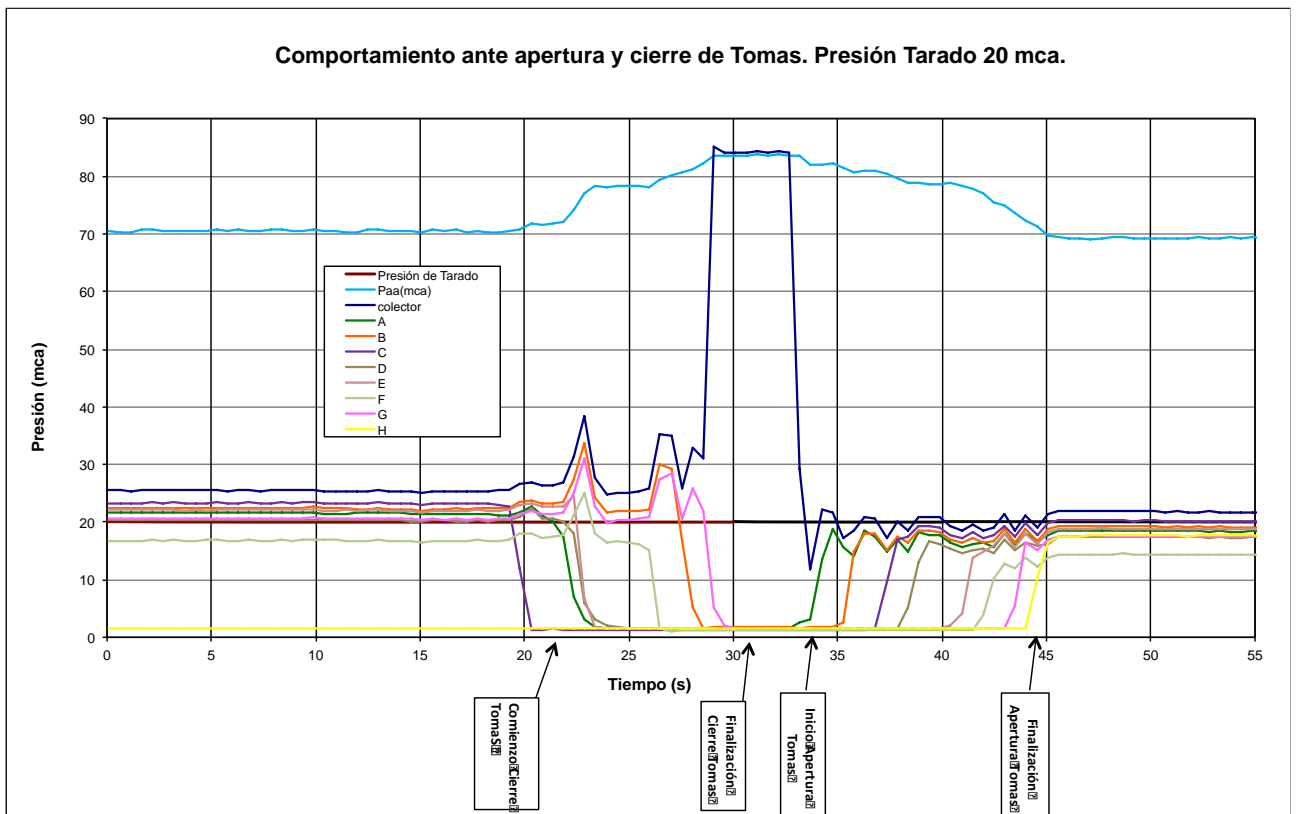
Se comprueba cómo afecta a las tomas la modificación de la presión de tarado de 30 a 20 mca. Se repite el ensayo anterior bajo estas condiciones.

Con la reducción de la presión de tarado se detecta cavitación en la Válvula reductora de presión a presiones a la entrada del hidrante de 80 a 70 mca³. Al igual que con la presión de tarado de 30 m se

³ Se está sobrepasando el valor recomendado de reducción de 1/3 de la presión a la entrada.

observa que el cierre de tomas genera ligeros transitorios hidráulicos que son transmitidos aguas abajo de las tomas, provocando a su vez una ligera modificación en la presión regulada por el hidrante.

En muchas tomas se detectan presiones inferiores a 20 m, lo que puede provocar una falta de presión en los sistemas de riego en parcela. A estos valores se tendrán que descontar las pérdidas ocasionadas por la tubería a parcela, elementos de regulación, filtración, terciarias etc., que instale en parcela el usuario final. En la gráfica siguiente se puede observar esta respuesta.



Gráfica 12: Comportamiento del hidrante ante la apertura y cierre de Tomas

2.6.4.7. Prueba de estanqueidad.

Se somete el hidrantes a una presión hidrostática de 80 mca, durante 5 minutos.

Tabla 25: Hidrante6. Prueba de estanqueidad.

Toma	Válvula	Contador	Conexiones Pilotos	Conexiones entre válvula contador
Colector	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
A	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
B	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
C	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas

Toma	Válvula	Contador	Conexiones Pilotos	Conexiones entre válvula contador
D	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
E	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
F	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
G	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
H	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas

2.6.5. Calidad del colector de acero para hidrante de riego de DN 80 mm.

2.6.5.1. Descripción del colector evaluado.

El colector evaluado es nuevo tal y como lo suministra el fabricante, no se ha instalado en campo y es el que se ha sometido a las pruebas hidráulicas. El Colector tiene las siguientes características (Fotografía 3):

- Material: Acero
- Revestimiento exterior: Galvanizado con Baño de Zn en caliente.
- Revestimiento interior: Galvanizado con Baño de Zn en caliente.
- Diámetro Nominal (DN): 80 mm
- Número de conexiones: 8
- Diámetro Conexiones tomas: 1" (25 mm)
- Tipo conexión red principal: Brida.
- Tipo conexión a tomas: Roscada.



Fotografía 27: Hidrante 6. Colector completo

2.6.5.2. Evaluación del colector.

Evaluación exterior.

A la vista del colector no se aprecian daños en el recubrimiento exterior.

Evaluación interior

Para la evaluación de la parte interna se procede a realizar tres cortes al colector.

No aparece corrosión en ningunos de los extremos tal y como se aprecia en la fotografía 3, 4 y 5.



Fotografía 28: Hidrante 6. Estado interior sección 2. Inserción de los tubos que configuran las salidas y la conexión de la ventosa.



Fotografía 29: Hidrante 6. Detalles del estado interior de la sección 3. Extremo tomas G y H.

El estado del colector indica que es apto para su utilización en hidrantes de riego, ya que no se ha encontrado corrosión, así el colector cumple las normativas UNE EN 14267, 1074-6 y 1074-1 (AEN/CTN19 2001a; AEN/CTN68 2005)

Únicamente indicar que la conexión de los tubos que conforman las salidas de las tomas y la conexiones con la ventosa, no se han recortado según la sección del colector principal presentando un tramo de tubo dentro de este, lo cual provoca pérdidas y turbulencias innecesarias en el hidrante, que si bien no son importantes en el hidrante ensayado (ver pérdidas en apartados anteriores) si pueden adquirir importancia en otras configuraciones (tomas de mayor diámetro) o tipos de hidrante (Tipo 4 UNE EN 14267).

2.6.6. Conclusiones.

La medición de caudal nominal del hidrante, muestra una buena precisión con respecto a medido en el banco de ensayo, estando dentro de los valores que marca la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005). No se detectaron problemas en el fallo de la emisión de pulsos ni bloqueo de los contadores a caudales altos.

Según la norma UNE EN 14267 las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 3 es de 0,8 bar, obteniéndose valores inferiores para todas las tomas del hidrante.

La respuesta del hidrante en su función de reducción de presión es buena. Se consigue regular la presión de forma precisa y rápida, no observándose procesos de histéresis. El tiempo de respuesta es rápido siendo la evolución de las presiones ante la apertura y cierre de tomas buena, no apreciando variaciones importantes. Solo indicar que en el cierre de tomas se generan ligeros transitorios que son transmitidos aguas abajo de las mismas, provocando a su vez una ligera modificación en la presión regulada por el hidrante.

No se recomienda la modificación de la presión de tarado de la válvula reductora de presión. Ya que para presiones a la entrada del hidrante de 80 a 70 mca se observa cavitación de la válvula reductora. También se detectan en muchas tomas presiones inferiores a 20 m, lo que puede provocar una falta de presión en los sistemas de riego en parcela.

La estanqueidad observada en los componentes del hidrante ensayado es adecuada.

El material y tratamiento contra oxidación del colector parece adecuado no detectado ninguna oxidación.

Para terminar se recomienda comprobar la instalación del filtro cazapiedras ya que estos modelos están pensados para su instalación horizontal, en la posición actual es difícil la eliminación de los elementos retenidos. También recomendamos alargar los tubos de drenaje de los pilotos para que el agua extraída de la cámara no dañe los elementos del hidrante.

2.6.7. Datos registrados ensayo Hidrante 6.

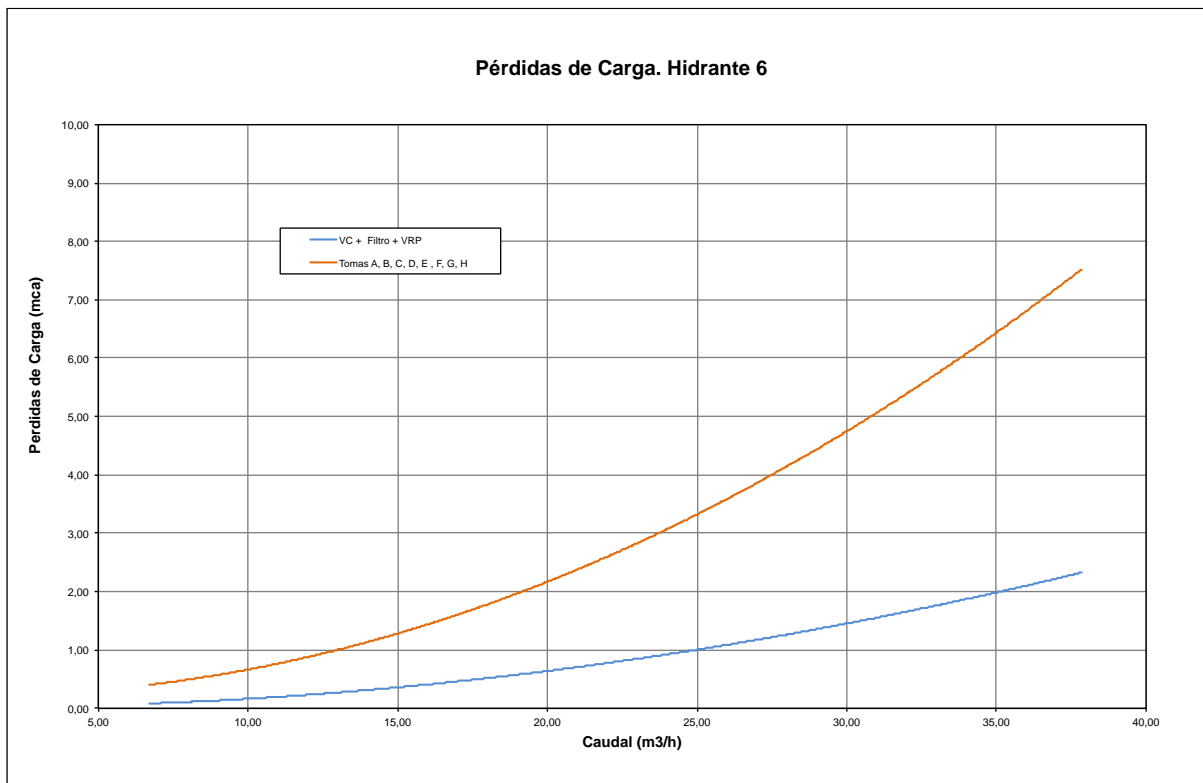
2.6.7.1. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. Datos registrados.

Toma	pulso	Tiempo (s)	Q (m ³ /h)	Q _{medio} (m ³ /h)	ΔhN (A) mca	ΔhN (B) mca	ΔhN (C) mca	ΔhN (D) mca	ΔhN (E) mca	ΔhN (F) mca	ΔhN (G) mca	ΔhN (H) mca	Q _{CEM} (m ³ /h)
A	1	70,111			4,19	4,57	5,63	5,23	3,18	3,94	4,01	3,80	28,35
	2	175,349	3,42		4,09	4,54	5,54	5,14	3,17	3,87	4,00	3,81	28,24
	3	280,742	3,42	3,42	4,12	4,48	5,50	5,14	3,17	3,83	4,03	3,69	28,22
B	1	371,931			4,12	4,50	5,44	5,19	3,19	3,85	3,96	3,67	28,25
	2	460,276	4,07		4,12	4,53	5,44	5,10	3,14	3,82	3,93	3,74	28,09
	3	548,652	4,07	4,07	4,09	4,43	5,33	5,16	3,08	3,79	3,94	3,71	28,28
C	1	693,201			4,12	4,54	5,41	5,12	3,23	3,89	4,03	3,76	28,10
	2	780,890	4,11		4,03	4,47	5,37	5,12	3,11	3,82	3,94	3,73	28,10
	3	868,750	4,10	4,10	4,00	4,48	5,27	5,07	3,15	3,82	3,97	3,66	28,09
D	1	977,283			4,08	4,52	5,35	5,19	3,20	3,87	3,97	3,77	28,08
	2	1078,456	3,56		4,03	4,49	5,31	5,14	3,16	3,81	3,88	3,71	27,94
	3	1179,614	3,56	3,56	4,02	4,46	5,25	5,08	3,12	3,78	3,97	3,60	28,11
E	1	1258,427			4,05	4,53	5,29	5,10	3,20	3,86	3,96	3,76	28,09
	2	1373,975	3,12		4,03	4,42	5,25	5,12	3,10	3,75	3,94	3,65	28,05
	3	1489,493	3,12	3,12	4,04	4,41	5,17	5,07	3,07	3,74	3,89	3,56	27,96
F	1	1560,337			3,97	4,45	5,25	4,98	3,10	3,80	3,88	3,72	27,95
	2	1670,604	3,26		4,00	4,39	5,19	5,08	3,06	3,71	3,90	3,67	28,01
	3	1780,903	3,26	3,26	4,02	4,52	5,23	5,09	3,16	3,83	3,95	3,59	28,00
G	1	1903,482			4,07	4,55	5,30	5,12	3,20	3,85	4,00	3,69	27,94
	2	2005,062	3,54		4,02	4,51	5,17	5,07	3,12	3,75	3,98	3,72	27,91
	3	2106,594	3,55	3,54	3,91	4,36	5,03	4,92	3,09	3,75	3,87	3,52	28,06
H	1	2246,830			4,10	4,47	5,24	5,18	3,11	3,77	4,02	3,60	28,00
	2	2354,035	3,36		3,94	4,45	5,17	5,01	3,11	3,76	3,87	3,62	28,03
	3	2461,208	3,36	3,36	4,03	4,46	5,09	5,04	3,09	3,75	3,86	3,58	28,08
Medias				28,44	4,05	4,48	5,30	5,10	3,14	3,81	3,95	3,68	28,08

2.6.7.2. Pérdidas de carga hidrante.

Caudal CEM (m ³ /h)	Pérdidas de carga (ΔhN)									
	VC+Filtro+VRP (mca)	Toma A (mca)	Toma B (mca)	Toma C (mca)	Toma D (mca)	Toma E (mca)	Toma F (mca)	Toma G (mca)	Toma H (mca)	Toma Media (mca)
37,85	2,26	7,22	8,06	9,31	9,12	5,71	6,71	7,08	6,69	7,49
37,45	2,35	7,06	7,97	9,00	8,98	5,75	6,61	7,04	6,56	7,37
36,30	2,18	6,70	7,59	8,58	8,52	5,36	6,29	6,67	6,18	6,98

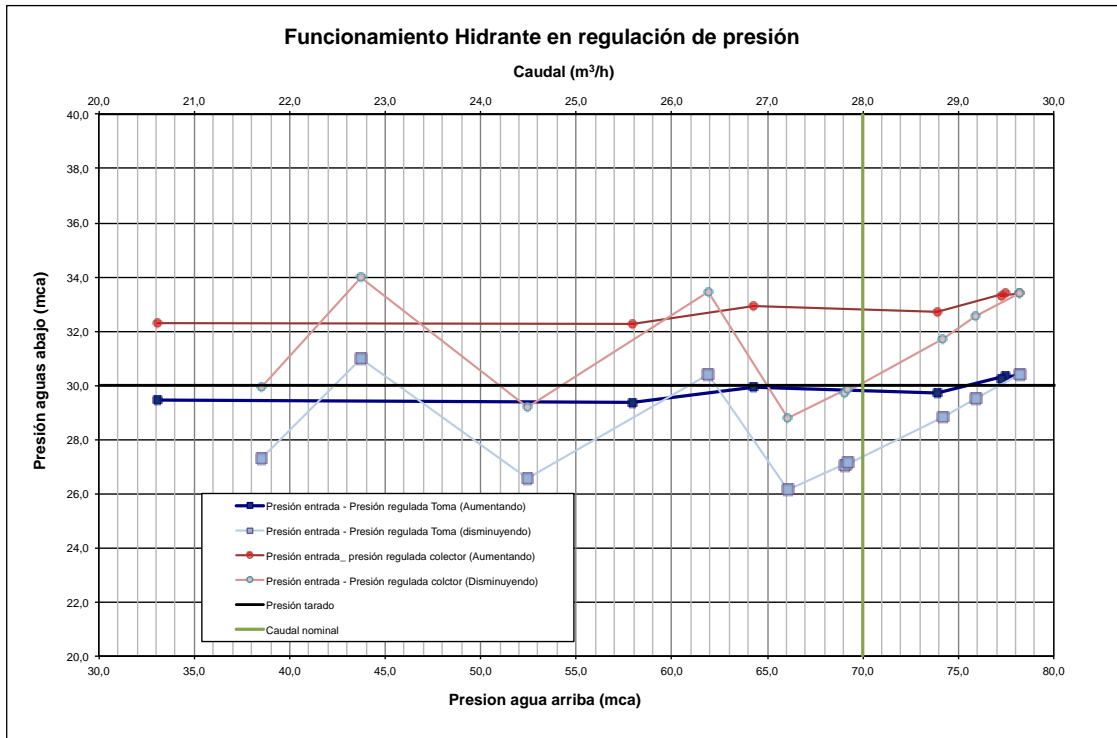
Caudal CEM (m ³ /h)	Pérdidas de carga (Δh_N)									
	VC+Filtro+VRP (mca)	Toma A (mca)	Toma B (mca)	Toma C (mca)	Toma D (mca)	Toma E (mca)	Toma F (mca)	Toma G (mca)	Toma H (mca)	Toma Media (mca)
35,09	1,97	6,13	6,97	7,92	7,88	4,88	5,76	6,09	5,64	6,41
32,82	1,77	5,51	6,23	7,05	7,01	4,38	5,13	5,39	5,08	5,72
31,55	1,56	4,99	5,59	6,46	6,40	3,97	4,65	4,90	4,65	5,20
29,16	1,40	4,41	4,91	5,81	5,69	3,46	4,13	4,41	4,10	4,61
27,89	1,12	3,88	4,26	5,13	4,94	2,97	3,59	3,79	3,54	4,01
26,78	1,19	3,66	4,08	4,79	4,63	2,88	3,47	3,54	3,33	3,80
26,80	1,12	3,68	4,02	4,84	4,66	2,85	3,46	3,57	3,28	3,79
25,46	1,09	3,40	3,76	4,45	4,28	2,63	3,20	3,31	3,11	3,52
24,19	0,96	3,06	3,32	4,03	3,84	2,33	2,88	2,98	2,75	3,15
22,43	0,80	2,62	2,83	3,46	3,31	2,01	2,52	2,55	2,36	2,71
20,50	0,67	2,14	2,37	2,88	2,73	1,68	2,08	2,07	2,02	2,25
19,49	0,61	1,99	2,11	2,67	2,50	1,49	1,97	1,93	1,87	2,07
17,07	0,46	1,53	1,60	2,08	1,93	1,15	1,56	1,46	1,40	1,59
14,59	0,32	1,09	1,09	1,53	1,40	0,81	1,16	1,02	1,01	1,14
11,67	0,23	0,72	0,71	1,07	0,97	0,53	0,83	0,69	0,73	0,78
10,10	0,16	0,56	0,49	0,84	0,74	0,37	0,68	0,49	0,53	0,59
7,69	0,11		0,34	0,66	0,57	0,28	0,56	0,37	0,42	0,46
6,71	0,07		0,28	0,60	0,52		0,49	0,32	0,36	0,43
9,58	0,15		0,74	1,11	0,99		0,83	0,67	0,67	0,83
15,97	0,42	1,34	1,40	1,84	1,69	1,00	1,39	1,26	1,30	1,40
18,66	0,55	1,85	1,95	2,43	2,32	1,36	1,81	1,74	1,67	1,89
18,66	0,58	1,86	1,95	2,44	2,32	1,39	1,85	1,74	1,69	1,91
21,83	0,84	2,53	2,78	3,28	3,16	1,95	2,47	2,44	2,33	2,62
25,16	1,07	3,22	3,64	4,10	4,03	2,53	3,12	3,17	2,90	3,34
26,29	1,08	3,56	3,90	4,52	4,46	2,66	3,37	3,50	3,31	3,66
28,71	1,34	4,24	4,78	5,30	5,35	3,25	3,98	4,07	3,80	4,35
28,79	1,30	4,18	4,72	5,32	5,27	3,24	3,95	4,08	3,77	4,32
30,34	1,47	4,73	5,30	5,98	6,02	3,69	4,43	4,62	4,26	4,88
32,66	1,78	5,55	6,19	7,02	7,04	4,34	5,21	5,49	5,05	5,74
33,44	1,78	5,79	6,40	7,30	7,36	4,48	5,30	5,62	5,17	5,93
35,18	2,02	6,15	7,01	7,86	7,86	4,87	5,76	6,03	5,60	6,39
36,80	2,24	6,82	7,70	8,82	8,72	5,46	6,42	6,82	6,34	7,14
37,83	2,29	7,12	8,03	9,23	9,14	5,66	6,71	7,11	6,61	7,45



2.6.7.3. Regulación del hidrante como reductor de presión. PTR = 30 mca.

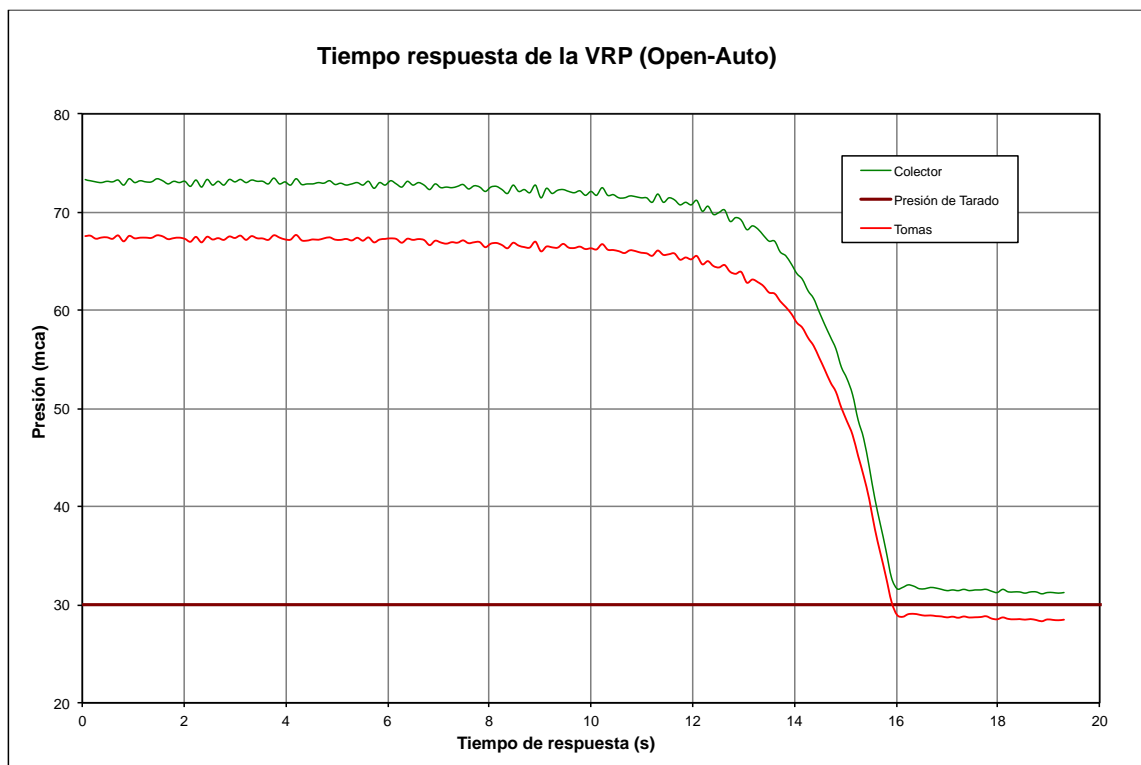
Presión										Q _{CEM} (m ³ /h)
Aguas Arriba (mca)	Colector (mca)	Toma A (mca)	Toma B (mca)	Toma C (mca)	Toma D (mca)	Toma E (mca)	Toma F (mca)	Toma G (mca)	Toma Media (mca)	
33,06	32,29	29,55	29,26	28,72	28,67	30,42	29,73	29,66	29,43	25,91
57,97	32,27	29,54	29,19	28,67	28,57	30,36	29,70	29,55	29,37	26,23
64,32	32,92	30,08	29,81	29,30	29,16	30,90	30,30	30,08	29,95	26,26
73,87	32,71	29,89	29,59	29,08	28,97	30,64	30,05	29,88	29,73	26,07
77,45	33,40	30,53	30,11	29,68	29,57	31,27	30,71	30,52	30,34	26,32
77,23	33,29	30,44	30,03	29,61	29,54	31,09	30,59	30,47	30,25	26,24
78,20	33,42	30,60	30,13	29,72	29,72	31,25	30,66	30,59	30,38	26,48
75,94	32,54	29,68	29,38	28,86	28,77	30,47	29,88	29,66	29,53	25,99
74,17	31,74	29,06	28,64	28,22	28,19	29,71	29,09	29,01	28,85	25,80
69,09	29,73	27,21	26,85	26,47	26,43	27,79	27,23	27,18	27,02	24,93
69,23	29,87	27,28	26,99	26,53	26,45	27,96	27,41	27,30	27,13	24,80
66,10	28,79	26,31	25,93	25,52	25,51	26,93	26,39	26,27	26,12	24,40
61,91	33,45	30,61	30,25	29,81	29,67	31,33	30,74	30,56	30,42	26,15
52,46	29,17	26,73	26,46	26,03	25,86	27,39	26,81	26,69	26,57	24,73
43,73	33,99	31,16	30,74	30,34	30,17	31,99	31,32	31,22	30,99	26,60
38,55	29,91	27,40	27,08	26,68	26,54	28,15	27,60	27,48	27,27	25,19

Toma	P _{Media Medida} (mca)	ε (%)	SE
Colector	31,84	6,15	1,74
A	29,13	-2,90	1,59
B	28,78	-4,07	1,57
C	28,33	-5,58	1,56
D	28,24	-5,88	1,55
E	29,85	-0,49	1,64
F	29,26	-2,46	1,62
G	29,13	-2,89	1,60
Media	28,96	-3,47	1,59



2.6.7.4. Tiempo de respuesta de la VRP.

Respuesta de Válvula abierta a posición de regulación.



Tiempo(s)	Presión Aguas Arriba (mca)	Presión Aguas Abajo (mca)								Q _{CEM} (m³/h)
		Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma Media	
0,047	75,41	73,26	67,61	66,79	65,46	69,42	68,22	67,66	67,53	38,30

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo(s)	Presión Aguas Arriba (mca)	Presión Aguas Abajo (mca)								Q _{CEM} (m ³ /h)
		Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma Media	
0,156	75,34	73,20	67,86	66,68	65,72	69,31	68,16	67,85	67,60	38,90
0,266	75,28	73,07	67,35	66,48	65,40	69,11	67,96	67,40	67,28	38,60
0,375	75,53	73,00	67,54	66,68	65,40	69,21	68,09	67,53	67,41	38,50
0,484	74,96	73,13	67,48	66,48	65,53	69,42	68,09	67,60	67,43	38,80
0,594	75,21	73,07	67,48	66,58	65,27	69,00	67,96	67,34	67,27	38,21
0,703	75,66	73,26	67,86	66,68	65,72	69,21	68,28	67,98	67,62	39,29
0,813	75,02	72,74	67,22	65,96	65,21	69,11	67,52	67,08	67,02	38,80
0,922	75,60	73,39	67,74	66,79	65,59	69,11	68,41	67,79	67,57	38,30
1,031	75,15	73,00	67,54	66,48	65,53	69,21	67,77	67,40	67,32	38,70
1,141	75,47	73,20	67,61	66,58	65,53	68,90	68,22	67,53	67,39	38,99
1,250	75,28	73,07	67,61	66,58	65,46	69,21	67,90	67,60	67,39	38,90
1,359	75,28	73,07	67,41	66,58	65,46	69,11	68,09	67,53	67,36	38,99
1,469	75,47	73,39	67,80	66,89	65,72	69,42	68,28	67,66	67,63	38,70
1,578	75,60	73,20	67,67	66,68	65,53	69,21	68,28	67,79	67,53	39,09
1,688	74,96	72,87	67,35	66,58	65,40	69,00	67,84	67,27	67,24	38,80
1,797	75,28	73,13	67,35	66,58	65,27	69,21	68,09	67,60	67,35	39,29
1,906	75,53	73,00	67,61	66,48	65,46	69,31	67,96	67,53	67,39	39,29
2,016	75,21	73,13	67,41	66,58	65,40	68,90	68,03	67,34	67,28	39,09
2,125	75,28	72,61	67,22	66,06	65,21	68,69	67,64	67,02	66,97	39,19
2,234	75,15	73,26	67,48	66,79	65,46	69,31	68,22	67,60	67,48	38,40
2,344	74,90	72,55	67,22	65,85	65,08	68,69	67,52	67,15	66,92	39,19
2,453	75,53	73,33	67,54	66,79	65,21	69,42	68,35	67,66	67,49	39,19
2,563	74,77	72,74	67,35	66,17	65,40	69,00	67,84	67,47	67,20	39,09
2,672	75,53	73,13	67,48	66,48	65,53	69,11	68,03	67,47	67,35	38,80
2,781	75,21	72,74	67,41	66,17	65,21	69,00	67,84	67,34	67,16	39,98
2,891	75,47	73,33	67,67	66,68	65,59	69,21	68,22	67,72	67,52	39,19
3,000	75,28	73,07	67,54	66,48	65,40	69,11	68,09	67,53	67,36	39,19
3,109	75,53	73,33	67,67	66,79	65,66	69,42	68,35	67,72	67,60	39,49
3,219	75,28	73,00	67,29	66,27	65,27	69,00	67,84	67,34	67,17	39,19
3,328	75,79	73,26	67,61	66,89	65,53	69,21	68,35	67,72	67,55	39,49
3,438	75,34	73,13	67,48	66,37	65,46	69,11	68,03	67,53	67,33	39,09
3,547	75,47	73,13	67,54	66,48	65,46	68,90	68,03	67,47	67,31	39,59
3,656	75,28	72,87	67,35	66,27	65,27	68,80	67,90	67,40	67,16	39,29
3,766	75,72	73,46	67,74	66,89	65,40	69,52	68,41	67,85	67,64	39,19
3,875	75,15	72,87	67,74	66,58	65,72	68,90	67,96	67,53	67,41	39,29
3,984	75,34	73,07	67,22	66,48	65,14	69,11	67,96	67,34	67,21	39,29
4,094	75,09	72,74	67,41	66,17	65,46	68,80	67,84	67,47	67,19	39,29
4,203	75,66	73,39	67,67	67,20	65,79	69,42	68,35	67,60	67,67	39,39
4,313	75,21	72,81	67,22	66,17	65,27	68,90	67,71	67,47	67,12	39,39
4,422	75,15	72,87	67,16	66,27	65,21	68,80	67,84	67,27	67,09	39,49
4,531	75,47	72,87	67,16	66,37	65,27	69,11	67,90	67,47	67,21	39,59
4,641	75,28	73,00	67,35	66,27	65,27	68,90	67,96	67,34	67,18	39,29
4,750	75,34	72,94	67,41	66,68	65,21	69,11	68,03	67,47	67,32	39,29
4,859	75,41	73,20	67,41	66,58	65,46	69,21	68,22	67,66	67,42	39,68
4,969	75,34	72,81	67,41	66,27	65,46	68,90	67,77	67,34	67,19	39,19
5,078	75,28	72,94	67,22	66,27	65,08	69,00	68,03	67,40	67,17	39,68
5,188	75,28	72,74	67,35	66,48	65,46	69,00	67,77	67,53	67,27	39,39
5,297	75,21	72,87	67,09	66,37	65,21	69,11	67,71	67,15	67,11	39,49
5,406	75,66	73,00	67,61	66,37	65,27	69,21	68,22	67,60	67,38	39,39
5,516	74,83	72,74	67,29	66,27	65,34	68,90	67,52	67,21	67,09	39,29
5,625	75,85	73,13	67,41	66,68	65,34	69,21	68,22	67,66	67,42	39,39

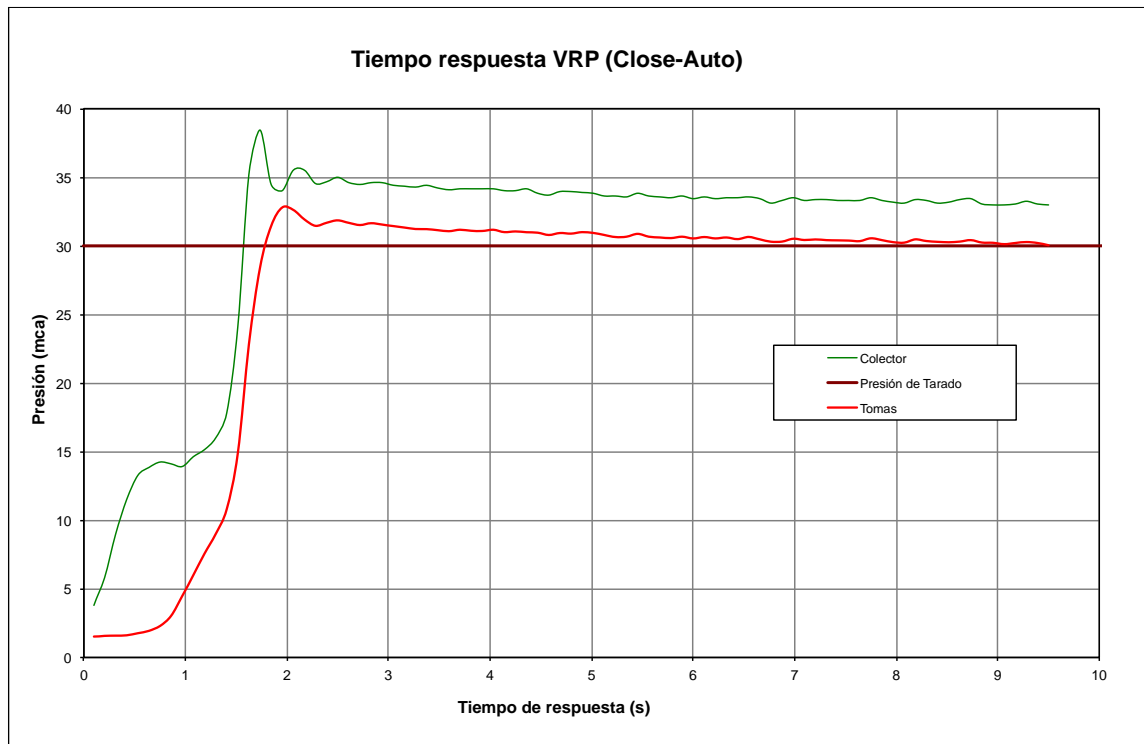
Tiempo(s)	Presión Aguas Arriba (mca)	Presión Aguas Abajo (mca)								Q _{CEM} (m ³ /h)
		Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma Media	
5,734	74,77	72,42	67,22	66,06	65,01	68,69	67,39	67,08	66,91	38,99
5,844	75,34	73,00	67,16	66,48	65,08	69,11	68,09	67,27	67,20	40,08
5,953	75,28	72,74	67,48	66,37	65,40	69,11	67,84	67,40	67,27	39,49
6,063	75,53	73,20	67,41	66,58	65,27	69,00	68,16	67,53	67,33	39,88
6,172	75,60	72,87	67,41	66,37	65,27	69,11	67,96	67,40	67,26	39,49
6,281	75,02	72,55	67,16	65,75	65,14	68,59	67,52	67,08	66,87	39,68
6,391	75,34	73,13	67,29	66,58	65,08	69,31	68,03	67,40	67,28	39,59
6,500	75,72	72,74	67,35	66,27	65,27	68,90	67,84	67,34	67,16	39,49
6,609	74,96	73,00	67,22	66,58	65,34	69,11	67,90	67,34	67,25	39,88
6,719	75,72	72,74	67,29	66,27	65,21	68,90	67,84	67,40	67,15	39,39
6,828	74,90	72,29	66,84	65,75	64,82	68,28	67,26	66,82	66,63	39,68
6,938	75,66	72,87	67,16	66,37	65,08	68,80	67,84	67,27	67,09	39,09
7,047	75,28	72,49	67,16	66,06	65,14	68,49	67,52	67,02	66,90	38,90
7,156	75,34	72,55	66,90	65,96	64,89	68,38	67,45	67,08	66,78	39,29
7,266	75,41	72,49	66,97	66,06	64,95	68,80	67,58	67,27	66,94	39,78
7,375	75,21	72,61	67,09	66,06	65,01	68,49	67,58	67,02	66,88	39,39
7,484	75,60	72,81	67,16	66,27	65,08	69,00	67,84	67,34	67,11	39,29
7,594	75,34	72,36	66,97	65,85	65,01	68,59	67,45	67,08	66,83	39,29
7,703	75,41	72,68	67,03	66,17	64,95	68,90	67,64	66,89	66,93	39,39
7,813	75,34	72,55	67,09	65,96	65,01	68,80	67,58	67,21	66,94	38,80
7,922	75,21	72,10	66,58	65,75	64,50	68,17	67,00	66,50	66,42	39,29
8,031	75,47	72,55	66,90	65,75	64,76	68,80	67,58	66,89	66,78	39,29
8,141	75,34	72,61	67,09	65,96	65,08	68,49	67,32	67,15	66,85	39,68
8,250	75,34	72,29	66,71	65,75	64,89	68,49	67,32	66,70	66,64	39,49
8,359	75,02	71,90	66,58	65,65	64,44	67,86	66,87	66,50	66,32	39,19
8,469	75,66	72,74	66,84	66,06	64,76	68,80	67,71	67,08	66,87	39,09
8,578	75,34	72,10	66,84	65,65	64,95	68,17	67,13	66,70	66,57	39,49
8,688	75,41	72,29	66,52	65,54	64,63	68,17	67,13	66,57	66,43	39,39
8,797	75,15	71,97	66,45	65,65	64,50	68,07	67,07	66,57	66,38	39,29
8,906	75,72	72,74	67,09	66,27	65,14	68,59	67,64	67,15	66,98	39,39
9,016	74,83	71,45	66,20	65,03	64,44	67,76	66,36	66,25	66,00	39,68
9,125	75,53	72,42	66,39	65,85	64,31	68,17	67,45	66,76	66,49	39,39
9,234	75,21	71,90	66,77	65,34	64,76	68,07	66,87	66,63	66,41	39,29
9,344	75,28	72,23	66,32	65,65	64,37	68,17	67,20	66,50	66,37	39,39
9,453	75,79	72,29	66,97	65,85	64,82	68,49	67,39	67,02	66,76	39,19
9,563	75,41	72,10	66,52	65,54	64,63	67,97	67,07	66,50	66,37	39,39
9,672	75,34	71,97	66,52	65,44	64,31	68,07	67,00	66,70	66,34	39,68
9,781	75,34	72,16	66,65	65,75	64,50	68,07	67,20	66,70	66,48	38,90
9,891	75,21	71,71	66,52	65,23	64,56	67,86	66,81	66,37	66,23	39,39
10,000	75,41	72,10	66,32	65,54	64,24	68,17	67,07	66,50	66,31	39,19
10,110	75,41	71,71	66,20	65,34	64,31	67,97	66,87	66,44	66,19	39,29
10,219	75,72	72,49	66,84	66,17	64,69	68,49	67,39	66,82	66,73	39,09
10,328	75,41	71,71	66,20	65,13	64,37	68,07	66,81	66,44	66,17	39,29
10,438	75,53	71,77	66,26	65,34	64,11	67,86	66,87	66,31	66,13	39,88
10,547	75,41	71,45	66,20	65,03	64,11	67,97	66,75	66,05	66,02	38,99
10,656	75,15	71,45	65,81	65,13	63,92	67,66	66,43	65,99	65,82	38,99
10,766	75,60	71,64	66,20	65,23	64,18	67,97	66,75	66,31	66,11	39,09
10,875	75,41	71,58	66,26	65,23	64,18	67,66	66,62	66,18	66,02	39,39
10,985	75,41	71,45	66,00	64,82	64,05	67,66	66,55	66,05	65,86	39,29
11,094	75,34	71,45	65,94	64,92	63,86	67,55	66,43	66,05	65,79	39,09
11,203	75,34	70,99	65,68	64,71	63,73	67,24	66,23	65,67	65,54	39,09

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo(s)	Presión Aguas Arriba (mca)	Presión Aguas Abajo (mca)								Q _{CEM} (m ³ /h)
		Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma Media	
11,313	75,47	71,84	66,00	65,23	64,11	67,97	66,94	66,25	66,08	38,30
11,422	75,60	70,99	65,88	64,82	63,86	67,14	66,17	65,99	65,64	39,19
11,531	75,47	71,45	65,68	64,92	63,66	67,66	66,49	65,80	65,70	39,09
11,641	75,60	71,25	65,94	65,13	63,79	67,55	66,43	65,86	65,78	38,90
11,750	75,34	70,73	65,23	64,20	63,47	66,83	65,79	65,34	65,14	38,70
11,860	75,72	70,99	65,30	64,92	63,34	67,14	66,04	65,47	65,37	38,90
11,969	75,72	70,73	65,36	63,99	63,47	66,93	65,85	65,47	65,18	38,90
12,078	75,79	71,19	65,56	64,92	63,66	67,24	66,17	65,60	65,53	38,80
12,188	75,28	70,09	64,85	63,57	63,02	66,31	65,27	65,02	64,68	38,99
12,297	75,66	70,60	64,98	64,51	62,96	66,93	65,66	64,96	65,00	38,90
12,406	75,15	69,76	64,79	63,37	62,89	66,10	65,08	64,77	64,50	38,90
12,516	75,72	69,96	64,40	63,68	62,44	66,00	65,02	64,57	64,35	38,99
12,625	75,91	70,21	64,72	63,78	62,63	66,52	65,27	64,70	64,61	38,60
12,735	75,47	69,05	64,27	62,95	62,51	65,17	64,44	64,12	63,91	39,29
12,844	75,53	69,44	63,57	63,16	61,67	65,69	64,38	63,80	63,71	39,39
12,953	75,98	69,18	64,21	62,85	62,18	65,48	64,51	64,19	63,90	38,80
13,063	75,15	68,20	63,12	61,81	61,41	64,45	63,22	62,84	62,81	39,09
13,172	75,85	68,59	63,18	62,43	61,09	64,86	63,87	63,35	63,13	38,60
13,281	75,34	68,27	63,12	61,91	61,16	64,45	63,42	63,09	62,86	38,50
13,391	75,91	67,62	62,54	61,71	60,90	64,03	63,03	62,51	62,45	38,70
13,500	75,60	67,04	61,96	60,98	59,87	63,52	62,39	62,06	61,80	38,90
13,610	75,98	67,04	61,64	60,98	59,81	63,52	62,33	61,87	61,69	38,60
13,719	75,79	65,93	61,13	59,94	59,42	62,48	61,43	61,10	60,92	38,70
13,828	76,10	65,54	60,49	59,53	58,58	61,96	60,92	60,46	60,32	38,30
13,938	75,85	64,70	59,78	59,01	57,81	61,24	60,22	59,75	59,63	38,30
14,047	75,72	63,73	58,95	57,87	57,17	60,10	59,38	58,85	58,72	38,50
14,156	75,91	63,14	58,31	57,56	56,53	59,79	58,74	58,33	58,21	38,70
14,266	76,17	61,98	57,41	56,21	55,56	58,75	57,85	57,30	57,18	38,01
14,375	76,30	61,20	56,51	55,69	54,79	57,93	56,89	56,47	56,38	37,51
14,485	76,23	59,84	55,36	54,45	53,63	56,58	55,67	55,31	55,17	38,01
14,594	76,23	58,54	54,08	53,31	52,54	55,34	54,45	54,02	53,96	37,71
14,703	76,74	57,31	52,80	51,96	51,19	54,09	53,24	52,80	52,68	37,32
14,813	76,55	56,07	51,90	50,92	50,22	53,06	52,21	51,84	51,69	37,32
14,922	76,55	54,19	50,36	49,26	48,74	51,20	50,48	50,23	50,05	37,22
15,031	77,25	53,03	48,76	48,12	47,27	50,16	49,07	48,81	48,70	37,22
15,141	76,36	51,40	47,60	46,57	46,04	48,30	47,79	47,53	47,31	36,82
15,250	77,19	48,81	45,55	44,39	44,24	46,12	45,36	45,28	45,16	36,63
15,360	77,44	46,93	43,37	42,42	41,99	44,16	43,50	43,22	43,11	36,63
15,469	77,38	44,01	41,06	39,93	39,81	41,57	41,01	40,97	40,72	36,63
15,578	77,44	40,83	38,18	37,03	37,11	38,36	37,80	37,88	37,73	36,33
15,688	78,14	38,17	35,55	34,54	34,60	36,08	35,37	35,43	35,26	36,04
15,797	78,33	35,58	33,18	32,26	32,22	33,60	32,94	33,05	32,87	35,64
15,906	78,27	32,72	30,61	29,77	29,71	30,80	30,31	30,48	30,28	34,75
16,016	78,33	31,62	29,07	28,73	28,23	29,56	29,10	29,00	28,95	34,26
16,125	78,08	31,75	28,69	28,73	27,72	29,66	29,10	28,68	28,76	34,56
16,235	78,27	32,01	29,01	28,84	27,84	29,97	29,35	29,13	29,02	33,47
16,344	78,27	31,88	29,20	28,63	28,23	29,76	29,29	29,26	29,06	32,98
16,453	78,65	31,62	29,14	28,63	28,30	29,56	29,10	29,13	28,97	32,58
16,563	78,20	31,62	28,94	28,53	28,17	29,76	29,03	28,81	28,87	31,89
16,672	78,14	31,75	28,88	28,63	28,04	29,87	29,16	28,87	28,91	32,19
16,781	78,52	31,69	28,88	28,63	27,97	29,56	29,10	28,87	28,83	31,69

Tiempo(s)	Presión Aguas Arriba (mca)	Presión Aguas Abajo (mca)								Q _{CEM} (m ³ /h)
		Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma Media	
16,891	78,39	31,56	28,82	28,53	27,97	29,66	28,97	28,81	28,79	30,91
17,000	78,27	31,43	28,82	28,53	27,91	29,35	28,90	28,68	28,70	30,91
17,110	78,14	31,49	28,88	28,53	27,91	29,66	28,97	28,68	28,77	30,81
17,219	78,39	31,43	28,75	28,32	27,84	29,45	28,90	28,68	28,66	30,61
17,328	78,39	31,56	28,82	28,53	27,91	29,66	29,03	28,81	28,79	30,12
17,438	78,27	31,43	28,82	28,42	27,91	29,45	28,78	28,74	28,69	29,62
17,547	78,46	31,49	28,75	28,42	27,97	29,56	28,90	28,68	28,71	29,82
17,656	78,46	31,49	28,75	28,53	27,91	29,56	28,90	28,74	28,73	29,62
17,766	78,20	31,56	28,82	28,53	27,97	29,76	29,03	28,81	28,82	29,23
17,875	78,46	31,36	28,75	28,21	27,84	29,35	28,71	28,61	28,58	29,62
17,985	78,39	31,23	28,62	28,21	27,78	29,35	28,65	28,42	28,51	28,74
18,094	78,96	31,56	28,62	28,53	27,84	29,66	28,90	28,61	28,70	28,44
18,203	77,76	31,30	28,62	28,32	27,72	29,25	28,71	28,61	28,54	28,34
18,313	78,84	31,30	28,56	28,11	27,72	29,35	28,71	28,55	28,50	28,24
18,422	78,01	31,30	28,56	28,32	27,65	29,35	28,71	28,55	28,52	27,95
18,531	78,08	31,17	28,50	28,21	27,65	29,35	28,71	28,42	28,47	27,95
18,641	78,90	31,30	28,56	28,32	27,65	29,35	28,71	28,55	28,52	27,16
18,750	78,08	31,30	28,56	28,11	27,65	29,14	28,65	28,49	28,43	27,95
18,860	78,52	31,10	28,43	28,01	27,59	28,94	28,45	28,42	28,31	27,35
18,969	78,20	31,23	28,50	28,32	27,65	29,25	28,71	28,55	28,50	27,45
19,078	78,39	31,23	28,50	28,11	27,65	29,14	28,71	28,55	28,44	27,16
19,188	78,14	31,17	28,50	28,11	27,65	29,04	28,65	28,49	28,41	27,06
19,297	78,58	31,23	28,56	28,21	27,65	29,14	28,71	28,55	28,47	26,86

Respuesta de Válvula cerrada a posición de regulación.



Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo(s)	Presión Aguas Arriba (mca)	Presión Aguas Abajo (mca)								Q _{CEM} (m ³ /h)
		Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma Media	
0,094	82,398	3,79	1,44	1,67	1,48	1,40	1,30	1,60	1,48	0,07
0,203	82,271	5,81	1,50	1,77	1,54	1,71	1,30	1,60	1,57	0,07
0,313	81,762	8,98	1,50	1,88	1,80	1,50	1,24	1,60	1,59	0,17
0,422	82,334	11,51	1,50	1,77	1,99	1,50	1,30	1,60	1,61	0,07
0,531	81,381	13,26	1,44	1,88	2,77	1,60	1,30	1,60	1,76	0,03
0,641	81,571	13,85	1,50	1,88	3,73	1,60	1,30	1,60	1,94	1,71
0,750	80,681	14,24	1,50	2,29	5,02	2,02	1,37	1,60	2,30	1,90
0,859	80,618	14,11	1,50	3,85	6,11	3,78	1,37	1,60	3,03	2,10
0,969	80,173	13,91	1,50	7,37	7,46	7,51	1,37	1,66	4,48	2,79
1,078	79,410	14,63	1,63	11,11	8,68	11,23	1,63	1,73	6,00	3,29
1,188	79,092	15,15	2,79	14,01	10,10	14,44	2,20	1,85	7,56	3,68
1,297	78,711	15,99	4,45	15,46	11,51	15,79	4,19	2,50	8,98	4,37
1,406	77,376	17,81	6,63	16,50	13,12	16,93	7,13	4,49	10,80	4,96
1,516	77,821	24,10	9,45	21,47	16,14	22,52	11,87	7,77	14,87	5,85
1,625	77,121	35,19	14,33	32,98	21,29	33,91	20,58	13,69	22,80	6,74
1,734	78,202	38,43	20,35	34,64	26,62	35,77	31,27	21,86	28,42	7,72
1,844	78,011	34,48	27,79	30,60	31,32	31,94	34,99	32,02	31,44	9,01
1,953	77,566	34,02	32,86	31,01	32,93	32,15	32,43	35,43	32,80	10,29
2,063	78,266	35,51	34,01	32,36	32,09	33,49	31,40	32,35	32,62	11,77
2,172	77,884	35,51	32,60	31,95	30,93	32,87	32,36	30,80	31,92	12,06
2,281	77,694	34,54	31,32	31,12	30,42	32,35	32,23	31,32	31,46	13,05
2,391	78,139	34,67	31,32	31,43	30,61	32,87	31,78	32,09	31,68	13,54
2,500	77,948	34,99	32,02	31,64	31,00	32,56	31,85	32,09	31,86	14,83
2,609	77,821	34,60	32,02	31,22	31,06	32,35	31,78	31,57	31,67	15,12
2,719	78,011	34,48	31,70	31,12	30,80	32,25	31,85	31,38	31,52	15,42
2,828	77,630	34,60	31,57	31,33	30,61	32,77	31,98	31,64	31,65	16,11
2,938	78,393	34,60	31,57	31,22	30,55	32,25	31,85	31,83	31,55	17,00
3,047	77,821	34,41	31,57	31,01	30,61	32,25	31,66	31,51	31,44	17,88
3,156	78,011	34,35	31,51	30,91	30,61	32,46	31,40	31,12	31,34	17,79
3,266	77,884	34,28	31,38	31,01	30,35	32,15	31,34	31,12	31,23	18,28
3,375	78,202	34,41	31,32	30,91	30,29	31,94	31,46	31,38	31,22	18,87
3,484	77,694	34,22	31,32	30,81	30,29	31,84	31,27	31,32	31,14	19,07
3,594	78,266	34,09	31,25	30,70	30,29	31,84	31,27	31,06	31,07	19,66
3,703	78,011	34,15	31,19	31,01	30,29	31,94	31,53	31,06	31,17	20,15
3,813	77,884	34,15	31,19	30,70	30,22	31,94	31,46	31,06	31,10	20,15
3,922	78,266	34,15	31,19	30,70	30,29	31,84	31,27	31,19	31,08	20,65
4,031	77,884	34,15	31,12	30,91	30,29	32,04	31,27	31,38	31,17	21,24
4,141	78,075	34,02	31,12	30,70	30,22	31,73	31,14	31,06	31,00	22,32
4,250	78,202	34,02	31,19	30,70	30,22	31,84	31,27	31,06	31,05	21,73
4,359	77,948	34,15	31,12	30,60	30,22	31,73	31,21	31,06	30,99	21,73
4,469	78,202	33,83	31,06	30,60	30,10	31,84	31,14	30,99	30,96	22,03
4,578	77,884	33,70	30,87	30,39	29,97	31,52	31,14	30,87	30,79	22,13
4,688	78,139	33,96	30,93	30,50	29,97	31,94	31,27	30,99	30,93	22,82
4,797	78,011	33,96	31,00	30,60	30,03	31,63	31,08	30,99	30,89	22,82
4,906	78,266	33,89	31,06	30,70	30,16	31,84	31,08	31,12	30,99	23,01

Tiempo(s)	Presión Aguas Arriba (mca)	Presión Aguas Abajo (mca)								Q _{CEM} (m ³ /h)
		Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma Media	
5,016	78,011	33,83	31,06	30,60	30,10	31,73	31,08	31,06	30,94	22,42
5,125	77,694	33,63	30,93	30,39	29,97	31,73	30,89	30,80	30,79	23,31
5,234	78,202	33,63	30,74	30,39	29,77	31,42	30,82	30,67	30,64	23,41
5,344	77,821	33,57	30,68	30,39	29,71	31,52	31,02	30,67	30,67	23,80
5,453	78,520	33,83	30,87	30,60	29,84	31,84	31,21	30,87	30,87	23,80
5,563	77,503	33,63	30,87	30,18	29,97	31,42	30,89	30,67	30,67	24,10
5,672	78,520	33,57	30,80	30,18	29,84	31,42	30,76	30,61	30,60	24,00
5,781	77,503	33,50	30,61	30,29	29,77	31,42	30,76	30,54	30,57	24,30
5,891	78,456	33,63	30,68	30,39	29,71	31,63	30,89	30,67	30,66	24,59
6,000	77,757	33,44	30,74	30,18	29,71	31,21	30,76	30,61	30,54	24,69
6,109	78,329	33,57	30,74	30,29	29,77	31,52	30,89	30,61	30,64	24,00
6,219	77,503	33,44	30,61	30,18	29,77	31,32	30,76	30,61	30,54	25,28
6,328	78,329	33,50	30,61	30,29	29,77	31,52	30,89	30,54	30,61	24,69
6,438	77,884	33,50	30,55	30,18	29,71	31,11	30,82	30,54	30,49	24,89
6,547	78,266	33,57	30,68	30,39	29,71	31,52	30,82	30,74	30,64	24,99
6,656	78,011	33,44	30,68	30,08	29,71	31,11	30,63	30,61	30,47	24,89
6,766	78,011	33,11	30,48	29,87	29,58	31,01	30,44	30,42	30,30	25,09
6,875	77,821	33,31	30,42	29,98	29,52	31,01	30,57	30,35	30,31	25,09
6,984	78,075	33,50	30,55	30,29	29,58	31,32	30,76	30,61	30,52	23,80
7,094	78,075	33,31	30,55	30,08	29,65	31,11	30,70	30,48	30,43	25,28
7,203	78,266	33,37	30,55	30,08	29,71	31,21	30,70	30,54	30,47	25,18
7,313	77,694	33,37	30,48	30,08	29,65	31,11	30,70	30,48	30,42	25,28
7,422	78,393	33,31	30,48	30,08	29,65	31,11	30,63	30,42	30,39	25,28
7,531	77,503	33,31	30,48	30,18	29,52	31,11	30,57	30,42	30,38	25,28
7,641	78,584	33,31	30,42	30,08	29,52	31,11	30,50	30,42	30,34	25,48
7,750	77,694	33,50	30,48	30,29	29,71	31,52	30,70	30,61	30,55	25,68
7,859	78,202	33,31	30,55	30,08	29,65	31,11	30,63	30,48	30,42	25,68
7,969	77,757	33,18	30,42	29,77	29,52	31,11	30,50	30,29	30,27	25,48
8,078	78,075	33,11	30,29	29,98	29,45	31,01	30,50	30,16	30,23	25,68
8,188	78,139	33,37	30,48	30,29	29,52	31,42	30,63	30,48	30,47	25,68
8,297	78,075	33,31	30,48	29,98	29,52	31,11	30,57	30,42	30,35	25,68
8,406	78,011	33,11	30,42	29,98	29,52	31,11	30,44	30,29	30,29	25,58
8,516	78,202	33,18	30,36	29,98	29,45	31,11	30,44	30,22	30,26	25,38
8,625	78,202	33,37	30,36	29,98	29,39	31,21	30,57	30,35	30,31	25,78
8,734	78,139	33,44	30,48	30,08	29,52	31,32	30,63	30,48	30,42	25,68
8,844	78,329	33,05	30,36	29,87	29,52	31,01	30,44	30,22	30,24	26,07
8,953	77,821	32,98	30,23	29,87	29,45	31,11	30,44	30,22	30,22	25,78
9,063	78,329	32,98	30,36	29,77	29,32	30,80	30,38	30,09	30,12	25,97
9,172	78,139	33,05	30,29	29,87	29,32	31,11	30,44	30,22	30,21	25,97
9,281	78,139	33,24	30,36	29,87	29,39	31,11	30,57	30,35	30,27	25,97
9,391	77,821	33,05	30,23	29,87	29,39	31,11	30,38	30,29	30,21	26,27
9,500	78,266	32,98	30,23	29,77	29,26	30,70	30,18	30,09	30,04	25,68

2.6.7.5. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
0,031	73,67	32,59	29,61	30,87	30,73	28,79	30,44	29,78	29,67	29,91	23,47
0,547	74,13	32,86	29,83	31,13	30,94	28,96	30,70	30,04	29,87	30,14	23,59
1,062	73,86	32,65	29,69	30,93	30,80	28,86	30,51	29,87	29,68	29,97	23,46
1,578	73,81	32,65	29,66	30,92	30,66	28,85	30,51	29,75	29,67	30,01	23,27
2,094	73,78	32,63	29,72	30,94	30,71	28,89	30,52	29,78	29,69	29,95	23,49
2,609	73,95	32,70	29,71	30,99	30,84	28,88	30,53	29,86	29,71	30,00	23,49
3,125	74,12	32,73	29,70	31,03	30,95	28,84	30,60	29,95	29,74	30,10	23,47
3,641	73,88	32,65	29,61	30,95	30,75	28,78	30,53	29,80	29,64	29,97	23,35
4,156	73,78	32,61	29,66	30,94	30,77	28,81	30,49	29,80	29,69	30,03	23,42
4,672	74,05	32,76	29,77	31,09	30,85	28,85	30,64	29,89	29,79	30,04	23,33
5,187	74,10	32,75	29,72	31,06	30,88	28,84	30,65	29,92	29,79	30,09	23,46
5,719	73,93	32,62	29,59	30,91	30,78	28,74	30,49	29,85	29,62	29,97	23,52
6,234	74,00	32,61	29,70	30,95	30,74	28,80	30,53	29,85	29,70	30,08	23,36
6,750	73,72	32,53	29,56	30,84	30,65	28,79	30,41	29,70	29,63	29,89	23,44
7,265	73,97	32,52	29,59	30,85	30,64	28,76	30,49	29,77	29,61	29,96	23,43
7,781	74,15	32,59	29,55	30,91	30,66	28,71	30,48	29,72	29,62	29,93	23,42
8,297	73,77	32,63	29,58	30,93	30,72	28,74	30,53	29,73	29,71	29,96	23,46
8,812	74,06	32,58	29,63	30,90	30,67	28,82	30,45	29,75	29,66	29,90	23,44
9,328	74,20	32,64	29,59	30,97	30,67	28,77	30,52	29,84	29,70	30,04	23,37
9,843	73,84	32,56	29,52	30,90	30,67	28,67	30,46	29,75	29,56	29,96	23,31
10,359	74,05	32,63	29,62	30,91	30,68	28,80	30,51	29,86	29,68	30,00	23,43
10,875	74,01	32,55	29,59	30,85	30,66	28,75	30,45	29,78	29,61	29,94	23,45
11,406	73,79	32,49	29,49	30,83	30,62	28,69	30,40	29,75	29,54	29,88	23,59
11,922	73,96	32,64	29,62	30,94	30,74	28,79	30,54	29,83	29,74	30,02	23,37
12,437	73,96	32,50	29,53	30,81	30,56	28,74	30,41	29,74	29,60	29,94	23,41
12,953	73,88	32,57	29,62	30,89	30,71	28,84	30,45	29,81	29,61	30,03	23,41
13,468	73,98	32,60	29,56	30,91	30,63	28,79	30,49	29,74	29,64	29,92	23,44
13,984	74,48	32,69	29,58	31,05	30,89	28,83	30,56	30,00	29,73	30,06	23,41
14,500	73,83	32,47	29,50	30,80	30,57	28,79	30,32	29,72	29,54	29,94	23,39
15,015	73,85	32,66	29,49	30,94	30,74	28,87	30,51	29,84	29,66	29,93	23,31
15,546	74,06	32,77	29,49	31,10	30,84	28,87	30,64	29,91	29,77	30,13	23,31
16,062	73,92	32,59	29,21	30,92	30,64	28,75	30,46	29,78	29,62	29,99	23,51
16,578	73,77	32,66	29,14	30,99	30,69	28,87	30,49	29,81	29,72	29,93	23,55
17,093	73,96	32,68	29,00	30,97	30,70	28,84	30,51	29,91	29,73	30,14	23,50
17,609	74,05	32,70	28,53	30,98	30,69	28,87	30,56	29,91	29,72	30,02	23,32
18,125	74,07	32,97	27,45	31,25	31,05	29,08	30,82	30,14	29,97	30,29	23,27
18,640	74,13	34,36	20,09	32,67	32,87	29,79	32,18	31,90	31,11	32,09	23,23
19,156	74,77	38,82	5,04	36,83	36,64	34,30	36,35	35,62	35,33	35,68	23,09
19,671	74,55	38,74	3,29	36,75	36,61	34,32	36,27	35,52	35,35	35,71	22,99
20,187	74,76	38,74	1,94	36,73	36,58	34,28	36,23	35,57	35,27	35,74	22,90
20,703	74,50	38,71	1,59	36,73	36,51	34,23	36,19	35,46	35,31	35,71	22,70
21,218	74,90	38,66	1,52	36,63	36,58	34,21	36,20	35,53	35,27	35,71	22,60
21,734	74,84	38,61	1,50	36,58	36,39	34,09	36,10	35,35	35,24	35,59	22,48
22,249	74,48	38,32	1,50	36,34	36,25	33,88	35,87	35,16	34,98	35,26	22,49
22,765	74,87	38,51	1,48	36,49	36,36	34,05	36,05	35,30	35,18	35,44	22,50
23,281	74,74	38,43	1,48	36,45	36,26	33,97	35,97	35,21	35,06	35,37	22,46
23,796	74,88	38,38	1,47	36,40	36,27	33,93	36,00	35,24	34,98	35,44	22,38
24,312	74,72	38,26	1,47	36,29	36,14	33,87	35,82	35,07	34,90	35,23	22,31
24,827	74,96	38,21	1,48	36,24	36,12	33,75	35,74	35,09	34,84	35,24	22,18

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
25,343	74,60	38,11	1,48	36,17	36,01	33,80	35,71	34,94	34,83	35,20	22,21
25,859	74,88	38,13	1,48	36,17	36,10	33,74	35,70	34,99	34,77	35,13	22,21
26,374	74,99	38,04	1,47	36,07	36,01	33,65	35,65	34,97	34,74	35,14	22,15
26,890	74,95	38,05	1,48	36,07	35,91	33,67	35,61	34,91	34,74	35,09	22,17
27,406	74,88	38,01	1,46	36,05	35,93	33,61	35,60	34,89	34,69	35,04	22,15
27,921	74,84	37,92	1,49	35,94	35,80	33,49	35,48	34,78	34,61	35,05	22,05
28,437	74,82	37,91	1,49	35,95	35,79	33,53	35,50	34,84	34,63	34,86	22,09
28,952	74,91	37,84	1,47	35,87	35,75	33,46	35,41	34,66	34,60	34,84	22,15
29,468	74,78	37,79	1,49	35,82	35,76	33,41	35,41	34,65	34,48	34,81	22,04
29,999	74,89	37,81	1,49	35,79	35,66	33,40	35,40	34,61	34,48	34,89	22,00
30,515	74,78	37,74	1,49	35,72	35,68	33,40	35,36	34,67	34,48	34,91	22,08
31,030	74,88	37,78	1,47	35,79	35,79	33,35	35,41	34,73	34,47	34,79	21,94
31,546	74,91	37,69	1,48	35,64	35,68	33,26	35,29	34,57	34,39	34,73	22,01
32,062	74,84	37,86	1,48	35,76	35,83	33,44	35,42	34,67	34,50	34,85	21,85
32,577	74,96	37,89	1,47	35,79	35,76	33,46	35,49	34,66	34,52	34,86	21,93
33,093	74,88	37,67	1,46	35,51	35,58	33,38	35,29	34,55	34,36	34,70	22,02
33,624	74,81	37,77	1,47	35,46	35,71	33,39	35,38	34,68	34,38	34,80	21,92
34,140	74,67	37,69	1,49	35,12	35,52	33,31	35,29	34,48	34,37	34,66	21,99
34,655	74,91	37,80	1,48	34,61	35,71	33,49	35,38	34,66	34,45	34,85	21,99
35,171	74,93	38,00	1,46	32,38	35,91	33,63	35,60	34,81	34,63	35,01	22,02
35,687	75,14	38,37	1,47	27,58	36,41	33,85	35,94	35,36	34,96	35,57	21,95
36,202	76,28	39,98	1,47	3,12	37,87	36,05	37,48	36,73	36,52	36,94	21,77
36,718	76,35	37,62	1,47	1,60	35,48	33,27	35,21	34,45	34,29	34,69	21,20
37,233	76,51	37,34	1,47	1,75	35,29	33,01	34,96	34,25	33,99	34,48	20,47
37,749	76,41	37,14	1,46	1,76	35,04	32,72	34,75	33,91	33,87	34,14	20,12
38,265	76,43	36,97	1,48	1,74	34,96	32,45	34,63	33,93	33,70	34,11	19,93
38,780	76,60	37,21	1,47	1,73	35,18	32,94	34,83	34,09	33,94	34,28	19,71
39,311	76,59	37,29	1,47	1,74	35,26	32,96	34,93	34,24	34,02	34,42	19,47
39,827	76,42	37,19	1,48	1,75	35,16	32,80	34,82	34,08	33,96	34,34	19,33
40,343	76,37	37,31	1,47	1,75	35,22	32,91	34,88	34,07	34,00	34,40	19,38
40,858	76,44	37,26	1,46	1,73	35,17	32,83	34,84	34,14	33,95	34,36	19,19
41,374	76,70	37,27	1,46	1,74	35,26	32,68	34,87	34,23	33,98	34,37	19,15
41,890	76,61	37,46	1,47	1,74	35,38	31,63	35,09	34,37	34,14	34,53	19,00
42,405	77,90	42,16	1,47	1,72	39,60	10,83	39,52	38,45	39,01	38,74	18,89
42,921	77,76	37,17	1,47	1,72	35,04	4,41	34,73	33,92	33,78	34,16	18,00
43,452	78,13	36,90	1,47	1,72	34,88	3,16	34,55	33,87	33,71	34,05	17,89
43,968	77,93	36,75	1,46	1,74	34,66	2,00	34,39	33,61	33,50	33,91	17,02
44,483	78,05	36,40	1,46	1,72	34,32	1,62	34,06	33,38	33,17	33,56	16,65
44,999	77,75	36,62	1,47	1,73	34,59	1,51	34,25	33,55	33,37	33,78	16,19
45,514	78,13	36,73	1,47	1,71	34,66	1,47	34,35	33,70	33,46	33,86	16,02
46,030	77,71	36,72	1,47	1,72	34,64	1,48	34,35	33,58	33,46	33,86	15,95
46,546	78,15	36,69	1,46	1,69	34,65	1,46	34,32	33,61	33,45	33,86	15,80
47,061	78,08	36,80	1,46	1,72	34,73	1,44	34,41	33,69	33,53	33,93	15,69
47,593	77,95	36,70	1,48	1,69	34,58	1,44	34,38	33,65	33,47	33,86	15,52
48,108	77,95	36,76	1,45	1,70	34,64	1,44	34,36	33,65	33,50	33,88	15,51
48,624	77,81	36,79	1,47	1,70	34,59	1,45	34,42	33,64	33,56	33,93	15,49
49,139	77,83	36,65	1,47	1,70	34,27	1,45	34,28	33,63	33,38	33,80	15,39
49,655	77,95	36,96	1,48	1,71	32,49	1,43	34,57	33,89	33,72	34,18	15,22
50,171	78,81	41,04	1,47	1,69	0,09	1,44	38,39	37,25	37,86	37,39	15,15
50,686	78,89	37,57	1,46	1,67	1,88	1,43	35,12	34,43	34,27	34,63	14,87
51,202	78,65	36,38	1,44	1,71	1,35	1,42	33,94	33,38	33,18	33,59	14,44
51,717	79,09	36,83	1,45	1,72	1,35	1,43	34,44	33,77	33,60	33,95	14,13

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
52,233	78,96	36,90	1,47	1,69	1,38	1,42	34,49	33,77	33,67	34,04	13,69
52,749	78,86	36,71	1,45	1,72	1,38	1,43	34,34	33,71	33,46	33,88	13,50
53,264	78,83	36,70	1,46	1,71	1,39	1,42	34,28	33,60	33,49	33,83	13,48
53,780	78,78	36,85	1,47	1,72	1,35	1,43	34,31	33,78	33,59	33,96	13,29
54,295	78,87	36,63	1,47	1,72	1,37	1,41	33,84	33,69	33,39	33,85	13,12
54,811	78,91	37,29	1,46	1,69	1,36	1,42	31,38	34,28	33,95	34,55	12,98
55,327	79,87	41,99	1,45	1,71	1,35	1,42	3,80	38,68	38,78	38,87	12,77
55,842	80,02	37,37	1,45	1,71	1,37	1,41	1,89	34,31	34,25	34,61	12,41
56,374	80,09	36,26	1,46	1,74	1,35	1,42	1,58	33,28	33,09	33,50	11,79
56,889	79,92	35,75	1,46	1,69	1,37	1,42	1,69	32,57	32,73	32,94	11,17
57,405	79,83	36,05	1,47	1,70	1,37	1,42	1,64	33,04	32,97	33,32	10,86
57,920	80,09	36,24	1,47	1,72	1,37	1,42	1,65	33,31	33,09	33,43	10,36
58,436	80,18	36,31	1,46	1,71	1,36	1,41	1,66	33,35	33,23	33,59	10,46
58,952	79,89	36,43	1,46	1,70	1,36	1,42	1,64	33,39	33,30	33,67	10,07
59,467	80,00	36,43	1,47	1,73	1,36	1,43	1,62	33,38	33,25	33,68	10,03
59,983	80,05	36,44	1,46	1,70	1,37	1,41	1,61	33,32	33,20	33,71	10,04
60,514	80,22	36,64	1,47	1,72	1,35	1,44	1,62	32,99	33,46	33,89	9,63
61,030	80,05	37,02	1,46	1,70	1,38	1,41	1,60	31,64	33,81	34,25	9,89
61,545	81,31	48,53	1,46	1,72	1,34	1,42	1,62	1,54	45,02	44,75	9,65
62,061	81,17	35,31	1,46	1,68	1,37	1,42	1,60	1,35	32,04	32,71	9,01
62,577	81,04	35,62	1,46	1,71	1,38	1,42	1,62	1,31	32,46	32,88	8,23
63,092	81,18	35,94	1,46	1,70	1,36	1,43	1,61	1,32	32,82	33,31	7,76
63,608	80,97	36,09	1,46	1,69	1,36	1,44	1,61	1,35	32,97	33,34	7,55
64,123	81,02	36,06	1,46	1,69	1,37	1,43	1,62	1,30	32,92	33,27	7,23
64,639	81,05	36,22	1,46	1,70	1,37	1,41	1,60	1,36	33,05	33,49	6,97
65,155	81,08	36,45	1,45	1,69	1,36	1,44	1,60	1,32	33,22	33,61	6,91
65,670	81,21	36,59	1,46	1,71	1,36	1,43	1,62	1,31	33,25	33,83	6,63
66,186	81,68	36,67	1,46	1,70	1,36	1,44	1,60	1,32	33,19	33,93	6,68
66,701	81,37	36,95	1,46	1,72	1,37	1,43	1,61	1,33	32,96	34,18	6,61
67,217	81,19	38,90	1,45	1,71	1,36	1,43	1,60	1,32	29,12	36,83	6,62
67,733	82,34	61,11	1,46	1,70	1,35	1,42	1,64	1,31	4,58	56,91	6,22
68,248	82,21	45,25	1,46	1,70	1,36	1,42	1,62	1,29	1,83	41,31	5,50
68,779	82,41	38,16	1,47	1,69	1,37	1,42	1,60	1,32	1,58	35,16	5,07
69,295	82,30	35,40	1,47	1,69	1,37	1,44	1,63	1,29	1,53	32,70	4,56
69,811	82,23	35,68	1,45	1,69	1,36	1,43	1,61	1,30	1,55	32,89	4,11
70,326	82,36	35,96	1,45	1,70	1,36	1,43	1,60	1,32	1,54	33,25	3,79
70,842	82,58	35,93	1,44	1,68	1,36	1,44	1,60	1,30	1,55	33,19	3,55
71,358	82,51	36,01	1,46	1,68	1,36	1,42	1,60	1,30	1,54	33,29	3,29
71,873	82,48	36,01	1,43	1,70	1,36	1,44	1,62	1,30	1,54	33,29	3,29
72,389	82,68	36,44	1,45	1,68	1,37	1,43	1,60	1,30	1,53	33,58	3,00
72,904	82,37	36,47	1,46	1,72	1,36	1,44	1,59	1,30	1,54	33,62	3,14
73,420	82,19	36,62	1,45	1,69	1,37	1,43	1,59	1,30	1,54	33,14	3,02
73,936	83,72	74,87	1,48	1,68	1,41	1,42	1,61	1,28	1,56	2,08	2,77
74,451	83,78	84,18	1,47	1,69	1,34	1,41	1,61	1,34	1,54	1,52	2,55
74,967	83,74	84,37	1,45	1,69	1,36	1,43	1,59	1,31	1,55	1,45	1,77
75,482	83,73	84,22	1,46	1,72	1,37	1,43	1,60	1,32	1,54	1,43	0,04
75,998	83,76	84,30	1,46	1,71	1,36	1,44	1,61	1,29	1,53	1,44	0,09
76,514	83,78	84,32	1,47	1,69	1,36	1,44	1,60	1,31	1,53	1,44	0,18
77,029	83,69	84,27	1,47	1,71	1,37	1,43	1,62	1,30	1,54	1,45	0,10
77,545	83,88	84,31	1,46	1,72	1,37	1,43	1,60	1,30	1,54	1,44	0,10
78,061	83,81	84,33	1,48	1,69	1,38	1,44	1,60	1,31	1,54	1,46	0,11
78,576	83,45	84,12	1,47	1,69	1,37	1,45	1,61	1,33	1,54	1,45	0,12

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
79,092	83,67	84,26	1,47	1,70	1,38	1,44	1,60	1,33	1,54	1,44	0,13
79,607	83,76	84,33	1,46	1,71	1,37	1,43	1,60	1,30	1,54	1,45	0,16
80,123	83,73	84,25	1,47	1,71	1,36	1,44	1,58	1,31	1,55	1,44	0,05
80,639	83,58	84,13	1,48	1,73	1,38	1,44	1,60	1,31	1,54	1,45	0,06
81,154	83,95	84,37	1,47	1,72	1,36	1,43	1,60	1,32	1,54	1,44	0,00
81,670	83,58	84,23	1,46	1,72	1,36	1,43	1,60	1,31	1,55	1,45	0,02
82,185	83,83	84,26	1,47	1,71	1,38	1,43	1,61	1,30	1,54	1,44	0,08
82,717	83,47	84,06	1,45	1,71	1,38	1,44	1,61	1,31	1,54	1,44	0,05
83,232	83,54	46,55	2,28	1,69	1,33	1,41	1,58	1,27	1,52	1,42	0,13
83,748	81,77	18,76	5,99	1,67	1,39	1,43	1,60	1,33	1,54	1,44	0,18
84,263	82,15	40,20	36,98	1,68	1,38	1,44	1,61	1,31	1,54	1,44	0,15
84,779	82,48	36,19	32,56	1,69	1,38	1,43	1,60	1,32	1,53	1,44	0,10
85,310	82,18	36,56	33,24	1,71	1,37	1,43	1,58	1,30	1,55	1,42	0,10
85,826	82,34	36,42	33,19	1,70	1,38	1,43	1,62	1,30	1,55	1,43	1,42
86,342	82,39	36,10	32,87	1,69	1,38	1,43	1,60	1,32	1,55	1,44	1,94
86,857	82,14	32,54	30,18	1,89	1,35	1,44	1,59	1,30	1,53	1,43	2,08
87,373	81,04	37,27	30,21	34,80	1,37	1,44	1,60	1,28	1,55	1,44	2,66
87,904	81,27	38,71	36,58	36,61	1,37	1,45	1,58	1,29	1,54	1,44	3,06
88,420	81,21	37,42	34,14	35,35	1,38	1,44	1,59	1,29	1,54	1,44	3,83
88,935	81,30	37,27	34,01	35,34	1,38	1,44	1,61	1,30	1,55	1,44	4,22
89,451	81,32	36,84	33,56	34,98	1,39	1,45	1,60	1,32	1,55	1,44	4,64
89,966	81,51	36,65	33,40	34,79	1,38	1,43	1,59	1,30	1,55	1,45	4,93
90,498	81,12	36,49	33,24	34,60	1,38	1,44	1,58	1,32	1,55	1,45	4,99
91,013	81,47	36,47	33,20	34,60	1,38	1,44	1,59	1,30	1,55	1,45	5,01
91,529	81,35	36,23	32,96	34,37	1,38	1,44	1,60	1,30	1,56	1,45	5,16
92,045	81,40	36,14	32,92	34,28	1,38	1,45	1,60	1,31	1,55	1,45	5,23
92,560	80,89	28,41	27,20	26,64	12,74	1,46	1,57	1,33	1,55	1,45	5,38
93,076	80,34	35,46	33,63	33,69	33,53	1,45	1,60	1,32	1,55	1,45	5,75
93,591	80,37	35,62	32,05	33,69	33,41	1,46	1,60	1,32	1,56	1,45	6,18
94,107	80,42	35,41	32,18	33,63	33,39	1,47	1,60	1,31	1,55	1,46	6,69
94,623	80,46	35,73	32,55	33,88	33,75	1,46	1,60	1,30	1,56	1,46	7,05
95,138	80,55	35,88	32,69	34,05	33,91	1,46	1,62	1,32	1,55	1,45	7,25
95,654	80,35	35,93	32,72	34,08	33,90	1,46	1,59	1,31	1,55	1,44	7,36
96,169	80,46	35,76	32,57	33,93	33,79	1,45	1,58	1,29	1,55	1,45	7,43
96,685	80,59	35,53	32,37	33,68	33,58	1,45	1,60	1,29	1,55	1,46	7,62
97,201	80,50	35,59	32,36	33,75	33,62	1,46	1,60	1,30	1,56	1,45	7,71
97,716	80,64	35,49	32,28	33,65	33,51	1,45	1,60	1,28	1,56	1,45	7,70
98,232	80,43	34,93	31,87	33,11	32,97	1,45	1,60	1,29	1,56	1,46	7,87
98,763	80,52	32,30	30,04	30,51	29,29	1,62	1,59	1,30	1,55	1,45	7,75
99,279	78,96	35,01	32,01	33,02	32,21	11,70	1,61	1,31	1,55	1,46	8,19
99,794	79,24	33,82	31,03	32,13	32,03	30,23	1,60	1,32	1,56	1,45	8,96
100,310	79,41	33,72	30,69	32,02	31,85	29,59	1,60	1,31	1,55	1,46	9,63
100,826	79,46	33,86	30,83	32,15	31,94	29,93	1,60	1,31	1,56	1,46	10,06
101,341	79,00	33,91	30,85	32,21	32,04	29,99	1,61	1,30	1,56	1,46	9,96
101,857	79,11	33,88	30,85	32,15	31,99	30,03	1,61	1,30	1,57	1,45	10,42
102,372	79,25	33,81	30,80	32,10	31,87	29,92	1,60	1,30	1,56	1,47	10,56
102,904	78,89	33,66	30,63	31,92	31,76	29,75	1,61	1,32	1,57	1,47	10,68
103,419	79,54	33,43	30,36	31,69	31,56	29,49	1,61	1,32	1,57	1,45	10,90
103,935	79,42	33,42	30,41	31,71	31,59	29,55	1,60	1,31	1,56	1,46	10,90
104,450	79,36	31,54	29,01	29,88	29,45	28,33	1,95	1,30	1,55	1,47	10,89
104,966	78,21	32,32	28,62	30,68	30,52	27,52	22,17	1,29	1,57	1,47	11,12
105,482	78,38	33,05	29,81	31,29	31,13	28,97	30,32	1,31	1,57	1,47	11,66

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
105,997	78,45	32,76	29,76	31,06	30,82	28,94	30,43	1,30	1,56	1,46	12,23
106,513	78,14	32,33	29,41	30,68	30,50	28,66	30,06	1,32	1,57	1,47	12,47
107,044	77,09	28,96	26,13	27,59	28,21	25,53	27,06	21,34	1,56	1,48	12,81
107,560	77,23	33,30	30,29	31,69	31,46	29,73	31,15	30,13	1,57	1,47	13,82
108,075	77,07	32,90	29,89	31,21	31,09	29,15	30,75	29,99	1,58	1,47	14,63
108,591	75,47	30,68	26,87	29,34	29,86	26,01	28,78	28,81	9,21	1,47	15,47
109,107	75,34	33,84	31,46	31,96	31,79	30,47	31,54	30,74	28,11	1,48	16,26
109,622	75,27	33,61	30,74	31,90	31,73	29,78	31,40	30,69	30,53	1,48	17,41
110,138	73,98	29,67	27,31	28,12	28,49	26,77	27,69	27,64	27,05	22,76	18,17
110,653	73,54	33,75	31,00	32,14	32,01	30,38	31,60	30,99	30,62	30,89	19,47
111,185	73,46	33,86	30,79	32,09	31,92	29,97	31,57	30,92	30,61	31,04	20,66
111,700	73,36	33,80	30,77	32,02	31,81	29,91	31,60	30,83	30,77	30,95	21,66
112,216	73,43	33,68	30,59	31,94	31,71	29,74	31,46	30,77	30,58	30,93	21,82
112,731	73,43	33,69	30,67	31,96	31,79	29,84	31,50	30,86	30,69	31,07	22,48
113,247	73,48	33,69	30,63	31,99	31,82	29,78	31,52	30,85	30,62	31,08	22,81
113,763	73,21	33,63	30,60	31,92	31,75	29,75	31,48	30,69	30,61	30,89	23,10
114,278	73,52	33,65	30,58	31,91	31,77	29,72	31,48	30,75	30,61	31,06	23,20
114,794	73,65	33,71	30,61	31,99	31,77	29,72	31,50	30,74	30,69	31,01	23,35
115,310	73,39	33,52	30,42	31,77	31,62	29,59	31,31	30,65	30,51	30,85	23,46
115,825	73,31	33,65	30,63	31,94	31,79	29,77	31,43	30,74	30,69	30,93	23,53
116,341	73,56	33,59	30,48	31,87	31,72	29,62	31,43	30,73	30,59	30,96	23,67
116,888	73,49	33,54	30,57	31,80	31,64	29,73	31,32	30,65	30,57	30,93	23,52
117,403	73,88	33,56	30,53	31,81	31,66	29,69	31,38	30,68	30,57	30,94	23,59
117,919	73,70	33,58	30,53	31,84	31,64	29,66	31,37	30,68	30,58	30,80	23,67
118,434	73,29	33,46	30,33	31,71	31,57	29,50	31,28	30,57	30,46	30,80	23,74
118,950	73,83	33,53	30,41	31,78	31,67	29,59	31,35	30,70	30,53	30,88	23,72
119,466	73,68	33,46	30,34	31,68	31,51	29,51	31,26	30,58	30,46	30,82	23,85
119,981	73,44	33,34	30,35	31,63	31,47	29,52	31,19	30,48	30,38	30,71	23,82

2.6.7.6. Respuesta del hidrante ante la variación de la presión de tarado (PT = 20 mca)

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
0,109	70,47	25,51	21,61	22,37	23,25	20,32	22,11	16,75	20,61	1,48	28,25
0,625	70,34	25,49	21,66	22,45	23,28	20,32	22,11	16,77	20,66	1,49	28,25
1,141	70,36	25,42	21,60	22,40	23,29	20,27	22,08	16,79	20,59	1,48	28,24
1,656	70,79	25,51	21,67	22,48	23,33	20,35	22,19	16,81	20,68	1,49	28,35
2,172	70,73	25,55	21,72	22,45	23,38	20,35	22,12	16,85	20,64	1,48	28,22
2,687	70,64	25,55	21,72	22,51	23,22	20,36	22,08	16,78	20,63	1,49	28,24
3,203	70,58	25,56	21,68	22,49	23,40	20,39	22,21	16,93	20,66	1,48	28,24
3,719	70,47	25,51	21,68	22,47	23,32	20,38	22,04	16,82	20,56	1,49	28,24
4,234	70,54	25,46	21,73	22,37	23,33	20,36	22,09	16,82	20,66	1,49	28,23
4,750	70,50	25,45	21,61	22,39	23,28	20,27	22,04	16,86	20,57	1,48	28,18
5,265	70,88	25,51	21,70	22,47	23,46	20,41	22,12	16,99	20,62	1,48	28,24
5,781	70,41	25,44	21,60	22,38	23,33	20,34	22,11	16,82	20,56	1,48	28,27
6,297	70,68	25,47	21,65	22,43	23,31	20,29	22,12	16,78	20,58	1,48	28,21
6,812	70,45	25,57	21,68	22,57	23,43	20,39	22,16	16,89	20,66	1,48	28,25
7,328	70,41	25,45	21,64	22,43	23,28	20,29	22,10	16,81	20,59	1,48	28,21
7,844	70,83	25,48	21,66	22,46	23,31	20,29	22,06	16,74	20,55	1,48	28,29
8,359	70,68	25,47	21,61	22,37	23,39	20,29	22,15	16,90	20,63	1,48	28,18

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
8,875	70,54	25,50	21,72	22,47	23,31	20,38	22,10	16,74	20,62	1,48	28,17
9,390	70,58	25,57	21,66	22,56	23,41	20,34	22,24	16,98	20,72	1,48	28,35
9,906	70,86	25,66	21,74	22,61	23,42	20,44	22,31	16,92	20,76	1,48	28,36
10,422	70,65	25,38	21,49	22,33	23,31	20,25	22,05	16,85	20,54	1,48	28,20
10,937	70,65	25,39	21,52	22,34	23,29	20,23	22,03	16,86	20,50	1,48	28,36
11,453	70,36	25,42	21,53	22,34	23,26	20,30	22,08	16,71	20,54	1,49	28,31
11,968	70,34	25,40	21,57	22,30	23,22	20,26	22,02	16,78	20,52	1,48	28,36
12,484	70,74	25,40	21,58	22,31	23,28	20,27	22,07	16,83	20,54	1,48	28,34
13,000	70,71	25,51	21,71	22,46	23,40	20,32	22,13	16,83	20,58	1,48	28,23
13,515	70,51	25,37	21,57	22,30	23,17	20,30	21,98	16,79	20,51	1,49	28,29
14,031	70,54	25,40	21,57	22,26	23,26	20,25	22,01	16,81	20,52	1,48	28,22
14,547	70,46	25,30	21,47	22,18	23,23	20,22	21,95	16,82	20,49	1,48	28,29
15,062	70,32	25,05	21,31	22,03	22,92	20,09	21,68	16,56	20,28	1,49	28,30
15,578	70,75	25,38	21,53	22,28	23,27	20,27	21,97	16,74	20,50	1,48	28,31
16,187	70,45	25,32	21,50	22,30	23,16	20,24	22,00	16,70	20,47	1,48	28,31
16,703	70,83	25,39	21,53	22,36	23,24	20,19	22,01	16,80	20,52	1,49	28,37
17,218	70,24	25,36	21,46	22,25	23,17	20,19	22,03	16,68	20,48	1,48	28,29
17,734	70,60	25,40	21,46	22,34	23,29	20,26	22,06	16,90	20,58	1,48	28,22
18,250	70,32	25,43	21,34	22,35	23,20	20,18	21,96	16,73	20,47	1,48	28,31
18,765	70,26	25,46	21,26	22,36	23,02	20,25	21,93	16,77	20,50	1,48	28,33
19,281	70,65	25,56	21,27	22,50	22,81	20,31	22,14	16,96	20,68	1,48	28,12
19,796	70,73	26,64	21,75	23,45	12,05	20,88	23,07	18,13	21,39	1,47	28,05
20,312	71,92	26,90	22,77	23,65	1,30	22,44	23,31	18,06	21,98	1,48	27,93
20,828	71,59	26,26	21,08	23,11	1,21	20,75	22,70	17,25	21,34	1,48	27,64
21,343	71,92	26,42	20,10	23,23	1,42	20,66	22,76	17,45	21,41	1,49	27,19
21,859	72,09	26,83	17,36	23,57	1,41	20,21	22,71	17,66	21,67	1,49	26,83
22,374	74,10	31,25	7,01	27,41	1,39	17,91	24,63	21,20	25,19	1,48	26,44
22,890	77,07	38,46	2,98	33,70	1,38	6,01	6,69	24,98	31,11	1,47	25,43
23,406	78,34	27,64	1,91	24,25	1,38	3,19	1,68	18,06	22,64	1,47	23,40
23,921	78,17	24,75	1,59	21,68	1,38	2,12	1,56	16,44	19,78	1,48	21,29
24,437	78,47	25,19	1,50	21,96	1,35	1,70	1,63	16,64	20,40	1,48	19,66
24,952	78,49	25,14	1,50	21,84	1,37	1,53	1,65	16,46	20,45	1,47	18,24
25,468	78,29	25,45	1,50	22,04	1,38	1,48	1,60	16,23	20,59	1,48	17,22
25,984	78,22	25,93	1,48	22,16	1,37	1,47	1,62	15,22	21,00	1,47	16,44
26,499	79,31	35,20	1,47	29,91	1,40	1,46	1,57	1,66	27,48	1,48	15,79
27,015	80,15	35,01	1,48	29,16	1,37	1,44	1,59	0,99	28,36	1,48	14,65
27,531	80,75	25,93	1,46	16,61	1,38	1,43	1,60	1,33	20,65	1,48	13,13
28,046	81,37	33,02	1,48	5,21	1,38	1,42	1,60	1,36	25,85	1,48	11,71
28,562	82,18	31,05	1,47	1,55	1,37	1,43	1,58	1,31	21,91	1,48	10,15
29,077	83,68	85,16	1,50	1,69	1,36	1,44	1,58	1,26	5,07	1,47	8,45
29,593	83,58	84,12	1,48	1,75	1,39	1,44	1,56	1,32	2,00	1,46	6,46
30,109	83,54	84,03	1,50	1,70	1,37	1,44	1,57	1,34	1,57	1,48	4,82
30,624	83,66	84,14	1,48	1,70	1,37	1,43	1,58	1,33	1,56	1,47	3,66
31,140	83,94	84,39	1,47	1,71	1,39	1,45	1,59	1,32	1,58	1,48	2,65
31,655	83,70	84,08	1,48	1,70	1,38	1,43	1,57	1,33	1,57	1,49	1,92
32,171	83,84	84,37	1,47	1,70	1,37	1,44	1,57	1,33	1,57	1,48	0,02
32,687	83,68	84,16	1,48	1,68	1,36	1,44	1,58	1,32	1,56	1,49	0,08
33,202	83,71	29,13	2,67	1,65	1,32	1,42	1,55	1,34	1,53	1,57	0,15
33,718	81,95	11,80	3,23	1,69	1,36	1,43	1,59	1,32	1,56	1,48	0,00
34,233	82,10	22,22	13,51	1,69	1,37	1,44	1,55	1,30	1,56	1,48	0,18
34,749	82,22	21,76	18,82	1,69	1,37	1,43	1,57	1,30	1,56	1,47	0,04

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
35,265	81,49	17,26	15,56	2,52	1,37	1,44	1,57	1,31	1,56	1,48	1,81
35,780	80,79	18,50	14,14	14,86	1,37	1,44	1,58	1,32	1,55	1,47	2,43
36,296	80,88	20,96	18,62	18,08	1,38	1,42	1,58	1,32	1,57	1,47	3,20
36,812	81,06	20,65	17,56	18,09	1,60	1,44	1,55	1,30	1,56	1,47	3,97
37,327	80,40	17,26	14,80	15,20	9,69	1,44	1,57	1,32	1,55	1,46	4,47
37,843	79,74	20,01	16,97	17,58	17,01	1,62	1,57	1,32	1,57	1,48	5,27
38,358	78,83	18,45	14,99	16,33	17,53	5,13	1,58	1,29	1,56	1,47	6,22
38,874	78,92	20,99	18,37	18,53	19,38	12,98	1,57	1,31	1,56	1,47	7,42
39,390	78,70	20,89	17,67	18,40	19,28	16,72	1,55	1,30	1,56	1,48	8,53
39,905	78,72	20,76	17,66	18,37	19,11	16,28	1,59	1,30	1,56	1,48	9,34
40,421	78,84	19,29	16,53	17,02	17,77	15,52	1,94	1,31	1,56	1,47	9,90
40,936	78,48	18,64	15,77	16,46	17,16	14,71	4,18	1,29	1,55	1,47	10,38
41,452	77,87	19,51	16,29	17,24	18,16	15,13	13,80	1,34	1,55	1,48	11,13
41,968	76,96	18,64	16,35	16,44	17,13	15,51	14,78	3,93	1,54	1,48	12,00
42,483	75,61	19,09	15,75	16,79	17,71	14,66	15,79	10,04	1,57	1,47	13,06
42,999	74,99	21,28	18,06	18,69	19,40	16,83	18,00	12,83	1,64	1,47	14,65
43,515	73,74	18,63	15,81	16,44	17,52	15,05	15,77	12,01	5,53	1,48	16,23
44,030	72,38	21,24	17,89	18,67	19,76	16,51	18,11	13,77	16,35	1,49	18,01
44,546	71,28	19,02	16,68	16,73	17,62	16,01	16,25	12,39	15,08	10,30	19,79
45,061	69,66	21,46	17,69	18,84	19,72	16,30	18,34	13,79	16,95	16,47	21,59
45,577	69,43	22,01	18,57	19,34	20,29	17,54	18,85	14,31	17,44	17,50	23,35
46,093	69,14	21,96	18,55	19,26	20,23	17,47	18,75	14,33	17,47	17,61	24,94
46,608	69,19	21,94	18,50	19,22	20,32	17,45	18,78	14,31	17,55	17,61	26,09
47,124	69,08	21,97	18,58	19,29	20,35	17,47	18,88	14,38	17,63	17,74	26,92
47,639	69,23	21,99	18,53	19,31	20,34	17,48	18,96	14,44	17,69	17,78	27,71
48,155	69,49	21,89	18,53	19,32	20,31	17,48	18,81	14,38	17,57	17,76	28,27
48,671	69,44	21,94	18,56	19,25	20,38	17,49	18,87	14,52	17,61	17,78	28,53
49,186	69,27	21,88	18,52	19,28	20,18	17,42	18,80	14,27	17,54	17,77	28,77
49,702	69,28	21,85	18,49	19,28	20,30	17,43	18,86	14,47	17,58	17,80	29,07
50,217	69,35	21,88	18,52	19,24	20,24	17,43	18,87	14,38	17,57	17,79	29,17
50,733	69,29	21,76	18,44	19,18	20,20	17,40	18,78	14,34	17,59	17,74	29,39
51,249	69,29	21,84	18,53	19,23	20,22	17,45	18,81	14,32	17,55	17,63	29,27
51,764	69,29	21,75	18,42	19,17	20,14	17,37	18,75	14,23	17,52	17,61	29,35
52,280	69,41	21,78	18,40	19,19	20,20	17,35	18,82	14,31	17,54	17,71	29,40
52,796	69,33	21,80	18,35	19,18	20,20	17,34	18,74	14,38	17,47	17,67	29,36
53,311	69,30	21,75	18,41	19,19	20,12	17,40	18,72	14,29	17,50	17,62	29,57
53,827	69,51	21,72	18,31	19,09	20,16	17,33	18,71	14,30	17,46	17,62	29,47
54,342	69,27	21,67	18,38	19,03	20,12	17,33	18,66	14,31	17,46	17,63	29,70
54,858	69,45	21,76	18,40	19,16	20,19	17,37	18,73	14,32	17,49	17,67	29,57
55,374	69,30	21,74	18,38	19,06	20,16	17,32	18,68	14,28	17,44	17,58	29,67
55,889	69,43	21,71	18,31	19,04	20,14	17,32	18,71	14,30	17,51	17,61	29,64

2.7. Ensayo Hidrante 7 (Tipo4-10/DNB 100-QNB 68-DNP 32x8 40x2 /PN10). LIR Valencia. Diciembre 2008.

2.7.1. Clasificación del hidrante según norma UNE EN 14267.

V1-3			
Función		Tipo 4	
NSH		10	
Dimensiones			
DNB		100	
QNB		68	
Salidas	DNP	32	40
	NS _{DN}	8	2
Presión (bar)		10	Pilotos de regulación, Manómetro, filtro cazapiedras, contadores

La denominación del hidrante según su clasificación será:

V1-3/Tipo4-10/DNB 100-QNB 68-DNP 32x8 40x2/PN10

2.7.2. Descripción del hidrante.

Elementos generales.

- ✓ Válvula de mariposa DN 100
- ✓ Filtro cazapiedras DN 100 PN10.
- ✓ Colector de acero galvanizado en caliente, con entrada de 100 mm (4"), y 10 salidas de 40mm (1"1/2).
- ✓ Ventosa de 2".
- ✓ Manómetro (0 a 10 bares).

Características Tomas.

- ✓ Tomas A, B, C, D, E, F, G, y H.
 - Válvula de bola DN 40 (1" ½) PN 25
 - Contador de chorro múltiple GECONTA con emisor de pulsos DN 32 mm (1"1/4), QNP = 6 m³/h.
 - Válvula hidráulica de diafragma BERMAD Serie 300 DN 40 1"1/2.
 - Con solenoide para su funcionamiento como Electroválvula.

- Con Piloto limitador de caudal, QNL = 1,9 l/s
 - Con Piloto reductor de presión, PTR = 40 m.
 - Conexión a tubería de PE40 de 40 mm.
- ✓ Tomas I y J.
- Válvula de bola DN 40 (1" ½) PN 25
 - Contador de chorro múltiple GECONTA con emisor de pulsos DN 40 mm (1"1/2), QNP = 10 m³/h.
 - Válvula hidráulica de diafragma BERMAD Serie 300 DN 40 1"1/2.
 - Con solenoide para su funcionamiento como Electroválvula.
 - Con Piloto limitador de caudal, QNL = 1,9 l/s
 - Con Piloto reductor de presión, PTR = 40 m.
 - Conexión a tubería de PE40 de 40 mm.

El caudal nominal del hidrante se calcula en función de los caudales nominales de cada una de las tomas.

$$QN = 10 \times 6 + 2 \times 10 = 68 \text{ m}^3/\text{h}$$

No se considera como caudal nominal la suma de los caudales fijados en la limitación de caudal ya que todas las tomas están reguladas para 1,9 l/s, valor que debería ser distinto en función de que las tomas sean de 32 o 40 mm.

En primera instancia se comprueba el caudal u presión de tarado de cada una de las tomas, los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 26: Hidrante 7. Comprobación del caudal y presión de tarado de las tomas instaladas.

Toma	Nº Parcela	QNL _{Real} (l/s)	PTR _{Real} (mca)	Observaciones
A	154	1,67	37,6	
B	162	1,75	37,6	
C	155	1,59	38,6	
D	158	—	38,7	Inestabilidad
E	160	—	37,3	Inestabilidad
F	161	0,93	38,0	
G	—	—	39,0	Inestabilidad
H	163	1,83	38,0	
I	156	1,74	37,8	
J	157	1,54	37,5	

La regulación de caudal no corresponde con QNL_{Teórico} de 1,9 l/s fijado en la válvula de cada toma, la regulación de presión si se acerca a la de tarado de 40 mca.

En las tomas D, E, y G no se pudieron comprobar los valores de tarado del caudal debido a fuertes procesos de inestabilidad que provocaban la apertura y cierre continua de las tomas.



Fotografía 30: Hidrante 7. Detalle frontal del hidrante.



Fotografía 31: Hidrante 7. Detalle posterior del hidrante.

2.7.3. Ensayos realizados.

1. Verificación del caudal del hidrante, conforme se instalará en campo.
2. Verificación del caudal de bloqueo de los contadores.
3. Curva de pérdidas de carga del hidrante, con todas las tomas abiertas y sin ningún tipo de regulación.
4. Comportamiento del hidrante ante la variación de presión en su función como limitadora de caudal.
5. Respuesta del hidrante a la limitación de caudal. De válvula cerrada a válvula limitando al caudal de tarado.
6. Comportamiento del hidrante ante la variación de caudal en su función como reductora de presión.
7. Respuesta del hidrante a la reducción de presión. De válvula cerrada a válvula regulando a la presión de tarado.
8. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas
9. Calidad del colector de acero para hidrante de riego de 100 mm

2.7.4. Resultados.

Los datos registrados y su tratamiento se pueden observar en el apartado 2.7.7.

2.7.4.1. Comprobación de la medición de caudales por los hidrantes.

Se compara la medida del caudal proporcionada por el emisor de pulsos de cada uno de los contadores de las tomas, con la medida del caudal realizada con el contador electromagnético patrón del banco de ensayos. Para ello se fija el caudal nominal de cada una de las tomas modificando la apertura de una válvula de bola instalada aguas abajo de las mismas y se espera a que se establezca el sistema antes de empezar la medición. Se fija como caudal nominal del hidrante la suma de los caudales nominales de las tomas del hidrante.

Tabla 27: Hidrante 7. Error de caudal del hidrante.

Toma	QNP (m ³ /h)	Caudal Medido Contador (m ³ /h)
A	6,0	5,70
B	6,0	5,68
C	6,0	6,29
D	6,0	6,85
E	6,0	6,01

Toma	QNP (m ³ /h)	Caudal Medido Contador (m ³ /h)
F	6,0	6,15
G	6,0	5,57
H	6,0	5,53
I	10,0	10,20
J	10,0	9,25
Total Hidrante	68,0	67,22

Q _{HIDRANTE}	Q _{CEM}	ε (%)
67,22	67,86	0,9

Siendo:

- Q_{HIDRANTE}: Caudal total del hidrante, en m³/hora
- Q_{CEM}: : Caudal contador CEM, medida patrón, en m³/hora
- ε : Error relativo.

El error producido se encuentra dentro de los valores indicados por la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005).

2.7.4.2. Verificación del caudal de bloqueo en los Contadores de chorro múltiple.

Para cada una de las tomas se aumenta progresivamente el caudal circulante estando el resto de tomas cerradas, verificando el bloqueo o no del contador a caudales altos. En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para cada una de las tomas.

Tabla 28: Hidrante 7. Verificación del caudal de bloqueo de los contadores.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)
A	6	12	No bloqueo hasta 14,76
B	6	12	No bloqueo hasta 16,09
C	6	12	No bloqueo hasta 16,09
D	6	12	No bloqueo hasta 15,66
E	6	12	No bloqueo hasta 14,69
F	6	12	No bloqueo hasta 15,66
G	6	12	No bloqueo hasta 15,59
H	6	12	No bloqueo hasta 16,16

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)
J	10	20	No bloqueo hasta 16,60
I	10	20	No bloqueo hasta 15,52

Siendo:

- TOMA: Toma ensayada
- QNP: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora

Ningún contador se bloquea a los caudales máximos que se puede hacer circular por la toma con la configuración suministrada.

2.7.4.3. Curva de pérdidas de carga del hidrante.

Con las válvulas de cada una de las tomas abiertas, se modifica el caudal circulante por el hidrante registrando la presión aguas arriba del hidrante, en el colector, y aguas abajo de cada una de las 10 tomas del hidrante, registrando también el caudal circulante una vez el sistema se estabiliza.

En este apartado se resumen aquellos resultados para el caudal Nominal del hidrante (68,0 m³/h).

Tabla 29: Hidrante 7. Pérdidas de carga.

Δh_N (Toma A)	Δh_N (Toma B)	Δh_N (Toma C)	Δh_N (Toma D)	Δh_N (Toma E)	Δh_N (Toma F)	Δh_N (Toma G)	Δh_N (Toma H)	Δh_N (Toma I)	Δh_N (Toma J)	Δh VM + Filtro	Q _{CEM}
12,41	11,94	13,34	13,14	12,47	11,59	10,67	10,04	12,85	12,93	1,21	67,86

Siendo:

- Q_{CEM}: Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM, en m³/hora
- Δh_N (Toma x) : Pérdidas de carga totales entre la medición aguas arriba del hidrante y la medición aguas abajo de la toma X, para el caudal circulante por la toma (ver caudal en tablas apartado anterior), en mca
- Δh (VC + Filtro) : Pérdida de carga de la válvula de compuerta DN 100 del hidrante y del filtro cazapiedras, en mca.

Según la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005) las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 4 son 1,1 bar (110 KPa). Las pérdidas de cargas son ligeramente superiores a este valor, no siendo significativa la diferencia con el valor fijado por la norma.

2.7.4.4. Regulación del hidrante como limitador de caudal variando la presión a la entrada.

El ensayo muestra la precisión de limitación de caudal variando la presión de entrada del hidrante.

Consiste en variar la presión a la entrada (P_{aa}) del hidrante entre 30 y 70 mca. Se registra la presión aguas arriba y aguas abajo del hidrante así como el caudal que el hidrante deja pasar una vez alcanzado el régimen permanente. Se inicia el ensayo regulando con las válvulas aguas abajo del cada una de las tomas el caudal nominal de cada toma. El ensayo se realiza disminuyendo la presión a la entrada progresivamente hasta un valor mínimo de 30 o 20 mca, para en una segunda parte aumentar progresivamente la presión hasta valores próximos a 70 mca

El ensayo se realizó con las válvulas hidráulicas tas para el caudal nominal indicado para cada toma (1,9 l/s).

Los valores medios obtenidos de todo el ensayo son:

Tabla 30: Hidrante 7. Precisión en la limitación de caudal del hidrante.

Toma	QNL _{Teórico} (m ³ /h)	QNL _{Medido} (m ³ /h)	ε (%)	SE
Hidrante	68,40	71,83	-5,01	2,35

Siendo:

- QNL_{Teórico} : Caudal detarado teórico del piloto limitador de caudal de cada una de las tomas, obtenido de la suma del caudal de regulación de cada una de las tomas (1,9 l/s, $Q_{Hidrante} = 19 \text{ l/s} = 68,4 \text{ m}^3/\text{h}$), en m³/hora.
- QNL_{Medido} : Caudal medio de todo el ensayo con el contador CEM, medida patrón, en m³/hora.
- ε : Error relativo, variación de caudal en %, en relación con el detarado
- SE : Desviación típica

2.7.4.5. Tiempo de respuesta del piloto limitador del caudal

Se mide el tiempo que tarda en actuar el piloto limitador de caudal en el proceso de apertura. Se fija un caudal superior al de tarado, se cierra la toma y se pasa posteriormente a posición de regulación determinando el tiempo que tarda en alcanzarse el caudal de tarado.

El ensayo se realiza para cada toma por separado.

Tabla 31: Hidrante 7. Tiempo de respuesta de la limitación de caudal.

Toma	Ensayo	Tiempo(s)
A	Close – Auto	9,29
C	Close – Auto	10,71
H	Close – Auto	6,85
J	Close – Auto	8,95

Toma	Ensayo	Tiempo(s)
I	Close – Auto	5,55
Tomas 32 ⁴	Close – Auto	8,95
Tomas 40 ⁵	Close – Auto	7,25

Siendo:

- Tiempo: Tiempo hasta estabilización del caudal. (segundos).

2.7.4.6. Regulación del hidrante como reductor de presión, variando el caudal y la presión a la entrada.

El ensayo muestra la precisión de la reductora de presión en función del caudal circulante y la presión de entrada del hidrante.

Consiste en variar la presión a la entrada (P_{aa}) del hidrante entre 50 y 80 mca. Se registra la presión aguas arriba y aguas abajo del hidrante así como el caudal que el hidrante deja pasar una vez alcanzado el régimen permanente. El ensayo se realiza disminuyendo la presión a la entrada progresivamente hasta un valor mínimo de 50 mca, para en una segunda parte aumentar progresivamente la presión hasta valores próximos a 80 mca

El ensayo se realizó con la válvula hidráulica taradapara la presión indicada y la función de limitación de caudal desconectada. Los valores medios obtenidos de todo el ensayo son:

Tabla 32: Hidrante 7. Precisión en la regulación de presión del hidrante.

Toma	PTR(mca)	PTR _{Medida} (mca)	ϵ (%)	SE
A	40	39,11	2,8	0,78
B	40	40,29	1,00	1,23
C	40	38,41	3,96	1,10
D	40	39,20	2,00	1,87
F	40	39,78	0,55	0,87
G	40	39,14	2,14	0,60
H	40	39,63	0,93	1,62
I	40	40,72	-1,80	0,33
J	40	40,46	-1,14	0,41
Tomas 32 ⁶	40	39,23	1,91	1,09

⁴ Valor medio del tiempo de respuesta para las tomas de 32 mm.

⁵ Valor medio del tiempo de respuesta para las tomas de 40 mm.

⁶ Valor medio de la presión registrada para las tomas de 32 mm.

Toma	PTR(mca)	PTR _{Medida} (mca)	ε (%)	SE
Tomas 40⁷	40	40,59	-1,47	0,33

Siendo:

- PTR: : Presión de tarado del piloto reductor de presión, en mca.
- PTR_{Medida}: Presión media aguas abajo de cada una de las tomas, en mca.
- ε : Error relativo, variación de presión en %, en relación con el de tarado
- SE : Desviación típica

La precisión mostrada en la regulación de presión es adecuada alcanzando los valores de regulación, de forma rápida y precisa.

2.7.4.7. Tiempo de respuesta del piloto reductor de presión.

Se mide el tiempo que tarda en actuar el piloto reductor de presión en el proceso de apertura y cierre. Para ello se fija una presión a la entrada superior a la de tarado, se cierra la toma para posteriormente pasar a posición de regulación la válvula hidráulica, determinando el tiempo que tarda en alcanzarse la presión de tarado.

El ensayo se realiza para cada toma por separado, realizándose tres repeticiones y obteniendo los siguientes tiempos medios de respuesta:

Tabla 33: Hidrante 7. Tiempo de respuesta de la regulación de presión.

Toma	Ensayo	Tiempo(s)
A	Close – Auto	3,97
B	Close – Auto	2,14
H	Close – Auto	3,34
J	Close – Auto	1,53
Tomas 32⁸	Close – Auto	3,15
Tomas 40⁹	Close – Auto	1,53

Siendo:

- Tiempo: Tiempo promedio de tres repeticiones hasta estabilización de la presión a la salida del hidrante (segundos).

La respuesta es rápida aunque para las tomas de 40 mm se observan ligeros procesos de histéresis que impiden la estabilización de la presión agua abajo de estas tomas.

⁷ Valor medio de la presión registrada para las tomas de 40 mm.

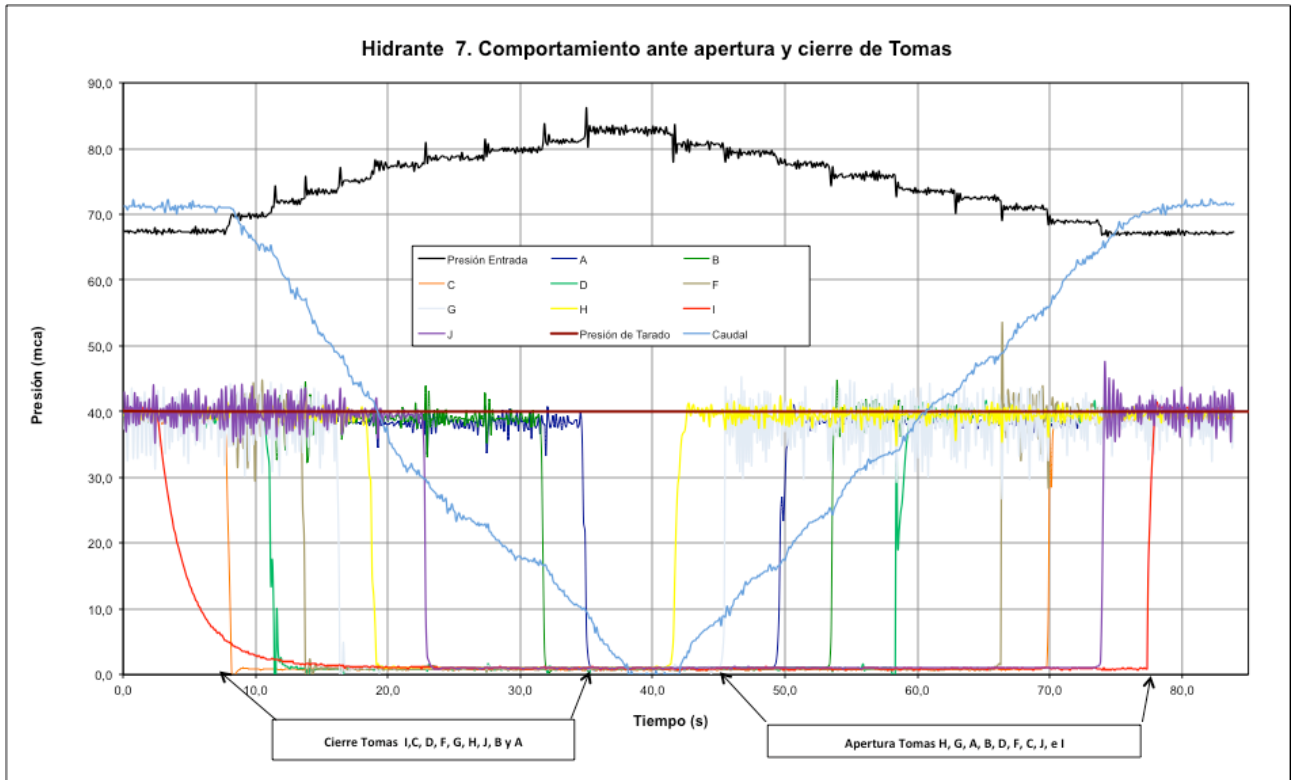
⁸ Valor medio del tiempo de respuesta para las tomas de 32 mm.

⁹ Valor medio del tiempo de respuesta para las tomas de 40 mm.

2.7.4.8. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas.

Se comprueba la variación de presión aguas abajo de cada una de las tomas en el proceso de apertura y cierre de tomas del hidrante.

En la gráfica siguiente se puede observar esta respuesta.



Gráfica 13: Hidrante 7. Comportamiento del hidrante ante la apertura y cierre de Tomas

No se presentan anomalías de funcionamiento en la apertura y cierre de tomas, tan solo señalar que se observan ligeros transitorios hidráulicos unidos a fenómenos oscilatorios originados en algunas tomas como consecuencia de inestabilidad de la válvula en la regulación de la presión de tarado.

2.7.4.9. Prueba de estanqueidad.

Se somete el hidrante a una presión hidrostática de 80 mca, durante 5 minutos.

Tabla 34: Hidrante 7. Prueba de estanqueidad.

Toma	Conexión Válvula bola contador	Contador	Conexiones Solenoide	Conexiones entre válvula hidráulica contador
Colector	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
A	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
B	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
C	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas

Toma	Conexión Válvula bola contador	Contador	Conexiones Solenoide	Conexiones entre válvula hidráulica contador
D	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
E	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
F	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
G	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
H	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
J	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
I	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas

No se encontraron fugas en ninguno de los componentes del hidrante.

2.7.5. Calidad del colector de acero para hidrante de riego de 100 mm.

2.7.5.1. Descripción del colector evaluado.

El colector evaluado es nuevo tal y como lo suministra el fabricante, no se ha instalado en campo y es el que se ha sometido a las pruebas hidráulicas. El Colector tiene las siguientes características (Fotografía 32):

- Material: Acero
- Revestimiento exterior: Galvanizado con Baño de Zn en caliente.
- Revestimiento interior: Galvanizado con Baño de Zn en caliente.
- Diámetro Nominal (DN): 100 mm
- Número de conexiones: 10
- Diámetro Conexiones tomas: 40 mm (1"1/2).
- Tipo conexión red principal: Brida.
- Tipo conexión a tomas: Roscada.



Fotografía 32: Hidrante 7. Colector completo

2.7.5.2. Evaluación del colector.

Evaluación exterior.

A la vista del colector no se aprecian daños en el recubrimiento exterior.

Evaluación interior

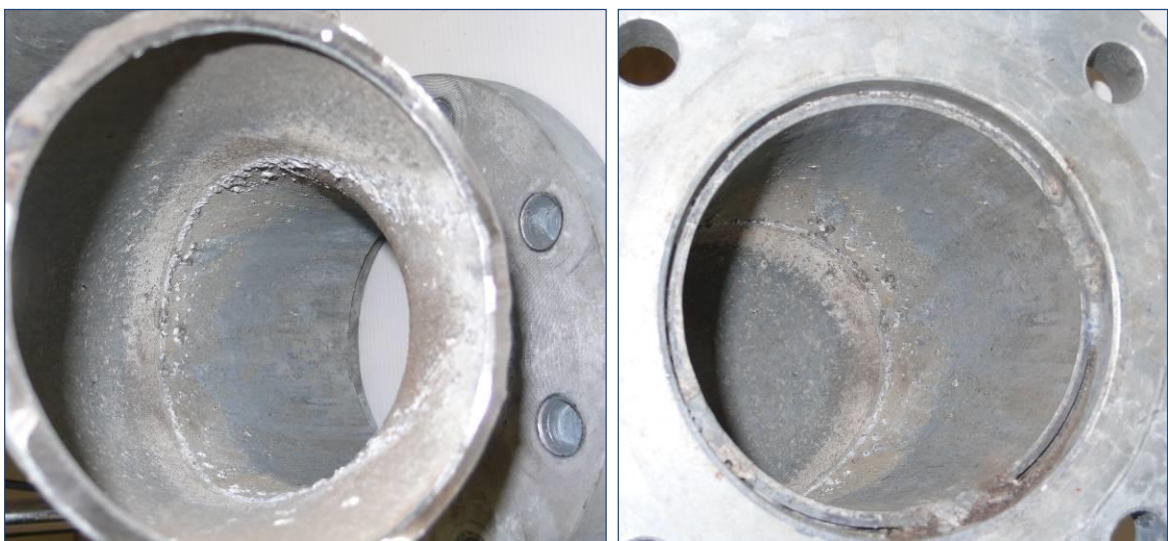
Para la evaluación de la parte interna se procede a realizar dos cortes al colector. Solo aparecen algunos puntos con ligera corrosión en la sección 1 (toma H, Fotografía 34), no apreciando corrosión en el resto de secciones tal y como se aprecia en la Fotografía 33 y Fotografía 35.



Fotografía 33: Hidrante 7. Estado interior sección 1, se observa que la inserción de los tubos que configuran las salidas es limpia, sin inserciones del tubo de la toma en el colector.



Fotografía 34: Hidrante 7. Detalles del estado interior de la sección 1, extremo toma H.



Fotografía 35: Hidrante 7. Detalles del estado interior de la sección 2, extremo toma A.

El estado del colector indica que es apto para su utilización en hidrantes de riego, ya que los puntos de corrosión encontrados son pequeños.

Así el colector cumple las normativas UNE EN 14267, 10746 y 10741 (AEN/CTN19 2001b; AEN/CTN68 2005).

2.7.6. Conclusiones.

Se recomienda comprobar el valor de regulación de caudal ya que no corresponde con el etiquetado en cada una de las tomas (1,9 l/s), a su vez no tiene sentido que todas las tomas regulen a este caudal cuando los contadores son de diferente diámetro.

La medición de caudal nominal del hidrante muestra una buena precisión con respecto a medido en el banco de ensayo, estando dentro de los valores que marca la norma UNE EN 14267.

En las condiciones de instalación los contadores de las tomas no se bloquean.

Las pérdidas de carga obtenidas son ligeramente superiores a lo que establece la norma UNE EN 14267 (Hidrantes para riego) para hidrantes de Tipo 4 (1,1 bar), no siendo significativa la diferencia.

Todas las tomas muestran una buena regulación del caudal ante la variación de presión a la entrada del mismo. El comportamiento es ligeramente mejor al ir aumentando presiones de entrada del hidrante (subiendo) que al ir disminuyéndolas (bajando), observándose ligeros procesos de histéresis en algunas tomas.

La respuesta de los hidrantes funcionando como limitadores de caudal es rápida en todos los hidrantes (inferiores a 10 segundos). Con todas se consigue y mantiene de forma estable el caudal.

La respuesta de los hidrantes en su función de reducción de presión es buena se consigue regular la presión de forma precisa y rápida, aunque para las tomas de 40 mm se observan ligeros procesos de histéresis que impiden la estabilización de la presión agua abajo de estas tomas.

El tiempo de respuesta es muy rápido en todos los casos, no superando los cuatro segundos con muy baja variabilidad.

No se presentan graves anomalías de funcionamiento en la apertura y cierre de tomas, tan solo señalar que se observan ligeros transitorios hidráulicos y ligeros fenómenos de histéresis en algunas tomas como consecuencia de inestabilidad de la válvula en la regulación de la presión de tarado.

La estanqueidad observada en los componentes del hidrante ensayado es buena. No se encuentran fugas en ningún punto del hidrante.

El material y tratamiento contra corrosión del colector parece adecuado detectando algunos puntos de oxidación debidos probablemente a restos de soldadura que se desprendieron posteriormente en el ensayo hidráulico.

Para terminar se recomienda comprobar la instalación del filtro cazapiedras ya que estos modelos están pensados para su instalación horizontal, en la posición actual es difícil la eliminación de los elementos retenidos.

2.7.7. Datos registrados ensayo Hidrante 7.

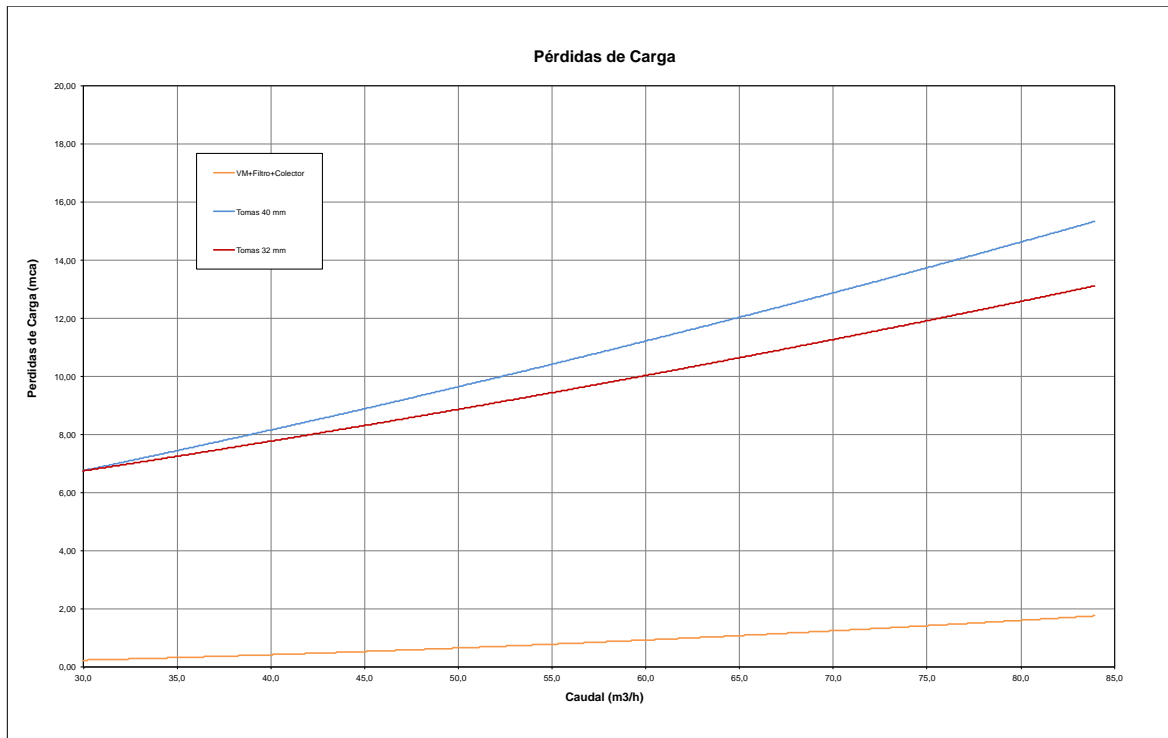
2.7.7.1. Verificación de la medición de caudal. Datos registrados.

Toma	pulso	Tiempo (s)	Q (m ³ /h)	Qmedio (m ³ /h)	ΔhN (A) mca	ΔhN (B) mca	ΔhN (C) mca	ΔhN (D) mca	ΔhN (F) mca	ΔhN (G) mca	ΔhN (H) mca	ΔhN (I) mca	ΔhN (J) mca	Q _{CEM} (m ³ /h)
A	1	10,610			12,06	11,57	13,04	12,84	11,28	10,25	9,57	12,37	12,54	68,05
	2	73,721	5,704		12,04	11,61	13,09	12,85	11,25	10,33	9,53	12,79	12,36	68,17
	3	136,831	5,704	5,704	12,18	11,74	13,16	12,90	11,36	10,34	9,68	12,59	12,81	68,09
B	1	223,770			12,26	11,79	13,29	13,03	11,56	10,47	9,85	12,25	12,74	67,95
	2	287,192	5,676		12,17	11,67	13,11	12,91	11,27	10,35	9,77	12,52	12,73	68,13
	3	350,661	5,672	5,674	12,20	11,78	13,11	12,89	11,48	10,41	9,86	12,47	12,59	68,15
C	1	410,802			12,29	11,83	13,16	12,93	11,44	10,61	9,87	12,91	12,82	68,09
	2	468,052	6,288		12,25	11,71	13,04	12,95	11,35	10,48	9,79	12,70	12,85	67,99
	3	525,350	6,283	6,286	12,36	11,90	13,37	13,10	11,57	10,61	9,92	13,24	12,92	68,01
D	1	625,496			12,51	12,01	13,41	13,27	11,78	10,66	10,12	12,81	13,08	67,87
	2	678,094	6,844		12,57	12,05	13,40	13,19	11,51	10,78	10,12	12,89	12,95	67,89
	3	730,629	6,853	6,849	12,41	11,96	13,35	13,19	11,68	10,75	10,08	12,54	12,94	67,91
E	1	809,103			12,33	11,84	13,30	12,99	11,35	10,55	9,92	12,71	12,92	67,87
	2	869,028	6,008		12,44	11,90	13,41	13,02	11,68	10,76	10,05	13,40	13,00	67,85
	3	928,842	6,019	6,013	12,47	11,98	13,45	13,08	11,59	10,71	10,12	12,85	12,95	67,95
F	1	999,094			12,51	11,98	13,39	13,27	11,57	10,75	10,14	13,00	12,96	67,91
	2	1057,611	6,152		12,41	11,96	13,36	13,07	11,51	10,71	10,08	12,78	12,93	67,85
	3	1116,143	6,150	6,151	12,50	11,92	13,25	13,16	11,53	10,63	10,09	13,24	12,91	67,75
G	1	1187,676			12,39	11,98	13,42	13,23	11,62	10,68	10,05	12,59	13,01	67,89
	2	1252,286	5,572		12,43	11,92	13,27	13,17	11,59	10,59	9,94	12,78	12,74	67,69
	3	1316,912	5,571	5,571	12,47	12,01	13,23	12,91	11,79	10,76	10,04	12,72	12,86	67,72
H	1	1374,241			12,66	12,14	13,49	13,36	11,69	10,84	10,25	12,73	13,19	67,77
	2	1439,304	5,533		12,67	12,11	13,42	13,37	11,66	10,90	10,32	13,02	13,01	67,62
	3	1504,368	5,533	5,533	12,48	12,13	13,48	13,34	11,79	10,88	10,18	13,21	13,20	67,56

Toma	pulso	Tiempo (s)	Q (m³/h)	Qmedio (m³/h)	ΔhN (A) mca	ΔhN (B) mca	ΔhN (C) mca	ΔhN (D) mca	ΔhN (F) mca	ΔhN (G) mca	ΔhN (H) mca	ΔhN (I) mca	ΔhN (J) mca	Q _{CEM} (m³/h)	
I	1	1585,931			12,56	12,19	13,46	13,41	11,79	10,90	10,37	12,98	13,28	67,59	
	2	1621,230	10,199		12,64	12,11	13,60	13,49	11,85	10,96	10,41	13,21	13,22	67,62	
	3	1656,543	10,194	10,197	12,53	12,07	13,50	13,33	11,80	10,81	10,27	13,02	13,19	67,47	
J	1	1732,468			12,46	11,96	13,47	13,34	11,74	10,77	10,19	13,10	13,29	67,89	
	2	1771,392	9,249		12,53	12,11	13,52	13,26	11,87	10,85	10,25	12,96	12,88	67,76	
	3	1810,331	9,245	9,247	12,63	12,18	13,61	13,35	11,84	10,90	10,39	13,00	13,18	67,70	
Medias					67,22	12,41	11,94	13,34	13,14	11,59	10,67	10,04	12,85	12,94	67,86

2.7.7.2. Perdidas de carga hidrante. Datos registrados.

Caudal CEM (m³/h)	Pérdidas de carga											
	VM+Filtro (mca)	Toma A (mca)	Toma B (mca)	Toma C (mca)	Toma D (mca)	Toma F (mca)	Toma G (mca)	Toma H (mca)	Toma I (mca)	Toma J (mca)	Toma Media 40 mm (mca)	Toma Media 32 mm (mca)
30,86	0,26	6,93	7,08	6,93	6,64	6,48	6,15	5,63	6,78	6,42	6,60	6,54
48,52	0,60	8,75	8,33	9,03	8,46	8,10	7,53	7,10	9,83	8,73	9,28	8,18
53,78	0,77	9,75	9,24	10,16	9,52	9,08	8,46	7,99	10,58	9,57	10,07	9,16
53,89	0,76	9,69	9,27	10,14	9,56	9,12	8,52	7,92	11,08	9,45	10,27	9,17
56,89	0,88	10,32	9,97	10,84	10,23	9,62	8,92	8,46	11,71	10,22	10,97	9,75
61,44	0,95	11,13	10,76	11,83	11,04	10,58	9,59	9,13	12,19	11,14	11,66	10,58
63,19	1,08	11,39	11,13	11,97	11,44	10,71	9,86	9,51	12,57	11,43	12,00	10,84
65,63	1,08	11,79	11,56	12,26	11,79	11,32	10,10	9,79	13,08	11,50	12,29	11,24
74,53	1,38	13,03	12,62	13,41	13,55	12,01	10,99	10,77	15,40	13,16	14,28	12,30
81,19	1,63	13,23	12,78	13,56	13,72	12,13	11,13	10,93	15,19	13,49	14,34	12,45
83,64	1,78	13,40	13,10	13,91	13,89	12,38	11,48	11,16	15,92	13,94	14,93	12,71
83,58	1,74	13,37	13,04	13,91	13,80	12,40	11,42	11,21	15,75	13,78	14,77	12,69
83,94	1,76	13,54	13,13	14,02	14,14	12,47	11,52	11,37	15,88	13,78	14,83	12,83
81,15	1,69	13,34	13,07	13,73	14,02	12,21	11,38	11,23	15,58	13,77	14,67	12,65
76,53	1,44	13,14	12,86	13,66	13,77	12,13	11,22	10,92	15,80	13,64	14,72	12,48
76,37	1,45	13,06	12,83	13,63	13,75	12,28	11,24	11,02	15,34	13,44	14,39	12,51
71,13	1,24	12,13	11,81	12,50	12,72	11,12	10,32	10,08	14,28	12,50	13,39	11,48
70,90	1,34	12,27	11,96	12,62	12,70	11,24	10,43	10,17	14,25	12,67	13,46	11,58
67,49	1,10	11,54	11,28	11,87	11,88	10,71	9,89	9,51	13,94	11,80	12,87	10,92
67,34	1,17	11,56	11,23	12,01	11,95	10,65	9,89	9,59	13,30	11,88	12,59	10,94
60,26	0,97	10,59	10,63	11,32	10,90	10,36	9,36	9,16	11,79	10,55	11,17	10,34
55,05	0,73	9,53	9,49	10,19	9,36	9,15	8,51	8,14	11,15	9,45	10,30	9,19
55,05	0,75	9,58	9,47	10,17	9,77	9,35	8,49	8,27	10,78	9,50	10,14	9,31
55,07	0,74	9,55	9,53	10,19	9,76	9,37	8,47	8,21	10,56	9,60	10,08	9,30
48,84	0,60	8,77	8,73	9,14	8,62	8,64	7,63	7,29	9,61	8,37	8,99	8,43
48,69	0,64	8,76	8,66	9,12	8,62	8,77	7,71	7,36	9,63	8,38	9,01	8,47
38,50	0,40	7,59	7,80	8,16	7,39	7,49	7,09	6,37	7,94	7,22	7,58	7,42
30,15	0,27	6,85	7,23	7,19	6,93	6,71	6,70	5,39	7,03	6,10	6,56	6,71
30,18	0,31	6,75	7,00	7,11	6,94	6,63	6,38	5,36	7,08	6,21	6,65	6,60
24,49	0,10	6,70	6,67	7,02	7,16	6,32	6,84	6,26	6,63	6,04	6,33	6,66
24,37	0,14	6,65	6,80	6,89	6,82	6,26	6,53	5,65	6,68	6,16	6,42	6,48
24,46	0,10	6,51	6,73	6,77	6,79	6,10	6,00	5,64	6,65	6,05	6,35	6,33

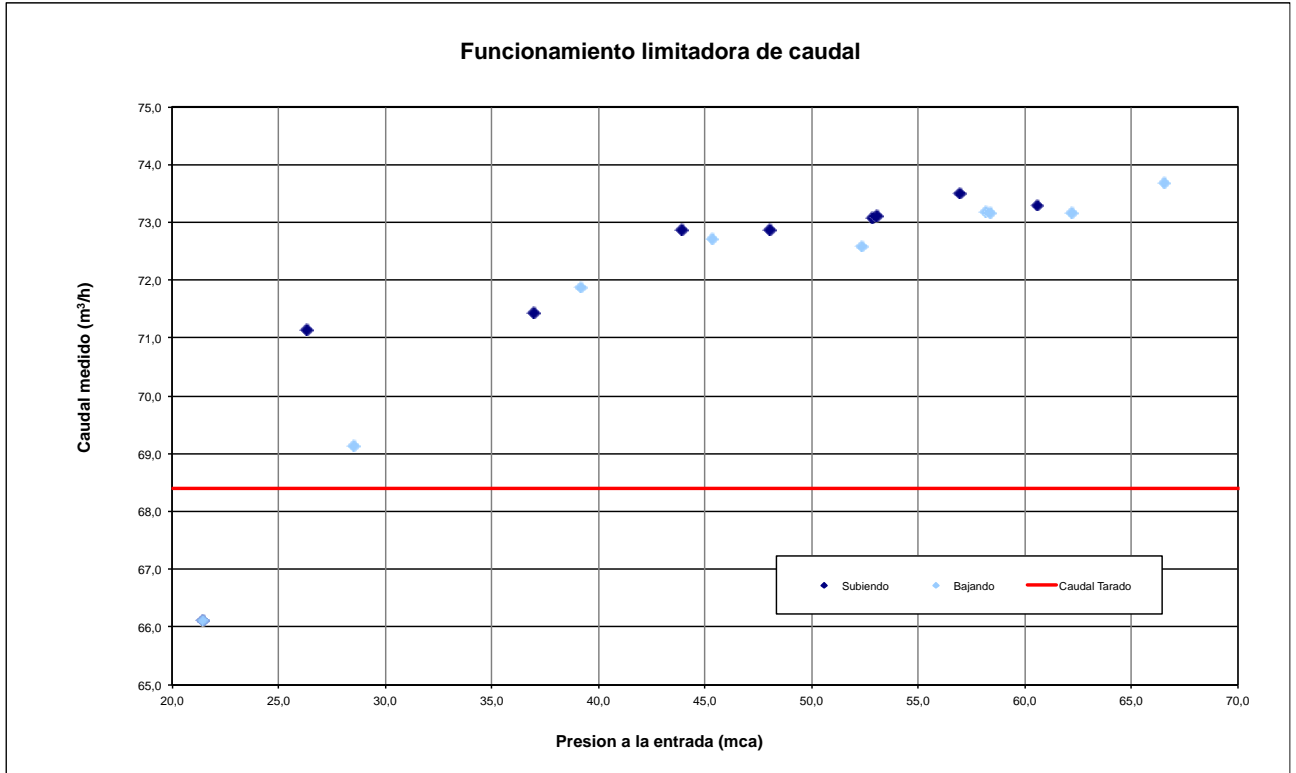


2.7.7.3. Regulación del hidrante como limitador de caudal.

Presión Aguas Arriba (mca)	Presión aguas abajo Toma (mca)									Q _{CEM} (m³/h)	ε(%)
	A	B	C	D	F	G	H	I	J		
66,53	1,34	8,26	9,32	12,51	6,80	9,29	18,04	10,35	9,829	73,68	-7,72
62,22	1,29	8,32	8,46	12,82	6,02	8,93	17,31	11,51	10,524	73,16	-6,95
58,17	1,33	8,16	8,65	12,00	5,87	8,70	15,82	9,93	13,686	73,17	-6,98
58,41	1,43	7,94	9,06	12,24	6,49	8,98	17,91	11,58	10,603	73,14	-6,94
52,38	1,38	8,24	8,76	13,72	6,19	6,88	18,63	10,39	10,016	72,59	-6,12
45,34	1,26	7,72	8,26	12,01	5,98	12,39	16,96	12,03	15,887	72,70	-6,28
39,18	1,35	7,57	8,15	11,93	6,23	7,05	16,62	12,05	13,565	71,87	-5,07
28,55	1,29	7,11	7,96	10,17	6,31	9,07	14,08	10,79	13,101	69,12	-1,05
21,42	1,27	6,57	7,21	9,52	5,72	7,82	10,85	9,82	11,625	66,11	3,34
21,42	1,26	6,60	7,18	9,57	5,73	8,01	10,70	9,80	11,423	66,12	3,33
26,31	1,31	7,13	7,70	12,02	6,27	8,97	14,21	10,50	13,655	71,14	-4,00
36,99	1,24	6,98	7,97	12,24	6,49	7,39	16,60	11,41	13,183	71,42	-4,42
43,95	1,25	7,80	8,41	10,58	6,10	10,80	16,92	9,36	16,715	72,87	-6,53
48,06	1,31	8,00	9,02	11,56	6,51	11,63	17,02	10,55	8,981	72,86	-6,52
52,84	1,27	6,80	8,57	12,06	6,77	9,10	17,59	10,04	17,358	73,09	-6,85
53,05	1,30	8,11	8,71	12,40	7,06	9,13	16,56	10,74	10,977	73,10	-6,87
56,98	1,30	7,98	9,00	12,74	7,94	10,58	16,45	12,36	9,798	73,51	-7,47
60,61	1,22	7,66	8,18	12,47	7,16	7,12	18,09	11,71	17,878	73,28	-7,13

Q _{medio} (m³/h) subida	71,93
Q _{medio} (m³/h) bajada	71,73
Error medio subida	-2,59
Error medio Bajada	-6,83
Desviación típica subida	2,33

Desviación típica bajada	2,50
Q_{medio} (m ³ /h)	71,83
Error medio	-5,01
Desviación típica	2,35



2.7.7.4. Tiempo de respuesta del piloto limitador de caudal.

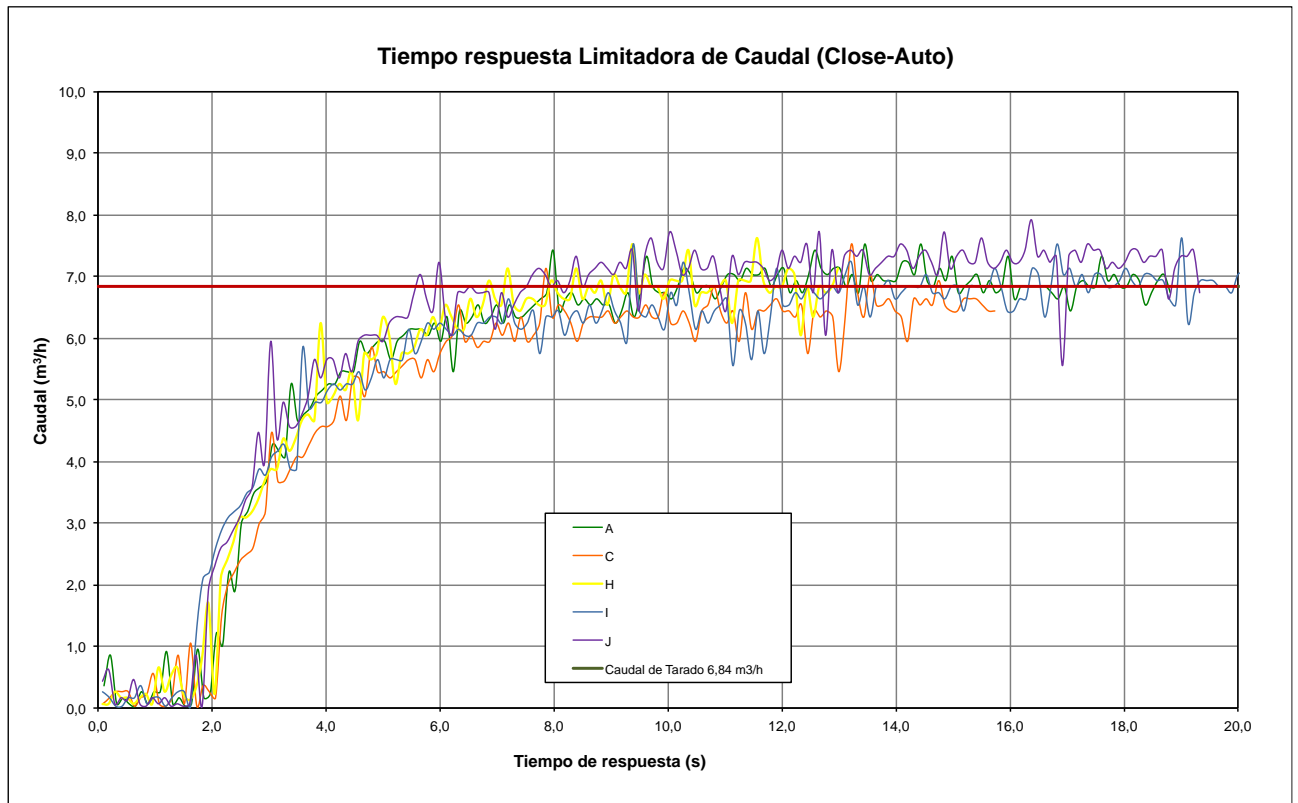
Toma A		Toma C		Toma H		Toma I		Toma J	
Tiempo (s)	Q_{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Q_{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Q_{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Q_{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Q_{CEM} (m ³ /h)
0,109	0,36	0,094	0,07	0,078	0,07	0,094	0,27	0,078	0,43
0,219	0,86	0,203	0,17	0,188	0,07	0,203	0,17	0,188	0,62
0,328	0,07	0,313	0,27	0,297	0,27	0,313	0,03	0,297	0,07
0,438	0,17	0,422	0,27	0,406	0,17	0,422	0,03	0,406	0,17
0,547	0,07	0,531	0,27	0,516	0,17	0,531	0,17	0,516	0,13
0,656	0,03	0,641	0,03	0,625	0,07	0,641	0,17	0,625	0,46
0,766	0,27	0,750	0,17	0,734	0,17	0,750	0,36	0,734	0,07
0,875	0,07	0,859	0,23	0,844	0,23	0,859	0,07	0,844	0,03
0,984	0,27	0,969	0,56	0,953	0,07	0,969	0,17	0,953	0,17
1,094	0,27	1,078	0,07	1,063	0,66	1,078	0,17	1,063	0,07
1,203	0,92	1,188	0,03	1,172	0,27	1,188	0,03	1,172	0,17
1,313	0,07	1,297	0,17	1,281	0,52	1,297	0,17	1,281	0,03
1,422	0,17	1,406	0,86	1,391	0,66	1,406	0,27	1,391	0,07
1,531	0,03	1,516	0,07	1,500	0,23	1,516	0,27	1,500	0,03
1,641	0,07	1,625	1,05	1,609	0,13	1,625	0,03	1,609	0,07
1,750	0,96	1,734	0,03	1,719	0,33	1,734	1,31	1,719	0,86
1,859	0,17	1,844	0,36	1,828	0,82	1,844	2,10	1,828	0,03
1,969	0,23	1,953	0,27	1,938	1,71	1,953	2,20	1,938	1,90
2,078	1,21	2,063	0,17	2,047	0,23	2,063	2,60	2,047	2,30
2,188	1,02	2,172	1,51	2,156	2,10	2,172	2,89	2,156	2,60
2,297	2,20	2,281	2,00	2,266	2,40	2,281	3,09	2,266	2,69
2,406	1,90	2,391	2,20	2,375	2,69	2,391	3,19	2,375	2,89
2,516	2,99	2,500	2,40	2,484	3,09	2,500	3,29	2,484	3,09
2,625	3,19	2,609	2,50	2,594	3,09	2,609	3,48	2,594	3,38
2,734	3,48	2,719	2,60	2,703	3,19	2,719	3,58	2,703	3,58
2,844	3,58	2,828	2,99	2,813	3,38	2,828	3,88	2,813	4,47

Toma A		Toma C		Toma H		Toma I		Toma J	
Tiempo (s)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Q _{CEM} (m ³ /h)
2,953	3,68	2,938	3,19	2,922	3,68	2,938	3,78	2,922	3,98
3,063	4,27	3,047	4,47	3,031	3,88	3,047	4,07	3,031	5,95
3,172	4,17	3,156	3,68	3,141	3,88	3,156	4,17	3,141	4,37
3,281	4,07	3,266	3,68	3,250	4,37	3,266	4,27	3,250	4,96
3,391	5,26	3,375	3,88	3,359	4,17	3,375	3,88	3,359	4,57
3,500	4,67	3,484	4,07	3,469	4,37	3,484	3,88	3,469	4,57
3,609	4,77	3,594	4,07	3,578	4,67	3,594	5,85	3,578	4,77
3,719	4,86	3,703	4,27	3,688	4,77	3,703	4,86	3,688	5,06
3,828	5,06	3,813	4,47	3,797	4,67	3,813	4,96	3,797	5,65
3,938	5,16	3,922	4,57	3,906	6,24	3,922	4,96	3,906	5,36
4,047	5,26	4,031	4,57	4,016	4,96	4,031	5,16	4,016	5,65
4,156	5,26	4,141	4,67	4,125	5,06	4,141	5,26	4,125	5,65
4,266	5,46	4,250	5,06	4,234	5,26	4,250	5,16	4,234	5,36
4,375	5,46	4,359	4,67	4,344	5,16	4,359	5,26	4,344	5,75
4,484	5,46	4,469	5,36	4,453	5,46	4,469	5,26	4,453	5,46
4,594	5,95	4,578	5,36	4,563	4,67	4,578	5,46	4,563	5,95
4,703	5,75	4,688	5,06	4,672	5,75	4,688	5,16	4,672	6,05
4,813	5,85	4,797	5,85	4,781	5,65	4,797	5,36	4,781	6,05
4,922	5,95	4,906	5,46	4,891	5,75	4,906	5,65	4,891	6,05
5,031	5,95	5,016	5,46	5,000	6,34	5,016	5,36	5,000	5,95
5,141	5,65	5,125	5,36	5,109	6,05	5,125	5,65	5,109	6,24
5,250	5,95	5,234	5,46	5,219	5,26	5,234	5,65	5,219	6,34
5,359	6,05	5,344	5,55	5,328	5,75	5,344	5,65	5,328	6,34
5,469	6,15	5,453	5,65	5,438	5,75	5,453	6,15	5,438	6,34
5,578	6,15	5,563	5,65	5,547	5,85	5,563	5,75	5,547	6,74
5,688	6,15	5,672	5,36	5,656	6,15	5,672	5,95	5,656	7,03
5,797	6,05	5,781	5,65	5,766	6,05	5,781	6,24	5,766	6,64
5,906	6,24	5,891	5,46	5,875	6,34	5,891	6,15	5,875	6,44
6,016	5,95	6,000	5,75	5,984	6,15	6,000	6,24	5,984	7,23
6,125	6,34	6,109	5,95	6,094	6,54	6,109	6,15	6,094	6,34
6,234	5,46	6,219	6,05	6,203	6,34	6,219	6,05	6,203	6,05
6,344	6,44	6,328	6,54	6,313	6,15	6,328	6,15	6,313	6,74
6,453	6,24	6,438	5,95	6,422	6,15	6,438	6,05	6,422	6,74
6,563	6,34	6,547	6,05	6,531	6,64	6,547	6,05	6,531	6,84
6,672	6,54	6,656	5,85	6,641	6,34	6,656	6,24	6,641	6,74
6,781	6,24	6,766	5,95	6,750	6,54	6,766	6,24	6,750	6,74
6,891	6,34	6,875	5,95	6,859	6,94	6,875	6,34	6,859	6,74
7,000	6,54	6,984	6,24	6,969	6,64	6,984	6,34	6,969	6,15
7,109	6,24	7,094	6,05	7,078	6,54	7,094	6,24	7,078	6,74
7,219	6,54	7,203	6,24	7,188	7,13	7,203	6,64	7,188	6,34
7,328	6,34	7,313	5,95	7,297	6,54	7,313	6,24	7,297	6,54
7,438	6,34	7,422	6,34	7,406	6,44	7,422	6,15	7,406	6,74
7,547	6,44	7,531	5,95	7,516	6,64	7,531	6,24	7,516	6,84
7,656	6,54	7,641	6,05	7,625	6,64	7,641	6,44	7,625	7,03
7,766	6,64	7,750	6,24	7,734	6,54	7,750	5,75	7,734	7,13
7,875	6,74	7,859	7,13	7,844	6,54	7,859	6,34	7,844	7,03
7,984	7,43	7,969	6,34	7,953	6,94	7,969	6,34	7,953	6,84
8,094	6,44	8,078	6,54	8,063	6,74	8,078	6,44	8,063	6,94
8,203	6,64	8,188	6,44	8,172	6,64	8,188	6,05	8,172	6,74
8,313	6,74	8,297	6,24	8,281	6,64	8,297	6,34	8,281	6,94
8,422	6,54	8,406	5,95	8,391	7,13	8,406	6,44	8,391	7,33
8,531	6,64	8,516	6,24	8,500	6,64	8,516	6,24	8,500	6,84
8,641	6,54	8,625	6,34	8,609	6,84	8,625	6,54	8,609	7,03
8,750	6,64	8,734	6,34	8,719	6,74	8,734	6,24	8,719	7,13
8,859	6,54	8,844	6,34	8,828	6,94	8,844	6,44	8,828	7,23
8,969	6,54	8,953	6,44	8,938	6,54	8,953	6,74	8,938	7,13
9,078	6,24	9,063	6,24	9,047	7,03	9,063	6,44	9,047	7,03
9,188	6,44	9,172	6,34	9,156	6,84	9,172	6,24	9,156	7,23
9,297	6,74	9,281	6,44	9,266	6,74	9,281	5,95	9,266	7,13
9,406	6,34	9,391	6,34	9,375	7,53	9,391	7,53	9,375	7,43
9,516	6,74	9,500	6,34	9,484	6,74	9,500	6,44	9,484	6,44
9,625	7,33	9,609	6,54	9,594	7,03	9,609	6,34	9,594	7,33
9,734	6,84	9,719	6,34	9,703	6,84	9,719	6,54	9,703	7,63
9,844	6,74	9,828	6,34	9,813	6,84	9,828	6,34	9,813	7,23
9,953	6,74	9,938	6,74	9,922	6,64	9,938	6,15	9,922	7,13
10,063	6,64	10,047	6,24	10,031	6,94	10,047	6,74	10,031	7,72
10,172	6,84	10,156	6,24	10,141	6,94	10,156	6,54	10,141	7,43
10,281	7,13	10,266	6,44	10,250	6,94	10,266	7,23	10,250	7,03
10,391	7,03	10,375	6,24	10,359	7,43	10,375	6,74	10,359	7,13
10,500	6,74	10,484	5,95	10,469	6,54	10,484	6,15	10,469	7,43
10,609	6,84	10,594	6,44	10,578	6,74	10,594	6,44	10,578	7,13
10,719	6,84	10,703	6,54	10,688	6,74	10,703	6,24	10,688	7,13
10,828	6,64	10,813	6,84	10,797	6,84	10,813	6,44	10,797	7,33
10,938	6,84	10,922	6,44	10,906	6,84	10,922	6,54	10,906	6,84

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Toma A		Toma C		Toma H		Toma I		Toma J	
Tiempo (s)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Q _{CEM} (m ³ /h)
11,047	7,03	11,031	6,24	11,016	6,94	11,031	6,64	11,016	6,44
11,156	7,03	11,141	6,44	11,125	6,24	11,141	5,55	11,125	7,33
11,266	6,94	11,250	5,95	11,234	6,94	11,250	6,44	11,234	7,03
11,375	7,13	11,359	6,74	11,344	6,94	11,359	6,24	11,344	7,23
11,484	7,03	11,469	6,15	11,453	6,94	11,469	5,65	11,453	7,23
11,594	7,03	11,578	6,44	11,563	7,63	11,578	6,44	11,563	7,23
11,703	7,13	11,688	6,44	11,672	6,94	11,688	5,75	11,672	7,13
11,813	6,84	11,797	6,54	11,781	6,74	11,797	6,34	11,781	6,94
11,922	7,03	11,906	6,64	11,891	6,84	11,906	7,13	11,891	7,03
12,031	7,13	12,016	6,44	12,000	6,84	12,016	6,54	12,000	7,43
12,141	6,74	12,125	6,44	12,109	7,13	12,125	6,54	12,109	7,13
12,250	6,94	12,234	6,34	12,219	7,03	12,234	6,74	12,219	7,33
12,359	6,74	12,344	6,54	12,328	6,05	12,344	6,64	12,328	7,23
12,469	7,03	12,453	5,75	12,438	6,84	12,453	6,84	12,438	7,53
12,578	7,43	12,563	6,44	12,547	6,34	12,563	6,74	12,547	6,74
12,688	7,13	12,672	6,34	12,656	6,84	12,672	6,64	12,656	7,72
12,797	7,03	12,781	6,44	12,766	6,74	12,781	6,74	12,766	6,05
12,906	7,13	12,891	6,34	12,875	6,84	12,891	6,84	12,875	7,43
13,016	7,13	13,000	5,46	12,984	7,13	13,000	6,74	12,984	6,74
13,125	6,84	13,109	6,34			13,109	7,03	13,094	7,33
13,234	7,03	13,219	7,53			13,219	7,23	13,203	7,43
13,344	6,74	13,328	6,74			13,328	6,54	13,313	7,33
13,453	7,53	13,438	6,34			13,438	6,84	13,422	7,43
13,563	6,94	13,547	7,03			13,547	6,34	13,531	7,03
13,672	7,03	13,656	6,54			13,656	6,84	13,641	7,13
13,781	6,94	13,766	6,54			13,766	6,84	13,750	7,23
13,891	6,94	13,875	6,64			13,875	6,94	13,859	7,33
14,000	6,94	13,984	6,44			13,984	6,64	13,969	7,33
14,109	7,23	14,094	6,34			14,094	6,74	14,078	7,53
14,219	7,23	14,203	5,95			14,203	6,84	14,188	7,43
14,328	7,03	14,313	6,64			14,313	6,84	14,297	7,13
14,438	7,53	14,422	6,54			14,422	6,84	14,406	7,33
14,547	6,94	14,531	6,64			14,531	7,03	14,516	7,43
14,656	6,84	14,641	6,54			14,641	6,74	14,625	7,23
14,766	7,13	14,750	6,94			14,750	6,74	14,734	7,03
14,875	6,94	14,859	6,54			14,859	6,64	14,844	7,72
14,984	7,33	14,969	6,44			14,969	6,84	14,953	7,13
15,094	6,74	15,078	6,44			15,078	6,84	15,063	7,33
15,203	6,84	15,188	6,64			15,188	6,44	15,172	7,43
15,313	6,94	15,297	6,64			15,297	6,84	15,281	7,23
15,422	7,03	15,406	6,64			15,406	6,84	15,391	7,23
15,531	6,74	15,516	6,54			15,516	6,84	15,500	7,63
15,641	6,94	15,625	6,44			15,625	6,84	15,609	7,23
15,750	6,74	15,734	6,44			15,734	7,13	15,719	7,13
15,859	6,84					15,844	6,84	15,828	7,23
15,969	7,33					15,953	6,44	15,938	7,43
16,078	6,64					16,063	6,44	16,047	7,23
16,188	6,84					16,172	6,64	16,156	7,23
16,297	6,84					16,281	6,64	16,266	7,43
16,406	6,84					16,391	7,13	16,375	7,92
16,516	6,84					16,500	7,03	16,484	7,33
16,625	6,84					16,609	6,34	16,594	7,43
16,734	6,74					16,719	6,84	16,703	7,23
16,844	6,64					16,828	7,53	16,813	7,33
16,953	6,84					16,938	7,03	16,922	5,55
17,063	6,44					17,047	7,13	17,031	7,33
17,172	6,84					17,156	6,84	17,141	7,43
17,281	6,94					17,266	7,03	17,250	7,23
17,391	6,84					17,375	6,74	17,359	7,53
17,500	6,84					17,484	7,03	17,469	7,43
17,609	7,33					17,594	7,03	17,578	7,43
17,719	6,94					17,703	6,84	17,688	7,13
17,828	7,03					17,813	6,84	17,797	7,23
17,938	6,84					17,922	6,94	17,906	7,13
18,047	6,84					18,031	7,13	18,016	7,23
18,156	7,03					18,141	6,94	18,125	7,43
18,266	6,94					18,250	6,84	18,234	7,43
18,375	6,54					18,359	7,03	18,344	7,23
18,484	6,74					18,469	7,03	18,453	7,33
18,594	6,94					18,578	6,94	18,563	7,33
18,703	7,03					18,688	6,94	18,672	7,43
18,813	6,74					18,797	6,64	18,781	6,64
						18,906	6,54	18,891	7,13
						19,016	7,63	19,000	7,33
						19,125	6,24	19,109	7,33

Toma A		Toma C		Toma H		Toma I		Toma J	
Tiempo (s)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Q _{CEM} (m ³ /h)	Tiempo (s)	Q _{CEM} (m ³ /h)
						19,234	6,74	19,219	7,43
						19,344	6,94	19,328	6,74
						19,453	6,94		
						19,563	6,94		
						19,672	6,84		
						19,781	6,84		
						19,891	6,74		
						20,000	7,03		
						20,110	7,03		
						20,219	6,84		
						20,328	7,13		
						20,438	7,03		
						20,547	6,74		
						20,656	7,23		
						20,766	6,94		
						20,875	7,03		
						20,985	6,44		
						21,094	7,03		
						21,203	6,84		
						21,313	6,74		
						21,422	6,84		
						21,531	6,74		
						21,641	6,24		
						21,750	6,54		
						21,860	6,94		
						21,969	6,74		
						22,078	6,74		
						22,188	6,74		
						22,297	6,64		
						22,406	6,94		
						22,516	6,15		
						22,625	6,74		
						22,735	6,74		
						22,844	6,64		
						22,953	7,03		
						23,063	6,64		
						23,172	6,74		
						23,281	6,74		
						23,391	6,44		
						23,500	6,74		
						23,610	6,64		
						23,719	6,54		
						23,828	6,94		
						23,938	6,34		
						24,047	6,54		
						24,156	6,54		
						24,266	6,64		
						24,375	7,13		
						24,485	6,84		
						24,594	6,64		
						24,703	6,54		

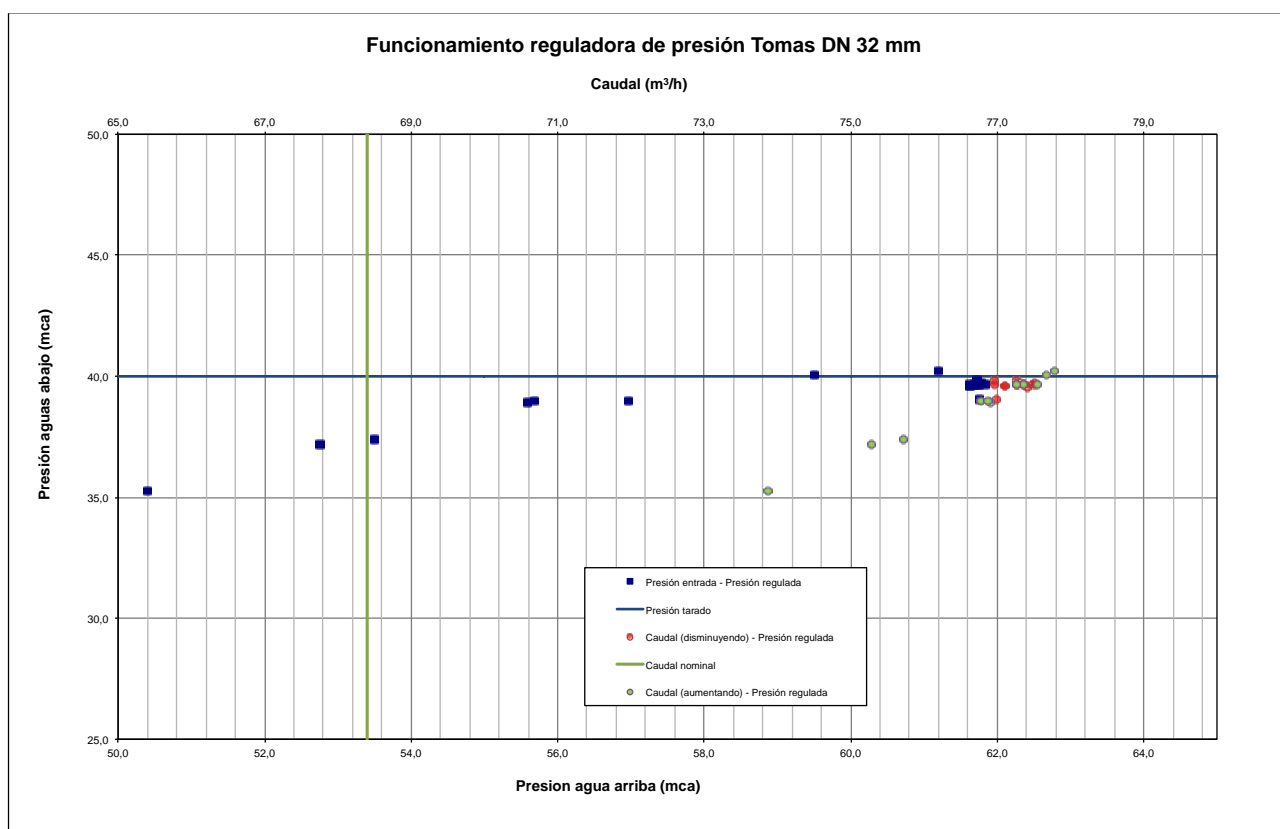


2.7.7.5. Regulación de los hidrantes como reductores de presión.

Presión Aguas Arriba (mca)	Presión aguas abajo Toma (mca)										Q _{CEM} (m³/h)	
	A	B	C	D	F	G	H	I	J	Media 32 mm		Media 40 mm
66,31	38,86	40,20	38,73	40,44	40,36	39,63	39,38	40,48	40,51	39,68	40,43	77,50
66,37	39,09	40,08	39,01	40,37	40,39	40,00	39,78	40,30	40,43	39,81	40,41	77,26
66,28	38,83	40,02	38,94	40,16	40,18	39,47	40,06	40,06	40,46	39,65	40,32	77,53
66,36	38,86	40,19	38,91	40,35	40,54	39,80	39,53	40,31	40,76	39,71	40,65	77,50
66,18	38,63	39,96	38,65	40,21	39,87	39,77	39,15	40,52	40,60	39,55	40,24	77,41
61,77	38,32	39,71	38,13	38,99	40,57	39,40	38,90	39,89	41,01	39,05	40,79	76,98
61,73	39,16	40,17	39,04	40,15	40,87	40,35	39,41	40,51	40,92	39,83	40,90	76,96
61,68	39,21	40,00	38,75	40,40	40,61	39,94	39,28	40,19	40,52	39,68	40,57	76,96
61,62	39,06	39,97	38,78	39,88	40,57	39,93	39,09	40,44	40,78	39,59	40,67	77,11
61,63	39,05	39,98	38,75	40,03	40,48	40,13	39,12	40,23	40,83	39,61	40,65	77,09
61,79	39,05	40,11	38,88	40,07	40,53	40,02	39,03	40,69	40,51	39,69	40,52	77,32
61,75	38,93	40,07	38,82	40,08	40,34	40,00	39,29	40,48	40,53	39,67	40,44	77,37
61,72	39,03	40,22	38,67	40,14	40,58	40,13	39,17	40,44	40,35	39,69	40,47	77,29
61,64	39,02	40,15	38,74	39,98	40,44	40,02	39,13	40,40	40,38	39,64	40,41	77,26
61,74	39,18	40,02	38,87	40,28	40,56	40,04	38,96	40,44	40,72	39,68	40,64	77,36
61,83	39,01	40,19	38,81	40,13	40,77	40,05	39,23	40,23	40,53	39,67	40,65	77,26
56,97	38,96	39,22	38,25	38,27	40,61	40,13	38,98	39,06	40,95	38,98	40,78	76,78
53,50	37,97	37,49	36,70	35,81	39,99	38,68	38,59	36,63	40,71	37,41	40,35	75,71
50,41	35,86	35,19	34,35	33,59	38,93	36,42	36,86	34,37	39,94	35,23	39,43	73,87
52,75	37,93	37,11	36,17	35,33	40,67	38,38	38,91	36,42	41,59	37,18	41,13	75,28
55,59	39,68	39,14	38,36	37,27	40,74	40,30	39,55	38,32	41,05	38,95	40,89	76,92
55,69	39,58	39,30	38,50	37,34	40,98	40,26	39,63	38,35	41,02	38,99	41,00	76,87
59,51	39,82	40,54	39,18	39,96	40,74	40,57	39,56	40,67	41,10	40,04	40,92	77,67

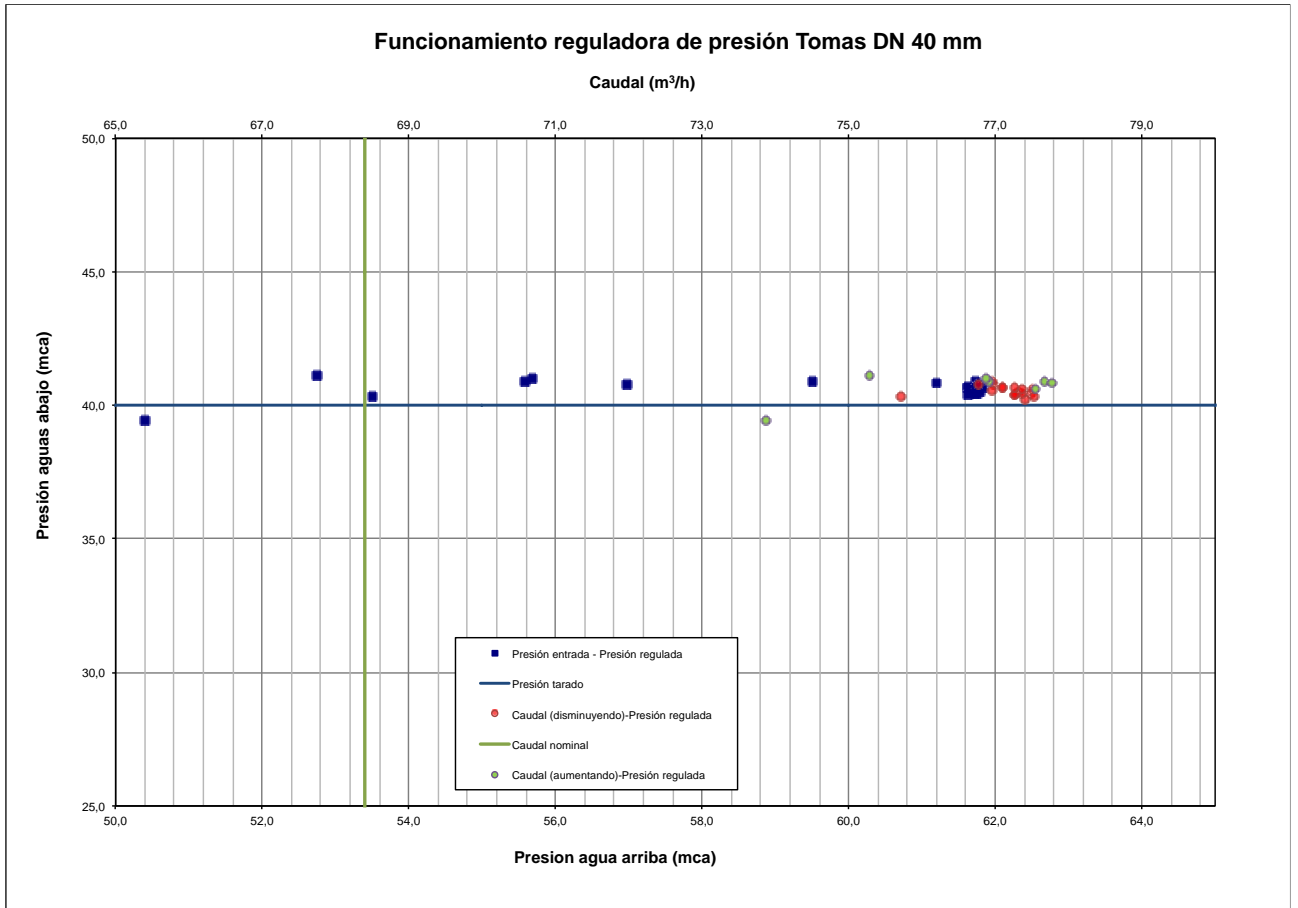
Presión Aguas Arriba (mca)	Presión aguas abajo Toma (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)	
	A	B	C	D	F	G	H	I	J	Media 32 mm		Media 40 mm
61,21	39,79	40,62	39,45	40,58	40,73	40,72	39,65	40,78	40,94	40,23	40,84	77,78
66,00	39,12	40,29	38,93	40,21	40,35	40,31	38,35	40,50	40,87	39,67	40,61	77,54

Toma	PTR(mca)	PTR _{Medida} (mca)	ε (%)	SE
A	40	39,11	2,8	0,78
B	40	40,29	1,00	1,23
C	40	38,41	3,96	1,10
D	40	39,20	2,00	1,87
F	40	39,78	0,55	0,87
G	40	39,14	2,14	0,60
H	40	39,63	0,93	1,62
I	40	40,72	-1,80	0,33
J	40	40,46	-1,14	0,41
Tomas 32 ¹⁰	40	39,23	1,91	1,09
Tomas 40 ¹¹	40	40,59	-1,47	0,33

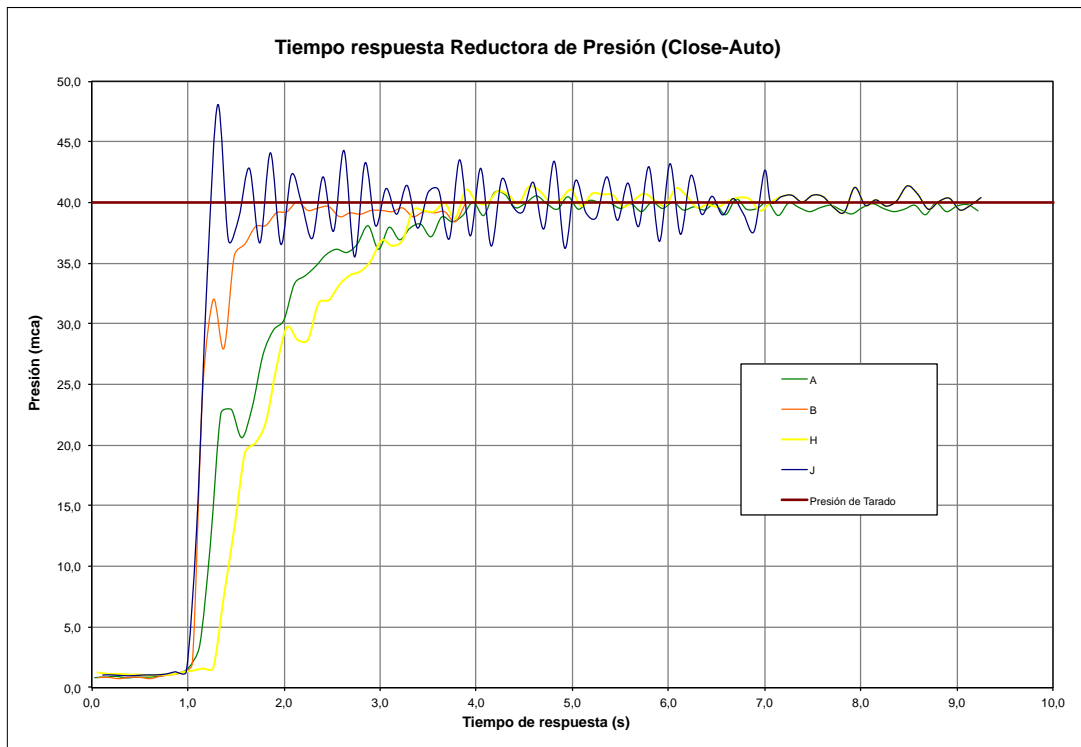


¹⁰ Valor medio de la presión registrada para las tomas de 32 mm.

¹¹ Valor medio de la presión registrada para las tomas de 40 mm.



2.7.7.6. Tiempo de respuesta del piloto reductor de presión.



Toma A			Toma B			Toma H			Toma J		
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)
0,031	70,00	0,87	0,063	69,62	0,85	0,063	70,26	1,26	0,109	68,86	1,05
0,141	69,69	0,87	0,172	69,81	0,85	0,172	70,32	1,14	0,219	69,24	1,05
0,250	70,19	0,93	0,281	70,07	0,74	0,281	70,38	1,14	0,328	69,30	0,99
0,359	69,81	0,80	0,391	69,75	0,85	0,391	70,77	1,07	0,438	68,86	0,99
0,469	69,94	0,87	0,500	70,26	0,85	0,500	70,51	1,07	0,547	69,37	1,05
0,578	69,94	0,87	0,609	69,49	0,74	0,609	70,77	1,01	0,656	68,67	1,05
0,688	69,88	0,93	0,719	69,88	0,95	0,719	70,51	1,07	0,766	68,99	1,11
0,797	69,62	1,06	0,828	69,69	1,05	0,828	70,51	1,07	0,875	69,05	1,31
0,906	69,43	1,19	0,938	69,43	1,26	0,938	71,02	1,26	0,984	68,92	1,31
1,016	69,75	1,71	1,047	69,11	1,99	1,047	70,07	1,39	1,094	66,82	13,35
1,125	68,92	3,52	1,156	67,71	24,65	1,156	70,19	1,58	1,203	67,78	34,17
1,234	67,65	11,81	1,266	67,91	32,00	1,266	70,26	1,65	1,313	66,95	48,07
1,344	68,48	22,62	1,375	67,84	27,96	1,375	68,16	7,54	1,422	67,59	36,92
1,453	68,10	22,94	1,484	67,52	35,62	1,484	69,49	13,12	1,531	67,52	38,78
1,563	68,35	20,61	1,594	67,52	36,55	1,594	68,10	19,33	1,641	67,21	42,82
1,672	67,84	23,20	1,703	67,27	38,00	1,703	68,86	20,16	1,750	67,27	36,67
1,781	67,84	27,41	1,813	67,84	38,11	1,813	67,97	21,89	1,859	67,33	44,10
1,891	67,97	29,48	1,922	67,59	39,14	1,922	68,60	26,38	1,969	67,65	36,54
2,000	67,97	30,32	2,031	67,59	39,24	2,031	67,59	29,71	2,078	67,21	42,31
2,109	67,91	33,30	2,141	67,46	40,07	2,141	67,97	28,68	2,188	67,46	39,81
2,219	67,40	33,94	2,250	67,27	39,35	2,250	68,03	28,68	2,297	67,71	37,05
2,328	67,84	34,72	2,359	67,59	39,55	2,359	67,84	31,70	2,406	67,40	42,11
2,438	67,91	35,69	2,469	67,84	39,66	2,469	67,84	31,95	2,516	67,27	37,63
2,547	67,59	36,15	2,578	67,33	38,83	2,578	67,84	33,23	2,625	67,71	44,29
2,656	67,97	35,89	2,688	67,40	39,14	2,688	68,03	34,00	2,734	67,52	35,52
2,766	67,78	36,60	2,797	67,59	39,04	2,797	67,46	34,32	2,844	67,65	43,27
2,875	67,52	38,09	2,906	67,52	39,35	2,906	67,97	35,22	2,953	67,33	38,08
2,984	67,97	36,15	3,016	67,27	39,35	3,016	67,65	36,89	3,063	67,46	41,15
3,094	67,46	37,96	3,125	67,78	39,24	3,125	67,59	36,44	3,172	67,21	39,04
3,203	67,71	36,92	3,234	67,21	39,55	3,234	67,52	36,89	3,281	67,52	41,41
3,313	67,97	37,89	3,344	67,65	38,83	3,344	67,65	39,38	3,391	67,52	37,89
3,422	67,71	38,22	3,453	67,59	39,24	3,453	67,65	39,32	3,500	67,59	40,83
3,531	67,52	37,18	3,563	67,27	39,14	3,563	67,59	39,26	3,609	67,65	41,02
3,641	67,65	38,80	3,672	67,65	39,24	3,672	67,84	39,96	3,719	67,52	36,99
3,750	67,65	38,41	3,781	66,95	38,42	3,781	67,33	38,68	3,828	67,78	43,52
3,859	67,40	38,93	3,891	68,03	39,97	3,891	67,59	41,05	3,938	67,40	37,25
3,969	67,84	40,03	4,000	67,02	39,14	4,000	67,40	40,09	4,047	67,52	42,82
4,078	67,14	38,93	4,109	67,84	38,83	4,109	67,27	39,90	4,156	67,46	36,41
4,188	67,84	40,81	4,219	68,03	39,86	4,219	67,59	40,92	4,266	67,46	41,92
4,297	67,65	40,68	4,328	67,27	38,31	4,328	67,40	40,67	4,375	67,59	39,74
4,406	67,27	39,58	4,438	67,40	39,14	4,438	67,14	39,90	4,484	67,21	39,23
4,516	67,59	39,96	4,547	67,59	38,83	4,547	67,59	41,31	4,594	67,59	41,67
4,625	67,71	40,55	4,656	67,14	38,62	4,656	67,65	40,99	4,703	67,08	37,82
4,734	67,52	39,90	4,766	67,65	39,24	4,766	67,27	40,09	4,813	67,84	43,40
4,844	67,40	39,45	4,875	67,14	38,93	4,875	67,65	40,22	4,922	67,21	36,22
4,953	67,65	40,48	4,985	67,65	39,14	4,985	67,33	41,05	5,031	67,65	41,79
5,063	67,40	39,45	5,094	67,33	39,66	5,094	67,84	39,70	5,141	67,40	39,17
5,172	67,59	40,16	5,203	67,65	38,73	5,203	67,33	40,73	5,250	67,52	38,78
5,281	67,59	40,03	5,313	67,46	38,93	5,313	67,65	40,67	5,359	67,46	42,11
5,391	67,52	39,96	5,422	67,46	38,93	5,422	67,40	40,60	5,469	67,59	38,53
5,500	67,78	39,51	5,531	67,59	39,14	5,531	67,65	39,64	5,578	67,33	41,60
5,610	67,46	39,90	5,641	67,40	38,52	5,641	67,46	40,22	5,688	67,27	38,01
5,719	67,40	39,25	5,750	67,46	39,24	5,750	67,40	40,73	5,797	67,84	42,95
5,828	67,78	40,03	5,860	67,52	39,04	5,860	67,52	40,15	5,906	67,21	36,80
5,938	67,46	39,51	5,969	67,65	39,14	5,969	67,33	39,77	6,016	67,91	43,20
6,047	67,71	40,03	6,078	67,21	38,21	6,078	67,65	41,18	6,125	67,52	37,37
6,156	67,21	39,38	6,188	67,71	39,24	6,188	67,46	40,54	6,234	67,46	42,24
6,266	67,59	39,64	6,297	67,65	39,24	6,297	67,52	39,58	6,344	67,91	39,04
6,375	67,65	39,38	6,406	67,21	38,31	6,406	67,65	39,83	6,453	67,08	40,51
6,485	67,71	39,90	6,516	67,46	36,66	6,516	67,27	39,64	6,563	67,52	38,97
6,594	67,71	38,99	6,625	68,16	29,00	6,625	67,65	40,15	6,672	67,78	40,32
6,703	67,65	40,29	6,735	68,03	20,51	6,735	67,21	40,41	6,781	67,46	39,04
6,813	67,46	39,45	6,844	68,92	15,44	6,844	67,59	40,28	6,891	67,59	37,63
6,922	67,65	39,51	6,953	71,02	1,16	6,953	67,40	39,32	7,000	67,52	42,63
7,031	67,84	40,03	7,063	70,19	0,12	7,063	67,40	40,02	7,063	67,40	40,02
7,141	67,08	38,93				7,172	67,65	40,47	7,172	67,65	40,47
7,250	67,59	39,96				7,281	67,21	40,60	7,281	67,21	40,60
7,360	67,27	39,58				7,391	67,71	40,02	7,391	67,71	40,02
7,469	67,84	39,25				7,500	67,40	40,60	7,500	67,40	40,60
7,578	67,27	39,58				7,610	68,03	40,47	7,610	68,03	40,47
7,688	67,46	39,77				7,719	67,08	39,58	7,719	67,08	39,58
7,797	67,91	39,38				7,828	67,21	39,19	7,828	67,21	39,19
7,906	67,27	39,06				7,938	67,91	41,24	7,938	67,91	41,24
8,016	67,84	39,58				8,047	66,95	39,77	8,047	66,95	39,77

Toma A			Toma B			Toma H			Toma J		
Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)	Tiempo (s)	Paa (mca)	Pab (mca)
8,125	67,71	39,90				8,156	68,22	40,22	8,156	68,22	40,22
8,235	67,59	39,51				8,266	67,02	39,70	8,266	67,02	39,70
8,344	67,46	39,25				8,375	68,03	40,15	8,375	68,03	40,15
8,453	67,97	39,45				8,485	67,33	41,37	8,485	67,33	41,37
8,563	67,14	39,77				8,594	67,65	40,67	8,594	67,65	40,67
8,672	67,84	38,99				8,703	67,14	39,45	8,703	67,14	39,45
8,781	67,91	39,96				8,813	67,65	40,09	8,813	67,65	40,09
8,891	67,40	39,25				8,922	67,46	40,34	8,922	67,46	40,34
9,000	67,52	39,71				9,031	67,40	39,38	9,031	67,40	39,38
9,110	68,29	39,83				9,141	67,65	39,77	9,141	67,65	39,77
9,219	67,46	39,32				9,250	67,91	40,41	9,250	67,91	40,41

2.7.7.7. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	
0,109	67,587	38,80	38,56	38,93	39,32	39,75	37,42	39,38	40,23	42,88	71,15
0,219	67,333	38,73	39,33	38,52	39,13	39,65	41,19	39,45	40,46	36,92	71,15
0,328	67,587	38,93	38,88	38,42	39,51	39,85	32,49	39,96	40,61	42,43	70,66
0,438	67,142	39,25	39,14	38,62	38,81	39,75	40,30	39,90	40,57	38,08	71,25
0,547	67,460	38,41	38,76	38,73	40,02	39,75	37,87	39,96	40,46	40,77	71,15
0,656	67,333	39,12	39,08	39,04	39,39	39,85	43,50	39,77	40,27	40,38	71,15
0,766	67,333	39,25	39,01	38,83	38,62	40,26	32,87	39,96	40,23	38,33	72,24
0,875	67,206	38,35	38,37	38,42	39,32	39,54	40,68	39,96	40,27	42,88	71,15
0,984	67,333	39,19	39,27	38,62	39,64	40,47	40,94	38,94	40,30	37,89	71,25
1,094	67,651	39,19	39,21	39,45	39,26	40,26	32,87	39,64	40,42	42,24	71,25
1,203	67,333	38,86	38,63	38,11	39,39	39,34	41,83	40,22	40,42	38,08	71,45
1,313	67,460	38,93	38,56	39,14	39,64	39,13	42,09	38,74	40,27	41,41	70,86
1,422	67,651	39,25	39,72	38,62	39,58	40,47	33,77	40,41	40,61	39,68	71,25
1,531	67,270	38,67	38,50	38,62	39,20	38,51	39,79	38,81	40,23	38,78	71,65
1,641	67,270	39,19	38,63	38,73	40,15	40,57	42,73	40,02	40,42	41,47	71,15
1,750	67,651	39,12	39,27	38,62	39,64	39,96	33,32	39,38	40,03	39,36	71,05
1,859	67,142	38,93	38,37	38,52	39,32	40,26	41,39	39,64	40,54	38,97	71,15
1,969	67,524	38,93	38,88	38,83	39,32	39,75	39,15	39,51	40,19	41,92	70,95
2,078	67,587	38,99	39,14	38,83	39,00	40,16	33,38	40,22	40,42	38,59	71,15
2,188	67,206	38,61	38,31	38,83	40,28	39,96	37,48	38,49	40,23	38,27	71,05
2,297	67,397	39,06	38,76	38,62	40,09	39,13	42,09	39,58	40,46	44,04	70,66
2,406	67,969	39,25	39,72	39,35	39,77	40,26	31,27	40,15	40,50	35,20	70,95
2,516	66,952	38,73	38,56	38,31	38,88	39,03	39,85	38,87	40,19	42,37	70,95
2,625	67,587	38,86	38,82	38,62	39,20	39,85	43,05	39,96	39,03	39,30	71,15
2,734	67,270	39,19	39,27	38,93	39,58	40,47	34,79	39,06	37,14	38,59	71,25
2,844	67,333	38,86	39,01	38,73	39,07	39,65	39,40	39,77	35,21	40,45	70,95
2,953	66,952	38,35	38,50	38,11	39,13	39,13	38,57	39,58	33,36	38,85	71,84
3,063	67,715	39,64	39,01	39,35	40,15	39,54	43,63	40,02	31,63	40,51	71,05
3,172	67,333	39,51	39,33	38,93	38,94	39,85	33,64	38,49	30,16	38,14	70,26
3,281	67,333	38,54	38,63	39,04	38,81	39,03	40,11	39,96	28,62	40,90	71,55
3,391	67,270	39,12	39,01	38,21	39,77	39,23	39,72	39,51	27,23	39,36	72,24
3,500	67,842	39,12	39,27	39,35	39,32	40,06	34,34	39,83	26,00	41,15	71,05
3,609	67,142	38,80	38,88	38,31	38,62	39,13	40,11	39,58	24,61	37,69	70,66
3,719	67,651	39,19	38,82	38,83	39,83	40,47	35,43	39,13	23,53	42,18	71,15
3,828	67,206	38,80	38,82	38,52	38,94	39,54	42,09	39,32	22,14	37,50	70,66
3,938	67,270	39,12	38,69	38,52	38,94	39,23	37,87	39,90	21,49	41,41	71,35

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	
4,047	67,270	38,67	39,14	38,62	39,20	39,44	42,22	39,70	20,25	37,63	70,07
4,156	67,587	39,19	38,63	38,93	40,40	40,57	35,63	39,90	19,52	41,09	71,25
4,266	67,460	39,25	39,33	38,42	39,96	39,54	42,99	39,51	18,71	39,81	70,95
4,375	67,333	39,06	38,50	38,83	39,77	40,06	36,20	39,70	17,90	39,36	71,35
4,484	67,333	38,99	39,14	38,83	38,30	40,68	41,45	39,64	17,05	42,69	70,76
4,594	67,397	38,86	38,95	38,93	38,43	40,26	33,26	40,22	16,32	36,67	71,25
4,703	67,397	39,12	39,08	38,21	39,39	39,65	41,26	38,68	15,55	43,40	71,15
4,813	67,333	38,80	38,82	39,24	39,45	39,65	42,15	40,79	14,78	37,63	71,05
4,922	67,397	39,06	39,21	38,52	39,70	39,75	32,10	39,26	14,32	42,50	70,95
5,031	67,397	39,06	39,08	38,11	38,94	39,13	41,58	38,62	13,55	38,21	71,74
5,141	67,142	38,48	38,31	38,42	38,18	39,44	40,04	40,67	13,12	41,22	70,86
5,250	67,715	39,38	39,59	39,24	40,98	39,54	36,84	39,51	12,39	39,81	72,04
5,359	67,142	38,54	38,50	38,11	38,62	39,96	41,13	39,77	12,12	37,95	71,15
5,469	68,160	39,25	39,01	39,45	39,26	40,98	34,98	40,22	11,35	43,14	71,25
5,578	66,952	38,86	38,88	38,21	38,05	39,23	38,06	39,06	11,04	35,64	71,25
5,688	67,715	38,93	38,56	39,04	39,20	39,85	42,67	39,26	10,46	43,46	71,35
5,797	67,206	39,45	39,08	38,73	39,89	40,06	35,43	39,32	10,08	39,04	70,95
5,906	67,079	38,67	38,69	38,21	38,88	38,82	40,68	39,19	9,65	39,68	71,05
6,016	67,778	39,12	38,95	38,83	40,21	40,06	39,34	39,83	9,30	41,09	71,15
6,125	67,270	38,80	39,08	38,52	39,51	39,75	34,28	39,51	8,96	38,14	71,15
6,234	67,079	38,61	38,44	38,42	37,54	39,75	39,02	38,81	8,53	42,37	71,15
6,344	67,778	39,51	39,85	38,73	40,21	39,23	38,31	40,34	8,19	38,91	70,95
6,453	67,587	38,73	39,21	38,52	39,58	39,23	37,93	40,60	7,92	39,10	71,25
6,563	67,142	38,86	38,44	38,52	39,00	39,75	40,36	38,94	7,72	40,70	71,05
6,672	67,587	38,93	39,27	39,04	40,40	40,37	35,75	39,45	7,34	39,49	71,15
6,781	67,142	39,32	38,50	38,62	40,02	39,34	41,58	39,06	7,22	38,91	71,05
6,891	67,651	38,80	39,53	38,62	38,24	40,16	39,79	40,54	6,80	41,22	70,95
7,000	67,333	39,19	39,33	38,62	38,24	39,75	39,85	39,70	6,80	39,17	70,26
7,109	67,651	38,93	38,76	38,62	40,02	39,96	40,75	38,81	6,30	39,10	70,86
7,219	67,587	39,19	39,14	38,83	39,70	39,34	33,19	40,60	6,37	41,92	71,15
7,328	67,270	38,73	38,63	38,62	39,00	39,54	39,40	39,77	5,99	37,37	71,05
7,438	67,460	38,73	38,88	38,62	39,58	40,16	36,07	39,13	5,95	43,40	71,05
7,547	67,778	39,06	39,21	39,24	39,13	39,23	42,99	39,96	5,64	38,14	71,05
7,656	66,952	38,15	38,24	37,59	38,56	39,75	31,85	38,68	5,29	37,31	71,05
7,766	67,524	39,32	38,82	35,93	38,69	39,03	41,45	39,64	5,18	43,84	70,95
7,875	68,096	39,38	40,10	26,41	40,91	40,78	39,91	41,37	5,02	37,69	71,05
7,984	68,350	39,64	39,40	18,34	39,51	40,16	34,73	39,06	4,99	40,83	70,95
8,094	69,304	39,32	40,17	9,64	40,59	42,12	44,20	40,86	4,72	40,19	70,95
8,203	70,003	39,77	40,42	-0,08	37,86	39,34	34,73	40,73	4,68	43,27	70,86
8,313	69,939	37,70	38,11	-0,19	37,73	35,01	43,18	38,42	4,37	35,39	70,76
8,422	69,558	38,86	38,31	-0,19	39,45	42,53	39,85	38,87	4,37	43,97	70,36
8,531	69,749	38,86	39,59	0,23	39,20	42,53	34,60	39,45	4,21	36,28	69,38
8,641	69,685	39,32	38,82	0,54	38,50	31,51	42,92	39,26	4,21	40,32	69,57
8,750	70,194	38,93	39,27	0,85	38,94	39,65	36,07	40,28	3,91	40,83	68,69
8,859	69,113	38,48	38,56	0,95	38,69	40,16	38,76	39,45	3,83	35,32	68,39
8,969	69,876	39,06	38,69	1,05	39,58	38,82	36,14	39,26	3,64	44,16	66,91
9,078	69,685	38,86	39,78	1,05	38,18	34,50	43,31	39,58	3,60	36,54	68,19
9,188	69,876	38,48	38,88	0,95	40,53	42,74	30,18	39,26	3,48	42,05	67,70
9,297	69,685	39,45	39,40	1,05	39,20	42,63	42,73	39,64	3,37	38,85	67,40
9,406	69,749	38,35	38,69	0,85	39,64	31,41	41,58	39,26	3,44	38,21	67,11
9,516	70,130	39,71	39,46	0,85	39,39	41,19	32,49	40,54	3,21	41,92	66,42

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	
9,625	69,304	38,09	38,63	0,85	38,43	42,74	40,62	38,62	3,17	37,50	66,91
9,734	69,939	38,93	38,95	0,85	39,45	36,45	41,39	39,90	3,06	43,84	66,32
9,844	70,003	38,80	39,08	0,95	39,58	44,28	34,98	39,13	3,06	36,60	66,12
9,953	69,622	38,93	38,76	0,95	39,20	29,45	41,77	39,58	2,90	41,86	66,02
10,063	70,066	39,32	39,27	0,95	39,70	40,98	35,75	39,96	2,90	38,27	65,63
10,172	69,431	38,73	39,01	0,85	39,77	38,51	38,19	39,13	2,75	39,74	65,53
10,281	69,876	39,06	39,01	0,95	39,26	42,53	38,12	39,38	2,90	39,04	64,54
10,391	69,622	38,28	38,56	0,74	38,81	36,25	42,79	39,96	2,60	39,81	65,43
10,500	70,321	39,25	39,98	0,95	38,62	44,79	30,63	39,83	2,79	38,91	65,43
10,610	69,685	38,41	38,56	0,95	39,70	37,79	39,91	38,81	2,44	38,59	65,04
10,719	69,622	38,80	38,63	0,95	38,56	41,09	39,98	40,60	2,52	42,63	64,35
10,828	69,812	39,25	39,21	0,85	35,44	38,51	40,30	38,49	2,36	36,54	65,04
10,938	69,939	38,93	39,27	0,85	33,60	41,60	37,23	40,09	2,40	43,27	64,54
11,047	70,257	39,06	39,21	0,85	31,57	39,23	36,07	39,58	2,33	37,37	64,44
11,156	70,194	38,86	39,78	0,85	13,70	41,40	44,39	39,38	2,33	42,37	65,33
11,266	71,211	39,06	39,53	0,95	17,51	39,54	30,89	40,86	2,44	39,17	64,25
11,375	71,020	39,12	39,59	0,85	8,80	39,13	42,79	39,70	2,33	40,00	63,85
11,485	74,325	40,94	41,52	0,85	-8,68	41,71	35,63	42,65	2,33	43,33	63,66
11,594	71,783	37,57	32,79	0,85	9,69	36,45	42,15	37,72	2,40	36,16	63,46
11,703	72,037	38,35	34,20	0,85	3,59	37,18	38,12	38,49	2,36	41,92	62,87
11,813	71,656	38,48	42,29	0,74	1,93	40,06	30,38	39,96	2,13	39,10	62,08
11,922	72,164	38,41	39,85	0,95	2,57	41,60	43,88	40,15	2,29	41,28	61,49
12,031	72,101	38,48	39,53	0,74	1,55	38,20	39,79	39,13	1,94	37,95	60,89
12,141	71,719	38,73	39,08	0,95	1,49	41,71	38,89	38,49	2,17	40,32	60,60
12,250	72,037	38,48	34,27	0,85	1,36	34,91	39,34	40,41	1,98	39,55	60,40
12,360	71,910	38,48	42,54	0,85	1,30	42,63	33,45	39,51	2,06	36,80	60,01
12,469	71,719	38,93	38,31	0,85	0,98	37,90	42,79	39,06	1,94	43,27	60,20
12,578	71,973	38,35	38,44	0,85	0,85	40,16	36,65	39,58	2,02	37,12	59,31
12,688	71,910	38,73	40,94	0,95	1,24	40,78	41,96	39,38	1,86	43,14	58,03
12,797	72,418	39,06	37,73	0,95	0,98	41,40	35,11	40,67	2,02	37,05	58,53
12,906	71,528	38,61	39,08	0,85	0,98	38,72	41,26	37,46	1,79	41,67	58,13
13,016	72,101	38,99	37,99	0,85	1,04	40,88	33,83	39,45	1,67	37,82	57,14
13,125	71,465	37,63	39,33	0,85	1,17	37,69	42,54	39,96	1,71	40,45	58,82
13,235	72,228	38,41	39,40	0,74	0,92	39,96	37,23	38,55	1,59	40,96	57,64
13,344	71,528	39,19	38,56	0,85	0,92	41,60	34,15	39,32	1,71	36,54	57,64
13,453	72,355	38,54	40,81	0,85	1,04	39,96	43,88	40,73	1,48	43,40	57,05
13,563	72,291	39,45	36,90	0,74	0,79	25,44	33,77	38,94	1,63	37,37	56,95
13,672	72,545	38,54	40,30	0,95	1,04	20,70	42,86	39,13	1,55	41,73	56,95
13,781	75,787	40,87	44,21	0,74	0,92	-2,57	38,63	42,65	1,67	43,40	57,14
13,891	72,990	38,35	32,40	0,74	0,41	-2,88	41,96	37,78	1,63	36,16	56,16
14,000	73,690	38,41	33,37	0,85	-0,04	0,93	34,60	39,58	1,71	40,90	55,67
14,110	73,054	38,86	42,35	0,85	0,98	2,37	42,22	39,00	1,44	39,49	55,07
14,219	73,880	38,73	40,36	0,85	0,73	0,52	36,33	39,83	1,59	40,51	54,48
14,328	73,054	38,35	36,45	0,85	0,66	-0,10	38,95	39,77	1,75	39,17	53,40
14,438	73,372	38,93	41,07	0,85	0,66	1,03	43,50	39,38	1,59	40,77	53,89
14,547	73,690	38,35	38,44	0,74	0,79	1,65	35,24	38,62	1,59	39,49	53,30
14,656	72,927	39,06	39,40	0,95	0,85	0,93	38,51	39,58	1,48	39,30	52,90
14,766	73,944	38,67	39,14	0,85	0,92	0,93	42,79	40,34	1,55	40,70	51,82
14,875	73,308	38,67	40,10	0,85	0,79	0,93	31,40	39,06	1,48	38,78	52,02
14,985	73,245	38,48	38,50	0,85	0,98	1,03	41,77	38,42	1,63	40,38	51,52
15,094	73,817	39,12	40,36	0,95	0,85	0,93	33,51	40,92	1,44	40,38	51,82

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	
15,203	73,118	38,86	38,76	0,85	0,92	1,03	42,35	38,42	1,52	37,82	51,23
15,313	73,753	38,41	39,85	0,85	0,79	1,03	37,16	40,67	1,36	42,56	50,73
15,422	73,372	38,28	38,37	0,85	0,98	1,03	41,90	38,49	1,52	37,25	50,54
15,531	73,181	38,80	40,17	0,74	0,79	0,93	36,78	39,00	1,28	40,96	50,44
15,641	73,245	38,61	38,88	0,85	0,92	1,03	41,45	39,96	1,52	39,74	50,34
15,750	73,753	38,99	39,40	0,85	0,92	0,93	37,93	39,19	1,32	38,40	50,04
15,860	73,245	38,80	39,14	0,85	0,92	0,93	41,19	39,90	1,48	41,73	49,85
15,969	73,690	38,41	40,17	0,95	0,85	0,83	32,49	40,09	1,36	38,14	49,06
16,078	73,245	38,61	37,99	1,05	0,92	1,03	38,31	38,23	1,44	40,26	49,15
16,188	73,817	38,35	40,17	0,95	0,79	0,93	30,31	40,09	1,32	40,38	48,96
16,297	74,198	39,77	39,65	0,85	0,92	1,14	17,77	39,51	1,40	39,49	48,76
16,406	77,122	40,22	41,52	0,85	0,79	0,93	-5,86	41,88	1,44	43,52	48,37
16,516	74,389	36,66	35,81	0,85	0,60	0,83	-3,30	36,82	1,17	36,60	48,17
16,625	74,897	37,18	39,40	0,85	-0,04	0,72	4,83	39,13	1,40	39,87	48,56
16,735	75,152	39,38	40,17	0,85	0,92	0,72	0,80	40,92	0,98	42,05	47,18
16,844	75,152	38,15	38,24	0,85	1,11	1,03	0,42	38,10	1,36	37,82	47,18
16,953	75,152	39,12	40,17	0,85	0,98	0,62	0,42	40,60	1,21	39,87	46,69
17,063	74,897	38,28	38,18	0,74	0,92	0,72	0,67	38,62	1,28	40,38	45,41
17,172	74,961	38,35	39,65	0,85	1,04	0,83	1,38	39,19	1,13	38,78	45,41
17,281	75,152	38,41	39,33	0,85	0,98	1,03	0,80	40,22	1,32	40,26	45,11
17,391	74,961	38,48	38,24	0,85	0,79	0,83	0,87	38,42	1,13	39,42	44,12
17,500	75,279	38,28	39,91	0,85	0,92	0,93	1,12	38,94	1,21	39,94	44,42
17,610	74,897	38,22	38,37	0,74	0,98	0,93	1,06	39,32	0,98	39,10	44,22
17,719	75,088	38,22	39,59	0,74	0,85	0,83	0,93	39,90	1,21	40,06	44,32
17,828	74,707	38,41	39,14	0,74	0,79	0,83	1,19	38,81	1,13	39,04	43,83
17,938	75,152	38,09	39,27	0,74	0,85	0,93	0,99	39,70	1,25	40,00	44,52
18,047	75,342	38,61	38,88	0,85	1,04	0,93	1,06	40,67	1,13	40,19	43,43
18,156	74,961	38,48	39,01	0,74	0,85	0,93	1,12	37,91	1,17	38,59	42,84
18,266	75,152	38,54	39,21	0,85	0,98	1,03	0,93	40,15	1,32	40,45	42,55
18,375	75,597	38,09	39,98	0,85	0,85	1,03	1,06	38,74	1,28	39,81	42,25
18,485	75,406	38,67	39,14	0,95	0,85	0,93	1,06	34,77	1,28	39,10	43,04
18,594	75,406	37,89	38,50	0,74	0,85	0,83	1,06	30,41	1,13	39,62	42,05
18,703	75,787	38,61	39,85	0,85	0,85	0,93	1,06	29,33	1,21	40,13	41,95
18,813	76,614	39,06	39,59	0,85	0,85	0,83	1,06	14,97	1,17	40,45	41,76
18,922	76,169	37,83	37,92	0,85	0,73	1,03	0,99	12,16	1,28	38,40	41,56
19,031	78,266	39,71	41,13	0,74	0,92	0,93	0,99	7,67	1,09	41,22	40,87
19,141	77,313	37,50	36,77	0,85	0,92	1,03	0,67	1,46	1,32	41,99	40,38
19,250	78,076	34,53	38,18	0,74	1,24	0,93	0,67	1,58	1,05	35,96	39,88
19,360	76,614	39,38	39,85	0,85	0,54	0,93	0,23	1,01	1,25	40,45	39,19
19,469	78,076	37,89	39,46	0,85	0,92	0,83	0,93	1,20	1,05	40,58	38,90
19,578	77,376	38,28	38,37	0,85	1,17	0,83	1,19	1,33	1,05	38,14	38,21
19,688	76,741	37,96	38,44	0,74	0,73	0,72	1,12	1,14	1,13	39,74	37,71
19,797	77,885	38,41	39,27	0,85	0,85	0,83	0,99	0,94	1,01	39,74	36,92
19,907	77,440	38,09	39,33	0,85	0,85	0,83	0,93	0,94	1,17	39,68	37,71
20,016	76,995	37,96	38,56	0,74	0,92	0,93	1,19	1,01	1,01	38,72	36,43
20,125	77,313	38,15	39,53	0,85	1,04	0,93	0,99	1,01	1,09	39,94	35,15
20,235	77,376	38,41	38,82	0,85	0,85	0,83	0,99	1,14	1,01	39,74	35,05
20,344	77,186	38,48	39,14	0,85	0,85	0,93	1,12	1,20	1,09	39,17	34,56
20,453	77,440	37,76	38,69	0,85	0,92	0,83	0,93	1,20	1,05	39,23	34,26
20,563	77,376	38,15	38,63	0,95	0,85	0,93	1,06	1,14	1,13	39,49	33,87
20,672	77,186	38,15	39,65	0,85	0,85	0,72	1,06	1,14	0,98	39,62	33,57

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	
20,782	78,139	38,54	39,33	0,85	0,85	0,93	1,19	1,07	1,17	40,13	33,57
20,891	77,503	37,89	39,27	0,85	0,79	0,83	1,06	1,01	1,01	39,42	33,17
21,000	77,059	37,96	37,54	0,85	0,85	0,93	0,99	0,94	1,09	38,78	32,88
21,110	77,631	38,22	40,68	0,74	0,85	0,72	1,06	1,01	0,98	39,62	32,19
21,219	77,313	38,02	38,56	0,85	0,85	0,93	1,06	1,01	1,05	40,26	31,60
21,328	77,821	38,48	39,33	0,74	0,79	0,83	0,99	1,07	0,98	39,04	31,79
21,438	77,376	37,63	38,63	0,74	0,79	0,93	0,99	1,14	1,09	39,23	30,81
21,547	77,186	38,48	38,37	0,85	0,79	0,72	0,99	1,07	0,94	39,81	31,40
21,657	77,249	37,76	39,46	0,85	0,85	0,93	1,06	1,07	1,05	39,55	31,30
21,766	77,440	39,19	38,69	0,85	0,85	0,93	1,06	1,14	1,17	39,62	32,09
21,875	77,885	36,86	39,46	0,85	0,92	0,93	1,06	1,14	1,09	39,23	31,40
21,985	76,550	38,22	38,44	0,85	0,79	0,93	1,06	1,07	1,21	39,10	31,00
22,094	77,821	38,80	41,32	0,95	0,85	0,93	1,06	1,01	1,05	39,87	30,91
22,203	77,567	37,38	37,47	0,85	0,92	1,03	0,99	1,01	1,21	40,26	30,41
22,313	77,059	38,54	39,53	0,85	0,79	0,93	1,06	1,01	1,01	38,33	31,10
22,422	77,122	38,15	38,88	0,85	0,92	1,03	1,06	1,07	1,17	39,55	30,22
22,532	77,503	37,50	39,21	0,95	0,92	0,83	0,99	1,01	0,94	39,87	30,12
22,641	77,821	39,64	39,65	0,85	0,85	0,93	1,06	1,20	1,21	38,21	29,92
22,750	77,631	36,53	38,82	0,85	0,79	0,93	0,99	1,14	1,09	32,18	29,72
22,860	80,936	41,19	43,76	0,95	1,17	1,03	1,06	1,07	1,25	9,31	29,82
22,969	77,821	33,56	33,05	0,74	0,54	0,93	0,93	1,07	1,13	2,84	29,13
23,078	78,838	39,90	43,06	0,85	1,55	1,03	1,12	1,07	1,28	2,14	29,33
23,188	78,775	39,25	37,79	0,95	1,36	0,93	1,12	1,01	1,01	1,56	28,44
23,297	78,203	36,60	38,88	0,85	0,85	0,93	0,99	1,07	1,36	1,18	28,24
23,407	78,648	39,45	38,88	0,85	1,30	0,83	1,12	1,07	1,21	0,92	27,95
23,516	78,266	38,93	40,10	0,85	1,17	0,93	1,06	1,01	0,90	0,86	27,65
23,625	78,965	36,79	37,73	0,85	1,04	0,83	0,99	1,07	1,17	0,79	27,45
23,735	78,203	39,77	40,49	0,85	0,92	0,83	1,06	1,07	0,86	0,79	26,86
23,844	78,393	38,15	38,05	0,85	0,92	0,93	0,99	1,14	1,05	0,86	27,26
23,953	78,584	38,15	40,04	0,85	0,92	0,83	0,87	1,07	0,86	0,86	26,76
24,063	78,965	38,99	38,24	0,74	0,92	0,93	0,99	1,07	1,09	0,99	27,35
24,172	78,775	38,41	39,98	0,85	0,79	0,72	0,87	1,01	0,94	0,99	26,37
24,282	78,584	38,61	37,92	0,85	0,92	0,93	1,12	1,01	1,09	1,05	26,37
24,391	78,711	39,32	40,30	0,85	0,85	0,83	0,99	1,01	0,86	1,05	26,76
24,500	78,648	38,80	38,76	0,74	0,92	0,93	0,99	1,01	0,98	1,05	24,59
24,610	78,330	38,67	38,05	0,74	0,79	0,72	0,99	1,01	0,94	0,99	25,28
24,719	78,330	38,35	39,14	0,85	0,98	0,83	0,99	1,07	0,98	0,99	24,99
24,828	78,902	38,80	39,46	0,85	0,85	0,83	1,06	1,14	0,98	0,99	25,97
24,938	78,648	38,41	38,44	0,74	0,73	0,93	0,99	1,07	0,98	0,99	25,09
25,047	78,584	37,44	39,14	0,74	0,79	0,83	0,93	1,14	0,90	0,99	24,69
25,157	78,902	38,67	39,33	0,85	0,85	0,83	0,99	1,14	0,98	0,86	23,31
25,266	78,902	38,02	38,37	0,74	0,85	0,93	0,99	1,07	1,13	0,99	24,10
25,375	78,902	37,44	39,14	0,74	0,79	0,83	0,99	1,01	1,09	0,92	24,59
25,485	78,203	38,67	39,08	0,85	0,92	0,93	1,06	1,07	1,09	1,05	23,90
25,594	79,410	37,70	38,88	0,85	1,04	0,93	1,06	1,01	1,01	0,99	23,61
25,703	78,330	38,41	39,01	0,85	0,85	1,03	0,93	1,07	1,13	0,99	24,20
25,813	78,457	37,44	37,92	0,85	0,92	0,83	1,06	1,07	0,98	0,99	23,80
25,922	78,648	37,76	40,10	0,85	1,04	1,03	1,12	1,14	1,09	0,99	23,61
26,032	78,965	38,80	38,31	0,85	0,92	0,83	1,06	1,07	0,94	0,99	23,80
26,141	78,203	37,38	38,88	0,85	0,85	0,93	1,06	1,14	1,05	0,99	23,70
26,250	78,457	38,41	38,69	0,85	0,92	0,83	1,06	1,14	0,90	0,99	23,80

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	
26,360	78,203	38,54	39,33	0,74	0,98	0,83	1,06	1,07	0,98	0,99	23,31
26,469	78,457	37,05	38,50	0,85	0,98	0,83	1,06	1,01	0,90	0,99	23,31
26,578	78,521	38,48	40,04	0,74	0,73	0,83	0,99	1,01	0,98	0,99	23,11
26,688	78,902	38,48	38,95	0,85	0,85	0,83	1,06	1,07	0,90	0,99	22,82
26,797	78,266	36,53	37,73	0,85	0,98	0,83	0,99	1,07	0,90	0,99	23,11
26,907	78,965	39,38	39,91	0,85	0,92	0,83	0,99	1,07	1,01	0,92	22,62
27,016	78,521	37,96	38,88	0,85	0,79	0,83	0,99	1,07	0,82	0,99	23,01
27,125	78,965	37,76	39,33	0,85	0,79	0,83	0,99	1,07	0,90	0,92	22,82
27,235	78,266	38,35	37,86	0,74	0,98	0,83	0,99	1,07	0,82	0,99	22,82
27,344	81,444	40,81	42,80	0,85	1,11	0,93	1,19	1,14	1,05	0,99	22,92
27,453	78,775	33,81	35,36	0,85	0,47	0,42	0,93	1,07	1,01	0,99	22,32
27,563	80,745	36,79	38,44	0,85	1,68	1,03	1,44	1,14	1,05	0,99	22,92
27,672	79,283	40,22	41,90	0,85	1,36	0,93	1,12	1,14	0,94	0,99	21,73
27,782	79,538	37,89	36,51	0,74	0,60	0,93	1,06	1,07	1,13	0,99	21,73
27,891	79,983	39,12	40,23	0,85	1,04	0,72	1,12	0,94	0,82	1,05	21,14
28,000	79,665	38,54	38,82	0,85	0,85	0,93	1,12	1,14	1,09	0,99	21,04
28,110	79,665	38,93	38,56	0,85	0,73	0,83	1,06	1,07	0,98	1,05	20,84
28,219	79,728	37,31	39,01	0,74	0,85	0,93	0,99	1,07	1,05	0,99	20,55
28,328	79,792	39,32	38,82	0,85	0,85	0,83	1,06	1,14	0,98	1,05	20,45
28,438	79,983	38,73	39,01	0,85	0,98	0,93	1,06	1,14	1,17	0,99	20,05
28,547	79,919	37,44	38,95	0,85	0,73	0,83	1,06	1,07	1,05	0,99	19,76
28,657	80,110	40,29	38,88	0,85	0,79	0,93	0,93	1,14	1,09	0,99	19,36
28,766	79,601	37,05	38,88	0,85	0,98	0,93	1,12	1,07	0,98	0,99	19,66
28,875	80,110	38,80	38,88	0,85	0,98	0,93	1,06	1,07	1,09	0,99	19,46
28,985	79,601	39,90	39,46	0,85	0,92	0,93	0,99	1,07	1,05	0,99	19,17
29,094	80,110	35,69	38,05	0,74	0,73	0,72	0,93	1,07	0,82	0,92	18,87
29,203	79,665	40,42	39,01	0,85	0,85	0,83	1,06	1,14	1,01	0,99	18,67
29,313	79,601	38,02	40,30	0,85	0,92	0,83	0,99	1,07	0,82	0,99	18,97
29,422	80,046	38,93	38,56	0,85	0,92	0,93	0,99	1,14	0,98	0,99	18,28
29,532	79,855	38,67	38,44	0,85	0,85	0,72	0,93	1,07	0,94	0,99	18,28
29,641	79,283	37,89	39,33	0,95	0,92	0,93	1,12	1,07	1,01	0,99	17,39
29,750	80,173	40,03	39,14	0,85	0,98	0,72	1,06	1,01	0,82	0,99	17,79
29,860	79,538	37,05	38,11	0,85	0,85	0,93	1,06	1,07	1,09	0,99	17,88
29,969	79,601	39,71	39,27	0,85	0,85	0,72	1,06	1,07	0,86	0,99	17,88
30,079	80,046	38,41	39,85	0,85	0,92	0,83	1,06	1,07	0,90	0,99	17,49
30,188	79,347	38,61	38,82	0,85	0,85	0,72	1,06	1,07	0,86	0,92	17,59
30,297	80,173	37,05	38,50	0,95	0,79	0,83	1,06	1,14	0,90	0,99	17,79
30,407	79,601	38,73	39,21	0,74	0,92	0,83	0,99	1,07	0,94	0,99	17,49
30,516	79,983	37,57	38,31	0,85	0,98	0,83	1,06	1,07	0,90	0,99	17,49
30,625	79,538	37,25	39,14	0,85	0,92	0,93	1,06	1,01	0,94	0,99	17,19
30,735	80,110	39,90	39,65	0,85	0,79	0,83	1,06	1,01	0,82	0,99	17,29
30,844	79,347	35,89	37,67	0,85	0,85	0,83	1,06	1,07	0,94	0,99	17,29
30,954	80,173	39,45	40,17	0,85	0,98	0,83	1,06	1,07	0,90	0,99	17,19
31,063	79,665	38,22	37,79	0,85	0,85	0,93	0,99	1,07	1,01	0,99	17,69
31,172	79,983	37,50	39,14	0,74	0,79	0,72	0,93	1,07	0,86	0,99	17,00
31,282	79,410	37,76	39,01	0,85	0,85	0,93	1,06	1,07	1,05	0,99	17,10
31,391	80,300	39,12	39,59	0,85	0,98	0,72	0,93	1,07	0,86	0,92	16,60
31,500	79,728	36,60	38,31	0,85	0,85	0,93	0,99	1,07	1,05	0,99	17,39
31,610	79,919	39,38	33,30	0,85	0,85	0,83	0,99	1,07	0,98	0,99	16,80
31,719	80,809	38,22	17,33	0,85	0,92	1,03	1,06	1,14	1,13	0,99	16,60
31,829	83,796	38,09	3,85	0,85	0,79	0,93	1,06	1,07	1,17	0,99	16,80

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	
31,938	80,936	33,36	0,97	0,74	1,24	0,83	1,06	1,07	0,94	0,99	16,60
32,047	80,555	40,55	0,45	0,74	0,28	0,93	0,80	1,07	1,13	0,99	15,91
32,157	82,144	38,73	0,26	0,74	1,24	0,93	0,99	1,07	0,98	0,99	15,62
32,266	81,000	37,57	0,39	0,85	1,30	0,93	0,99	1,07	1,01	0,99	15,12
32,375	80,872	38,35	0,65	0,74	0,98	0,83	1,06	1,07	0,98	0,99	15,32
32,485	81,381	39,32	0,97	0,85	0,92	0,93	1,06	1,07	1,09	0,99	14,24
32,594	81,063	37,70	1,16	0,64	0,92	0,93	0,99	1,07	0,94	0,99	13,94
32,704	81,000	39,58	1,29	0,85	0,73	0,93	1,12	1,07	1,09	0,99	13,84
32,813	81,381	37,63	1,09	0,74	0,79	0,83	0,99	1,07	0,94	0,92	13,64
32,922	80,745	38,28	1,16	0,85	0,85	0,93	1,12	1,07	1,09	0,99	12,95
33,032	81,254	39,12	1,03	0,74	0,98	0,83	1,06	1,01	0,78	0,99	12,95
33,141	80,745	37,18	1,16	0,85	1,04	1,03	1,12	1,07	1,13	0,99	12,66
33,250	81,444	39,19	1,03	0,74	0,79	0,83	0,99	1,07	0,94	0,99	12,85
33,360	80,872	38,35	1,09	0,74	0,85	0,83	0,99	1,07	1,01	0,99	11,97
33,469	81,381	37,70	1,03	0,74	1,04	0,93	0,99	1,07	0,90	0,99	11,97
33,579	81,190	39,32	1,03	0,74	0,79	0,83	0,99	1,07	0,86	0,99	11,77
33,688	80,872	38,28	1,03	0,85	0,73	0,72	0,99	1,01	0,78	0,92	11,47
33,797	80,936	38,41	1,03	0,74	0,85	0,83	0,99	1,07	0,94	0,99	11,28
33,907	81,508	38,02	1,03	0,85	0,98	0,72	0,93	1,07	0,86	0,99	10,88
34,016	80,936	38,28	1,03	0,85	0,79	0,83	0,99	1,07	0,90	0,99	10,78
34,125	81,127	38,54	1,09	0,85	0,92	0,93	1,12	1,07	1,09	0,99	10,59
34,235	81,000	38,93	1,03	0,74	0,98	0,83	0,99	1,14	0,86	0,99	10,78
34,344	81,000	37,63	1,09	0,85	0,85	0,93	0,99	1,07	1,09	0,99	10,59
34,454	81,127	38,09	1,09	0,74	0,92	0,83	0,99	1,07	0,98	0,92	10,29
34,563	81,063	39,90	1,09	0,85	0,98	0,93	0,99	1,07	1,05	0,92	10,39
34,672	81,381	36,02	1,09	0,74	0,92	0,83	1,06	1,07	0,86	0,99	9,89
34,782	81,508	23,20	1,09	0,74	0,92	0,93	1,06	1,07	1,05	0,99	10,19
34,891	82,080	21,65	0,97	0,74	0,79	0,72	0,99	1,07	0,82	0,99	9,80
35,000	86,212	6,43	1,03	0,85	0,92	0,93	0,99	1,14	1,13	1,05	9,50
35,110	80,237	3,00	0,97	0,74	0,54	0,72	0,80	1,07	1,01	0,92	9,11
35,219	83,415	1,58	1,03	0,85	0,22	0,83	0,87	1,07	0,98	0,99	8,51
35,329	82,652	1,00	1,09	0,85	1,17	1,03	1,12	1,07	1,01	0,99	8,61
35,438	82,589	0,80	0,97	0,85	1,11	0,93	1,06	1,07	1,17	0,99	8,02
35,547	83,351	0,67	1,03	0,85	0,79	0,93	1,06	1,07	1,05	1,05	7,63
35,657	82,207	0,67	1,09	0,74	0,85	0,83	0,99	1,07	1,05	0,99	6,34
35,766	83,161	0,74	1,03	0,74	1,04	0,83	1,06	1,07	1,05	0,99	7,23
35,875	82,334	0,80	1,03	0,74	0,98	0,93	1,06	1,07	1,01	0,99	6,15
35,985	83,034	0,93	1,09	0,85	0,85	0,93	0,99	1,07	1,13	0,99	5,65
36,094	83,351	0,93	0,97	0,85	0,92	0,72	0,99	1,01	0,74	0,92	5,26
36,204	82,525	0,93	1,03	0,85	0,98	0,83	0,99	1,07	0,98	1,05	5,46
36,313	82,843	0,87	1,09	0,74	0,85	0,72	0,99	1,07	0,82	0,99	4,67
36,422	82,334	0,93	1,03	0,95	0,79	0,93	1,06	1,07	1,01	0,99	4,47
36,532	83,351	0,87	1,03	0,85	0,79	0,72	1,06	1,07	0,90	0,99	4,57
36,641	82,589	0,80	1,03	0,85	0,92	1,03	1,06	1,07	0,94	0,99	4,17
36,750	83,161	0,87	0,97	0,74	0,85	0,72	0,99	1,07	0,82	0,92	3,68
36,860	82,271	0,80	1,03	0,74	0,79	0,83	0,99	1,07	0,94	0,99	3,48
36,969	83,542	0,80	1,03	0,74	0,79	0,72	1,06	1,14	0,82	0,99	3,19
37,079	82,207	0,87	1,03	0,85	0,92	0,72	1,06	1,07	0,82	0,92	3,19
37,188	83,224	0,87	0,97	0,85	0,85	0,72	1,06	1,07	0,86	0,99	2,79
37,297	83,097	0,87	0,97	0,85	0,79	0,83	0,99	1,07	0,94	1,05	2,60
37,407	83,161	0,87	0,97	0,85	0,92	0,93	1,06	1,07	1,09	0,99	2,79

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	
37,516	82,080	0,87	1,03	0,85	0,92	0,93	1,06	1,07	1,05	0,99	2,50
37,625	83,224	0,87	1,03	0,74	0,85	0,93	0,99	1,07	1,05	0,99	2,30
37,735	82,970	0,80	1,03	0,74	0,92	0,93	1,06	1,07	0,98	0,99	2,10
37,844	82,144	0,80	1,03	0,85	0,79	0,93	1,06	1,07	1,01	0,99	1,71
37,954	83,542	0,87	0,97	0,74	0,98	0,83	1,06	1,07	0,82	0,99	1,12
38,063	82,462	0,87	1,03	0,85	0,92	0,83	0,99	1,01	0,94	0,99	1,61
38,172	82,716	0,87	1,03	0,85	0,92	0,83	0,99	1,01	0,90	0,99	0,03
38,282	82,779	0,87	0,97	0,85	0,92	0,83	0,99	1,07	0,94	0,92	-0,07
38,391	82,716	0,87	1,03	0,85	0,79	0,83	0,99	1,07	0,90	0,99	0,52
38,500	82,906	0,87	1,09	0,74	0,85	0,83	0,99	1,07	1,05	0,99	-0,07
38,610	82,462	0,87	0,97	0,85	0,85	0,62	0,99	1,07	0,86	0,99	-0,17
38,719	82,970	0,87	1,09	0,74	0,92	0,93	0,99	1,07	1,13	1,05	0,03
38,829	83,161	0,87	1,03	0,74	0,85	0,93	1,06	1,14	1,05	0,99	-0,27
38,938	82,398	0,87	1,03	0,74	0,79	0,93	0,99	1,07	1,05	0,99	-0,07
39,047	82,589	0,80	1,03	0,85	0,85	0,93	1,06	1,07	1,05	1,05	-0,07
39,157	83,034	0,87	0,97	0,85	0,85	0,93	0,99	1,07	0,98	0,99	-0,07
39,266	82,779	0,87	1,03	0,74	0,92	0,83	1,06	1,07	1,05	1,05	-0,07
39,376	82,271	0,87	1,03	0,74	0,92	0,83	0,99	1,07	0,90	0,92	-0,27
39,485	83,288	0,87	0,97	0,74	0,92	0,93	0,99	1,07	1,01	0,99	-0,07
39,594	81,953	0,87	1,03	0,85	0,85	0,83	0,99	1,01	0,86	0,99	0,33
39,704	82,906	0,87	1,09	0,74	0,98	0,93	1,12	1,07	1,09	0,99	-0,07
39,813	82,779	0,87	1,03	0,74	0,85	0,83	0,99	1,07	0,86	0,99	-0,27
39,922	82,271	0,80	1,09	0,74	0,92	0,93	1,12	1,07	1,05	1,05	-0,07
40,032	83,415	0,80	1,03	0,85	0,92	0,83	1,06	1,07	0,86	0,92	-0,17
40,141	82,271	0,87	1,03	0,85	0,92	0,93	0,99	1,14	1,09	0,99	-0,17
40,251	83,288	0,80	1,03	0,85	0,92	0,83	1,06	1,20	0,94	0,99	0,62
40,360	82,779	0,87	1,03	0,85	0,98	0,93	0,99	1,20	1,01	0,99	-0,17
40,469	82,462	0,87	1,03	0,85	0,85	0,83	0,99	1,07	0,98	0,99	-0,07
40,579	83,224	0,87	1,03	0,85	0,92	0,93	0,99	1,14	1,01	0,99	-0,36
40,688	82,843	0,93	1,03	0,85	0,85	0,83	1,06	1,07	0,94	0,99	-0,27
40,797	82,843	0,80	1,03	0,85	0,98	0,72	1,06	1,07	0,90	0,92	-0,27
40,907	82,144	0,87	1,03	0,85	0,92	0,83	1,06	1,07	0,94	0,99	0,33
41,016	83,288	0,80	1,03	0,74	0,85	0,93	0,99	1,07	0,86	1,05	0,03
41,126	82,271	0,80	1,03	0,85	0,79	0,83	0,99	1,20	0,90	0,99	-0,07
41,235	82,462	0,80	1,09	0,74	0,85	0,72	0,99	1,39	0,82	0,99	-0,07
41,344	82,017	0,80	1,03	0,74	0,92	0,83	0,99	1,71	0,98	1,05	0,13
41,454	82,144	0,80	1,03	0,85	0,85	0,72	1,12	2,87	0,86	0,99	-0,07
41,563	77,948	0,80	1,03	0,74	0,79	0,83	0,61	5,49	0,94	0,99	-0,07
41,672	83,669	0,80	1,03	0,74	0,73	0,72	1,57	14,85	0,82	0,92	-0,46
41,782	79,347	0,80	1,09	0,74	1,04	0,83	1,12	23,17	0,86	0,99	0,03
41,891	80,745	0,80	0,97	0,74	0,73	0,72	1,25	28,56	0,63	0,99	-0,07
42,001	80,809	0,80	1,03	0,85	0,98	0,83	1,12	30,41	0,90	0,99	-0,07
42,110	80,682	0,87	1,03	0,85	0,85	0,72	1,19	34,13	0,74	0,99	1,41
42,219	80,237	0,87	0,97	0,74	0,85	0,83	1,12	36,37	0,90	0,99	1,90
42,329	81,063	0,87	1,09	0,85	0,92	0,93	1,12	36,76	1,09	0,99	2,40
42,438	80,936	0,80	1,03	0,74	0,73	0,83	0,93	37,08	0,90	0,92	2,69
42,547	79,665	0,87	1,03	0,85	0,92	0,93	1,06	38,87	1,05	0,99	2,50
42,657	81,381	0,80	1,03	0,74	0,98	0,83	1,25	41,05	0,86	0,99	3,58
42,766	79,474	0,87	1,03	0,85	0,92	0,83	0,93	41,24	0,98	1,05	3,38
42,876	81,063	0,80	0,97	0,85	0,92	0,83	1,06	39,38	0,86	0,99	4,47
42,985	80,555	0,87	1,09	0,85	0,98	0,93	1,06	40,54	1,05	0,99	4,96

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	
43,094	80,555	0,87	1,03	0,74	0,85	0,83	0,99	41,05	0,86	1,05	5,16
43,204	80,237	0,87	1,03	0,85	0,85	0,93	1,06	39,83	0,90	0,99	5,16
43,313	80,936	0,87	0,97	0,74	0,92	0,72	1,06	39,83	0,74	0,86	5,55
43,422	80,427	0,80	1,03	0,74	0,79	0,83	1,06	40,60	0,94	0,99	5,55
43,532	80,809	0,80	1,03	0,74	0,85	0,72	0,99	39,83	0,74	0,99	5,95
43,641	80,491	0,80	1,03	0,74	0,92	0,83	0,99	39,32	0,94	0,99	6,15
43,751	80,427	0,80	0,97	0,85	0,92	0,72	1,06	40,47	0,74	0,99	6,44
43,860	80,427	0,80	1,09	0,74	0,92	0,83	1,06	38,49	0,86	0,99	6,64
43,969	80,491	0,87	1,03	0,74	0,92	0,83	0,93	39,96	0,78	0,99	6,84
44,079	80,809	0,80	1,03	0,74	0,85	0,72	0,99	40,67	0,74	0,99	6,84
44,188	81,127	0,87	0,97	0,74	0,79	0,72	0,99	40,41	0,78	0,99	7,13
44,297	79,855	0,87	1,03	0,85	0,85	0,83	1,19	37,72	0,82	0,99	7,33
44,407	81,000	0,87	1,03	0,85	0,85	0,72	0,16	40,99	0,86	0,99	7,43
44,516	80,745	0,87	1,03	0,85	0,92	0,83	0,67	40,09	0,86	0,99	7,53
44,626	80,427	0,87	0,97	0,85	0,85	1,03	0,99	39,19	0,94	0,99	7,82
44,735	80,745	0,80	1,03	0,74	0,92	0,93	0,87	40,15	0,82	0,99	8,02
44,844	80,682	0,93	1,03	0,74	0,85	0,93	1,06	39,51	0,98	1,05	8,12
44,954	80,809	0,80	1,03	0,74	0,85	0,83	0,93	39,96	0,90	0,99	8,32
45,063	80,555	0,80	1,03	0,85	0,92	0,93	1,25	39,58	1,01	0,99	8,61
45,172	80,173	0,80	1,03	0,74	0,92	0,83	1,70	39,70	0,86	0,99	7,43
45,282	80,872	0,80	1,03	0,85	0,98	0,93	3,36	40,34	1,09	1,05	8,91
45,391	79,601	0,87	1,03	0,85	0,79	0,93	7,20	38,87	0,98	0,99	8,81
45,501	77,948	0,87	1,03	0,85	0,85	0,93	43,11	37,33	0,98	0,99	8,71
45,610	80,110	0,87	0,97	0,85	0,92	0,83	36,65	41,24	0,90	0,99	10,39
45,719	78,521	0,87	1,09	0,85	0,98	1,03	41,71	38,87	1,09	1,05	9,70
45,829	80,173	0,87	1,03	0,95	0,85	0,93	34,92	40,28	1,01	0,99	9,01
45,938	79,029	0,80	1,03	0,85	0,92	0,62	42,67	39,45	0,94	0,92	10,29
46,047	79,665	0,87	1,09	0,85	0,85	1,03	36,27	38,17	1,05	1,05	10,29
46,157	79,347	0,80	1,03	0,85	0,98	0,93	38,57	41,56	0,78	1,18	11,37
46,266	79,474	0,87	1,03	0,85	0,92	0,93	40,23	37,91	1,05	1,11	11,67
46,376	79,410	0,87	1,03	0,74	0,85	0,83	32,10	39,96	0,90	1,05	11,57
46,485	78,521	0,80	1,03	0,85	0,98	0,93	41,96	39,06	1,09	1,11	12,06
46,594	79,919	0,87	1,03	0,85	0,92	0,83	30,89	41,05	0,90	1,05	12,46
46,704	78,965	0,80	1,03	0,85	0,92	0,83	45,29	38,23	0,94	1,05	12,76
46,813	79,410	0,80	1,09	0,85	0,85	0,83	29,80	40,73	0,86	1,05	12,16
46,922	79,538	0,87	1,09	0,74	0,98	0,83	43,18	38,81	0,94	1,11	13,45
47,032	79,347	0,80	1,03	0,74	0,85	0,72	32,36	40,67	0,86	1,05	14,14
47,141	79,093	0,80	1,03	0,74	0,98	0,93	39,91	38,87	0,94	1,05	13,74
47,251	79,601	0,80	1,03	0,74	0,92	0,72	32,30	40,67	0,86	1,18	13,94
47,360	79,029	0,80	1,03	0,74	0,92	0,93	42,03	39,32	0,90	1,05	14,14
47,469	79,410	0,80	1,03	0,85	0,92	0,83	31,72	39,51	1,01	1,05	14,53
47,579	79,728	0,87	1,09	0,85	0,98	0,93	41,71	39,51	1,05	1,11	14,63
47,688	79,093	0,80	1,03	0,85	0,73	0,72	36,84	38,81	0,94	1,05	14,63
47,797	79,601	0,87	1,03	0,85	0,92	1,03	40,75	40,79	0,98	1,05	14,73
47,907	79,474	0,87	1,03	0,85	0,98	0,83	35,24	40,34	1,01	1,05	15,02
48,016	79,601	0,80	0,97	0,74	0,85	0,83	42,73	37,46	0,67	1,05	14,93
48,126	78,775	0,87	1,03	0,74	0,92	0,83	35,63	40,34	0,98	1,05	15,22
48,235	79,410	0,87	1,09	0,74	0,85	0,83	41,00	40,15	0,82	1,05	15,32
48,344	79,728	0,87	1,03	0,85	0,92	1,03	34,09	40,60	0,98	1,05	15,52
48,454	79,156	0,87	1,03	0,85	0,79	0,83	43,11	37,46	0,90	1,05	15,81
48,563	79,665	0,93	1,09	0,74	0,85	0,93	32,36	40,92	1,17	1,05	15,71

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	
48,672	79,220	0,80	1,03	0,95	0,92	0,83	42,99	39,13	0,90	0,99	15,62
48,782	79,410	0,80	1,03	0,85	0,92	0,93	34,41	39,45	1,05	1,05	16,50
48,891	79,156	0,87	1,03	0,85	0,92	0,83	42,73	39,26	0,90	1,05	16,70
49,001	79,728	0,93	1,09	0,85	0,85	0,93	35,82	39,32	1,01	1,05	15,81
49,110	78,965	1,00	1,03	0,85	0,92	0,83	38,51	38,81	0,90	1,05	16,31
49,219	79,283	1,32	1,03	0,85	0,98	1,03	38,89	41,05	1,05	1,05	16,31
49,329	78,965	1,97	1,03	0,85	0,85	0,83	40,17	38,49	0,98	1,05	15,91
49,438	78,076	4,23	0,97	0,85	0,66	0,93	36,33	38,74	1,01	1,05	16,50
49,548	77,567	9,80	0,97	0,85	0,66	0,83	39,47	38,49	1,01	0,99	16,60
49,657	78,521	23,98	1,03	0,85	0,79	0,83	42,03	42,40	0,82	1,05	17,00
49,766	77,758	26,95	1,03	0,85	1,04	0,93	34,86	38,04	1,05	1,05	17,29
49,876	77,885	23,46	1,03	0,85	0,92	0,72	41,26	40,02	0,74	1,05	17,59
49,985	78,330	28,31	0,97	0,74	0,98	0,93	36,97	39,77	1,01	1,05	17,39
50,094	77,440	34,07	1,03	0,85	0,92	0,72	41,45	37,91	0,78	1,05	18,08
50,204	77,631	35,11	1,09	0,85	0,92	0,93	34,79	40,73	0,90	1,11	18,77
50,313	77,567	37,12	0,97	0,74	0,85	0,72	40,36	37,72	0,71	1,05	19,46
50,423	77,694	39,64	1,09	0,95	0,79	0,83	34,22	41,88	0,94	1,05	19,27
50,532	77,376	39,51	1,03	0,85	0,92	0,83	41,13	38,10	0,74	1,05	19,56
50,641	77,440	41,06	1,03	0,85	0,85	0,83	36,91	40,22	0,82	0,99	20,35
50,751	77,885	40,03	1,09	0,85	0,85	0,72	34,73	39,13	0,74	0,99	20,25
50,860	76,931	38,02	1,03	0,85	0,98	0,83	40,04	38,62	0,90	1,05	20,75
50,969	78,203	38,41	1,03	0,95	0,98	0,93	37,16	39,13	0,98	1,05	20,94
51,079	76,995	40,03	0,97	0,85	0,98	0,93	41,39	39,26	0,90	1,05	21,34
51,188	77,758	39,71	1,03	0,74	0,92	0,93	36,01	40,73	0,98	1,05	21,34
51,298	77,503	38,28	1,09	0,85	1,11	0,93	41,39	37,78	0,98	1,05	21,83
51,407	77,758	38,22	0,97	0,85	0,98	1,03	29,74	40,54	0,98	1,05	22,03
51,516	78,012	38,54	1,03	0,85	0,92	0,72	43,43	39,58	0,82	0,99	22,32
51,626	77,376	38,28	1,03	0,85	0,92	0,83	39,53	39,64	0,86	1,05	22,23
51,735	77,821	39,12	1,16	0,74	0,92	0,83	36,20	38,81	0,82	1,05	22,82
51,844	77,758	39,19	1,03	0,95	0,98	0,93	38,44	40,41	0,94	0,99	23,21
51,954	77,948	37,12	1,03	0,74	0,92	0,83	38,06	39,45	0,82	1,05	23,21
52,063	77,122	38,61	1,09	0,85	0,98	0,83	37,10	37,53	1,05	1,05	23,11
52,173	77,758	39,06	1,03	0,85	0,98	0,83	39,15	39,96	0,94	1,05	23,31
52,282	77,186	37,70	1,03	0,85	0,98	0,93	36,91	39,70	1,01	1,05	23,41
52,391	77,885	37,96	1,03	0,85	0,98	0,83	37,99	39,32	0,82	1,05	23,61
52,501	77,376	39,12	1,09	0,85	0,92	0,93	39,15	38,68	1,01	1,11	23,61
52,610	77,758	38,15	1,03	0,74	0,98	0,83	39,72	39,58	0,94	1,05	24,00
52,719	77,313	38,73	0,97	0,85	0,92	0,93	38,31	40,15	0,90	0,99	24,10
52,829	78,012	38,48	1,03	0,85	0,79	0,93	41,19	39,06	1,01	1,05	23,80
52,938	77,567	38,22	1,03	0,74	0,92	0,93	38,70	39,45	0,94	0,99	24,20
53,048	77,122	38,35	1,03	0,85	0,92	0,93	38,89	38,74	1,05	1,05	24,49
53,157	77,694	38,73	1,03	0,74	0,98	0,83	41,71	40,02	0,86	1,05	24,40
53,266	77,503	36,99	1,22	0,74	0,85	0,93	32,55	39,90	1,05	1,05	24,79
53,376	76,677	38,99	1,67	0,85	0,92	0,83	38,95	37,65	0,86	1,05	25,38
53,485	74,325	35,30	6,61	0,74	0,85	0,93	31,14	37,97	1,13	1,05	24,89
53,594	77,249	38,54	29,45	0,85	0,54	0,72	43,69	39,96	0,74	0,99	24,30
53,704	75,469	40,16	38,56	0,85	0,92	0,83	36,46	40,60	0,86	1,05	25,18
53,813	76,042	37,57	37,02	0,74	0,98	0,83	40,43	38,23	0,78	1,05	25,68
53,923	75,533	38,48	44,72	0,85	0,92	0,93	36,20	40,41	0,86	0,99	26,07
54,032	75,724	38,15	39,33	0,74	0,85	0,72	37,99	39,19	0,82	1,05	26,86
54,141	75,914	39,12	36,13	0,85	0,98	0,83	43,50	39,70	0,86	0,99	26,96

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	
54,251	76,232	38,15	39,46	0,85	0,92	0,83	37,29	40,54	0,78	1,05	27,35
54,360	75,660	38,28	40,62	0,95	0,85	0,83	35,75	36,89	0,82	0,92	28,05
54,469	75,597	38,09	39,53	0,85	0,98	0,72	32,17	40,92	0,78	1,05	28,24
54,579	75,724	38,93	39,08	0,85	0,92	0,72	42,54	39,26	0,74	0,99	28,74
54,688	75,787	39,12	40,42	0,85	0,85	0,83	41,64	39,58	0,94	0,99	29,13
54,798	75,724	38,28	38,95	0,74	0,85	0,83	34,15	39,51	0,78	0,99	29,13
54,907	75,978	39,71	39,33	0,95	0,92	0,83	44,78	39,96	0,86	1,05	29,43
55,016	76,105	38,61	38,82	0,85	0,85	0,72	35,11	40,54	0,82	0,99	30,02
55,126	75,406	38,28	40,10	0,85	0,85	0,83	35,69	38,94	0,86	1,05	30,12
55,235	75,978	39,58	38,95	0,85	0,85	0,83	44,46	39,51	0,82	0,99	30,22
55,344	76,169	38,80	40,87	0,74	0,85	0,93	35,37	38,68	0,86	0,99	30,91
55,454	75,660	38,93	37,35	0,74	0,85	0,83	36,84	39,90	0,86	1,05	30,81
55,563	75,851	39,19	41,19	0,85	0,98	0,93	41,07	40,22	0,90	1,05	31,10
55,673	76,169	39,06	39,85	0,85	0,92	0,83	30,50	39,83	0,86	0,99	31,10
55,782	75,342	37,70	37,60	0,74	0,92	0,83	41,77	37,27	0,86	0,92	31,10
55,891	76,169	38,80	41,19	0,85	1,62	0,93	33,96	40,67	0,98	0,99	31,50
56,001	75,152	38,99	36,83	0,74	0,60	0,93	41,64	39,45	1,05	1,05	31,89
56,110	76,486	39,64	41,84	0,95	0,92	0,93	36,78	40,60	0,98	1,05	31,10
56,219	75,787	39,32	37,67	0,85	0,85	0,93	37,93	38,74	0,98	1,05	32,29
56,329	75,851	38,22	39,46	0,85	0,79	1,03	40,94	38,68	1,05	1,05	32,78
56,438	76,169	39,06	41,07	0,85	0,92	0,93	33,13	40,60	1,01	0,99	32,09
56,548	75,597	38,86	37,02	0,85	0,98	0,93	42,35	39,32	0,98	1,05	32,58
56,657	76,614	38,35	41,64	0,85	0,85	0,93	31,27	40,47	1,01	0,99	32,48
56,766	75,215	36,79	36,45	0,85	1,04	0,83	41,77	37,97	1,05	1,05	32,68
56,876	76,359	39,51	41,84	0,85	0,85	0,83	31,98	40,47	0,94	0,99	32,68
56,985	75,152	37,70	37,02	0,85	1,04	1,03	42,60	39,13	0,98	0,99	32,88
57,094	76,614	38,73	41,19	0,85	0,92	0,83	33,00	40,67	0,78	0,99	32,98
57,204	75,533	38,28	37,47	0,74	0,92	0,93	41,26	37,40	0,86	0,99	32,98
57,313	75,978	38,02	39,98	0,95	0,85	0,72	40,87	40,60	0,78	0,99	33,17
57,423	76,042	38,02	39,08	0,85	1,04	0,93	30,44	39,64	0,90	0,99	33,17
57,532	75,406	38,67	37,79	0,85	1,04	0,72	42,67	38,55	0,82	1,05	33,47
57,641	75,978	38,35	40,36	0,74	0,98	0,93	35,43	39,64	0,94	0,99	33,57
57,751	75,469	38,22	38,50	0,74	0,92	0,72	35,43	39,77	0,74	0,99	33,37
57,860	75,978	38,67	39,27	0,85	0,98	0,93	43,24	38,74	0,82	0,99	33,87
57,969	75,724	37,89	40,04	0,85	1,11	0,72	33,90	40,28	0,78	0,99	33,67
58,079	75,597	38,48	38,56	0,85	0,28	0,72	44,14	38,87	0,74	0,99	33,47
58,188	76,105	38,54	39,65	0,85	-0,10	0,93	39,72	40,09	0,86	1,05	33,87
58,298	75,978	38,61	41,45	0,85	-6,46	0,83	41,83	40,86	0,78	0,99	33,96
58,407	72,673	35,43	31,63	0,95	34,04	1,03	29,29	34,84	1,01	0,99	34,16
58,516	74,834	38,80	40,30	0,85	19,29	0,72	38,57	40,67	0,78	1,05	34,16
58,626	74,071	38,48	41,71	0,85	22,09	0,93	38,25	38,87	0,90	1,05	34,16
58,735	74,007	38,15	36,25	0,85	24,63	0,83	41,45	39,58	0,74	0,99	34,65
58,845	74,071	38,61	40,81	0,85	26,22	0,93	35,31	39,38	0,94	0,99	35,25
58,954	73,817	38,22	38,31	0,85	29,21	0,83	38,44	39,70	0,94	1,05	36,23
59,063	73,817	38,73	39,91	0,85	32,52	0,93	42,41	39,45	0,98	1,05	35,54
59,173	73,880	38,09	39,59	0,85	35,13	0,72	38,31	40,15	0,94	1,05	36,53
59,282	73,690	38,73	38,44	0,85	36,72	0,93	38,63	39,32	0,98	1,05	36,82
59,391	73,880	38,22	39,46	0,85	38,56	0,83	36,27	39,13	0,86	1,05	37,02
59,501	73,562	38,54	38,69	0,95	38,88	0,93	43,11	39,45	0,98	0,99	37,32
59,610	73,753	38,48	38,95	0,85	39,58	0,72	33,90	39,06	0,90	1,05	37,02
59,720	73,245	38,09	38,76	0,85	37,67	0,72	43,50	39,70	0,74	1,05	38,11

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	
59,829	74,071	38,54	40,81	0,85	39,39	0,83	30,89	39,77	0,90	0,99	38,40
59,938	73,245	38,73	39,78	0,74	39,45	0,72	42,09	38,68	0,78	1,05	38,60
60,048	73,626	38,15	38,95	0,95	40,78	0,83	33,00	40,22	0,90	1,05	38,80
60,157	73,245	38,48	39,65	0,85	40,47	0,83	39,66	39,70	0,71	1,05	39,09
60,266	73,562	38,41	39,27	0,85	40,78	0,93	43,24	39,06	0,98	0,99	39,39
60,376	73,562	38,54	39,85	0,85	41,36	0,83	30,89	39,38	0,82	0,99	39,59
60,485	73,245	38,67	39,01	0,85	40,34	0,93	41,45	39,96	0,94	1,05	39,78
60,595	73,753	38,35	39,72	0,85	40,15	0,83	33,38	39,90	0,82	1,05	39,49
60,704	72,990	37,89	38,82	0,95	39,51	0,93	41,58	37,85	0,82	0,99	40,38
60,813	74,071	38,73	40,23	0,85	40,59	0,72	30,06	41,18	0,82	0,99	40,38
60,923	73,245	38,22	39,14	0,74	40,59	0,83	44,27	38,23	0,90	1,05	40,77
61,032	73,753	38,80	39,85	0,74	40,40	0,83	33,26	39,51	0,82	1,05	40,87
61,141	73,562	38,28	39,14	0,74	40,85	0,93	39,66	39,83	0,86	0,99	41,26
61,251	73,690	38,93	39,65	0,74	38,56	0,72	41,51	39,19	0,82	1,05	41,36
61,360	73,308	37,44	39,08	0,74	40,53	0,62	37,35	39,32	0,78	0,99	41,36
61,470	73,690	38,93	39,46	0,85	39,39	0,83	38,51	40,22	0,90	0,99	41,46
61,579	73,435	38,48	39,01	0,85	39,39	0,72	39,47	39,32	0,71	0,99	41,76
61,688	73,308	38,99	39,40	0,85	39,26	0,83	37,55	39,26	0,90	1,05	41,86
61,798	73,753	39,32	39,65	0,85	39,32	0,72	37,67	39,06	0,78	0,99	41,86
61,907	72,990	38,67	38,50	0,85	38,94	0,93	43,37	40,34	0,90	1,05	41,95
62,016	73,626	39,45	39,78	0,74	40,21	0,72	34,47	39,26	0,82	1,05	42,35
62,126	73,499	38,61	39,33	0,85	39,96	1,03	41,71	39,70	0,90	0,99	42,15
62,235	73,499	37,96	40,04	0,85	38,11	0,83	36,39	39,32	0,82	0,99	42,45
62,345	73,499	37,38	38,76	0,85	41,10	0,83	36,59	38,87	0,90	1,05	42,84
62,454	73,308	38,86	39,33	0,85	38,88	0,93	42,03	40,34	0,94	1,05	42,45
62,563	73,880	38,28	39,53	0,95	40,85	1,03	32,74	39,06	1,09	0,99	42,45
62,673	73,181	38,48	39,59	0,74	38,88	0,83	42,92	39,96	0,90	1,05	42,25
62,782	73,626	38,28	39,21	0,85	40,78	0,93	33,26	39,32	1,09	1,05	43,04
62,891	70,130	36,60	36,77	0,85	36,91	0,83	36,91	35,60	0,86	0,99	42,94
63,001	73,181	39,32	40,94	0,74	38,62	0,93	32,42	40,28	1,01	1,05	43,43
63,110	71,846	38,61	39,14	0,95	40,40	0,83	43,56	40,15	0,90	1,11	43,43
63,220	73,181	39,25	39,33	0,74	40,34	0,72	34,09	40,54	0,78	1,05	43,63
63,329	72,164	38,15	38,95	0,85	39,07	0,93	41,19	38,36	0,90	1,05	44,12
63,438	72,355	37,57	39,01	0,85	40,66	0,83	37,74	39,70	0,86	0,99	44,62
63,548	72,545	38,73	39,78	0,85	39,83	1,03	43,88	40,02	1,09	1,05	44,81
63,657	72,736	38,41	39,14	0,85	40,40	0,93	31,40	38,74	0,82	1,05	44,62
63,766	72,545	38,54	38,95	0,85	40,40	0,93	42,03	39,90	1,05	1,05	45,50
63,876	72,673	38,15	39,85	0,74	40,40	0,83	33,96	39,90	0,78	1,05	45,60
63,985	72,291	38,28	38,82	0,74	38,75	0,93	40,11	38,29	1,09	1,05	45,80
64,095	72,418	38,93	39,21	0,85	38,94	0,83	41,32	39,45	0,82	1,05	46,20
64,204	72,545	39,38	39,21	0,74	40,53	0,93	40,43	39,58	0,82	1,05	45,70
64,313	72,673	38,99	39,21	0,74	39,32	0,72	39,34	40,22	0,82	0,99	46,49
64,423	72,545	38,73	39,33	0,74	39,45	0,83	34,92	39,45	0,78	0,99	47,38
64,532	72,355	37,38	39,27	0,85	39,51	1,03	42,86	38,36	0,82	1,05	46,98
64,641	72,482	38,22	39,21	0,74	39,64	0,72	37,87	40,15	0,82	1,05	47,18
64,751	72,291	38,54	39,59	0,85	39,64	0,62	38,25	39,51	0,90	0,99	47,18
64,860	72,736	38,80	39,40	0,85	39,45	0,93	36,20	39,38	0,78	0,99	47,58
64,970	72,482	38,35	39,21	0,85	39,26	0,83	43,50	39,70	0,90	0,99	47,38
65,079	72,482	38,28	39,72	0,85	40,09	0,72	32,81	38,62	0,78	0,99	47,28
65,188	72,673	38,15	39,08	0,85	41,67	0,83	41,07	39,96	0,94	1,05	47,77
65,298	72,736	38,54	39,46	0,85	38,81	0,83	34,15	40,73	0,74	0,99	47,77

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	
65,407	72,164	37,89	38,76	0,95	39,64	0,93	38,63	37,97	0,98	0,99	48,17
65,516	72,482	38,41	39,27	0,85	40,09	0,72	38,89	39,38	0,78	1,05	48,27
65,626	72,736	38,28	39,59	0,85	40,21	0,93	31,85	41,43	0,98	1,05	48,27
65,735	72,164	38,67	39,14	0,85	39,32	0,83	43,56	38,23	0,86	0,99	48,27
65,845	72,927	38,02	39,72	0,95	39,00	1,24	37,55	40,54	0,98	1,05	47,28
65,954	71,973	38,67	38,50	0,85	38,94	1,14	39,47	38,36	0,98	1,05	48,37
66,063	72,609	38,61	40,04	0,85	39,83	1,55	38,70	41,18	1,05	1,05	47,87
66,173	72,164	37,96	39,27	0,85	39,77	1,75	42,60	38,04	0,94	1,05	48,46
66,282	72,164	38,86	39,27	0,74	40,91	1,55	40,49	40,34	1,01	1,05	48,66
66,391	69,049	35,43	36,70	0,64	36,72	52,31	26,73	35,35	0,94	1,05	48,86
66,501	71,274	38,41	39,21	0,85	37,80	38,51	39,53	40,15	1,05	0,99	48,96
66,610	70,702	38,93	40,30	0,74	40,59	41,09	37,16	40,60	0,94	1,05	49,35
66,720	71,211	38,35	38,95	0,74	41,04	36,04	42,47	38,55	0,94	1,05	49,65
66,829	70,702	38,73	39,46	0,85	39,70	43,15	33,70	40,60	0,98	1,05	50,44
66,938	70,956	38,02	39,33	0,74	38,30	41,19	40,30	38,62	0,90	1,05	50,83
67,048	71,338	39,12	39,14	0,85	41,10	38,41	38,31	39,83	1,01	1,05	51,03
67,157	70,766	38,15	39,46	0,85	39,45	39,03	41,58	40,99	0,86	0,99	50,93
67,266	71,147	37,76	38,69	0,85	39,26	42,84	35,95	38,81	0,98	0,99	51,72
67,376	70,639	37,70	38,69	0,95	40,40	39,54	39,15	39,58	0,94	1,05	52,41
67,485	71,656	39,25	39,98	0,85	40,09	40,57	42,79	40,73	1,01	0,99	51,92
67,595	70,766	38,67	38,88	0,74	40,28	41,81	37,80	38,49	0,90	1,05	53,40
67,704	71,147	38,35	39,65	0,64	39,32	42,63	33,38	40,28	0,86	1,05	52,71
67,813	70,956	38,54	39,78	0,85	39,83	32,54	43,63	39,64	0,78	1,05	52,80
67,923	70,829	38,09	38,31	0,85	38,37	40,26	33,83	39,83	0,98	1,05	53,00
68,032	70,702	38,54	39,59	0,85	38,94	40,98	41,13	38,87	0,86	1,05	53,40
68,141	71,147	38,73	39,27	0,85	40,15	39,44	34,47	39,51	0,78	0,99	53,79
68,251	70,639	38,02	38,88	0,85	39,00	39,65	36,71	39,83	0,78	0,99	53,79
68,360	71,211	38,48	39,46	0,95	40,02	36,87	43,37	38,68	0,86	0,99	54,38
68,470	70,893	38,61	39,01	0,85	39,20	43,46	29,67	40,99	0,86	1,05	54,38
68,579	71,338	39,19	39,65	0,85	39,89	36,97	43,63	39,70	0,86	1,05	54,28
68,688	70,829	37,76	38,63	0,85	39,13	42,53	35,69	38,62	0,86	1,05	54,48
68,798	70,639	36,86	38,76	0,85	38,69	39,44	40,75	39,51	0,71	1,05	54,78
68,907	71,274	38,99	39,53	0,85	39,13	38,41	39,66	39,19	1,05	1,05	53,89
69,017	71,020	38,41	39,14	0,85	40,02	42,53	36,20	39,45	0,78	1,11	54,38
69,126	70,956	38,61	39,53	0,85	40,21	35,84	43,11	40,34	1,05	1,05	54,88
69,235	71,083	38,80	39,27	0,85	39,32	43,04	32,62	39,70	0,90	1,05	54,97
69,345	70,893	38,35	38,37	0,85	39,39	33,57	43,50	38,94	1,05	1,05	55,27
69,454	71,401	38,54	39,78	0,95	39,96	43,87	32,55	39,45	1,01	1,05	54,58
69,563	70,702	38,61	38,76	1,16	39,64	37,79	37,67	39,00	0,98	1,05	55,76
69,673	70,829	37,83	38,88	1,16	39,39	39,44	38,38	40,34	0,98	0,99	55,47
69,782	70,766	38,28	39,33	1,36	40,21	40,78	37,61	39,83	0,98	1,05	55,96
69,892	68,414	36,47	37,09	9,95	37,41	28,32	32,55	36,12	0,98	1,05	55,76
70,001	69,812	37,76	38,31	36,24	39,45	39,54	39,02	39,77	1,01	1,11	56,06
70,110	68,541	38,15	38,95	28,48	38,50	40,16	40,81	39,38	0,94	0,99	56,36
70,220	69,240	37,76	39,33	36,35	39,32	42,12	38,57	39,26	0,82	0,99	57,64
70,329	68,541	38,35	39,14	38,11	40,09	37,48	37,42	39,96	1,01	1,05	57,14
70,438	68,859	38,15	39,72	38,52	39,96	41,09	39,15	38,55	0,78	1,05	57,64
70,548	69,113	38,54	39,27	39,97	40,98	41,50	37,48	39,58	1,01	1,05	58,03
70,657	68,922	38,41	39,40	39,35	39,83	40,26	41,00	40,99	0,78	1,05	58,33
70,767	68,922	38,28	39,14	39,45	39,07	38,51	38,19	39,26	0,94	1,05	58,72
70,876	68,668	37,57	39,14	39,45	39,89	40,37	37,80	38,29	0,71	1,05	59,12

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	
70,985	68,986	38,54	39,33	39,66	40,59	40,57	35,95	41,31	0,94	1,05	59,81
71,095	68,604	37,76	38,88	38,62	39,89	39,65	39,59	38,42	0,78	1,05	60,10
71,204	69,113	38,73	39,72	39,45	39,77	40,16	40,30	39,13	0,86	0,99	60,30
71,313	68,922	38,54	39,40	39,24	40,02	41,29	33,32	40,54	0,78	0,99	60,70
71,423	68,732	37,57	39,21	38,11	39,32	39,03	40,49	39,38	0,86	0,99	60,79
71,532	68,922	38,67	39,40	39,24	39,07	40,68	37,55	39,19	0,67	0,99	60,89
71,642	68,922	38,09	39,59	38,93	39,83	39,96	36,39	39,51	0,82	0,99	61,39
71,751	68,922	38,67	38,56	38,93	39,07	39,54	42,09	38,94	1,01	0,99	61,49
71,860	68,859	37,70	39,33	39,14	39,77	40,06	35,50	39,90	0,78	1,05	61,58
71,970	68,668	38,54	38,82	38,93	38,69	40,37	40,94	40,09	1,01	1,05	62,08
72,079	69,177	37,44	39,46	38,93	40,02	41,19	38,63	39,06	0,90	1,05	63,06
72,188	68,859	38,80	39,33	38,62	40,02	40,47	38,19	39,83	1,01	1,05	62,57
72,298	68,986	39,12	39,33	38,42	38,24	39,54	37,67	39,64	0,78	0,99	62,37
72,407	68,859	38,48	39,33	39,04	40,28	40,16	36,01	38,49	0,98	1,05	62,27
72,517	68,668	39,25	39,27	38,52	38,50	40,06	41,96	39,90	0,78	1,11	63,16
72,626	68,986	39,19	39,53	39,35	39,00	40,26	35,56	39,77	0,98	1,05	62,47
72,735	68,986	38,93	39,14	38,52	40,21	40,26	42,86	38,87	0,90	1,05	63,16
72,845	68,859	39,51	38,69	38,93	39,26	39,34	34,09	40,34	1,09	1,05	63,66
72,954	69,049	38,80	39,72	38,83	39,07	39,54	41,39	39,26	0,94	1,05	63,26
73,063	68,477	39,06	39,01	38,93	39,51	40,57	38,12	38,68	1,09	1,05	63,75
73,173	68,795	38,67	39,08	38,93	40,15	41,19	39,40	40,15	0,90	1,05	63,26
73,282	68,795	39,25	39,27	39,24	39,83	40,47	40,62	39,90	0,98	1,05	64,25
73,392	68,795	38,54	38,95	38,93	41,67	40,16	38,31	39,38	0,98	1,05	63,85
73,501	68,859	39,45	39,33	39,14	39,00	37,90	40,17	39,96	1,01	1,11	64,15
73,610	69,177	38,80	39,14	38,62	39,58	40,57	35,31	40,09	0,94	1,18	64,05
73,720	68,477	39,19	39,21	38,42	39,96	39,13	40,87	38,23	0,78	1,31	64,64
73,829	68,160	37,44	38,37	38,21	38,88	39,54	35,05	39,19	0,90	1,95	64,74
73,938	66,825	38,02	37,79	37,69	39,89	40,57	39,98	38,74	0,74	11,24	65,13
74,048	67,206	38,48	39,21	38,00	39,32	39,75	35,88	39,13	0,98	30,13	65,92
74,157	66,952	38,22	38,88	38,11	41,23	38,51	39,85	39,19	0,67	47,43	64,94
74,267	67,587	39,96	39,91	39,24	40,47	40,06	37,80	39,70	0,86	39,23	65,63
74,376	66,634	37,96	39,14	38,00	38,24	39,13	40,23	38,94	0,71	36,09	65,83
74,485	67,397	39,71	38,95	39,45	39,64	40,06	36,71	39,45	0,82	45,12	66,32
74,595	67,397	38,61	39,72	38,73	39,96	39,54	42,67	39,77	0,74	36,48	66,52
74,704	66,952	38,80	38,88	38,93	39,39	39,85	33,26	39,19	0,78	38,40	66,81
74,813	66,952	38,99	39,21	38,11	39,77	39,34	40,68	39,77	0,78	44,80	66,71
74,923	67,142	39,06	39,85	39,45	39,26	39,34	36,59	40,28	0,74	35,52	67,21
75,032	66,825	38,86	38,44	38,21	39,13	39,34	40,43	39,58	0,86	40,64	67,50
75,142	67,333	38,99	39,91	39,04	38,94	40,06	37,99	40,02	0,78	43,20	68,00
75,251	66,825	38,99	39,08	38,93	39,26	39,65	40,94	39,06	0,90	36,16	68,88
75,360	67,206	38,93	38,88	38,93	40,34	39,85	38,19	38,94	0,78	42,75	68,09
75,470	67,206	39,51	39,65	39,35	40,21	40,16	37,35	40,41	0,98	38,59	67,70
75,579	67,142	38,61	39,46	38,73	39,07	39,03	38,57	38,74	0,82	40,64	68,69
75,688	67,397	39,51	39,08	38,31	39,64	39,34	37,61	39,13	0,90	39,30	68,49
75,798	66,825	38,48	39,27	39,24	39,77	39,13	38,83	40,41	0,78	40,51	68,59
75,907	67,333	38,80	39,27	38,52	39,00	40,06	38,44	39,90	1,01	40,38	68,78
76,017	67,079	39,38	39,14	38,83	39,64	39,34	40,49	38,81	0,82	39,62	69,08
76,126	66,952	38,54	39,08	38,42	39,13	39,44	37,93	40,02	0,98	39,94	69,28
76,235	67,079	39,25	39,08	39,04	39,51	39,34	39,15	39,38	0,86	40,77	69,28
76,345	67,397	39,38	40,10	38,62	39,20	40,78	38,89	40,73	0,82	39,68	69,57
76,454	67,206	38,80	38,56	39,24	39,89	39,96	40,87	38,81	0,86	40,26	69,87

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	
76,563	67,015	38,93	39,01	38,31	40,72	39,96	36,07	39,90	0,78	41,09	69,77
76,673	67,270	38,93	39,65	38,93	38,88	39,34	39,08	39,77	0,67	38,46	69,67
76,782	67,142	39,25	39,01	38,52	39,89	40,16	39,02	39,26	0,82	42,37	69,57
76,892	67,270	38,86	39,85	39,04	40,59	40,06	37,10	39,64	1,13	38,08	70,17
77,001	66,952	38,99	38,88	38,42	39,45	40,37	37,74	39,32	0,78	41,02	70,46
77,110	67,270	39,19	39,40	39,14	39,51	39,96	40,62	39,38	1,01	40,13	70,46
77,220	66,952	38,73	39,08	38,73	39,20	39,44	35,50	39,64	0,82	40,13	70,17
77,329	67,142	39,06	39,14	39,04	40,09	39,96	41,64	39,83	0,90	40,96	70,26
77,438	67,333	39,32	39,65	38,83	39,70	40,47	32,68	39,70	15,74	38,97	70,26
77,548	66,761	38,99	38,56	38,62	39,70	38,93	41,77	38,74	22,76	41,73	70,36
77,657	67,397	38,99	39,91	38,52	39,77	39,23	34,79	39,64	29,24	38,78	70,46
77,767	67,015	39,51	39,14	39,35	39,70	39,54	43,18	39,96	33,79	42,50	70,56
77,876	67,206	38,41	39,27	38,83	39,70	39,54	33,51	39,26	37,80	37,89	70,76
77,985	66,952	39,71	39,14	38,21	39,51	39,44	42,35	39,70	40,96	41,79	70,66
78,095	67,460	38,41	39,72	38,93	40,15	40,16	37,80	40,22	41,46	39,55	70,76
78,204	67,015	39,38	38,95	38,93	39,89	40,68	39,79	39,13	40,69	39,49	70,95
78,314	67,206	38,99	39,33	38,11	38,81	39,34	34,15	40,41	40,65	41,09	70,76
78,423	67,079	38,86	39,14	39,04	38,69	39,85	42,35	38,29	40,57	40,00	70,07
78,532	67,270	38,28	38,95	38,42	40,02	39,75	37,10	40,02	40,77	39,74	71,55
78,642	66,952	39,06	39,85	38,73	40,02	39,23	40,23	39,77	40,34	41,15	70,66
78,751	67,397	38,99	39,53	38,93	40,28	39,85	39,21	40,02	40,57	38,78	69,97
78,860	66,761	38,67	39,08	38,52	39,83	38,82	35,50	39,96	40,50	42,05	71,25
78,970	67,397	39,38	39,14	38,83	39,64	38,51	41,77	38,87	40,46	38,01	70,76
79,079	66,761	38,61	39,72	38,42	39,45	39,54	37,80	39,13	40,46	40,96	70,95
79,189	67,460	39,77	38,82	39,35	39,89	40,37	39,47	39,70	40,61	40,45	70,86
79,298	66,952	37,63	39,65	38,42	40,02	39,75	40,49	39,58	40,57	37,50	71,35
79,407	67,397	40,09	38,82	39,66	39,39	40,78	36,46	40,15	40,54	43,27	71,15
79,517	66,952	38,67	39,46	38,21	39,51	38,72	39,40	39,51	40,30	36,99	70,95
79,626	67,206	38,80	39,08	38,62	40,21	39,44	38,63	39,19	40,46	41,28	71,15
79,735	67,778	39,77	39,91	39,66	40,98	40,47	37,42	40,47	40,46	41,02	71,35
79,845	66,888	38,22	38,44	38,52	38,81	39,44	36,33	39,32	40,38	36,16	71,35
79,954	67,206	39,32	39,53	38,42	39,45	39,85	36,14	39,38	40,50	43,72	71,05
80,064	67,460	39,25	39,33	39,24	38,81	39,54	41,51	40,02	40,46	37,95	71,35
80,173	66,825	38,41	38,69	38,21	39,45	39,54	37,67	39,13	40,42	41,02	71,45
80,282	67,460	39,19	39,40	38,83	39,00	39,85	40,11	39,38	40,46	40,13	72,24
80,392	67,270	39,51	39,08	38,93	40,28	39,96	37,55	39,58	40,69	40,06	71,15
80,501	67,079	38,61	38,95	38,31	39,64	39,85	40,87	38,42	40,38	38,97	71,35
80,610	67,142	39,71	39,33	39,04	39,70	39,96	34,79	40,02	40,54	42,75	71,25
80,720	67,015	38,73	39,33	38,62	39,07	39,75	38,70	39,77	40,38	36,16	71,05
80,829	67,142	38,48	39,65	38,52	40,28	39,96	41,00	39,32	40,54	41,35	71,45
80,939	66,888	39,45	38,69	38,73	38,81	39,03	36,97	39,51	40,38	40,06	71,45
81,048	67,270	38,73	39,46	38,62	39,00	39,54	39,91	39,19	40,54	38,59	71,55
81,157	67,206	39,25	39,53	38,73	39,89	40,26	37,23	39,96	40,27	42,11	71,25
81,267	66,952	38,80	39,14	38,52	39,07	39,85	40,23	39,51	40,34	37,37	71,55
81,376	67,015	38,86	38,88	38,73	40,02	39,96	35,82	39,77	40,11	42,63	71,35
81,485	67,397	38,86	39,53	38,93	39,83	39,65	41,58	40,47	40,30	38,53	72,24
81,595	67,142	38,86	39,14	38,62	39,45	40,37	35,05	38,87	40,42	40,64	71,35
81,704	67,079	38,99	39,33	38,73	39,39	39,23	40,87	39,26	40,46	40,64	71,45
81,814	67,333	38,80	38,88	39,04	39,77	39,03	36,20	39,96	40,34	39,94	71,15
81,923	67,015	38,73	39,65	38,52	39,58	39,54	39,08	39,70	40,38	41,02	71,35
82,032	66,952	39,25	39,27	38,31	39,07	40,06	36,20	38,74	40,46	38,33	71,45

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	
82,142	67,079	38,93	38,63	38,52	40,09	39,65	40,81	39,26	40,34	42,37	72,34
82,251	67,460	39,19	40,30	38,93	39,77	40,06	32,42	39,70	40,57	37,89	72,04
82,360	66,888	38,93	38,63	38,11	38,62	38,41	43,75	39,32	40,38	39,68	71,55
82,470	67,270	39,06	39,46	39,04	40,21	39,34	37,61	40,02	40,54	42,95	71,84
82,579	67,206	39,19	39,01	38,83	40,59	40,57	40,04	40,60	40,50	35,90	71,74
82,689	67,142	38,80	39,14	38,21	39,70	40,16	37,55	38,94	40,42	41,99	71,55
82,798	67,015	39,06	39,08	38,42	40,40	40,47	39,15	39,06	40,42	41,41	71,55
82,907	67,015	38,86	39,14	38,83	39,89	39,44	37,61	39,96	40,73	37,89	71,45
83,017	67,142	39,06	39,40	38,73	39,00	39,03	38,57	39,58	40,50	42,56	71,74
83,126	67,270	39,19	39,53	38,73	40,09	39,75	37,29	39,96	40,34	37,18	71,55
83,235	67,142	38,54	38,76	38,52	40,53	40,37	38,57	39,13	40,50	42,24	71,65
83,345	67,206	39,25	39,59	39,55	38,88	39,65	36,97	39,26	40,38	39,36	71,94
83,454	66,888	38,73	39,08	38,11	38,69	39,13	40,68	39,38	40,27	38,14	71,55
83,564	67,270	39,32	39,53	39,35	39,51	40,06	37,67	41,05	40,34	43,27	71,74
83,673	67,015	39,06	39,08	38,42	39,51	39,54	40,75	40,09	40,81	35,39	71,45
83,782	67,270	38,80	39,46	39,04	39,96	40,06	34,47	39,06	40,38	42,69	71,45
83,892	67,270	39,32	39,33	39,14	39,58	39,85	42,41	39,13	40,57	40,13	71,65

2.8. Ensayo Hidrante 8 (V2/Tipo1-8/DNB 150-QNB 63,5-DNP 25x1 30x2 40x5/PN6). LIR Valencia.**Diciembre 2008.****2.8.1. Clasificación del hidrante según norma UNE EN 14267.**

V2				
Función		Tipo 1		
NSH		6		
Dimensiones				
DNB		150		
QNB		63,5		
Salidas	DNP	25	30	40
	NS _{DN}	1	2	5
Presión (bar)		6		Manómetro

La denominación del hidrante según su clasificación será:

V2/Tipo1-8/DNB 150-QNB 63,5-DNP 25x1 30x2 40x5/PN6

2.8.2. Descripción del hidrante. Equipos ensayados.**Elementos generales.**

- ✓ Válvula de mariposa DN 150
- ✓ Filtro cazapiedras DN 150 PN16.
- ✓ Colector de acero galvanizado en caliente, con entrada de 150 mm (6"), y 8 salidas, cinco de 40mm (1"1/2), dos de 30mm (1"1/4) y una de 25mm (1").
- ✓ Ventosa de 2".
- ✓ Manómetro (0 a 6 bares).

Tomas a parcelas.

- ✓ Tomas A, E, F, G, y H.
 - Válvula de bola DN 40 (1" ½) PN 25
 - Contador de chorro múltiple HIDROCONTA con emisor de pulsos DN 40 mm (1"1/2), QNP = 10 m³/h.
 - Válvula hidráulica de membrana HIDROCONTA de VHM R 1"1/2.
 - Con solenoide para su funcionamiento como Electroválvula.
 - Conexión a tubería de PE40 de 50 mm.
- ✓ Tomas B y C.

- Válvula de bola DN 30 (1" 1/4) PN 25
 - Contador de chorro múltiple HIDROCONTA con emisor de pulsos DN 30 mm (1"1/4), QNP = 5 m³/h.
 - Válvula hidráulica de membrana HIDOCONTA de VHM R 1"1/4.
 - Con solenoide para su funcionamiento como Electroválvula.
 - Conexión a tubería de PE40 de 40 mm.
- ✓ Toma D.
- Válvula de bola DN 25 (1") PN 25
 - Contador de chorro múltiple HIDROCONTA con emisor de pulsos DN 25 mm (1"), QNP = 3,5 m³/h.
 - Válvula hidráulica de membrana HIDOCONTA de VHM R 1".
 - Con solenoide para su funcionamiento como Electroválvula.
 - Conexión a tubería de PE40 de 32 mm.

El caudal nominal del hidrante se calcula en función de los caudales nominales de cada una de las tomas.

$$QN = 63,5 \text{ m}^3/\text{h}$$



Fotografía 36: Hidrante 8. Detalle hidrante.

2.8.3. Ensayos realizados.

1. Verificación del caudal del hidrante, conforme se instalará en campo.
2. Verificación del caudal de bloqueo de los contadores.
3. Curva de pérdidas de carga del hidrante, con todas las tomas abiertas.
4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas.
5. Calidad del colector de acero para hidrante de riego de 150 mm

2.8.4. Resultados.

Los datos registrados y su tratamiento se pueden observar en el apartado 2.8.7.

2.8.4.1. Comprobación de la medición de caudales por los hidrantes.

Se compara la medida del caudal proporcionada por el emisor de pulsos de cada uno de los contadores de las tomas, con la medida del caudal realizada con el contador electromagnético patrón del banco de ensayos. Para ello se fija el caudal nominal de cada una de las tomas modificando la apertura de una válvula de bola instalada aguas abajo de las mismas y se espera a que se estabilice el sistema antes de empezar la medición. Se fija como caudal nominal del hidrante la suma de los caudales nominales de las tomas del hidrante.

Tabla 35: Hidrante 8. Error de caudal del hidrante.

Toma	QNP (m ³ /h)	Caudal Medido Contador (m ³ /h)
A	10,0	9,58
B	5,0	4,98
C	5,0	5,12
D	3,5	3,21 ¹²
E	10,0	8,26
F	10,0	9,51
G	10,0	10,40
H	10,0	9,74
Total Hidrante	63,5	60,80

¹² Debido al fallo del emisor de pulsos de la Toma D el valor de caudal se obtuvo de la medición directa sobre la relojería del contador.

Q_{HIDRANTE}	Q_{CEM}	ε (%)
60,80	62,00	1,9

Siendo:

- Q_{HIDRANTE} : Caudal total del hidrante, en m³/hora
- Q_{CEM} : Caudal contador CEM, medida patrón, en m³/hora
- ε : Error relativo.

El error producido se encuentra dentro de los valores indicados por la norma UNE EN 14267.

2.8.4.2. Verificación del caudal de bloqueo en los Contadores de chorro múltiple.

Para cada una de las tomas se aumenta progresivamente el caudal circulante estando el resto de tomas cerradas, verificando el bloqueo o no del contador a caudales altos. En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos para cada una de las tomas.

Tabla 36: Hidrante 8. Caudal de bloqueo de los contadores.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)
A	10	20	No Bloqueo hasta 27,2
B	5	10	13,90
C	5	10	16,42
D	3,5	7	12,96
E	10	20	No Bloqueo hasta 27,0
F	10	20	No Bloqueo hasta 27,7
G	10	20	No Bloqueo hasta 26,6
H	10	20	No Bloqueo hasta 27,7

Siendo:

- TOMA: Toma ensayada
- QNP: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora

2.8.4.3. Curva de pérdidas de carga del hidrante.

Con las válvulas de cada una de las tomas abiertas, se modifica el caudal circulante por el hidrante registrando la presión aguas arriba del hidrante, en el colector, y aguas abajo de cada una de las 8 tomas del hidrante, registrando también el caudal circulante una vez el sistema se estabiliza.

En este apartado se resumen aquellos resultados para el caudal Nominal del hidrante (63,5 m³/h).

Tabla 37: Hidrante 8. Pérdidas de carga.

Δh_N (Toma A)	Δh_N (Toma B)	Δh_N (Toma C)	Δh_N (Toma D)	Δh_N (Toma E)	Δh_N (Toma F)	Δh_N (Toma G)	Δh_N (Toma H)	Δh VM + Filtro	Q_{CEM}
3,46	5,56	5,56	3,18	2,80	2,43	3,55	2,49	0,52	62,00

Siendo:

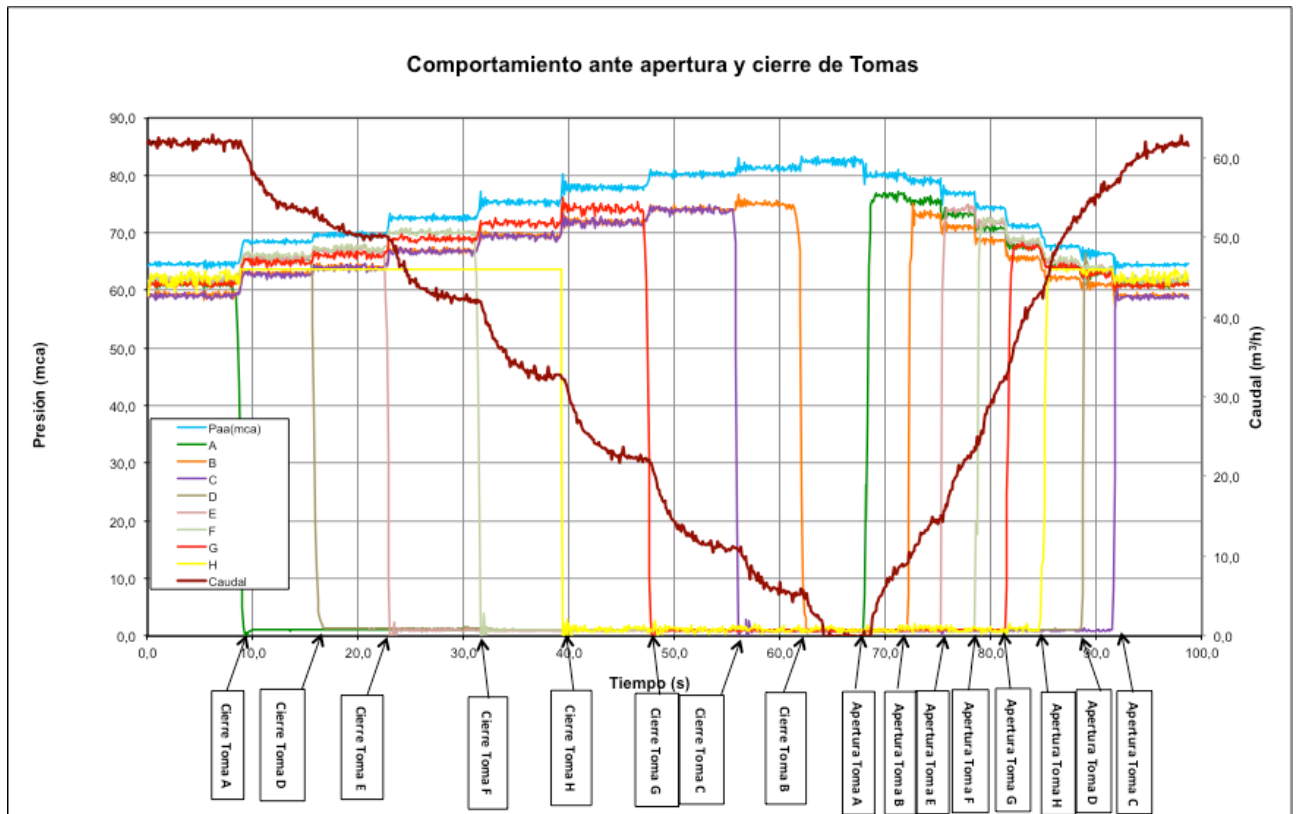
- Q_{CEM} : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM, en m³/hora
- $\Delta h_N(\text{Media Tomas X})$: Media de las pérdidas de carga totales para las tomas de tipo X, para el caudal nominal del hidrante, en mca
- $\Delta h_N(\text{Toma x})$: Pérdidas de carga totales entre la medición aguas arriba del hidrante y la medición aguas abajo de la toma X, para el caudal circulante por la toma (ver caudal en tablas apartado anterior), en mca
- $\Delta h(\text{VC + Filtro})$: Pérdida de carga de la válvula de compuerta DN 150 del hidrante y del filtro cazapiedras, en mca.

Según la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005) las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 1 son 0,5 bar (50 KPa). Las pérdidas de cargas son inferiores a este valor en las tomas de 40 y 25 mm y ligeramente superiores para las de 30mm.

2.8.4.4. Comportamiento del hidrante al cierre y apertura de tomas de riego.

El ensayo muestra el comportamiento del hidrante (fluctuaciones de presión y caudal) ante situaciones de apertura y cierre de algunas de las tomas de riego del hidrante.

Consiste en variar la posición de la válvula de bola de cada toma, desde posición de **Abierto a Cerrado** o de **Cerrado a Abierto**. En la siguiente gráfica se pueden visualizar los resultados obtenidos.



Gráfica 14: Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas de riego.

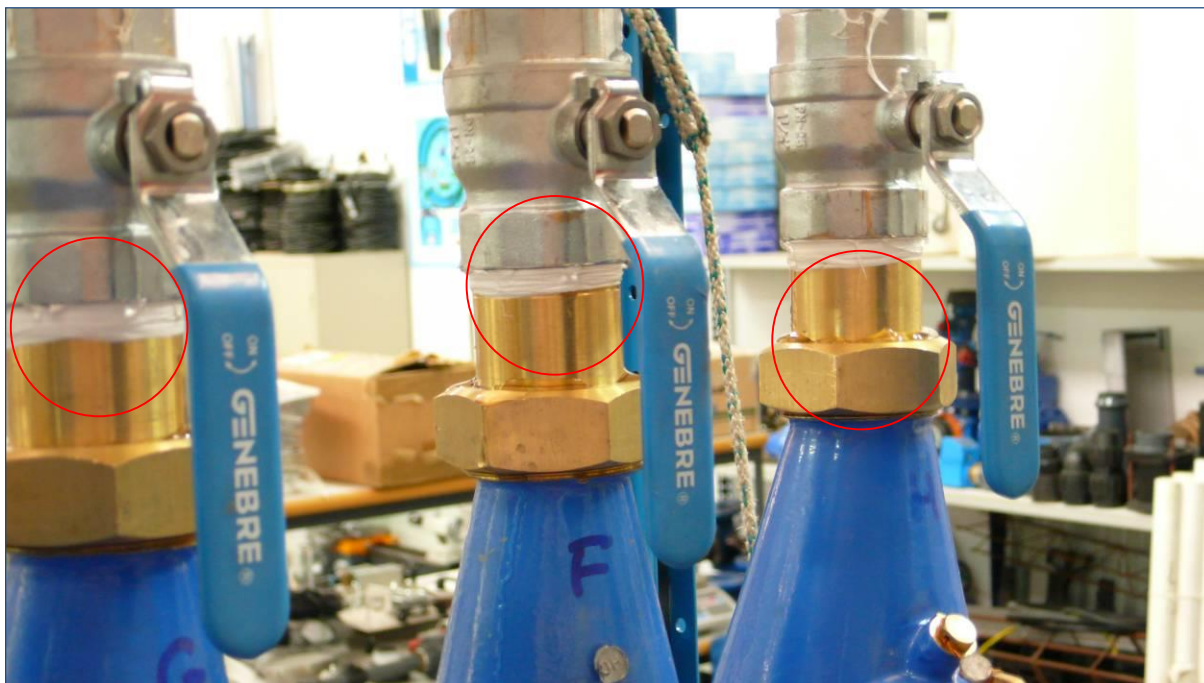
El hidrante se comporta de forma estable ante estas situaciones de apertura y cierre, no mostrando transitorios importantes en ningún caso.

2.8.4.5. Prueba de estanqueidad.

Se somete el hidrantes a una presión hidrostática de 80 mca, durante 1 h.

Toma	Conexión Válvula bola contador	Contador	Conexiones Solenoide	Conexiones entre válvula hidráulica contador
Colector	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
A	fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
B	fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
C	fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
D	Sin fugas	Sin fugas	fugas	Sin fugas
E	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
F	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
G	fugas	Sin fugas	fugas	Sin fugas
H	fugas	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas

Debido a fallos en el montaje del hidrante realizado por la empresa instaladora se encontraron fugas en algunas conexiones entre la válvula de bola y el contador, y en la conexión del solenoide con la válvula hidráulica.



Fotografía 37: Hidrante 8. Detalle fugas de la conexión entre contador y válvula de bola.

2.8.5. Calidad del colector de acero para hidrante de riego de 150 mm.

2.8.5.1. Descripción del colector evaluado.

El colector evaluado es nuevo tal y como lo suministra el fabricante, no se ha instalado en campo y es el que se ha sometido a las pruebas hidráulicas. El Colector tiene las siguientes características (Fotografía 3):

- Material: Acero
- Revestimiento exterior: Galvanizado con Baño de Zn en caliente.
- Revestimiento interior: Galvanizado con Baño de Zn en caliente.
- Diámetro Nominal (DN): 150 mm
- Número de conexiones: 8
- Diámetro Conexiones tomas: 5 de 1"1/2, 2 de 1"1/4 y 1 de 1".
- Tipo conexión red principal: Brida.
- Tipo conexión a tomas: Roscada.



Fotografía 38: Hidrante 8. Colector completo

2.8.5.2. Evaluación del colector.

Evaluación exterior.

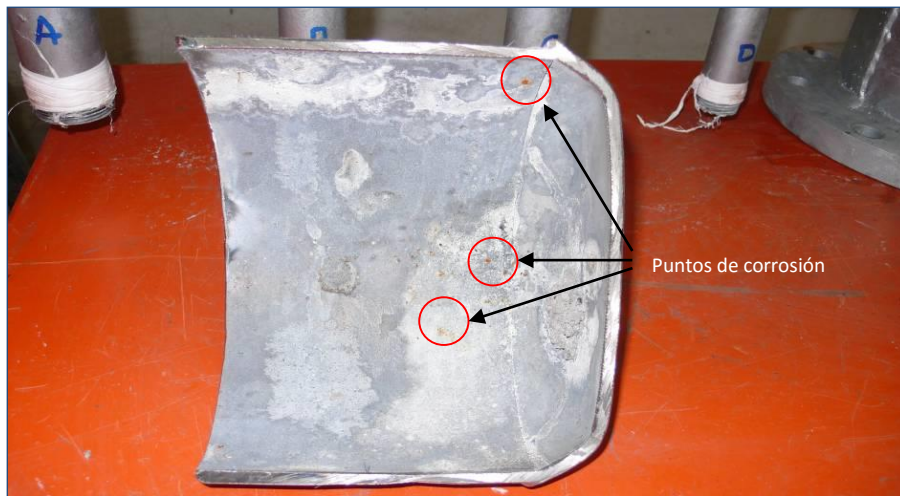
A la vista del colector no se aprecian daños en el recubrimiento exterior.

Evaluación interior

Para la evaluación de la parte interna se procede a realizar dos cortes al colector. Solo aparecen algunos puntos con ligera corrosión en la sección 1 (toma A, Fotografía 5), no apreciando corrosión en el resto de secciones tal y como se aprecia en la fotografía 4, 5 y 6.



Fotografía 39: Hidrante 8. Estado interior sección 1, se observa la inserción de los tubos que configuran las salidas y la conexión de la ventosa.



Fotografía 40: Hidrante 8. Detalles del estado interior de la sección 1, extremo toma A.



Fotografía 41: Hidrante 8. Detalles del estado interior de la sección 2, extremo toma H.

El estado del colector indica que es apto para su utilización en hidrantes de riego, ya que los puntos de corrosión encontrados son pequeños.

Así el colector cumple las normativas UNE EN 14267, 10746 y 10741 (AEN/CTN19 2001a; AEN/CTN68 2005; AEN/CTN48 2004). Únicamente indicar que la conexión de los tubos que conforman las salidas de las tomas y la conexiones con la ventosa, no se han recortado según la sección del colector principal presentando un tramo de tubo dentro de este, lo cual provoca pérdidas y turbulencias innecesarias en el hidrante, que si bien no son importantes en el hidrante ensayado (ver pérdidas en apartados anteriores) si pueden adquirir importancia en otras configuraciones (tomas de mayor diámetro) o tipos de hidrante (Tipo 4 UNE EN 14267).

2.8.6. Conclusiones.

La medición de caudal nominal del hidrante, muestra una buena precisión con respecto a medido en el banco de ensayo, estando dentro de los valores que marca la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005).

Según la norma UNE EN 14267 las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 1 es de 0,5 bar, obteniéndose valores inferiores para todas las tomas de 40 y 25 mm, y ligeramente superiores para las de 30 mm.

El hidrante muestra una buena respuesta ante el cierre y apertura de las diferentes tomas. El comportamiento es similar tanto al cerrar como a la apertura de las tomas, no observándose comportamientos de histéresis ni transitorios en ningún caso.

En las condiciones de instalación, los contadores de las tomas de 30 y 25 mm pueden bloquearse, si el caudal que circula por ellos es superior al máximo del contador. Después del bloqueo del contador este no recupera su funcionamiento aun disminuyendo el caudal circulante hasta su caudal nominal.

La estanqueidad observada en los componentes del hidrante ensayado es adecuada. Las fugas encontradas son debidas a fallos en el montaje de los componentes, las cuales son fácilmente solucionables en su montaje en campo.

El material y tratamiento contra corrosión del colector parece adecuado detectando algunos puntos de oxidación debidos probablemente a restos de soldadura que se desprendieron posteriormente en el ensayo hidráulico.

Para terminar se recomienda comprobar la instalación del filtro cazapiedras ya que estos modelos están pensados para su instalación horizontal, en la posición actual es difícil la eliminación de los elementos retenidos. También recomendamos alargar los tubos de drenaje de las válvulas hidráulicas para que el agua extraída de la cámara no dañe los elementos del hidrante.

2.8.7. Datos registrados ensayo Hidrante 8.

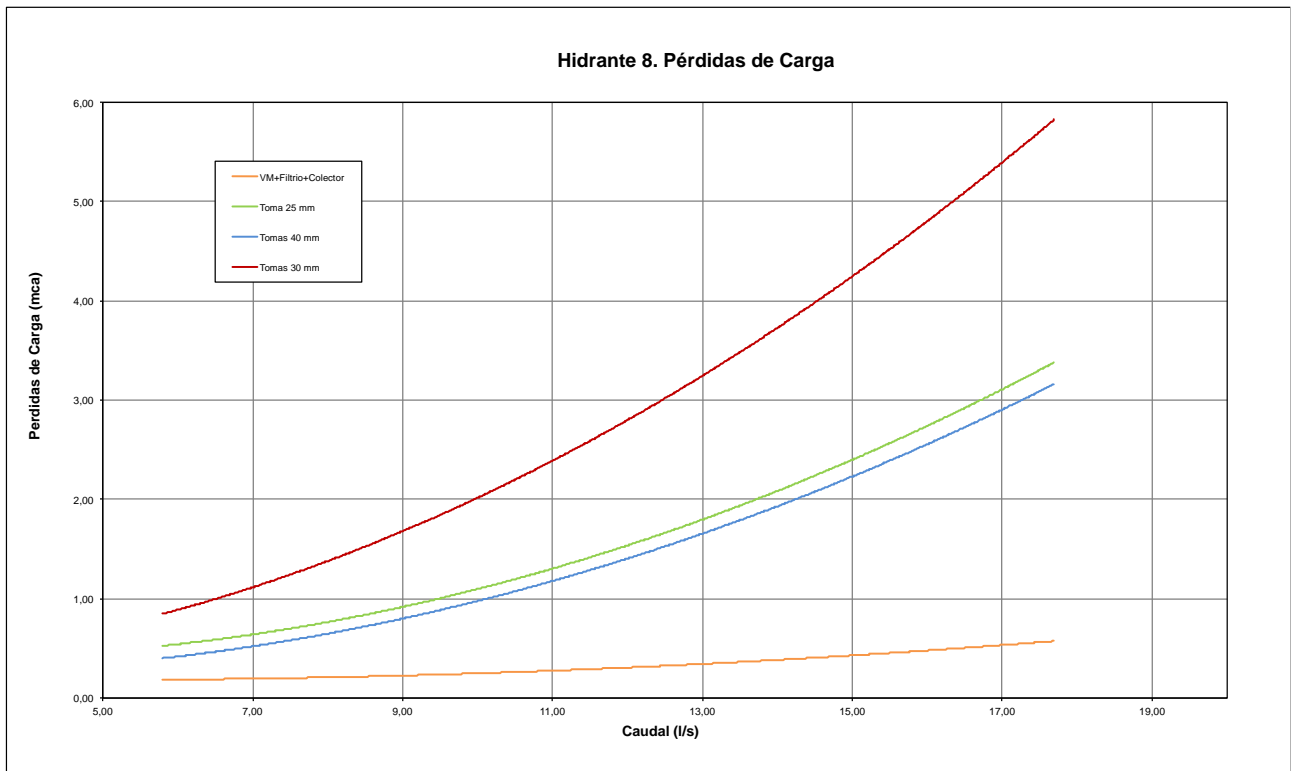
2.8.7.1. Verificación de la medición de caudal.

Toma	pulso	Tiempo (s)	Q (m³/h)	Qmedio (m³/h)	ΔhN (A) mca	ΔhN (B) mca	ΔhN (C) mca	ΔhN (D) mca	ΔhN (E) mca	ΔhN (F) mca	ΔhN (G) mca	ΔhN (H) mca	Q _{CEM} (m³/h)
A	1	18,727			3,40	5,50	5,50	64,51	2,72	2,34	3,47	2,39	61,93
	2	56,260	9,592		3,46	5,59	5,63	64,41	2,85	2,51	3,61	2,58	62,08
	3	93,871	9,572	9,582	3,52	5,57	5,61	64,55	2,82	2,52	3,56	2,56	61,93
B	1	178,777			3,43	5,53	5,50	3,14	2,74	2,40	3,50	2,27	62,12
	2	251,104	4,977		3,50	5,61	5,63	3,20	2,79	2,45	3,58	2,50	61,95
	3	323,331	4,984	4,981	3,47	5,56	5,52	3,20	2,73	2,42	3,53	2,29	62,16
C	1	441,646			3,45	5,53	5,58	3,18	2,84	2,42	3,55	2,48	61,93
	2	511,904	5,124		3,50	5,57	5,51	3,17	2,71	2,35	3,51	2,44	62,13
	3	582,169	5,123	5,124	3,46	5,52	5,66	3,17	2,89	2,50	3,64	2,70	62,02
D	Fallo emisor pulsos												
	Vol (l)	T (s)	Q (l/s)										
	100	112,20	0,891	3,208									
E	1	648,735			3,52	5,62	5,72	3,19	2,90	2,56	3,72	2,69	62,22
	2	692,310	8,262		3,47	5,55	5,52	3,20	2,81	2,40	3,50	2,48	62,03
	3	735,853	8,268	8,265	3,37	5,53	5,45	3,17	2,74	2,31	3,47	2,46	62,10
F	1	790,588			3,47	5,58	5,50	3,19	2,80	2,43	3,56	2,49	61,77
	2	828,427	9,514		3,47	5,57	5,61	3,14	2,84	2,49	3,63	2,48	61,95
	3	866,265	9,514	9,514	3,46	5,56	5,51	3,15	2,75	2,36	3,48	2,56	62,01
G	1	935,309			3,49	5,59	5,50	3,18	2,76	2,41	3,49	2,32	61,73
	2	969,909	10,405		3,40	5,51	5,45	3,21	2,72	2,42	3,46	2,50	61,97
	3	1004,532	10,398	10,401	3,47	5,54	5,65	3,16	2,90	2,50	3,67	2,61	62,06
H	1	1082,023			3,43	5,55	5,54	3,15	2,82	2,37	3,50	2,57	61,79
	2	1118,956	9,747		3,45	5,54	5,54	3,17	2,80	2,38	3,51	2,42	62,09
	3	1155,890	9,747	9,747	3,53	5,59	5,64	3,19	2,93	2,52	3,69	2,54	61,92
Medias				60,80	3,46	5,56	5,56	3,18	2,80	2,43	3,55	2,49	62,00

2.8.7.2. Pérdidas de carga hidrante.

Caudal CEM (m³/h)	Pérdidas de carga										
	VM+Filtro (mca)	Toma A (mca)	Toma B (mca)	Toma C (mca)	Toma D (mca)	Toma E (mca)	Toma F (mca)	Toma G (mca)	Toma H (mca)	Toma Media 40 mm (mca)	Toma Media 30 mm (mca)
62,66	0,58	3,52	5,66	5,72	3,28	2,95	2,53	3,66	2,88	3,11	5,69
60,99	0,66	3,37	5,47	5,57	3,12	2,92	2,48	3,58	2,33	2,94	5,52
59,06	0,53	3,14	5,10	5,15	2,91	2,61	2,23	3,30	2,37	2,73	5,12
57,22	0,46	2,91	4,81	4,76	2,72	2,44	2,04	3,04	2,01	2,49	4,78
57,16	0,51	2,95	4,81	4,86	2,71	2,50	2,14	3,11	2,25	2,59	4,84
55,98	0,38	2,80	4,62	4,52	2,58	2,30	1,91	2,88	1,89	2,36	4,57
54,34	0,51	2,63	4,35	4,41	2,51	2,31	1,90	2,85	1,84	2,31	4,38
51,53	0,36	2,35	3,92	3,88	2,19	1,95	1,61	2,45	1,58	1,99	3,90

Caudal CEM (m ³ /h)	Pérdidas de carga										
	VM+Filtro (mca)	Toma A (mca)	Toma B (mca)	Toma C (mca)	Toma D (mca)	Toma E (mca)	Toma F (mca)	Toma G (mca)	Toma H (mca)	Toma Media 40 mm (mca)	Toma Media 30 mm (mca)
49,68	0,34	2,22	3,67	3,65	2,07	1,82	1,47	2,28	1,48	1,85	3,66
48,24	0,37	2,08	3,45	3,51	1,98	1,76	1,46	2,21	1,42	1,78	3,48
45,43	0,33	1,86	3,07	3,12	1,71	1,57	1,28	1,96	1,11	1,55	3,09
40,48	0,21	1,37	2,44	2,48	1,38	1,19	0,96	1,47	0,92	1,18	2,46
36,99	0,22	1,19	2,08	2,11	1,08	1,04	0,82	1,26	0,72	1,01	2,10
36,94	0,26	1,24	2,12	2,15	1,10	1,10	0,85	1,29	0,84	1,06	2,14
33,01	0,21	0,93	1,66	1,69	0,86	0,90	0,64	1,03	0,59	0,82	1,67
27,86	0,26	0,72	1,30	1,30		0,68	0,55	0,80	0,42	0,63	1,30
23,42	0,19	0,51	0,98	0,98		0,55	0,35	0,58	0,22	0,44	0,98
20,87	0,19	0,42	0,85	0,79		0,46	0,27	0,47	0,15	0,35	0,82
23,07	0,19	0,58		1,10		0,60	0,42	0,65	0,29	0,51	1,10
29,43	0,19	0,86		1,43	0,98	0,74	0,54	0,89	0,50	0,70	1,43
34,96	0,26	1,10	1,87	1,87	0,97	0,98	0,79	1,15	0,61	0,93	1,87
40,70	0,28	1,49	2,43	2,51	1,29	1,21	1,02	1,52	0,98	1,24	2,47
45,56	0,35	1,89	3,03	3,14	1,70	1,53	1,33	1,92	1,25	1,59	3,08
50,13	0,35	2,25	3,56	3,69	2,11	1,81	1,54	2,29	1,48	1,87	3,62
54,45	0,54	2,70	4,26	4,47	2,44	2,32	1,97	2,89	1,90	2,36	4,37
54,58	0,45	2,68	4,21	4,38	2,47	2,22	1,89	2,77	1,76	2,26	4,29
56,57	0,55	2,94	4,54	4,68	2,61	2,40	2,08	3,02	2,11	2,51	4,61
58,17	0,37	2,94	4,68	4,78	2,71	2,31	2,06	2,99	2,09	2,48	4,73
62,50	0,51	3,50	5,45	5,62	3,24	2,83	2,48	3,54	2,66	3,00	5,54
62,78	0,52	3,50	5,49	5,68	3,22	2,78	2,42	3,57	2,86	3,03	5,58
63,69	0,48	3,64	5,66	5,81	3,36	2,83	2,49	3,67		3,16	5,74



2.8.7.3. Respuesta de la reducción de presión ante la apertura y cierre de tomas

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
0,031	73,67	32,59	29,61	30,87	30,73	28,79	30,44	29,78	29,67	29,91	23,47
0,047	64,219	63,72	60,64	58,80	58,78	61,08	61,58	61,55	60,65	59,16	61,78
0,156	64,600	63,85	61,28	59,32	58,78	61,40	61,58	61,68	60,72	61,86	62,18
0,266	64,663	64,11	61,28	59,43	58,97	61,72	61,58	62,32	61,23	60,97	61,68
0,375	64,409	64,17	61,02	59,22	59,35	61,20	62,20	62,38	61,23	62,90	61,68
0,484	64,473	64,11	61,08	59,22	59,16	61,27	61,99	62,38	61,23	61,82	61,88
0,594	64,600	64,17	61,21	59,32	58,97	61,46	62,09	62,00	61,17	62,20	61,98
0,703	64,536	63,27	60,70	59,01	58,33	61,46	61,17	61,42	60,53	62,86	61,68

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
0,812	64,981	64,56	61,92	59,84	59,54	61,52	62,30	62,45	61,55	62,32	61,88
0,922	64,091	63,53	60,38	58,70	58,59	61,40	61,37	61,81	60,53	62,98	61,19
1,031	64,981	64,17	61,79	59,84	59,22	61,46	61,99	62,32	61,49	62,63	62,47
1,141	64,155	64,17	60,64	58,80	59,29	61,40	62,09	62,25	61,17	62,24	61,98
1,250	64,854	63,79	61,41	59,63	58,78	61,52	61,58	61,61	60,85	61,43	61,68
1,359	64,473	64,30	61,21	59,32	59,41	61,59	61,99	62,06	61,55	62,67	61,88
1,469	64,600	63,66	60,96	59,12	58,59	61,52	61,37	61,61	60,78	61,09	62,18
1,578	64,727	64,37	61,73	59,74	59,35	61,46	62,30	62,45	61,49	63,01	61,98
1,687	64,409	63,85	60,57	58,91	59,10	61,40	61,78	62,00	60,78	60,82	61,78
1,797	64,727	64,17	61,47	59,53	59,22	61,40	61,99	62,32	61,49	62,78	61,88
1,906	64,409	64,04	60,70	59,01	58,84	61,33	61,48	62,25	61,23	60,62	61,68
2,015	64,854	64,17	61,60	59,63	59,10	61,52	61,99	62,13	61,23	61,13	62,37
2,125	64,409	64,43	61,34	59,22	59,48	61,33	62,30	62,32	61,29	60,59	61,78
2,234	64,727	64,11	61,02	59,22	59,10	61,46	61,89	61,93	60,91	62,32	61,29
2,344	64,473	63,92	61,21	59,22	59,03	61,40	61,68	61,68	60,97	60,70	61,78
2,453	64,536	64,37	60,96	59,22	59,29	61,20	61,89	62,06	61,29	62,17	62,37
2,562	64,409	63,59	60,70	59,01	58,72	61,46	61,37	61,74	60,46	59,78	61,98
2,672	64,409	63,85	61,34	59,53	58,65	61,27	61,58	62,00	60,78	62,63	62,08
2,781	64,600	64,24	61,02	59,12	59,48	61,40	62,09	62,25	61,42	60,97	61,68
2,890	64,663	63,98	61,28	59,43	58,97	61,65	61,58	62,25	60,97	62,20	61,58
3,000	64,473	64,17	61,15	59,32	59,16	61,27	62,09	62,06	61,10	61,47	61,58
3,109	64,854	64,04	61,08	59,43	58,97	61,65	62,09	61,87	60,97	62,82	61,58
3,218	64,600	64,24	61,47	59,43	59,22	61,46	61,99	62,06	61,42	63,25	61,39
3,328	64,536	64,11	60,96	59,32	59,35	61,33	61,99	62,06	61,10	61,24	61,78
3,437	64,346	63,98	60,96	59,12	59,10	61,27	61,89	62,00	61,10	62,44	61,58
3,547	64,663	64,56	61,34	59,53	59,54	61,46	62,40	62,64	61,49	62,09	61,88
3,656	64,346	63,72	60,89	58,91	58,72	61,33	61,48	62,00	60,85	62,51	61,88
3,765	64,854	63,79	61,34	59,53	58,78	61,52	61,68	61,74	60,85	61,32	61,68
3,875	64,219	64,24	60,83	58,91	59,03	61,08	62,20	62,25	61,36	63,25	62,37
3,984	64,981	63,72	61,21	59,53	59,10	61,85	61,68	61,81	61,04	62,51	61,78
4,093	64,536	64,17	61,28	59,43	59,22	61,52	61,89	62,25	61,23	63,71	61,98
4,203	64,663	64,37	61,08	59,22	59,41	61,33	62,30	62,57	61,55	62,20	61,98
4,312	64,473	63,46	60,96	59,01	58,59	61,40	61,17	61,68	60,59	60,97	60,89
4,421	64,791	64,24	61,41	59,53	59,16	61,33	62,20	62,32	61,23	63,13	61,58
4,531	64,663	64,37	61,21	59,32	59,16	61,65	62,20	62,38	61,42	62,36	62,08
4,640	64,219	64,04	60,96	59,01	58,97	60,95	61,99	62,25	61,10	59,93	61,09
4,750	64,791	63,98	61,41	59,43	58,91	61,91	61,68	61,87	61,04	62,78	61,88
4,859	64,219	64,17	61,02	59,12	59,03	61,20	62,20	61,87	61,29	63,09	61,88
4,968	64,663	64,04	61,21	59,32	59,22	61,52	61,78	62,19	61,17	62,40	61,68
5,078	64,663	64,24	61,41	59,53	59,35	61,52	62,09	62,45	61,36	62,40	61,88
5,187	64,600	63,79	60,89	59,12	59,03	61,40	61,27	61,74	60,78	61,51	62,18
5,296	65,045	64,69	61,85	59,94	59,92	61,78	62,40	62,57	61,81	62,59	62,37
5,406	63,901	63,66	60,25	58,39	58,78	60,88	61,58	61,68	60,78	62,13	62,08
5,515	65,299	64,43	61,79	59,94	59,35	61,85	61,99	62,45	61,36	63,52	61,98
5,624	63,774	63,59	60,51	58,60	58,59	61,08	61,37	61,81	60,78	61,40	61,88
5,734	64,791	63,72	61,28	59,43	58,91	61,33	61,58	61,74	60,78	62,51	62,27
5,843	64,091	63,72	60,64	58,91	58,78	61,20	61,48	61,55	60,72	60,82	61,78
5,953	64,854	63,92	61,28	59,43	59,03	61,40	61,68	61,93	60,91	62,09	61,88
6,062	64,028	63,59	60,51	58,70	58,40	61,08	61,37	61,81	60,65	61,97	61,88
6,171	64,981	63,66	61,34	59,63	58,72	61,78	61,06	61,81	60,65	62,09	62,87
6,281	64,282	64,11	61,08	59,22	58,97	61,14	61,78	62,06	61,17	62,32	61,88
6,390	64,727	63,66	60,96	59,22	58,84	61,65	61,37	61,61	60,78	62,05	62,18
6,499	64,536	64,24	61,41	59,53	59,35	61,40	62,20	62,57	61,42	62,71	61,68
6,609	64,473	63,79	60,76	58,91	58,84	61,40	61,37	61,93	60,85	61,47	61,88
6,718	64,918	64,50	61,60	59,84	59,41	61,78	62,09	62,51	61,42	62,24	62,27
6,827	64,028	63,72	60,51	58,60	58,97	61,08	61,27	61,81	60,78	62,20	61,98
6,937	64,727	64,04	61,28	59,43	58,84	61,40	61,68	61,93	61,04	63,05	61,78
7,046	64,600	64,04	61,21	59,22	58,97	61,72	61,68	62,06	61,23	63,17	61,98
7,156	64,409	63,92	60,89	59,01	58,97	61,08	61,89	62,19	60,91	63,09	61,78
7,265	64,854	64,37	61,66	59,63	59,35	61,78	61,78	62,57	61,49	62,90	60,79
7,374	64,155	63,98	60,83	58,91	58,97	61,20	61,99	62,06	60,97	63,67	61,98
7,484	64,918	64,43	61,66	59,74	59,35	61,52	62,20	62,51	61,55	61,63	61,88
7,593	64,346	64,11	60,76	59,01	59,16	61,33	61,99	62,19	61,23	61,59	61,88
7,702	64,854	64,37	61,41	59,63	59,48	61,52	62,30	62,51	61,62	63,52	62,08
7,812	64,346	63,79	60,70	58,91	58,91	61,40	61,48	61,87	60,97	62,24	62,18
7,921	64,282	63,66	60,89	59,01	58,52	61,01	61,89	62,13	60,65	62,09	61,98
8,030	64,981	64,37	61,73	59,84	59,48	62,04	62,20	62,38	61,55	62,44	61,88
8,140	63,901	63,92	58,97	58,70	59,10	60,82	61,89	62,06	61,04	62,01	61,19
8,249	64,981	64,17	59,61	59,63	59,29	61,65	62,09	62,32	61,29	62,63	61,98
8,359	64,600	64,37	59,10	59,22	59,10	61,59	61,78	62,32	61,17	62,90	61,78
8,468	64,663	63,98	58,07	59,43	59,48	61,40	62,09	62,38	61,29	61,47	62,08
8,577	64,727	64,82	52,36	59,43	59,61	61,59	62,61	62,83	61,68	62,47	61,19
8,687	65,045	64,37	43,63	59,63	59,41	61,97	62,09	62,45	61,36	60,86	61,58
8,796	65,998	65,47	28,56	60,87	60,62	62,68	63,43	63,73	62,64	63,71	62,08
8,905	67,587	67,28	14,25	62,12	61,83	64,60	64,56	65,01	63,79	63,71	61,58
9,015	67,524	67,48	4,94	62,22	62,40	64,28	65,39	65,84	64,43	63,71	61,39

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
9,124	68,604	67,80	1,74	62,94	62,59	65,62	65,59	65,90	64,63	63,71	61,09
9,233	68,795	68,64	0,20	63,46	63,23	65,50	66,21	66,54	65,46	63,71	60,60
9,343	68,414	68,19	0,52	62,84	63,10	65,37	66,21	66,48	65,33	63,71	60,30
9,452	68,477	68,38	0,13	63,05	62,66	65,11	66,11	66,22	65,07	63,71	60,01
9,562	68,859	68,38	0,52	63,46	63,17	65,75	66,11	66,61	65,52	63,71	59,71
9,671	68,541	68,51	0,77	63,05	63,36	65,37	66,11	66,42	65,33	63,71	59,61
9,780	68,032	68,06	0,90	62,63	62,72	64,92	65,70	66,10	64,50	63,71	59,12
9,890	68,859	67,80	1,09	63,15	62,72	65,75	65,39	66,16	65,07	63,71	57,84
9,999	68,541	68,58	1,16	63,26	62,98	65,37	66,01	66,42	65,52	63,71	58,23
10,108	68,287	67,60	1,09	62,63	62,40	65,24	65,18	65,65	64,43	63,71	58,03
10,218	68,350	67,60	1,09	62,94	62,40	65,11	65,49	65,78	64,50	63,71	57,84
10,327	68,668	68,58	1,09	63,26	63,23	65,50	66,01	66,48	65,65	63,71	57,24
10,436	68,160	68,06	1,09	62,84	62,85	65,18	65,90	66,22	65,01	63,71	57,24
10,546	68,541	67,80	1,09	63,15	62,66	65,37	65,49	65,97	64,56	63,71	57,44
10,655	68,604	68,45	1,09	63,15	63,17	65,50	66,11	66,16	65,27	63,71	56,65
10,765	68,604	67,93	1,09	63,05	62,53	65,37	65,49	65,90	64,75	63,71	57,05
10,874	68,477	68,38	1,09	62,94	63,04	65,30	66,21	66,48	65,14	63,71	56,65
10,983	68,795	68,12	1,09	63,26	62,85	65,69	65,70	66,10	65,01	63,71	56,36
11,093	68,604	68,06	1,09	63,26	62,91	65,37	65,80	65,90	65,01	63,71	55,67
11,202	68,350	68,38	1,09	62,94	62,98	65,18	66,01	66,10	65,14	63,71	55,86
11,311	68,414	67,22	1,16	62,63	62,02	65,37	65,08	65,46	63,92	63,71	55,27
11,421	68,668	68,25	1,03	63,36	63,17	65,24	65,90	66,10	64,95	63,71	55,47
11,530	68,223	67,93	1,09	62,63	62,91	65,30	65,39	65,65	64,75	63,71	55,47
11,640	68,477	68,19	1,09	63,05	62,78	65,11	66,11	66,29	64,88	63,71	55,27
11,749	68,223	67,54	1,09	62,53	62,28	65,37	65,08	65,39	64,31	63,71	55,37
11,858	68,668	67,80	1,09	63,15	62,72	65,24	65,49	66,03	64,75	63,71	54,78
11,968	68,287	68,32	1,09	62,84	63,04	65,30	65,59	66,35	65,27	63,71	54,88
12,077	68,477	67,99	1,09	62,94	62,78	65,30	66,01	66,03	64,88	63,71	54,68
12,186	68,604	67,80	1,09	63,15	62,53	65,62	65,39	65,71	64,50	63,71	54,68
12,296	68,604	68,58	1,09	63,15	63,23	65,37	66,11	66,74	65,40	63,71	53,59
12,405	68,350	67,93	1,09	62,84	62,66	65,18	65,80	65,90	64,88	63,71	53,89
12,514	68,414	68,06	1,09	63,05	62,66	65,24	65,90	65,97	65,01	63,71	54,48
12,624	68,477	67,99	1,09	62,84	62,85	65,30	65,70	66,29	65,01	63,71	54,19
12,733	68,223	67,60	1,09	62,74	62,15	65,11	65,29	65,65	64,56	63,71	54,19
12,843	68,795	68,19	1,09	63,36	62,98	65,50	65,70	66,22	65,01	63,71	53,89
12,952	67,905	67,54	1,09	62,43	62,28	64,86	65,18	65,90	64,56	63,71	54,19
13,061	68,922	68,19	1,09	63,36	62,91	65,50	65,80	66,29	64,95	63,71	54,09
13,171	68,160	68,12	1,16	62,84	62,85	65,24	65,80	66,29	65,14	63,71	53,50
13,280	68,795	67,86	1,16	63,05	62,59	65,62	65,39	66,16	64,69	63,71	53,79
13,389	68,414	68,32	1,16	63,05	63,04	65,30	65,80	66,35	64,95	63,71	53,69
13,499	68,223	67,48	0,97	62,63	62,28	65,24	65,08	65,46	64,24	63,71	53,89
13,608	68,604	68,38	1,09	63,36	63,04	65,18	65,90	66,03	65,20	63,71	53,79
13,717	68,287	67,80	1,16	62,74	62,53	65,43	65,29	65,71	64,82	63,71	54,19
13,827	68,477	67,86	1,09	62,94	62,59	65,05	65,29	65,78	64,63	63,71	53,69
13,936	68,668	68,19	1,09	63,26	62,78	65,75	66,01	66,42	65,20	63,71	53,79
14,046	68,032	67,80	1,09	62,53	62,40	64,79	65,29	66,10	64,95	63,71	53,89
14,155	68,541	68,38	1,03	63,05	63,29	65,37	66,01	66,54	65,27	63,71	53,50
14,264	68,414	68,19	1,09	62,94	62,72	65,37	65,70	66,29	65,20	63,71	53,40
14,374	68,477	68,12	1,09	63,15	62,85	65,30	65,80	65,90	65,07	63,71	53,50
14,483	68,287	67,60	1,09	62,74	62,40	65,37	64,77	65,58	64,43	63,71	53,59
14,592	68,732	68,12	1,09	63,26	62,85	65,50	65,90	66,10	65,07	63,71	53,20
14,702	68,477	68,64	1,09	63,15	63,23	65,56	66,42	66,67	65,59	63,71	53,30
14,811	68,541	68,19	1,09	62,94	62,85	65,43	66,01	66,16	64,88	63,71	53,20
14,920	68,287	67,80	1,09	62,74	62,40	65,11	65,29	65,71	64,37	63,71	53,69
15,030	68,477	67,93	1,09	63,05	62,59	65,24	65,70	66,03	64,82	63,71	53,30
15,139	68,350	67,86	1,09	62,84	62,66	65,30	65,49	65,97	64,75	63,71	53,50
15,249	68,795	67,99	1,09	63,36	62,78	65,69	65,70	66,03	64,69	63,71	53,30
15,358	68,160	68,06	1,09	62,74	62,78	64,98	65,70	66,03	64,82	63,71	53,00
15,467	68,541	67,99	1,09	62,94	62,91	65,18	66,01	66,10	64,82	63,71	53,20
15,577	68,541	68,32	1,09	63,26	63,04	61,85	66,01	66,29	65,07	63,71	53,10
15,686	68,604	68,19	1,09	63,05	62,78	53,65	65,90	65,97	64,88	63,71	53,30
15,795	69,749	69,74	1,09	64,39	64,44	39,62	67,45	67,63	66,61	63,71	52,51
15,905	69,304	69,09	1,09	63,77	63,93	19,05	66,62	67,12	66,04	63,71	53,50
16,014	70,130	69,48	1,09	64,81	64,12	11,36	67,14	67,38	66,42	63,71	53,69
16,123	69,304	69,55	1,09	63,88	64,12	6,43	67,24	67,50	66,36	63,71	52,80
16,233	69,685	68,96	1,09	63,88	63,55	4,19	66,73	67,06	65,52	63,71	52,61
16,342	69,876	69,16	1,09	64,60	64,06	3,16	66,62	67,06	66,23	63,71	52,11
16,452	69,494	69,48	1,09	63,98	64,31	2,33	67,14	67,25	66,23	63,71	52,21
16,561	69,431	69,16	1,09	63,77	63,99	1,88	67,14	67,25	65,91	63,71	52,80
16,670	69,749	69,09	1,03	64,29	63,74	1,50	66,73	67,12	65,97	63,71	52,02
16,780	69,431	69,09	1,09	63,77	63,55	1,37	66,62	67,38	65,84	63,71	52,02
16,889	69,749	69,42	1,03	64,19	63,93	1,31	67,14	67,18	66,48	63,71	52,21
16,998	69,367	69,03	1,09	63,77	63,80	1,24	67,04	67,25	65,78	63,71	52,02
17,108	70,003	69,09	1,03	64,39	63,61	1,24	66,52	66,93	65,97	63,71	51,62
17,217	69,685	69,42	1,09	64,29	64,25	1,24	67,04	67,31	66,29	63,71	51,82
17,326	69,367	69,03	1,16	63,77	63,61	1,31	66,62	66,80	65,78	63,71	51,52

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
17,436	70,066	69,22	1,09	64,39	63,93	1,31	67,04	67,06	65,84	63,71	51,42
17,545	69,431	69,03	1,09	63,88	63,67	1,31	66,52	66,80	65,78	63,71	51,32
17,655	70,003	69,55	1,09	64,39	64,25	1,31	67,14	67,76	66,48	63,71	51,13
17,764	69,177	68,83	1,03	63,36	63,48	1,31	66,21	66,67	65,40	63,71	51,13
17,873	70,003	69,48	1,09	64,39	63,87	1,24	66,93	67,63	66,23	63,71	51,13
17,983	69,431	69,55	1,09	64,08	64,25	1,31	67,34	67,70	66,74	63,71	51,32
18,092	69,558	69,16	1,09	63,88	63,87	1,37	66,93	67,38	66,10	63,71	51,23
18,201	70,003	69,48	1,09	64,70	64,06	1,24	66,83	67,31	66,36	63,71	50,83
18,311	69,240	69,29	1,09	63,67	63,87	1,31	67,04	67,25	66,04	63,71	51,03
18,420	70,066	69,87	1,09	64,60	64,44	1,31	67,34	67,89	66,80	63,71	51,23
18,529	69,304	69,03	1,09	63,77	63,67	1,24	66,52	67,25	65,84	63,71	51,62
18,639	69,812	68,83	1,09	64,19	63,61	1,24	66,42	66,48	65,59	63,71	50,63
18,748	69,622	69,09	1,09	64,19	63,87	1,31	66,62	67,06	65,97	63,71	50,83
18,858	69,876	69,74	1,09	64,39	64,50	1,24	67,76	67,63	66,55	63,71	50,63
18,967	69,622	69,94	1,16	64,08	64,37	1,24	67,45	68,08	66,68	63,71	50,44
19,076	69,749	68,71	1,09	63,98	63,29	1,31	66,32	66,86	65,65	63,71	50,73
19,186	69,812	69,42	1,09	64,60	64,06	1,24	67,04	67,44	66,23	63,71	50,54
19,295	70,003	69,94	1,09	64,29	64,50	1,31	67,76	67,89	66,80	63,71	50,63
19,404	69,622	69,48	1,16	64,19	64,25	1,24	67,45	67,76	66,48	63,71	50,44
19,514	69,749	69,22	1,09	64,29	63,99	1,24	66,62	67,18	65,91	63,71	50,44
19,623	69,494	69,03	1,16	64,08	63,67	1,24	66,52	66,74	65,72	63,71	50,24
19,732	69,558	69,81	1,09	64,19	64,44	1,24	67,65	67,70	66,61	63,71	50,24
19,842	69,304	68,77	1,09	63,57	63,55	1,24	66,42	67,12	65,33	63,71	50,34
19,951	70,194	69,81	1,09	64,81	64,31	1,24	67,34	67,76	66,61	63,71	50,14
20,061	69,622	69,61	1,09	63,98	64,18	1,24	67,14	67,44	66,42	63,71	50,44
20,170	69,685	69,61	1,09	64,39	64,31	1,31	67,45	67,76	66,36	63,71	50,44
20,279	69,304	69,29	1,09	63,67	63,80	1,24	67,04	67,38	66,16	63,71	50,24
20,389	70,194	69,35	1,09	64,50	64,12	1,24	66,93	67,18	66,29	63,71	50,24
20,498	69,749	69,87	1,09	64,39	64,57	1,24	67,65	67,89	66,80	63,71	49,65
20,607	70,003	70,26	1,03	64,39	64,69	1,24	67,86	68,02	66,80	63,71	50,14
20,717	69,685	69,22	1,16	64,08	63,74	1,31	67,14	67,38	66,16	63,71	50,14
20,826	69,367	68,58	1,09	63,77	63,10	1,24	65,90	66,35	65,40	63,71	50,24
20,935	69,494	68,96	1,09	63,98	63,55	1,24	66,52	66,99	65,97	63,71	50,04
21,045	69,812	69,22	1,16	64,08	63,80	1,18	67,04	67,18	66,10	63,71	50,04
21,154	69,240	68,58	1,03	63,57	63,42	1,24	66,11	66,48	65,46	63,71	49,65
21,264	70,130	69,16	1,09	64,70	64,12	1,24	67,04	67,06	65,97	63,71	50,34
21,373	69,113	69,74	1,09	63,77	64,44	1,24	67,34	67,38	66,48	63,71	50,04
21,482	69,749	69,16	1,09	63,98	63,67	1,18	66,83	67,18	65,97	63,71	50,24
21,592	69,685	69,03	1,09	64,19	63,55	1,24	66,73	66,93	65,72	63,71	50,14
21,701	69,622	69,35	1,09	64,08	63,80	1,24	66,73	67,25	66,10	63,71	49,94
21,810	69,494	69,29	1,09	63,98	64,06	1,24	67,04	67,38	66,23	63,71	50,14
21,920	69,622	68,90	1,09	64,08	63,61	1,24	66,52	66,80	65,59	63,71	50,04
22,029	69,622	69,22	1,09	64,19	63,87	1,24	66,42	67,18	65,97	63,71	50,34
22,138	69,367	68,71	1,09	63,67	63,61	1,24	66,11	66,67	65,72	63,71	50,04
22,248	69,622	69,29	1,09	64,19	64,06	1,24	67,04	67,31	65,97	63,71	50,04
22,357	69,749	69,09	1,09	64,08	63,74	1,24	66,83	67,12	65,91	63,71	50,14
22,467	69,812	69,35	1,09	64,29	64,18	1,24	66,73	67,44	66,29	63,71	50,24
22,576	70,130	70,13	1,09	64,60	64,63	1,24	58,49	67,76	66,68	63,71	50,14
22,685	69,939	69,74	1,03	64,39	64,31	1,24	52,83	67,50	66,74	63,71	50,04
22,795	71,338	71,04	1,09	65,95	65,52	1,24	31,00	68,85	67,83	63,71	49,94
22,904	71,656	72,46	1,09	66,57	66,92	1,24	9,68	70,45	68,73	63,71	49,65
23,013	73,245	72,39	1,09	67,29	67,04	1,24	0,61	70,06	68,66	63,71	49,75
23,123	72,101	72,01	1,03	66,67	66,41	1,24	1,23	70,06	68,60	63,71	49,75
23,232	72,800	72,20	1,09	66,98	66,35	1,18	0,93	69,68	68,92	63,71	49,25
23,342	72,482	72,07	1,03	66,77	66,73	1,24	2,47	70,13	68,92	63,71	48,76
23,451	72,545	72,20	1,09	66,88	66,47	1,24	0,72	69,87	68,73	63,71	48,37
23,560	72,673	72,52	1,09	66,98	66,98	1,24	0,11	70,19	68,98	63,71	48,86
23,670	72,291	72,01	1,09	66,67	66,41	1,18	0,93	69,87	68,79	63,71	47,48
23,779	72,927	72,46	1,09	67,29	66,92	1,24	1,44	70,38	69,11	63,71	47,28
23,888	72,418	72,20	1,16	66,77	66,54	1,24	1,44	69,87	68,92	63,71	46,29
23,998	72,990	72,65	1,09	67,50	67,43	1,18	0,93	70,45	69,24	63,71	46,49
24,107	72,482	73,04	1,09	66,88	67,36	1,24	0,93	70,83	69,75	63,71	46,59
24,216	72,418	72,01	1,03	66,57	66,41	1,24	1,03	70,00	68,66	63,71	46,39
24,326	72,800	72,59	1,03	67,19	66,73	1,24	1,24	70,38	69,30	63,71	46,98
24,435	72,863	72,33	1,16	67,08	66,79	1,24	1,03	70,51	69,11	63,71	45,70
24,545	72,609	72,78	1,16	67,08	67,24	1,24	1,03	70,70	69,30	63,71	45,90
24,654	72,863	72,33	1,03	67,08	66,79	1,24	1,03	70,26	69,18	63,71	45,11
24,763	72,291	71,81	1,09	66,77	66,41	1,24	0,83	69,87	68,47	63,71	45,21
24,873	72,863	72,78	1,16	67,19	67,17	1,24	1,03	70,70	69,05	63,71	44,22
24,982	72,101	71,68	1,03	66,46	66,22	1,24	0,93	69,68	68,41	63,71	44,62
25,091	72,863	71,94	1,03	67,19	66,54	1,24	1,03	69,81	68,60	63,71	44,72
25,201	72,228	71,94	1,03	66,77	66,35	1,24	0,83	69,74	68,60	63,71	44,52
25,310	72,927	72,14	1,09	67,19	66,66	1,24	1,03	69,74	68,79	63,71	44,42
25,419	72,291	72,33	1,09	66,77	66,73	1,24	0,83	70,00	68,60	63,71	44,81
25,529	72,482	71,62	1,09	66,67	66,15	1,18	1,03	69,62	68,28	63,71	43,83
25,638	72,545	72,20	1,03	66,98	66,79	1,24	0,83	69,81	68,79	63,71	44,12

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
25,748	72,482	72,07	1,09	66,77	66,47	1,18	1,14	70,26	68,73	63,71	43,73
25,857	72,673	72,27	1,09	67,08	66,73	1,18	0,93	70,32	68,92	63,71	43,63
25,966	72,545	72,65	1,03	67,08	67,11	1,24	1,03	70,51	69,30	63,71	43,53
26,076	72,800	72,59	0,97	67,08	67,24	1,24	0,93	70,64	69,37	63,71	43,53
26,185	72,482	72,59	1,09	66,98	66,85	1,24	1,14	70,26	69,30	63,71	43,63
26,294	72,673	71,88	1,09	66,77	66,47	1,18	0,93	69,81	68,66	63,71	43,43
26,404	72,164	72,14	1,09	66,67	66,54	1,24	0,83	70,19	68,98	63,71	43,53
26,513	72,800	72,14	1,03	66,98	66,66	1,24	0,93	70,26	68,85	63,71	43,14
26,622	72,545	72,14	1,09	66,88	66,66	1,18	0,93	69,94	68,73	63,71	43,24
26,732	72,863	73,17	1,03	67,29	67,49	1,24	1,03	70,90	69,69	63,71	43,04
26,841	72,228	72,14	1,09	66,57	66,60	1,11	1,03	69,81	68,79	63,71	42,94
26,951	73,181	72,52	1,09	67,39	67,11	1,18	1,14	70,00	69,11	63,71	42,84
27,060	72,164	72,14	1,09	66,57	66,41	1,18	0,93	69,74	68,79	63,71	43,04
27,169	73,245	72,52	1,09	67,50	66,98	1,31	1,14	70,06	69,43	63,71	42,64
27,279	72,228	72,07	1,09	66,46	66,60	1,18	0,93	69,74	68,47	63,71	42,74
27,388	72,418	71,94	1,03	66,77	66,54	1,24	1,14	69,62	68,66	63,71	43,63
27,497	72,800	72,46	1,09	66,98	66,98	1,18	0,93	70,32	68,98	63,71	42,15
27,607	72,482	72,20	1,03	66,77	66,60	1,24	1,03	69,81	68,92	63,71	42,84
27,716	72,355	71,75	1,09	66,46	66,22	1,18	0,83	69,94	68,47	63,71	42,64
27,825	72,545	72,07	1,09	66,98	66,60	1,24	1,03	70,32	68,66	63,71	42,45
27,935	72,736	72,33	1,03	67,08	66,85	1,24	0,83	70,38	69,24	63,71	43,24
28,044	72,291	72,27	1,09	66,67	66,47	1,18	0,93	70,19	68,79	63,71	42,64
28,154	73,054	72,52	1,09	67,50	67,17	1,24	1,24	70,26	69,18	63,71	42,35
28,263	72,101	71,81	1,09	66,36	66,47	1,18	1,03	69,62	68,41	63,71	42,45
28,372	72,927	72,52	1,09	67,39	66,92	1,31	1,03	70,58	69,24	63,71	43,04
28,482	72,418	72,20	1,03	66,98	66,66	1,18	1,03	70,06	68,98	63,71	42,74
28,591	72,609	72,20	1,09	66,77	66,73	1,24	1,14	69,68	68,85	63,71	42,45
28,700	72,863	72,85	1,09	67,29	67,24	1,24	1,03	70,70	69,50	63,71	42,55
28,810	72,482	71,94	1,09	66,77	66,41	1,18	1,03	69,81	68,47	63,71	41,76
28,919	72,863	72,20	1,09	67,19	66,79	1,24	1,03	70,00	68,92	63,71	42,25
29,028	72,418	72,39	1,09	66,98	67,04	1,18	1,14	70,00	69,11	63,71	42,45
29,138	72,800	72,39	1,09	66,98	66,73	1,18	1,03	70,00	68,92	63,71	42,64
29,247	72,355	72,20	1,09	66,88	66,73	1,18	1,14	70,00	69,11	63,71	42,35
29,357	72,800	72,39	1,09	67,08	67,04	1,24	1,03	70,06	69,11	63,71	42,35
29,466	72,927	72,85	1,16	67,39	67,30	1,18	1,14	70,64	69,56	63,71	42,05
29,575	72,037	71,81	1,09	66,36	66,41	1,24	1,03	69,49	68,47	63,71	42,35
29,685	72,863	72,33	1,09	67,08	66,79	1,24	1,14	70,06	69,05	63,71	42,15
29,794	72,101	72,20	1,09	66,57	66,79	1,31	0,93	70,13	68,79	63,71	42,35
29,903	73,054	72,59	1,03	67,29	66,98	1,37	0,83	70,32	69,30	63,71	42,25
30,013	72,291	72,46	1,16	66,67	66,98	1,43	0,93	70,06	68,85	63,71	42,15
30,122	73,054	72,59	1,09	67,29	67,11	1,50	1,14	70,38	69,30	63,71	42,05
30,231	72,037	72,20	1,09	66,57	66,66	1,43	1,03	70,00	69,05	63,71	42,84
30,341	73,181	72,52	1,09	67,29	66,92	1,50	1,14	70,26	69,05	63,71	42,35
30,450	72,291	72,39	1,09	66,88	66,79	1,43	1,03	70,26	69,18	63,71	41,95
30,560	72,800	72,39	1,09	67,19	67,04	1,43	1,03	70,26	68,85	63,71	42,35
30,669	72,545	72,52	1,09	66,88	66,98	1,37	1,03	70,26	68,98	63,71	41,86
30,778	72,418	71,62	1,16	66,57	65,96	1,37	1,03	69,49	68,34	63,71	41,95
30,888	72,673	72,46	1,09	67,08	66,85	1,37	1,03	70,26	68,98	63,71	42,05
30,997	72,228	72,39	1,09	66,67	66,79	1,37	1,03	69,87	68,92	63,71	41,76
31,106	72,927	72,39	1,16	67,19	66,92	1,37	1,03	66,10	68,79	63,71	42,15
31,216	72,673	72,27	1,09	67,08	66,79	1,31	0,93	62,77	68,73	63,71	41,76
31,325	73,435	73,56	1,03	67,81	67,87	1,31	1,03	47,72	69,88	63,71	42,15
31,434	74,007	73,95	1,09	68,53	68,19	1,24	0,93	24,29	70,58	63,71	41,86
31,544	77,059	75,70	1,09	71,22	70,03	1,31	1,14	0,86	72,12	63,71	41,86
31,653	74,135	75,11	1,09	68,64	69,33	1,18	1,14	2,53	71,42	63,71	41,76
31,763	75,978	75,31	1,09	69,88	69,52	1,24	1,03	1,31	71,55	63,71	41,07
31,872	74,707	74,73	1,09	69,26	68,95	1,24	1,03	3,94	71,48	63,71	40,67
31,981	76,232	75,24	1,09	70,40	69,59	1,31	0,93	0,23	71,93	63,71	40,38
32,091	74,834	75,57	1,09	69,26	69,52	1,18	0,83	0,42	71,74	63,71	39,19
32,200	75,597	74,85	1,09	69,36	69,21	1,24	0,83	1,57	71,48	63,71	39,39
32,309	75,724	75,05	1,09	69,98	69,27	1,24	1,03	1,06	71,55	63,71	38,90
32,419	75,215	75,57	1,03	69,57	69,78	1,18	0,83	0,93	72,12	63,71	38,99
32,528	75,469	75,11	1,09	69,57	69,33	1,24	0,83	0,99	71,29	63,71	38,30
32,637	75,406	75,18	1,09	69,67	69,33	1,18	0,83	1,19	71,67	63,71	38,30
32,747	75,024	74,40	1,09	69,15	68,76	1,18	1,03	1,44	70,91	63,71	37,32
32,856	75,724	75,44	1,03	69,88	69,52	1,18	0,83	0,80	71,67	63,71	37,42
32,966	75,533	75,89	1,09	69,98	70,10	1,18	0,93	0,93	72,57	63,71	37,02
33,075	75,024	75,05	1,09	69,15	69,40	1,18	0,83	1,25	71,67	63,71	36,92
33,184	75,724	75,44	1,03	70,09	69,78	1,18	1,03	1,12	71,93	63,71	36,63
33,294	74,961	74,85	1,09	69,26	69,14	1,18	0,83	0,93	71,74	63,71	36,13
33,403	75,469	75,11	1,09	69,46	69,08	1,18	0,83	1,19	71,42	63,71	36,13
33,512	75,469	74,79	1,03	69,78	69,27	1,11	0,93	1,19	71,61	63,71	36,33
33,622	75,279	74,98	1,09	69,46	69,08	1,18	0,93	0,93	71,42	63,71	36,13
33,731	75,406	74,98	1,09	69,46	69,27	1,11	0,93	1,19	71,55	63,71	35,64
33,841	75,597	75,24	1,09	69,88	69,59	1,18	0,93	1,31	71,93	63,71	35,84
33,950	75,024	75,63	1,03	69,46	69,78	1,11	0,83	1,06	72,38	63,71	35,94

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
34,059	75,724	75,18	1,09	69,67	69,33	1,11	0,83	1,06	71,93	63,71	34,85
34,169	74,770	74,66	1,09	69,05	69,02	1,11	1,03	1,12	71,42	63,71	34,75
34,278	75,851	75,57	1,09	69,88	69,84	1,11	0,93	1,12	72,19	63,71	34,95
34,387	74,961	75,18	1,09	69,36	69,33	1,11	1,03	0,99	71,93	63,71	33,77
34,497	75,533	75,37	1,09	69,57	69,59	1,11	0,93	1,12	71,99	63,71	34,46
34,606	75,088	74,98	1,09	69,46	69,14	1,11	1,03	1,25	71,67	63,71	34,46
34,715	75,660	75,31	1,03	69,98	69,72	1,11	0,93	0,99	71,93	63,71	34,06
34,825	75,152	75,44	1,03	69,36	69,59	1,11	1,03	1,06	72,06	63,71	34,65
34,934	74,834	74,40	1,09	68,95	68,83	1,11	0,83	1,19	71,10	63,71	34,06
35,044	75,724	75,37	1,09	69,98	69,52	1,11	1,03	1,19	71,67	63,71	33,96
35,153	74,961	75,24	1,09	69,15	69,52	1,05	0,83	1,06	71,74	63,71	33,77
35,262	75,787	75,70	1,09	69,98	69,84	1,11	0,93	1,06	72,19	63,71	33,87
35,372	74,961	74,85	1,09	69,36	69,27	1,05	0,83	1,12	71,16	63,71	33,77
35,481	75,851	75,50	1,03	69,98	69,59	1,11	0,93	1,12	72,06	63,71	34,36
35,590	75,088	75,18	1,09	69,46	69,33	1,05	0,83	1,06	71,55	63,71	33,67
35,700	75,469	75,31	1,09	69,57	69,65	1,11	0,83	1,12	71,74	63,71	33,57
35,809	75,215	75,37	1,09	69,46	69,46	1,05	0,83	1,06	71,93	63,71	33,37
35,918	75,406	75,24	1,09	69,67	69,52	1,05	0,83	1,06	71,80	63,71	32,98
36,028	75,342	75,31	1,03	69,78	69,65	1,11	0,83	1,12	71,99	63,71	33,37
36,137	75,660	75,63	1,09	69,78	69,59	1,05	0,83	1,06	72,25	63,71	32,39
36,247	74,834	74,79	1,09	69,05	69,02	1,11	0,93	1,06	71,48	63,71	33,08
36,356	75,660	74,73	1,09	69,88	69,02	1,11	0,83	1,06	71,16	63,71	33,27
36,465	75,406	75,05	1,09	69,78	69,52	1,11	0,83	1,12	71,48	63,71	33,17
36,575	75,152	75,31	1,09	69,26	69,52	1,05	0,83	1,06	71,67	63,71	32,88
36,684	75,279	75,18	1,09	69,46	69,27	1,11	1,03	1,12	71,67	63,71	33,87
36,793	74,961	74,47	1,09	69,15	68,63	1,05	0,83	1,12	70,91	63,71	33,47
36,903	75,088	74,73	1,09	69,15	68,83	1,05	1,03	1,12	71,16	63,71	32,29
37,012	75,597	75,11	1,09	69,88	69,21	1,11	0,93	1,06	71,74	63,71	32,78
37,121	75,342	75,24	1,03	69,57	69,40	1,11	1,03	1,12	71,99	63,71	32,09
37,231	75,342	75,18	1,09	69,46	69,33	1,05	0,93	1,06	71,48	63,71	32,68
37,340	75,469	75,24	1,09	69,67	69,52	1,05	1,03	1,06	71,55	63,71	32,39
37,450	75,342	75,37	1,09	69,57	69,52	1,05	0,93	1,06	71,87	63,71	32,48
37,559	75,660	75,37	1,09	69,88	69,52	1,11	1,03	1,06	71,87	63,71	32,19
37,668	74,707	74,73	1,09	69,05	69,02	1,05	0,83	1,12	71,29	63,71	32,68
37,778	75,914	75,57	1,09	70,09	69,97	1,11	0,83	1,06	71,93	63,71	32,09
37,887	74,580	74,66	1,03	68,95	69,27	1,05	1,03	1,06	71,10	63,71	32,58
37,996	75,724	74,92	1,09	69,78	69,40	1,05	0,83	1,06	71,48	63,71	33,77
38,106	74,707	74,98	1,16	69,05	69,08	1,05	1,03	1,06	71,55	63,71	32,48
38,215	75,597	74,85	1,09	69,57	69,02	1,05	0,93	1,12	71,48	63,71	32,68
38,324	75,660	75,44	1,09	70,09	69,65	1,05	1,14	1,19	72,06	63,71	32,48
38,434	75,406	75,89	1,09	69,78	70,22	1,05	0,83	1,06	72,57	63,71	32,29
38,543	75,279	74,79	1,09	69,26	69,21	1,11	0,93	1,12	71,23	63,71	32,39
38,653	75,088	74,14	1,09	69,26	68,57	1,05	0,83	1,06	70,71	63,71	32,78
38,762	74,834	74,34	1,16	68,95	68,44	1,05	1,03	1,06	70,97	63,71	32,68
38,871	75,660	74,92	1,03	69,67	69,27	1,05	0,83	1,06	71,80	63,71	32,68
38,981	74,580	74,85	1,09	69,05	68,95	1,05	0,93	1,19	71,29	63,71	32,68
39,090	75,533	75,11	1,09	69,57	69,33	1,11	0,83	1,06	71,74	63,71	32,68
39,199	75,914	76,02	1,09	70,29	70,29	1,05	1,03	1,12	72,44	63,71	32,58
39,309	75,978	76,80	1,09	70,40	70,80	1,11	0,83	1,06	73,47	37,07	32,48
39,418	80,110	79,64	1,09	74,33	73,47	1,05	0,93	1,06	76,03	1,61	32,29
39,527	76,550	77,25	1,09	70,81	71,18	1,11	0,83	1,12	74,04	2,02	32,19
39,637	79,029	78,74	1,03	72,88	72,70	1,11	0,83	1,06	75,01	2,61	31,79
39,746	77,313	78,03	0,97	71,74	71,94	1,05	0,83	1,06	74,43	2,98	31,40
39,856	77,821	77,31	1,09	71,43	71,43	1,05	0,83	1,06	73,66	0,49	30,81
39,965	78,393	78,54	1,09	72,57	72,45	1,05	1,03	0,99	74,75	2,13	30,22
40,074	77,249	77,25	1,09	71,22	71,37	1,05	0,83	1,19	73,79	1,25	29,52
40,184	78,521	77,64	1,09	72,26	71,56	1,05	0,93	1,06	74,11	0,09	29,13
40,293	77,631	77,83	1,03	71,85	72,00	1,05	0,83	1,12	74,30	1,79	28,83
40,402	77,885	77,38	1,09	71,74	71,43	1,05	0,93	1,12	73,72	1,59	28,44
40,512	78,393	78,67	1,03	72,47	72,39	1,11	0,83	1,06	75,01	1,17	28,24
40,621	77,440	77,70	1,09	71,53	71,94	1,05	1,03	1,06	74,24	1,75	27,95
40,730	78,393	77,90	1,09	72,47	72,07	1,11	1,03	1,06	74,30	0,71	26,76
40,840	77,440	77,90	1,03	71,74	72,13	1,05	1,14	1,12	74,36	1,32	26,76
40,949	78,330	77,83	1,09	72,26	71,94	1,05	1,03	1,06	74,36	0,98	27,06
41,059	78,076	78,09	1,03	72,16	72,07	1,05	1,03	0,99	74,56	1,71	26,86
41,168	77,186	76,67	1,09	71,02	70,92	1,11	0,93	1,06	72,96	0,78	26,27
41,277	78,266	77,38	1,03	72,16	71,24	1,05	1,14	1,06	73,85	1,32	25,87
41,387	77,313	77,38	1,03	71,64	71,50	1,05	0,83	1,06	74,04	0,90	25,78
41,496	77,503	76,60	1,09	71,33	70,80	1,05	1,03	1,06	73,15	1,75	25,68
41,605	78,330	77,96	1,03	72,57	72,13	1,05	1,03	0,99	74,36	0,86	25,48
41,715	77,440	78,09	1,09	71,64	72,00	1,11	0,72	1,06	74,49	1,13	25,38
41,824	78,330	78,03	1,09	72,16	71,94	1,05	0,93	1,06	74,17	0,98	25,28
41,933	77,503	77,70	1,03	71,85	71,69	1,05	0,83	0,99	74,17	0,74	25,09
42,043	77,821	77,70	1,03	71,85	71,69	1,05	1,03	0,99	74,17	0,82	25,09
42,152	78,139	78,48	1,03	72,26	72,51	1,05	0,93	1,06	74,88	0,47	24,69
42,262	77,694	78,61	1,09	71,85	72,70	1,11	1,03	1,06	75,01	0,86	24,59

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
42,371	77,440	76,60	1,03	71,43	70,73	1,05	0,83	1,12	72,96	1,09	24,20
42,480	78,203	77,83	1,03	72,36	72,00	1,05	0,93	1,06	74,30	1,48	24,10
42,590	77,313	77,83	1,09	71,53	71,81	1,05	0,83	0,99	74,24	1,13	24,10
42,699	77,948	77,12	1,09	71,74	71,24	1,11	0,83	1,06	73,66	1,44	23,90
42,808	77,821	77,44	1,16	71,95	71,75	1,05	0,72	1,12	73,98	0,90	24,30
42,918	77,948	77,64	1,09	71,95	71,50	0,99	0,83	1,06	74,24	1,55	24,00
43,027	78,457	78,61	1,09	72,57	72,77	1,05	0,83	0,99	75,13	1,09	23,80
43,136	77,313	77,64	1,03	71,43	71,75	1,05	0,83	1,06	73,98	1,28	23,51
43,246	78,139	77,38	1,09	71,95	71,50	0,99	0,83	1,06	73,79	1,05	23,51
43,355	78,012	77,77	1,09	72,16	71,94	1,05	0,83	1,06	74,17	1,48	23,51
43,465	77,948	78,03	1,09	71,95	72,45	1,05	0,83	0,99	74,49	0,59	23,31
43,574	77,631	77,25	1,03	71,43	71,37	1,05	0,83	1,12	73,72	1,28	23,31
43,683	78,203	78,16	1,03	72,36	72,20	1,05	0,93	1,06	74,75	0,55	22,92
43,793	77,694	77,77	1,03	71,74	71,94	1,05	0,83	1,06	74,24	1,48	23,21
43,902	77,758	77,18	1,03	71,74	71,43	1,05	1,03	1,06	73,40	1,71	23,21
44,011	78,139	77,70	1,16	72,26	71,69	1,11	0,83	1,06	74,30	1,17	22,13
44,121	77,376	77,38	1,09	71,43	71,43	1,05	0,93	1,12	73,85	0,82	23,21
44,230	78,139	77,51	1,03	72,05	71,75	1,05	0,83	0,99	73,85	0,74	22,92
44,339	77,440	77,12	1,09	71,53	71,24	1,05	0,93	1,06	73,60	1,09	22,72
44,449	78,203	78,35	1,09	72,36	72,32	1,05	0,72	1,06	74,75	0,94	22,72
44,558	77,503	78,16	1,03	71,64	72,26	0,99	1,03	1,06	74,75	0,90	22,52
44,668	78,203	77,83	1,09	72,16	71,81	1,05	0,83	1,06	74,43	0,86	22,62
44,777	77,122	76,80	1,03	71,33	70,99	1,05	1,03	1,06	73,47	1,21	21,73
44,886	78,393	77,31	1,09	72,26	71,62	1,05	0,83	1,06	73,60	0,59	22,82
44,996	77,440	77,83	1,09	71,85	72,00	1,05	1,03	1,06	74,30	1,13	22,62
45,105	77,885	77,38	1,09	71,74	71,37	1,05	0,93	1,12	74,04	0,86	23,70
45,214	77,821	77,44	1,09	71,85	71,37	1,11	1,03	1,12	73,66	1,71	22,72
45,324	77,821	77,57	1,09	71,85	71,69	1,05	0,83	1,06	73,98	0,90	22,52
45,433	77,885	77,83	1,03	72,05	72,00	1,05	1,03	1,06	73,98	1,55	22,42
45,543	77,694	77,70	1,03	71,74	71,69	1,05	0,93	1,12	73,98	0,82	22,32
45,652	78,139	78,22	1,09	72,26	72,26	1,05	0,93	1,06	74,56	1,86	22,62
45,761	77,758	77,96	1,09	71,95	72,00	1,05	1,03	1,12	74,30	1,36	22,32
45,871	77,885	77,96	1,03	71,74	71,94	1,05	0,93	1,06	74,24	1,48	22,42
45,980	78,139	78,35	1,09	72,16	72,26	1,11	1,03	1,06	74,88	1,40	22,52
46,089	77,440	77,31	1,03	71,43	71,37	1,05	0,93	1,12	73,85	1,28	22,32
46,199	78,266	77,51	1,09	72,36	71,81	1,11	1,03	1,06	73,92	1,67	22,23
46,308	77,376	77,70	1,09	71,43	71,69	1,05	0,83	1,06	74,24	1,55	22,52
46,417	78,012	78,03	1,03	71,85	72,20	1,05	1,03	1,06	74,43	1,21	22,32
46,527	78,139	78,48	1,09	72,47	72,51	1,11	1,03	1,12	75,26	1,13	21,93
46,636	77,631	77,57	1,03	71,74	71,69	1,05	1,03	1,12	73,98	1,67	22,13
46,746	77,821	77,31	1,03	71,85	71,43	1,05	0,83	1,06	73,66	1,09	22,72
46,855	77,885	77,70	1,03	71,95	71,69	1,05	0,93	1,06	74,11	1,32	22,23
46,964	77,440	77,18	1,09	71,33	71,05	1,05	1,03	1,06	73,53	1,21	21,83
47,074	78,012	77,90	1,03	72,05	71,81	1,11	0,93	1,06	72,31	1,79	22,23
47,183	78,203	78,29	1,09	72,16	72,32	1,05	1,03	1,06	67,89	1,25	22,32
47,292	78,139	77,96	1,09	72,16	72,20	1,11	0,83	0,99	61,55	1,44	22,32
47,402	78,648	78,87	1,09	72,78	73,02	1,05	0,83	1,06	47,33	0,59	21,93
47,511	79,410	79,13	1,03	73,60	73,21	1,11	0,72	1,06	30,29	1,32	22,13
47,620	79,728	80,29	1,09	73,81	73,98	1,05	0,93	1,06	10,36	0,67	21,73
47,730	80,872	80,94	1,09	74,85	74,74	1,05	0,83	1,12	2,55	1,01	21,73
47,839	79,919	79,71	1,03	73,92	73,53	1,05	0,93	1,06	0,85	0,74	21,34
47,949	80,427	80,10	1,09	74,33	74,04	1,05	0,72	0,99	0,08	1,13	20,75
48,058	80,491	80,68	1,09	74,43	74,68	1,05	0,93	1,12	0,40	1,82	20,35
48,167	80,046	80,16	1,03	73,92	74,04	1,11	0,83	1,06	0,88	2,60	19,96
48,277	80,682	80,49	1,03	74,64	74,29	1,05	0,72	0,93	0,62	0,63	19,36
48,386	80,237	80,75	1,03	74,12	74,29	1,05	0,72	0,99	0,82	0,03	18,48
48,495	80,555	80,81	1,09	74,64	74,68	1,05	1,03	1,19	1,07	1,05	18,18
48,605	79,855	80,10	1,09	73,92	74,10	1,11	0,93	1,19	1,07	1,52	17,69
48,714	80,555	80,03	1,03	74,12	73,85	1,11	1,03	1,06	0,94	1,36	17,59
48,823	80,173	80,36	1,03	74,23	74,48	1,11	0,83	1,06	1,14	0,40	17,00
48,933	79,983	80,16	1,16	73,81	73,85	1,05	1,14	1,12	1,14	1,40	16,70
49,042	80,300	79,71	1,03	74,23	73,66	1,05	0,93	1,06	0,94	1,21	17,00
49,152	80,427	80,23	1,09	74,43	74,36	1,05	1,03	0,99	0,94	1,86	16,11
49,261	80,110	80,23	1,03	74,02	74,04	1,05	1,03	1,06	0,94	0,78	15,81
49,370	80,300	79,77	1,03	74,23	73,78	1,05	0,93	1,06	0,94	1,55	15,32
49,480	79,855	79,58	1,09	73,71	73,47	1,11	1,03	1,19	1,07	1,36	15,62
49,589	80,046	79,00	1,09	73,81	72,89	1,05	0,83	1,12	1,07	1,59	15,12
49,698	80,300	80,62	1,03	74,23	74,36	1,05	0,93	1,06	1,14	1,32	14,83
49,808	79,410	79,26	1,09	73,29	73,28	1,11	0,93	1,12	1,01	1,40	14,53
49,917	80,936	79,90	1,03	74,85	73,98	1,05	1,03	1,12	1,01	1,40	14,33
50,026	79,601	80,29	1,03	73,71	73,98	1,05	0,83	0,99	0,94	1,52	14,14
50,136	80,682	80,16	1,09	74,43	74,04	1,11	1,03	1,12	0,94	1,59	14,04
50,245	79,983	80,03	1,09	74,02	73,98	1,11	0,83	1,06	0,94	0,98	13,45
50,355	80,300	80,10	1,09	74,12	74,10	1,05	0,83	1,06	1,01	1,48	13,94
50,464	80,300	79,90	1,03	74,23	73,66	1,11	0,83	1,06	0,94	1,28	13,35
50,573	79,855	80,03	1,03	73,81	73,85	1,11	0,83	1,06	1,07	1,36	13,15

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
50,683	80,300	79,84	1,03	74,02	73,85	0,99	0,72	1,12	1,07	1,01	13,94
50,792	80,300	80,29	1,03	74,33	74,10	1,11	0,83	1,06	1,07	1,36	13,84
50,901	80,173	80,62	1,09	74,02	74,23	1,05	0,83	1,06	1,01	0,98	13,45
51,011	80,427	80,68	1,03	74,33	74,74	1,05	0,83	1,06	0,94	1,32	12,95
51,120	80,300	80,10	1,03	74,12	73,66	1,05	0,72	1,12	0,94	0,71	12,56
51,229	80,237	79,97	1,03	74,12	74,10	1,11	0,83	1,06	0,94	1,25	12,95
51,339	80,491	80,23	1,03	74,33	74,17	1,11	0,83	1,12	0,94	0,59	12,56
51,448	79,665	80,10	1,03	73,60	74,04	1,11	0,83	1,12	0,94	1,32	12,66
51,558	80,300	79,84	1,09	74,12	73,66	1,11	1,03	1,19	1,01	1,86	12,36
51,667	80,046	79,77	1,09	74,02	73,34	1,05	0,83	1,06	1,07	1,25	13,05
51,776	80,364	80,68	1,03	74,43	74,55	1,11	0,93	1,06	1,07	0,82	11,97
51,886	79,665	79,64	1,03	73,50	73,53	1,05	0,93	1,06	1,07	0,44	12,06
51,995	80,427	80,03	0,97	74,43	73,78	1,05	1,03	1,06	1,01	1,17	12,56
52,104	80,173	80,49	1,09	74,12	74,36	0,99	0,93	1,06	0,94	1,05	11,87
52,214	80,300	80,23	1,09	74,33	74,23	1,11	1,03	1,06	0,88	1,25	11,97
52,323	80,300	80,03	1,09	74,12	73,98	1,05	0,93	1,06	1,01	0,82	11,67
52,432	80,682	80,87	1,03	74,74	74,68	1,05	0,93	1,12	1,01	1,63	11,67
52,542	79,538	79,52	1,09	73,40	73,40	1,11	1,03	1,12	1,07	0,90	11,47
52,651	80,682	79,77	1,09	74,54	73,85	1,05	0,93	1,12	1,07	1,32	11,87
52,761	79,792	79,97	1,09	73,92	74,04	1,05	0,93	1,06	1,01	0,74	11,57
52,870	80,300	80,42	1,09	74,02	74,10	1,05	1,03	1,12	1,01	1,59	11,37
52,979	80,364	80,36	1,09	74,43	74,17	1,05	1,03	1,12	1,01	1,09	11,47
53,089	80,046	79,77	1,09	73,81	73,72	1,05	0,72	1,06	0,94	0,94	11,47
53,198	80,300	80,23	1,09	74,23	73,91	1,11	1,03	1,06	0,88	0,82	11,57
53,307	80,427	81,07	1,03	74,43	74,99	1,05	0,83	1,06	0,94	0,44	11,37
53,417	80,173	79,97	1,03	74,02	73,72	1,05	0,93	1,12	1,01	1,01	11,97
53,526	80,173	79,77	1,03	74,12	73,59	1,05	0,93	1,06	1,01	1,01	11,18
53,635	79,983	79,39	1,16	73,92	73,40	1,05	1,03	1,06	1,07	1,36	10,49
53,745	80,364	79,77	1,09	74,33	73,85	1,05	0,83	1,06	1,07	0,94	11,18
53,854	79,983	80,62	1,03	74,12	74,55	1,05	1,03	0,99	1,07	1,05	11,18
53,964	80,555	80,49	1,09	74,33	74,29	1,11	0,93	1,12	0,94	0,55	11,18
54,073	80,173	80,42	1,03	74,33	74,48	1,05	1,03	1,12	0,94	1,36	11,87
54,182	80,300	80,10	1,09	74,12	73,98	1,11	0,93	1,06	1,01	0,86	11,18
54,292	80,491	79,97	1,09	74,33	73,91	1,05	1,03	1,06	0,94	1,25	11,37
54,401	79,601	79,64	1,03	73,50	73,40	1,05	0,93	1,12	0,94	0,82	11,37
54,510	80,618	79,45	1,09	74,23	73,28	1,05	1,03	0,99	1,01	1,59	11,18
54,620	79,728	79,84	1,09	73,92	73,53	1,05	0,93	1,06	1,07	0,94	11,08
54,729	80,300	80,16	1,03	73,92	74,04	1,05	0,72	1,06	1,01	1,05	11,08
54,838	79,983	79,77	1,09	73,92	73,47	1,11	0,83	1,12	1,07	0,44	10,59
54,948	80,173	79,90	1,09	74,02	73,59	1,11	0,83	1,06	1,01	1,09	10,78
55,057	80,364	79,77	1,09	74,12	73,66	1,11	0,93	1,06	0,94	1,09	10,98
55,167	80,046	79,77	1,03	73,92	73,78	1,11	0,83	0,99	0,94	1,17	10,98
55,276	80,364	80,16	1,16	74,23	74,04	1,11	0,83	0,99	0,94	1,28	10,68
55,385	79,983	80,10	1,09	73,81	74,04	1,05	0,83	0,99	0,94	1,09	10,98
55,495	80,364	80,36	1,03	74,23	74,04	1,11	0,93	1,06	1,01	1,82	11,28
55,604	79,855	79,84	1,09	73,81	71,50	1,11	0,83	1,12	1,01	1,40	11,08
55,713	80,300	79,90	1,03	74,02	68,25	1,11	0,93	0,99	1,07	1,67	11,08
55,823	81,317	81,33	1,09	75,36	49,62	1,11	0,72	1,06	1,07	1,05	11,18
55,932	80,555	81,07	1,03	74,54	18,40	1,05	0,83	1,06	0,94	1,52	10,98
56,041	82,906	82,23	1,03	76,61	2,26	1,05	0,72	0,99	0,94	1,25	10,98
56,151	80,427	81,39	1,09	74,54	0,79	1,05	0,93	1,06	0,94	1,86	10,59
56,260	81,254	80,75	1,03	74,54	1,11	1,05	0,72	0,99	0,94	1,01	11,18
56,370	81,508	81,59	1,09	75,57	0,79	1,05	0,93	1,06	0,94	1,67	10,09
56,479	80,872	80,87	1,03	74,64	1,11	0,99	1,03	1,06	1,01	1,17	9,89
56,588	82,144	81,13	1,03	75,78	1,24	1,05	1,03	0,99	1,01	1,71	9,60
56,698	80,618	81,13	1,03	74,64	1,55	1,05	0,93	1,06	1,07	1,01	9,89
56,807	81,381	81,59	1,03	74,95	2,83	1,05	0,83	1,06	1,01	1,52	9,11
56,916	81,699	82,17	1,03	75,67	3,09	1,05	1,03	1,06	1,01	1,01	8,61
57,026	81,063	81,33	1,03	74,74	2,63	1,05	0,83	1,12	1,01	0,82	8,42
57,135	81,635	81,13	1,09	75,26	1,36	1,05	0,93	1,06	0,94	1,40	7,13
57,245	81,063	80,87	0,97	74,95	0,66	1,05	0,83	0,99	0,94	1,48	8,81
57,354	81,508	81,26	0,97	75,16	1,17	1,05	0,93	1,12	1,01	1,48	8,12
57,463	81,063	81,59	1,03	74,95	0,92	1,11	0,83	1,06	1,01	1,36	8,12
57,573	81,063	80,55	1,03	74,74	1,11	1,05	0,93	1,06	1,01	2,02	7,72
57,682	81,572	80,55	1,03	75,47	0,79	1,05	0,72	1,06	1,01	1,32	7,43
57,791	81,127	81,26	1,03	75,05	0,79	1,05	0,83	0,99	0,94	1,13	6,94
57,901	81,317	81,65	1,03	75,16	0,92	1,05	0,72	1,06	0,94	0,98	7,92
58,010	81,381	81,20	1,03	75,16	0,92	1,05	0,93	1,06	1,01	1,86	7,13
58,119	81,254	81,00	1,09	75,05	0,92	1,05	0,72	1,06	0,94	1,32	6,64
58,229	81,190	81,20	1,03	74,95	0,79	1,05	0,72	1,06	0,94	1,13	7,43
58,338	81,317	81,52	0,97	75,16	0,85	1,11	0,83	1,06	0,94	0,40	7,13
58,448	81,190	81,00	0,97	74,95	0,92	1,05	0,83	1,12	0,94	1,09	5,95
58,557	81,635	81,65	1,09	75,57	0,85	1,05	0,93	1,06	1,01	1,01	6,54
58,666	81,063	81,85	1,03	74,95	0,98	1,05	0,72	1,06	1,01	1,01	6,74
58,776	81,317	80,81	1,03	74,85	0,85	1,11	0,93	1,12	1,01	0,90	6,34
58,885	81,127	81,39	1,03	75,16	0,85	1,05	0,72	1,06	0,94	1,05	6,15

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
58,994	81,635	81,91	1,09	75,47	0,85	1,18	0,93	1,06	1,01	0,82	6,15
59,104	81,063	80,87	1,09	74,74	0,92	1,05	0,83	1,06	0,94	0,82	5,65
59,213	80,809	80,10	1,09	74,54	0,85	1,05	0,93	1,06	0,94	1,01	5,95
59,322	81,254	80,81	0,97	74,85	0,85	1,05	0,83	0,99	0,94	0,71	6,05
59,432	81,317	81,33	1,09	75,16	0,98	1,05	0,93	1,06	1,01	0,98	6,05
59,541	81,190	80,62	1,03	74,95	0,85	1,11	0,72	1,06	1,01	0,82	5,95
59,651	81,826	81,72	1,03	75,67	0,85	1,05	0,93	1,06	1,01	1,01	5,85
59,760	80,745	80,75	1,03	74,64	0,92	1,05	0,83	1,06	1,01	0,55	5,65
59,869	81,699	80,94	1,09	75,47	0,92	1,05	1,03	1,06	1,01	1,25	5,26
59,979	80,936	81,39	1,09	74,95	0,79	1,05	1,03	1,06	1,01	0,86	6,74
60,088	81,000	81,52	1,03	74,74	0,92	1,11	1,03	1,12	1,01	1,44	5,46
60,197	81,381	80,68	1,09	75,05	0,98	1,05	0,93	1,06	1,01	0,90	5,65
60,307	80,745	80,68	1,03	74,74	0,79	1,11	0,93	1,12	1,01	1,82	5,75
60,416	81,254	80,75	1,09	74,85	0,85	1,05	0,93	1,06	1,01	0,90	5,75
60,525	81,000	81,13	1,09	74,85	0,79	1,05	0,83	1,06	1,01	0,47	5,26
60,635	81,063	80,87	1,03	74,02	0,92	1,05	0,93	1,06	1,01	0,82	5,55
60,744	81,508	81,33	1,09	74,95	0,92	1,05	0,83	1,06	1,01	0,78	5,55
60,854	81,190	81,26	1,09	74,43	0,85	1,05	0,93	0,99	1,01	0,86	5,46
60,963	81,699	81,65	1,03	74,95	0,79	1,05	0,72	0,99	0,94	0,47	5,36
61,072	80,682	80,94	1,09	74,02	0,92	1,05	1,03	1,06	0,94	1,09	5,16
61,182	81,889	81,26	1,09	74,74	0,98	1,05	0,93	1,06	0,94	1,09	4,27
61,291	81,317	81,33	1,09	74,43	0,85	1,05	1,03	1,06	0,94	1,48	5,36
61,400	80,745	80,94	1,03	73,09	0,85	1,05	0,93	1,06	0,94	1,01	5,06
61,510	81,635	81,33	1,03	73,40	0,92	1,05	1,03	0,99	1,01	1,48	5,46
61,619	80,872	80,68	1,03	71,64	0,85	1,05	0,83	1,06	1,01	1,13	5,26
61,728	81,317	80,36	1,09	69,57	0,85	1,05	0,83	1,06	1,01	1,75	5,16
61,838	82,017	82,23	1,03	66,67	0,92	1,05	0,83	0,99	1,01	0,82	5,26
61,947	80,745	81,46	1,03	56,01	0,92	1,05	0,83	1,06	1,01	1,40	5,95
62,057	83,224	82,49	1,09	24,65	0,92	1,05	0,83	0,99	1,01	0,67	5,26
62,166	82,398	83,01	1,03	8,30	0,79	1,05	0,72	1,06	1,01	1,28	5,75
62,275	82,144	82,43	1,09	3,95	0,85	1,05	0,83	1,06	0,94	0,55	4,77
62,385	82,462	81,98	1,03	3,02	0,98	1,05	0,83	1,06	0,94	1,17	4,67
62,494	82,716	82,75	1,03	1,57	0,92	1,05	0,83	0,99	0,94	1,01	5,36
62,603	82,271	82,17	1,03	0,85	0,60	1,05	0,72	1,06	0,94	0,90	4,47
62,713	82,525	81,72	1,03	0,95	0,98	1,05	0,93	1,19	1,01	0,71	3,78
62,822	82,334	82,56	1,03	0,74	1,04	1,05	0,83	1,06	1,01	1,36	3,78
62,931	82,207	83,08	1,03	0,85	0,92	1,05	0,93	0,93	0,94	1,36	3,09
63,041	82,843	82,04	0,97	1,05	0,79	1,05	0,72	0,93	0,88	0,74	3,09
63,150	81,953	82,10	1,03	0,74	0,85	1,05	0,83	1,06	0,94	1,21	2,89
63,260	83,034	82,82	1,09	0,95	0,92	1,05	0,72	1,06	0,94	1,17	2,69
63,369	82,652	82,82	1,03	0,95	0,92	1,11	0,83	1,06	0,94	1,79	2,69
63,478	81,635	81,65	1,03	0,95	0,73	0,99	0,72	1,06	0,94	1,17	2,50
63,588	83,161	82,75	1,03	0,95	0,92	1,05	0,83	1,06	0,94	1,25	2,60
63,697	82,080	82,30	1,03	0,95	0,85	1,05	0,83	0,99	1,01	1,13	2,10
63,806	82,271	82,82	1,03	0,85	0,85	1,05	0,83	1,06	1,01	1,55	2,00
63,916	82,589	82,36	1,03	0,85	0,92	0,99	0,93	1,12	1,07	1,25	1,90
64,025	82,716	82,82	1,03	0,95	0,85	1,05	0,83	1,06	1,01	1,75	1,41
64,134	82,207	81,98	1,03	0,85	0,92	1,05	0,93	0,99	1,01	1,28	0,03
64,244	82,779	82,49	1,03	0,95	0,79	1,05	0,83	1,06	1,01	1,40	0,07
64,353	82,207	82,69	1,03	0,95	0,85	1,05	0,93	1,12	1,01	1,44	0,07
64,463	82,716	82,69	1,09	0,95	0,85	1,05	0,83	1,06	1,01	1,52	0,66
64,572	82,271	82,17	1,09	0,95	0,92	1,05	0,93	1,06	1,01	1,17	0,07
64,681	82,271	81,91	1,03	0,95	0,92	1,05	0,83	1,06	0,94	1,48	0,43
64,791	82,716	81,91	1,03	0,95	0,85	1,11	0,93	1,12	1,01	1,82	0,36
64,900	82,970	83,33	1,03	0,95	0,79	1,05	0,83	1,06	0,94	1,48	0,27
65,009	81,699	81,59	1,03	1,05	0,85	1,05	0,93	1,12	1,01	1,59	0,03
65,119	83,097	82,36	1,03	0,95	0,92	1,05	0,72	1,06	0,94	1,28	0,07
65,228	81,699	82,23	1,03	0,95	0,85	1,05	0,72	1,06	0,94	1,44	0,07
65,337	82,652	82,23	1,09	0,85	0,79	1,05	0,72	1,06	0,94	0,90	0,03
65,447	81,826	82,23	1,03	0,85	0,85	1,05	0,83	1,06	0,94	1,40	0,17
65,556	82,652	82,17	1,03	0,95	0,85	1,05	0,72	1,12	1,01	0,63	0,17
65,666	82,716	83,01	1,03	0,95	0,85	1,05	0,83	0,99	1,01	1,40	0,03
65,775	81,762	81,98	0,97	0,95	0,85	1,05	0,72	0,99	1,01	0,67	0,07
65,884	82,779	82,49	1,03	0,85	0,92	1,05	0,72	0,99	1,01	1,40	0,27
65,994	81,826	81,98	0,97	0,85	0,92	1,05	0,83	0,93	1,01	0,40	0,07
66,103	83,034	82,56	1,03	0,95	0,79	1,05	0,72	1,06	0,94	1,01	0,33
66,212	81,572	81,91	1,09	0,95	0,85	1,11	0,93	1,06	1,01	0,94	0,86
66,322	82,589	81,98	1,09	0,95	0,79	1,05	0,72	1,12	0,94	0,74	0,17
66,431	82,779	82,30	1,09	0,95	0,85	1,05	0,93	1,06	1,01	1,01	0,23
66,540	82,271	82,75	1,09	0,85	0,85	1,05	0,72	1,06	0,94	0,98	0,07
66,650	82,144	82,17	1,09	0,85	0,85	1,11	1,03	1,06	1,01	1,05	0,17
66,759	82,970	82,95	1,03	0,85	0,92	1,05	0,83	1,12	1,01	0,63	0,03
66,869	81,508	81,59	1,09	0,85	0,85	1,05	1,03	1,06	1,01	1,28	0,17
66,978	83,288	83,01	1,03	0,85	0,85	1,05	0,83	1,06	1,01	0,74	0,27
67,087	81,508	81,72	1,03	0,95	0,85	1,05	0,72	1,06	1,01	1,13	0,03
67,197	82,906	82,23	1,03	0,95	0,79	1,05	0,83	1,06	1,01	0,59	0,07

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
67,306	82,525	83,20	1,03	0,85	0,92	1,05	0,83	1,12	0,94	1,21	0,07
67,415	82,652	82,56	1,09	1,05	0,85	1,05	0,93	1,06	1,01	1,01	0,07
67,525	82,080	81,91	1,03	0,85	0,92	1,11	0,72	1,06	1,01	0,74	0,27
67,634	82,334	81,91	1,03	0,95	0,92	1,18	0,93	1,06	1,01	0,86	0,03
67,743	82,652	82,62	1,03	0,85	0,85	1,05	0,72	0,99	1,01	1,17	0,13
67,853	82,017	81,98	1,03	0,95	0,85	1,05	0,83	0,99	1,01	0,47	0,03
67,962	78,521	80,68	6,93	0,95	1,11	1,05	0,83	0,99	1,01	1,17	0,62
68,072	82,017	80,29	26,37	0,95	1,04	0,99	0,93	1,06	1,01	0,63	0,17
68,181	80,745	80,68	20,15	0,85	0,98	1,05	0,72	1,06	1,01	0,74	0,07
68,290	79,665	79,64	37,02	0,95	0,98	1,05	0,83	1,06	0,94	1,75	0,07
68,400	80,046	79,32	64,29	0,95	0,66	1,05	0,62	0,99	0,94	1,40	0,13
68,509	79,919	80,16	70,71	0,85	0,85	1,05	0,83	0,99	1,01	1,28	0,07
68,618	80,427	80,62	74,56	0,95	0,92	1,05	0,83	1,06	1,01	0,63	0,03
68,728	79,792	80,49	75,52	0,95	0,79	1,11	0,72	1,06	1,01	1,25	2,20
68,837	79,728	79,06	75,39	0,95	0,92	1,05	0,83	0,99	1,01	0,71	2,79
68,947	79,665	78,87	76,29	0,95	0,79	1,05	0,72	1,06	1,01	1,17	2,99
69,056	80,745	80,42	76,93	1,05	0,98	1,11	0,83	0,99	1,01	0,74	3,19
69,165	79,728	80,10	76,35	0,95	0,73	1,11	0,72	1,06	0,94	1,13	4,07
69,275	80,173	79,90	76,48	0,95	0,92	1,05	0,83	0,99	1,01	0,51	4,37
69,384	79,983	80,03	76,61	0,95	0,92	1,05	0,83	1,12	1,01	1,28	4,86
69,493	80,237	79,58	76,42	0,95	0,79	1,05	0,93	0,99	1,01	0,94	5,06
69,603	79,855	80,62	76,48	0,95	0,85	1,05	0,72	0,99	1,01	0,78	5,16
69,712	79,792	79,77	76,23	0,95	0,79	1,11	0,93	1,06	1,07	0,82	5,46
69,821	80,427	80,16	77,00	0,85	0,85	1,11	0,83	1,12	0,94	1,25	5,95
69,931	80,110	80,03	76,93	0,95	0,79	1,11	0,93	1,12	1,01	0,98	6,15
70,040	79,728	79,90	76,16	0,95	0,85	1,11	0,72	1,06	1,01	1,13	6,24
70,150	80,237	80,42	76,68	0,95	0,92	1,05	0,93	1,12	1,01	0,71	7,23
70,259	79,410	79,32	76,10	0,85	0,85	1,05	0,72	1,06	1,01	0,67	6,74
70,368	80,555	79,97	76,80	0,95	0,98	1,05	1,03	1,12	1,01	1,09	7,33
70,478	79,792	80,29	76,61	0,85	0,85	1,11	0,93	1,06	1,07	1,09	7,23
70,587	80,110	79,84	76,42	0,95	0,79	1,05	1,03	0,99	1,01	1,17	7,13
70,696	80,364	80,10	76,80	0,95	0,85	1,11	0,93	1,06	1,01	0,47	7,43
70,806	79,474	79,19	75,91	0,95	0,92	1,05	1,03	1,12	1,07	1,21	8,61
70,915	80,555	80,03	76,61	0,95	0,98	1,05	0,83	0,99	1,01	0,63	7,82
71,024	78,965	78,87	75,33	0,95	0,79	1,05	0,72	0,99	1,01	0,82	7,82
71,134	80,936	79,64	77,06	0,95	0,85	1,05	0,93	0,99	1,01	0,86	8,22
71,243	79,983	80,55	76,87	0,95	0,92	1,05	0,83	1,06	1,01	1,25	8,51
71,353	80,300	80,68	76,55	0,85	0,98	1,05	0,93	1,06	1,01	1,86	8,61
71,462	80,300	80,55	76,93	0,95	0,92	1,05	0,72	1,06	0,94	1,17	8,91
71,571	80,046	80,23	76,55	0,95	0,79	1,11	0,93	1,06	1,01	1,79	9,11
71,681	80,364	80,36	76,87	0,95	0,85	1,05	0,72	0,99	1,01	1,05	8,71
71,790	79,474	79,52	75,84	0,95	0,79	1,05	0,83	1,06	1,01	1,40	8,91
71,899	80,237	79,26	76,35	0,95	0,92	1,05	0,72	1,06	1,01	1,21	8,81
72,009	79,093	78,29	75,46	1,05	0,85	1,05	0,93	1,06	1,01	1,86	9,11
72,118	79,093	78,93	75,58	7,26	0,79	1,05	0,72	1,06	1,07	1,21	9,30
72,227	79,029	78,80	75,52	22,06	0,98	1,11	0,83	1,06	1,01	1,63	10,49
72,337	79,601	79,71	76,23	64,70	0,85	1,11	0,72	0,99	1,01	1,63	9,80
72,446	78,393	78,54	74,75	65,84	0,79	1,11	0,83	0,93	0,94	1,17	10,09
72,556	79,347	79,13	75,71	75,05	0,85	1,05	0,72	0,99	0,94	0,59	10,49
72,665	78,330	78,80	74,94	71,22	1,11	1,05	0,93	1,19	1,01	1,55	10,78
72,774	79,538	78,67	75,65	73,81	0,98	1,05	0,93	1,06	1,07	2,02	11,28
72,884	78,965	79,32	75,65	73,09	0,85	1,05	0,83	0,99	1,07	1,59	11,37
72,993	79,093	79,13	75,46	73,19	0,79	1,05	1,03	1,06	1,01	1,17	11,37
73,102	78,775	78,29	75,14	72,78	0,92	1,05	0,83	1,06	1,01	1,32	11,57
73,212	79,220	79,39	75,91	73,50	0,98	1,05	1,03	1,06	1,01	1,86	12,06
73,321	78,648	78,54	74,94	72,67	0,92	1,11	0,72	1,06	1,01	1,36	12,95
73,430	79,220	79,00	75,58	73,29	0,92	1,05	0,83	1,06	1,01	1,67	12,66
73,540	78,266	78,29	74,81	72,47	0,92	1,05	0,72	1,06	1,01	1,09	12,85
73,649	79,665	79,00	76,23	73,81	0,85	1,05	1,03	1,06	1,01	1,82	12,85
73,759	78,775	79,13	75,39	72,98	0,92	0,99	0,72	0,99	1,01	1,25	13,25
73,868	79,029	78,74	75,33	72,98	0,85	1,11	0,93	1,19	1,01	1,71	13,25
73,977	79,410	78,93	76,03	73,60	0,98	0,99	1,03	0,99	1,01	1,25	13,25
74,087	79,283	79,90	75,97	73,40	0,85	1,11	0,93	0,99	0,94	1,79	13,74
74,196	78,330	78,74	74,75	72,47	0,79	1,05	0,72	0,99	1,01	0,98	13,94
74,305	79,665	79,06	76,35	73,81	0,98	1,05	0,83	1,06	1,01	1,36	13,94
74,415	78,775	78,74	75,39	73,09	0,79	1,05	0,83	1,06	1,01	1,13	14,93
74,524	79,156	78,93	75,14	73,09	0,92	1,05	0,83	1,06	1,01	1,52	14,33
74,633	78,902	78,41	75,65	73,09	0,92	1,11	0,83	1,12	1,01	0,63	14,63
74,743	78,838	78,29	75,33	72,88	0,85	1,11	0,83	0,99	1,01	1,40	14,24
74,852	78,775	78,16	74,88	72,67	0,98	1,11	0,93	0,99	1,01	1,82	14,53
74,962	79,283	78,80	75,84	73,40	0,92	1,05	0,83	0,99	1,01	1,48	14,04
75,071	78,330	78,87	75,01	72,47	0,92	1,11	0,93	1,06	1,01	1,63	14,63
75,180	79,538	78,61	75,58	73,40	0,92	1,11	0,72	1,06	0,88	1,13	14,83
75,290	77,694	76,73	73,85	71,64	0,85	1,05	1,65	1,12	0,94	1,79	15,12
75,399	74,897	78,09	72,31	69,88	0,35	1,11	59,42	1,12	1,01	1,09	14,33
75,508	78,139	75,96	72,76	71,12	0,85	1,05	65,90	1,12	1,07	1,44	15,62

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
75,618	76,868	76,80	74,30	72,05	1,04	1,11	72,18	1,19	1,07	1,25	15,91
75,727	76,677	76,73	72,57	70,29	0,92	1,05	73,73	1,06	1,01	1,79	16,50
75,836	77,503	77,25	73,98	71,85	0,79	1,11	74,35	0,99	1,01	1,25	16,21
75,946	76,741	76,60	73,15	70,91	0,92	1,05	73,73	0,99	1,01	1,25	17,39
76,055	77,122	76,86	73,34	71,22	1,04	1,05	73,83	0,99	1,01	0,63	17,79
76,165	76,614	76,80	73,08	70,91	0,85	1,11	74,04	1,06	1,01	1,75	18,28
76,274	76,804	76,54	72,83	70,91	0,92	1,05	73,93	0,99	1,01	1,01	18,48
76,383	76,995	76,54	73,60	71,22	0,85	1,18	74,04	1,12	1,01	1,36	19,36
76,493	77,186	77,38	73,66	71,43	0,92	1,11	74,35	0,99	1,01	0,63	19,56
76,602	76,296	76,08	72,57	70,40	0,85	1,05	73,32	1,06	1,01	1,28	19,86
76,711	76,995	76,15	73,27	71,22	0,98	1,05	73,73	1,06	1,01	0,94	20,15
76,821	76,804	76,93	73,40	71,12	0,98	1,05	74,04	1,06	1,01	0,98	20,55
76,930	76,614	76,54	72,95	70,71	0,79	1,05	74,04	1,06	1,01	0,78	21,44
77,039	77,186	76,99	73,60	71,33	0,85	1,11	73,83	1,12	1,01	0,67	20,84
77,149	76,868	76,60	73,47	71,12	0,92	1,05	74,04	1,12	1,01	0,90	21,14
77,258	76,804	76,93	73,15	71,12	0,98	1,05	74,24	0,93	1,01	0,78	21,44
77,368	76,359	76,60	72,70	70,60	0,92	1,05	74,04	1,12	1,01	0,74	21,53
77,477	77,186	76,34	73,47	71,43	0,92	1,11	73,93	1,06	1,01	0,90	22,13
77,586	76,741	77,12	73,47	71,22	0,98	1,11	74,45	1,06	1,01	1,32	22,03
77,696	76,995	77,18	73,47	71,12	0,79	1,05	74,76	0,99	1,01	0,47	22,23
77,805	76,868	77,06	73,21	71,22	0,85	1,11	74,76	1,12	1,01	1,32	22,62
77,914	76,423	76,02	72,83	70,60	0,92	1,05	73,21	1,12	1,01	0,74	22,52
78,024	77,059	76,99	73,60	71,33	0,92	1,11	74,35	1,06	1,01	1,09	22,23
78,133	76,677	77,18	73,21	70,91	0,92	1,11	74,55	1,06	1,01	0,74	23,11
78,242	76,868	76,21	73,02	70,91	0,85	1,05	73,83	1,12	1,01	1,63	23,11
78,352	76,804	76,67	73,40	71,12	0,98	1,05	74,14	0,99	1,01	1,32	23,21
78,461	77,186	77,18	73,53	71,43	0,92	1,05	74,55	1,12	1,01	1,63	23,70
78,571	73,817	74,27	70,26	68,12	0,92	1,11	72,08	19,69	1,07	1,32	23,41
78,680	75,215	73,56	70,90	68,95	0,79	1,11	70,74	17,70	1,01	1,21	24,99
78,789	74,262	73,95	71,22	68,95	1,11	1,11	71,77	62,83	1,01	1,09	24,00
78,899	74,580	74,73	70,84	68,84	0,92	1,05	72,29	64,88	1,07	1,28	24,49
79,008	74,135	74,08	70,64	68,53	0,73	1,11	71,98	70,77	1,01	1,32	25,18
79,117	74,071	73,69	70,45	68,43	0,92	1,11	70,95	69,94	1,01	0,40	25,78
79,227	74,643	74,66	71,29	68,95	1,04	1,11	72,18	72,69	1,01	1,25	25,48
79,336	74,325	74,73	70,64	68,64	0,85	1,11	72,29	72,24	1,07	0,74	26,76
79,445	74,007	73,56	70,32	68,12	0,79	1,11	71,05	71,66	1,07	1,21	27,85
79,555	74,580	74,27	71,16	69,05	0,92	1,05	71,67	72,11	1,01	0,63	27,85
79,664	74,516	74,66	70,96	68,84	0,98	1,05	72,39	72,50	1,07	1,40	28,74
79,774	74,389	74,60	70,90	68,84	0,85	1,11	72,29	72,50	1,01	1,17	28,74
79,883	74,135	73,88	70,39	68,33	0,79	1,11	71,46	71,86	1,07	1,71	28,93
79,992	74,452	73,69	70,90	68,84	1,04	1,11	71,15	71,66	1,07	0,86	29,33
80,102	74,707	74,92	71,48	69,15	0,92	1,05	72,49	72,69	1,01	0,90	29,62
80,211	73,880	74,08	70,26	68,12	0,85	1,11	71,46	71,79	1,07	0,94	29,33
80,320	74,516	73,82	70,77	68,74	0,85	1,05	71,46	71,66	1,01	0,55	30,22
80,430	74,516	74,34	71,03	68,84	0,98	1,05	72,08	71,86	1,07	1,17	30,41
80,539	74,262	74,14	70,64	68,64	0,92	1,11	71,67	71,98	1,07	0,78	30,81
80,649	74,325	74,08	70,77	68,53	0,92	1,05	71,77	71,86	1,07	0,94	31,00
80,758	74,452	74,21	70,77	68,74	0,98	1,11	71,57	72,05	1,01	0,59	31,40
80,867	74,643	74,27	70,90	68,74	1,04	1,05	71,67	72,37	1,07	1,09	31,79
80,977	74,198	74,34	70,96	68,53	0,92	1,05	71,77	72,30	1,01	0,55	31,89
81,086	74,389	74,66	70,90	68,64	0,79	1,11	71,98	72,56	1,07	1,40	31,89
81,195	74,389	74,21	70,77	68,64	0,85	1,05	71,67	72,30	1,01	0,47	32,09
81,305	74,007	74,01	70,45	68,33	0,85	1,05	71,05	72,18	1,01	1,17	32,58
81,414	71,973	71,23	67,82	65,84	0,85	1,05	68,89	69,49	8,63	1,01	32,29
81,523	72,482	71,36	68,78	66,88	0,79	1,11	68,79	69,81	24,39	0,28	32,88
81,633	71,274	71,55	67,95	65,84	0,92	1,11	69,30	69,62	33,94	1,05	33,27
81,742	71,211	70,71	67,31	65,32	0,79	1,11	68,17	68,66	53,16	2,09	34,26
81,852	71,338	70,52	68,14	65,84	1,04	1,05	67,96	68,40	63,02	1,25	34,36
81,961	71,592	71,23	68,01	65,95	0,98	1,11	68,58	69,04	65,33	1,48	34,85
82,070	70,766	70,45	67,18	65,01	0,85	1,05	68,27	68,40	65,07	1,36	35,54
82,180	71,592	71,42	68,01	66,05	0,85	1,05	68,99	69,30	67,77	1,48	36,43
82,289	71,083	70,78	67,31	65,43	0,98	1,05	68,48	68,59	67,25	1,28	36,82
82,398	71,274	71,23	67,89	65,74	0,98	1,11	68,89	69,10	67,57	0,98	37,02
82,508	70,766	70,71	67,24	65,01	0,85	1,05	68,48	68,59	67,70	1,40	37,22
82,617	71,401	71,04	67,76	65,84	0,85	1,05	68,48	69,10	67,89	1,36	38,21
82,726	70,893	70,78	67,56	65,32	0,98	1,11	68,48	68,98	67,51	1,52	38,40
82,836	71,656	70,97	68,01	65,84	0,98	1,05	68,17	68,66	68,02	1,28	38,80
82,945	71,083	71,42	68,08	65,64	0,79	1,11	69,30	69,42	68,34	1,48	39,59
83,055	71,020	70,91	67,31	65,43	0,92	1,05	68,48	68,85	67,64	0,71	39,39
83,164	71,338	70,84	67,95	65,84	0,98	1,11	68,48	68,72	67,77	1,63	39,68
83,273	70,829	70,52	67,18	65,12	0,92	1,05	67,76	68,34	67,45	1,36	41,16
83,383	71,592	70,71	68,01	66,05	0,92	1,11	68,37	68,40	67,25	2,06	39,78
83,492	70,829	70,65	67,44	65,22	0,92	1,11	68,17	68,46	67,45	0,90	40,77
83,601	71,147	70,32	67,50	65,43	1,04	1,11	67,86	68,46	67,06	0,78	40,87
83,711	71,083	70,97	67,95	65,64	1,04	1,11	68,58	68,78	67,45	1,09	41,36
83,820	70,956	70,32	66,99	65,12	0,92	1,11	67,55	68,21	67,25	0,98	41,46

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
83,929	71,274	70,58	67,76	65,84	0,92	1,11	68,27	69,04	67,51	1,09	41,76
84,039	70,829	70,65	67,31	65,12	0,98	1,05	67,96	68,78	67,70	0,78	42,25
84,148	71,211	70,52	67,69	65,53	0,92	1,11	67,86	68,46	67,32	1,09	42,35
84,258	71,147	71,04	67,89	65,64	0,92	1,11	68,58	68,72	67,83	0,90	42,35
84,367	71,592	71,36	67,95	65,84	0,92	1,11	68,79	68,98	67,83	1,09	42,55
84,476	71,211	70,71	67,69	65,53	0,92	1,11	68,37	68,91	67,57	0,90	42,84
84,586	71,020	70,91	67,69	65,53	0,98	1,05	68,58	68,59	67,45	1,28	42,94
84,695	70,893	70,19	67,12	65,12	0,85	1,11	67,76	67,89	67,19	2,94	43,04
84,804	69,240	69,55	66,02	63,77	0,92	1,18	67,24	67,44	66,36	12,16	43,24
84,914	69,177	68,58	65,25	63,36	0,92	1,11	66,11	66,61	65,46	13,31	42,35
85,023	68,795	68,32	65,51	63,36	0,98	1,11	65,80	66,48	65,33	22,49	43,83
85,132	68,350	67,80	64,48	62,74	0,98	1,11	65,39	65,90	64,63	38,99	44,03
85,242	67,460	66,96	64,10	62,01	0,98	1,11	64,67	65,26	64,05	52,95	44,62
85,351	67,715	67,41	64,29	62,32	1,04	1,05	64,87	65,39	64,11	60,89	45,11
85,461	67,651	67,28	64,10	62,01	0,98	1,11	65,08	65,52	64,18	63,59	45,31
85,570	67,778	67,35	64,23	62,32	0,92	1,05	65,08	65,84	64,24	63,71	46,00
85,679	66,079	66,96	63,78	61,70	0,92	1,05	64,36	65,01	63,86	63,71	46,89
85,789	67,778	67,22	64,42	62,53	0,79	1,11	65,18	65,26	63,99	63,71	47,08
85,898	67,651	67,48	64,23	62,12	0,92	1,11	64,98	65,52	64,31	63,71	48,07
86,007	67,651	67,15	64,29	62,22	0,92	1,11	65,08	65,07	64,18	63,71	47,77
86,117	67,969	67,09	64,48	62,63	0,92	1,24	64,87	64,88	63,92	63,71	48,37
86,226	67,079	67,22	63,78	61,60	0,92	1,11	64,77	64,82	63,86	63,71	48,37
86,335	67,587	66,96	64,04	62,12	0,85	1,11	64,46	64,88	63,99	63,71	48,96
86,445	67,587	67,60	64,36	62,32	0,92	1,05	65,29	65,58	64,50	63,71	49,25
86,554	67,842	67,80	64,48	62,43	0,85	1,11	65,49	65,84	64,69	63,71	49,25
86,664	67,206	67,22	63,91	61,81	0,98	1,11	64,87	65,46	64,11	63,71	49,55
86,773	67,842	67,15	64,23	62,32	0,98	1,11	64,67	64,94	63,99	63,71	49,94
86,882	67,651	67,67	64,48	62,32	0,85	1,11	65,08	65,71	64,63	63,71	50,04
86,992	67,778	67,41	64,04	62,12	0,98	1,05	64,98	65,52	64,24	63,71	50,44
87,101	67,460	67,28	64,23	62,12	1,11	1,11	64,98	65,78	64,56	63,71	50,63
87,210	67,333	66,96	63,84	61,81	0,98	1,11	64,56	64,82	64,05	63,25	50,83
87,320	67,651	66,96	64,16	62,12	0,98	1,11	64,36	64,94	63,73	63,71	51,23
87,429	67,587	67,09	64,10	62,01	0,98	1,05	64,46	65,14	63,86	63,71	51,03
87,538	67,969	67,02	64,23	62,53	1,04	1,11	64,56	65,20	63,92	63,71	51,32
87,648	67,587	67,54	64,36	62,32	0,98	1,11	65,29	65,84	64,69	63,71	51,82
87,757	67,842	67,22	64,04	62,22	0,98	1,05	64,98	65,39	64,11	63,71	51,92
87,867	67,397	66,89	64,04	62,12	0,98	1,11	64,46	64,94	63,73	63,71	52,61
87,976	67,715	67,35	64,29	62,32	0,92	1,11	65,18	65,46	64,50	63,71	52,21
88,085	67,524	67,15	64,04	62,01	0,92	1,11	64,98	65,07	64,05	63,71	51,92
88,195	67,651	67,15	64,10	62,22	0,85	1,05	65,08	65,26	63,92	63,71	52,51
88,304	67,715	67,28	64,23	62,22	0,92	1,05	64,77	64,94	64,05	63,71	52,61
88,413	67,270	66,83	63,78	61,91	0,79	1,11	64,56	64,56	63,86	63,71	52,51
88,523	66,316	65,66	62,69	60,67	1,11	1,50	63,43	63,60	62,70	63,32	53,00
88,632	65,299	66,12	62,18	60,15	0,92	7,33	64,05	64,30	62,90	62,82	53,59
88,741	67,397	65,21	63,14	61,39	0,98	26,23	62,92	63,54	62,19	63,71	53,20
88,851	65,744	65,79	63,01	60,87	1,24	63,57	63,43	64,11	62,90	63,71	53,30
88,960	66,952	66,05	63,14	61,19	0,92	66,46	63,64	64,18	63,28	62,55	53,69
89,070	66,634	66,44	63,46	61,39	0,73	60,76	64,26	64,56	63,35	63,17	53,99
89,179	65,935	65,34	62,30	60,46	0,92	65,05	63,02	63,34	62,13	62,59	54,48
89,288	67,142	66,31	63,71	61,81	1,11	62,87	64,15	64,24	63,22	63,71	54,28
89,398	65,490	65,34	61,92	60,05	0,92	63,00	63,12	63,41	62,51	63,71	54,88
89,507	67,015	65,99	63,27	61,50	0,92	63,32	63,74	64,11	63,09	63,71	54,48
89,616	66,062	65,86	62,69	60,67	0,85	63,25	63,54	64,24	62,70	63,71	54,78
89,726	66,888	66,12	63,20	61,29	0,92	63,19	63,74	64,18	62,90	63,28	55,07
89,835	65,871	65,79	62,69	60,67	0,85	62,81	63,54	64,05	62,77	63,71	54,09
89,944	67,015	66,25	63,20	61,29	0,92	63,70	64,05	64,24	63,28	63,59	55,37
90,054	66,062	65,92	62,75	60,77	0,98	63,19	63,84	63,98	62,96	63,71	55,27
90,163	66,698	65,92	63,14	61,19	0,98	63,51	63,64	64,05	62,96	63,71	54,97
90,273	66,570	66,57	63,52	61,39	0,92	63,64	64,26	64,50	63,67	63,32	55,07
90,382	66,316	66,44	62,88	60,87	0,73	63,19	63,95	64,30	63,41	63,71	55,57
90,491	66,443	66,25	63,07	61,19	0,85	63,25	64,36	64,11	62,83	63,71	56,65
90,601	66,570	66,12	63,14	61,08	0,98	63,38	63,95	63,73	62,96	63,09	55,76
90,710	66,316	66,05	62,88	60,98	0,85	63,06	63,84	63,98	63,02	63,71	56,95
90,819	66,507	65,79	62,75	60,98	0,85	63,19	63,54	63,92	62,70	63,71	56,16
90,929	66,189	65,14	62,50	60,67	0,92	63,00	63,02	63,21	62,19	63,32	55,86
91,038	66,507	65,60	63,07	61,08	1,11	63,32	63,33	63,47	62,70	63,71	55,96
91,147	66,380	66,05	62,88	60,98	0,98	63,51	63,64	63,86	62,96	63,71	56,45
91,257	66,443	65,66	62,94	60,98	0,92	63,57	63,33	63,79	62,51	63,71	56,26
91,366	66,443	66,37	63,14	61,29	0,98	63,25	64,15	64,30	63,35	63,71	56,36
91,476	66,253	66,12	62,62	60,67	0,98	63,45	64,15	64,30	63,02	63,71	56,45
91,585	66,189	64,30	62,18	60,36	8,23	63,00	62,20	62,38	61,49	62,20	56,55
91,694	62,375	62,81	59,29	57,25	27,24	59,28	60,55	60,91	59,82	61,09	56,65
91,804	65,617	62,88	61,28	59,63	56,55	62,04	60,45	60,85	60,08	61,32	56,75
91,913	63,837	64,30	61,34	59,12	62,15	61,01	62,09	62,06	61,36	62,63	57,14
92,022	64,981	63,85	60,96	59,32	58,40	61,65	61,78	61,93	60,65	62,32	57,34
92,132	63,964	63,79	60,89	59,12	58,33	61,27	61,89	61,93	60,72	61,43	56,85

Tiempo (s)	Presión (mca)										Q _{CEM} (m ³ /h)
	Aguas Arriba	Colector	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	
92,241	64,409	63,72	60,70	58,91	58,59	61,33	61,06	61,61	60,65	61,78	57,24
92,351	64,536	63,92	61,28	59,43	58,91	61,65	61,89	61,81	61,10	63,17	58,03
92,460	64,028	63,79	60,76	58,60	58,91	61,08	61,78	62,00	60,85	61,59	58,23
92,569	64,791	63,98	61,08	59,32	58,84	61,46	61,68	62,06	60,97	62,71	58,33
92,679	64,219	63,92	60,89	59,12	58,97	61,33	61,58	62,13	60,97	61,93	58,53
92,788	64,600	63,92	61,08	59,32	58,97	61,52	61,78	61,81	60,72	61,93	58,72
92,897	64,409	64,04	61,21	59,22	59,10	61,33	61,89	62,25	61,23	61,28	59,22
93,007	64,663	64,11	60,96	59,12	59,03	61,52	62,20	62,13	61,23	61,55	59,02
93,116	64,473	63,98	61,08	59,12	58,91	61,46	61,68	61,68	60,78	61,86	59,22
93,225	64,282	63,59	60,83	58,91	58,72	61,40	61,37	61,61	60,72	61,43	59,41
93,335	64,409	64,17	61,02	59,12	59,16	61,27	61,78	61,93	60,85	61,36	59,12
93,444	64,282	63,40	60,51	58,80	58,46	61,40	61,27	61,55	60,40	63,09	59,51
93,554	64,409	63,72	61,28	59,12	58,84	61,08	61,27	62,06	60,78	61,01	59,61
93,663	64,409	64,04	60,83	59,01	58,84	61,33	61,89	62,57	61,17	61,63	59,71
93,772	64,219	63,33	60,64	59,01	58,59	61,20	61,17	61,49	60,53	62,32	60,01
93,882	64,918	64,24	61,53	59,53	59,22	61,59	61,78	62,06	61,29	61,78	60,50
93,991	64,219	63,98	60,83	58,80	59,03	61,33	61,99	61,74	60,72	61,82	59,91
94,100	64,473	63,53	60,83	59,12	58,46	61,40	61,27	61,55	60,27	61,55	60,10
94,210	64,409	63,59	61,02	59,12	58,65	61,52	61,27	61,36	60,65	62,17	60,10
94,319	64,219	63,79	60,83	59,01	58,72	61,27	61,78	61,68	60,78	61,82	60,10
94,428	64,473	63,98	60,96	59,12	59,03	61,40	61,99	62,13	60,85	62,17	60,60
94,538	64,536	63,59	60,96	59,22	58,52	61,52	61,37	61,68	60,59	62,63	60,30
94,647	64,473	64,37	61,34	59,32	59,35	61,40	62,30	62,51	61,23	61,47	61,98
94,757	64,346	64,11	60,83	59,01	59,03	61,27	62,20	62,25	61,29	62,24	59,91
94,866	64,409	63,79	60,70	59,12	58,84	61,14	61,68	62,00	60,78	63,67	60,89
94,975	64,346	63,33	60,83	58,91	58,40	61,40	61,17	61,55	60,27	61,63	60,70
95,085	64,536	64,11	61,28	59,32	59,29	61,40	62,09	62,19	61,42	61,36	60,70
95,194	64,282	63,72	60,51	58,80	58,78	61,46	61,58	61,61	60,78	61,51	60,70
95,303	64,791	63,92	61,34	59,53	59,22	61,72	61,78	62,32	60,91	63,40	60,60
95,413	64,600	64,24	61,34	59,43	59,03	61,59	61,99	62,38	61,10	61,43	60,79
95,522	64,282	63,66	60,76	58,80	58,59	61,27	61,48	61,87	60,78	61,24	60,99
95,631	64,409	63,66	61,02	59,32	58,65	61,27	61,89	61,68	60,85	62,20	60,99
95,741	64,409	63,92	60,83	59,01	58,78	61,40	61,37	61,74	60,65	62,74	61,68
95,850	64,346	63,85	61,02	59,12	58,72	61,20	61,99	62,13	61,10	62,20	61,39
95,960	64,282	63,53	60,76	58,91	58,78	61,40	61,37	61,74	60,72	63,09	61,19
96,069	64,409	63,59	61,08	59,01	58,52	61,33	61,27	61,68	60,46	61,51	61,49
96,178	64,346	63,72	61,15	59,01	58,97	61,27	61,37	61,87	60,97	62,09	61,39
96,288	64,473	64,24	60,89	59,01	59,22	61,27	61,99	62,38	61,42	62,40	60,70
96,397	64,155	63,27	60,38	58,80	58,52	61,40	60,86	61,68	60,33	62,78	60,79
96,506	64,663	64,24	61,53	59,43	59,03	61,20	62,09	62,45	61,23	63,13	61,58
96,616	64,219	63,79	60,57	58,80	58,72	61,65	61,68	62,19	61,10	60,82	61,19
96,725	64,663	64,37	61,60	59,43	59,35	61,14	62,09	62,51	61,29	62,47	61,49
96,834	64,091	63,59	60,44	58,60	58,59	61,40	61,27	61,55	60,53	62,63	61,78
96,944	64,536	63,85	61,21	59,32	58,84	61,14	61,37	61,74	60,78	60,89	61,58
97,053	64,346	64,17	60,96	58,91	59,22	61,40	61,89	62,19	61,10	63,28	61,58
97,163	64,473	63,85	60,96	59,12	58,72	61,33	61,68	62,00	60,85	62,55	61,88
97,272	64,791	63,59	61,47	59,53	58,65	61,91	61,27	61,49	60,65	62,98	61,49
97,381	64,219	64,17	61,02	59,12	59,29	61,20	61,89	62,25	61,10	63,71	61,49
97,491	64,600	63,92	60,83	59,22	59,10	61,59	62,30	62,25	61,10	62,01	61,78
97,600	64,409	64,11	61,15	59,22	59,10	61,20	61,78	62,25	61,10	63,32	61,49
97,709	64,727	63,98	61,15	59,22	58,97	61,72	61,99	62,25	60,97	63,21	61,88
97,819	64,473	64,04	61,21	59,43	58,97	61,33	61,58	62,19	61,10	62,55	61,68
97,928	64,473	63,85	61,02	59,01	58,91	61,27	61,78	61,74	60,85	62,40	61,68
98,037	64,473	63,79	61,02	59,32	59,03	61,52	61,58	61,93	61,04	61,40	62,77
98,147	64,473	64,50	61,21	59,22	59,48	61,33	62,30	62,70	61,49	61,86	61,78
98,256	64,346	63,92	60,83	59,01	58,97	61,52	61,99	62,19	60,91	61,78	61,68
98,366	64,155	63,72	60,83	59,01	58,72	61,14	61,48	61,87	60,78	63,32	61,78
98,475	64,727	63,85	61,21	59,32	58,84	61,72	61,78	61,74	61,10	61,59	61,58
98,584	64,409	64,04	61,02	59,22	59,22	61,33	61,89	62,45	61,10	62,90	61,88
98,694	64,600	63,53	61,02	59,12	58,52	61,59	61,58	61,55	60,85	62,17	61,49

2.9. Ensayo Hidrante 9 (V2/Tipo3-6/DNB 100-QNB 73,5-DNP 25x1 40x3 50x1 65x1/PN10). NLIR Valencia. Septiembre 2013.

2.9.1. Clasificación del hidrante según norma UNE EN 14267.

V2					
Función		Tipo 3			
NSH		6			
Dimensiones					
DNB		100			
QNB		73,5			
Salidas	DNP	25	40	50	65
	NS _{DN}	1	3	1	1
Presión (bar)		10		Contadores	

La denominación del hidrante según su clasificación será:

V2/Tipo3-6/DNB 100-QNB 73,5-DNP 25x1 40x3 50x1 65x1/PN10

2.9.2. Descripción del hidrante.

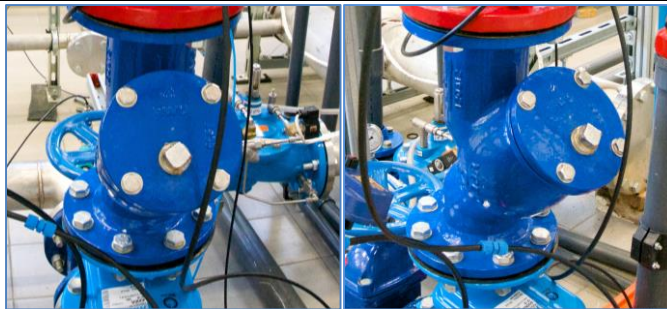
2.9.2.1. Válvula de compuerta DN 100.

Descripción.	Válvula de corte de compuerta con asiento elástico.
Función	Aislamiento del hidrante de la red
Fabricante	REGABER. GAER
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	100 mm
Cierre	Compuerta de fundición dúctil recubierta con EPDM
Otros	Tapa, cuerpo y volante de fundición dúctil con recubrimiento epoxi de 250 µm



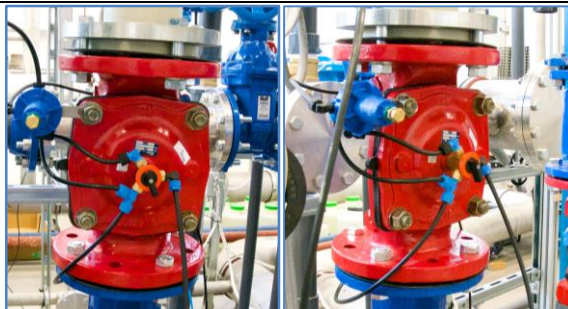
2.9.2.2. Filtro Cazapiedras DN 100.

Descripción.	Filtro cazapiedras.
Función	Protección del hidrante ante elementos extraños
Fabricante	REGABER. GAER
Modelo	En Y
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	100 mm
Otros	Tapa y cuerpo de fundición gris con recubrimiento epoxi de 250 µm. Malla Acero Inoxidable AISI-304 de 3 mm de diámetro.



2.9.2.3. Válvula hidráulica reductora de presión DN 100.

Descripción.	Válvula hidráulica reductora de presión.
Función	Reducir la presión de las tomas de riego del hidrante
Fabricante	DOROT
Modelo	GAL
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	100 mm
Cierre	Membrana



2.9.2.4. Colector PP-H 100 con 8 salidas.

Descripción.	Colector de PP-H unión por brida.
Función	Conexión a las tomas de parcela.
Fabricante	Montaje y mecanizado de Ta Comercial
Presión nominal (bar)	10
Diámetro nominal.	110 mm (conexión), tubo 160 mm SDR11
Otros	<p>8 salidas para tomas a parcela distribuidas longitudinalmente a lo largo del colector, terminadas en un manguito rosca macho excepto la de DN 75 que la salida es con brida.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4 de DN 50 mm (1"1/2) • 2 de DN 32 mm (1") • 1 de DN 63 mm (2") • 1 de DN 75 mm (2"1/2) <p>1 salida en la parte superior DN 50 mm (2"), para colocación de ventosa.</p> <p>1 salida en la parte superior DN 20 mm (1/2") para la colocación de manómetro.</p>



2.9.2.5. Ventosa.

Descripción.	Válvula ventosa trifuncional de 2".
Función	Eliminación y admisión de aire del hidrante
Fabricante	ARI
Modelo	BARAK 2"
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	2"
Otros	Aislada mediante válvula de esfera al colector.

2.9.2.6. Tomas a parcela instaladas.

En general las tomas constan de válvula de corte de esfera PVC, contador volumétrico, y válvula hidráulica (electroválvula). El caudal nominal del hidrante se calcula en función de los caudales nominales de cada una de las tomas.

$$QN = 73,5 \text{ m}^3/\text{h}$$



Fotografía 42: Detalle del hidrante 9.

A continuación se caracteriza cada una de las tomas instaladas.

Toma A, C y F: Parcelas 35, 32 y 31 DN 40 mm (1"1/2).

- ✓ Válvula de esfera de PVC DN 50 (1"1/2) PN 16.
- ✓ Contador chorro múltiple DN 40 mm. Colocación en vertical.

Descripción.	Contador plástico de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	GECONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16

Diámetro nominal.	40 mm
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	10 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	20 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	1"1/2 - 40 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca

- ✓ Tubería a parcela de PE40 DN 50 mm PN 0,6 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 50 mm PN 1,0 MPa.¹³

Toma B: Parcela 33 DN 50 mm (2").

- ✓ Válvula de esfera de PVC DN 63 (2") PN 16.
- ✓ Contador chorro múltiple DN 50 mm. Colocación en vertical.

Descripción.	Contador metálico de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	GCONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	50 mm
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	15 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	30 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

¹³ La tubería final se conecta hasta depósito del laboratorio, intercalada a mitad se instala una válvula de esfera del mismo diámetro que permita simular la resistencia de una instalación de riego aguas abajo de la toma, en los ensayos la válvula se cierra parcialmente para asegurar que por la toma circula el QNP del contador.

- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	2" - 50 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca

- ✓ Tubería a parcela de PE40 DN 63 mm PN 0,6 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 63 mm PN 1,0 MPa.

Toma D: Parcela 28 DN 65 mm (2"1/2).

- ✓ Válvula de compuerta DN 65 (2"1/2) PN 16.
 ✓ Contador Woltman DN 65 mm. Colocación en vertical.

Descripción.	Contador metálico tipo woltman
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo.
Fabricante	GECONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	65 mm (2"1/2)
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	25 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	50 m ³ /h
Uniones	Brida

- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	2"1/2 - 65 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca

- ✓ Tubería a parcela de PE40 DN 75 mm PN 0,6 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 75 mm PN 1,0 MPa.¹⁴

Toma E: Parcela 34 DN 25 mm (1").

- ✓ Válvula de esfera de PVC DN 32 (1") PN 16.
- ✓ Contador chorro múltiple DN 25 mm. Colocación en vertical.

Descripción.	Contador plástico de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	GCONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	25 mm
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	3,5 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	7 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	COMETAL
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	1" - 25 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca

- ✓ Tubería a parcela de PE40 DN 32 mm PN 0,6 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 32 mm PN 1,0 MPa.¹⁵

¹⁴ La tubería final se conecta hasta depósito del laboratorio, intercalada a mitad se instala una válvula de esfera del mismo diámetro que permita simular la resistencia de una instalación de riego aguas abajo de la toma, en los ensayos la válvula se cierra parcialmente para asegurar que por la toma circula el QNP del contador.

¹⁵ La tubería final se conecta hasta depósito del laboratorio, intercalada a mitad se instala una válvula de esfera del mismo diámetro que permita simular la resistencia de una instalación de riego aguas abajo de la toma, en los ensayos la válvula se cierra parcialmente para asegurar que por la toma circula el QNP del contador.

2.9.3. Ensayos realizados.

1. Comprobación de la metrología a QNP para cada una de las tomas.
2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo.
3. Pérdidas de carga del hidrante, con todas las tomas abiertas.
4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.
5. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada.
6. Rapidez de regulación de presión de la VRP.
7. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.
8. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego. Con y sin funcionamiento de la VRP.
9. Prueba de estanqueidad.

2.9.4. Resultados.

Los datos registrados y su tratamiento se pueden observar en el apartado 2.9.6.

2.9.4.1. Comprobación de la metrología a QNP para cada una de las tomas.

Con la válvula de maniobra instalada aguas abajo de la toma se regula el caudal circulante para ajustarlo al QNP (AEN/CTN68 2005) de la toma. Se verifica el caudal circulante del emisor de pulsos con del registrado por los CEM del banco de ensayos. Los resultados obtenidos son:

Tabla 38: Hidrante 9. Comprobación metrología contadores.

Toma	A	B	C	D	E	F
Parcela	35	33	32	28	34	31
QNP(m ³ /h)	10	15	10	25	3,5	10
Qp(m ³ /h)	9,79	14,80	9,84	25,50	3,41	9,85
CEM	50	50	50	50	25	50
Q _{CEM} (m ³ /h)	9,96	14,95	9,97	24,95	3,53	9,96
εp(%)	-1,69	-1,01	-1,38	2,20	-3,43	-1,09

Siendo:

- QNP: Caudal nominal del contador de la toma, en m³/hora
- Qp: Caudal registrado por el emisor de pulsos del contador, se realiza una medición de al menos 3 pulsos, en m³/hora
- CEM: Contador electromagnético utilizado.
- Q_{CEM}: Caudal contador CEM, medida patrón, en m³/hora
- εp : Error relativo en porcentaje.

Los errores son admisibles y están dentro de los indicados por la normativa aplicable.

2.9.4.2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo.

Se compara la medida del caudal proporcionada por la esfera de cada uno de los contadores de las tomas, con la medida del caudal realizada con el contador electromagnético patrón del banco de ensayo (CEM100). Para ello se fija el caudal nominal de cada una de las tomas modificando la apertura de una válvula de bola instalada aguas abajo de las mismas y se espera a que se estabilice el sistema antes de empezar la medición. Se fija como caudal nominal del hidrante la suma de los caudales nominales de las tomas del hidrante.

Tabla 39: Hidrante 9. Error de caudal del hidrante.

Toma	QNP (m ³ /h)	Caudal Medido Contador (m ³ /h)
A	10,0	10,09
B	15,0	14,60
C	10,0	9,95
D	25	28,50
E	3,5	3,70
F	10,0	9,15
Total Hidrante	73,5	75,99

Q _{HIDRANTE}	Q _{CEM}	ε (%)
75,99	73,21	+3,80

Siendo:

- Q_{HIDRANTE}: Caudal total del hidrante, en m³/hora
- Q_{CEM}: Caudal contador CEM, medida patrón, en m³/hora
- ε : Error relativo.

El error producido se encuentra dentro de los valores indicados por la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005, 2006)

2.9.4.3. Pérdidas de carga del hidrante.

Con las válvulas de cada una de las tomas abiertas, se modifica el caudal circulante por el hidrante registrando la presión aguas arriba del hidrante, en el colector, y aguas abajo de cada una de las 6 tomas del hidrante, registrando también el caudal circulante una vez el sistema se estabiliza.

En este apartado se resumen aquellos resultados para el caudal nominal del hidrante (73,5 m³/h).

Tabla 40: Hidrante 9. Pérdidas de carga.

Δh_N (Toma A)	Δh_N (Toma B)	Δh_N (Toma C)	Δh_N (Toma D)	Δh_N (Toma E)	Δh_N (Toma F)	Δh VC + Filtro	Δh VRP	Q_{CEM}
8,15	8,29	8,19	7,83	8,90	7,66	4,48	0,84	73,20

Siendo:

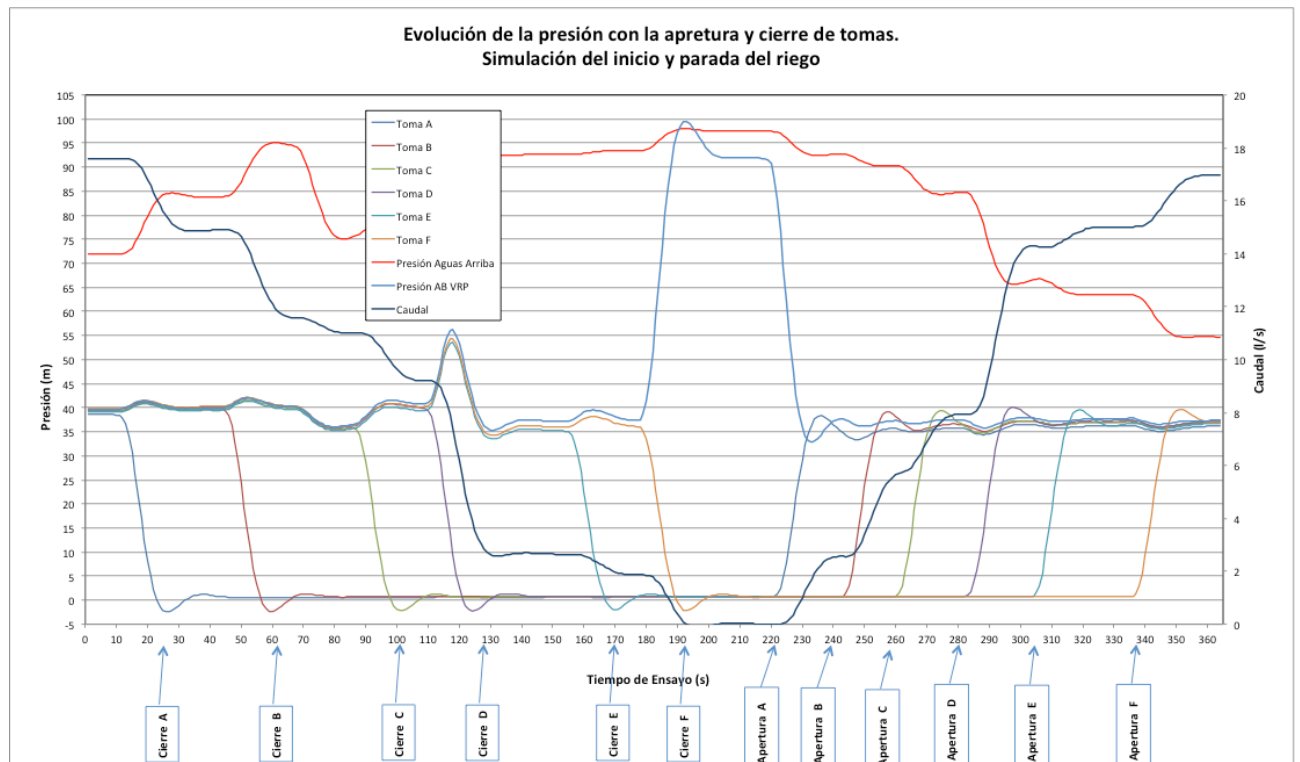
- Q_{CEM} : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM, en m³/hora
- Δh_N (Toma x) : Pérdidas de carga totales entre la medición aguas arriba del hidrante y la medición aguas abajo de la toma X, para el caudal circulante por la toma (ver caudal en tablas apartado anterior), en mca
- Δh (VC + Filtro) : Pérdida de carga de la válvula de compuerta DN 100 del hidrante y del filtro cazapiedras, en mca.
- Δh (VRP) : Pérdida de carga de la válvula reductora de presión totalmente abierta, en mca.

Según la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005) las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 3 son 0,8 bar (80 KPa, 8 m), por lo que las pérdidas están dentro de las recomendadas por dicha norma.

2.9.4.4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.

El ensayo muestra el comportamiento del hidrante (fluctuaciones de presión y caudal) ante situaciones de apertura y cierre de las tomas.

Consiste en variar la posición de la válvula hidráulica de cada toma de posición de **Abierto a Cerrado** o de **Cerrado a Abierto**. En la Gráfica 15 se pueden visualizar los resultados obtenidos.

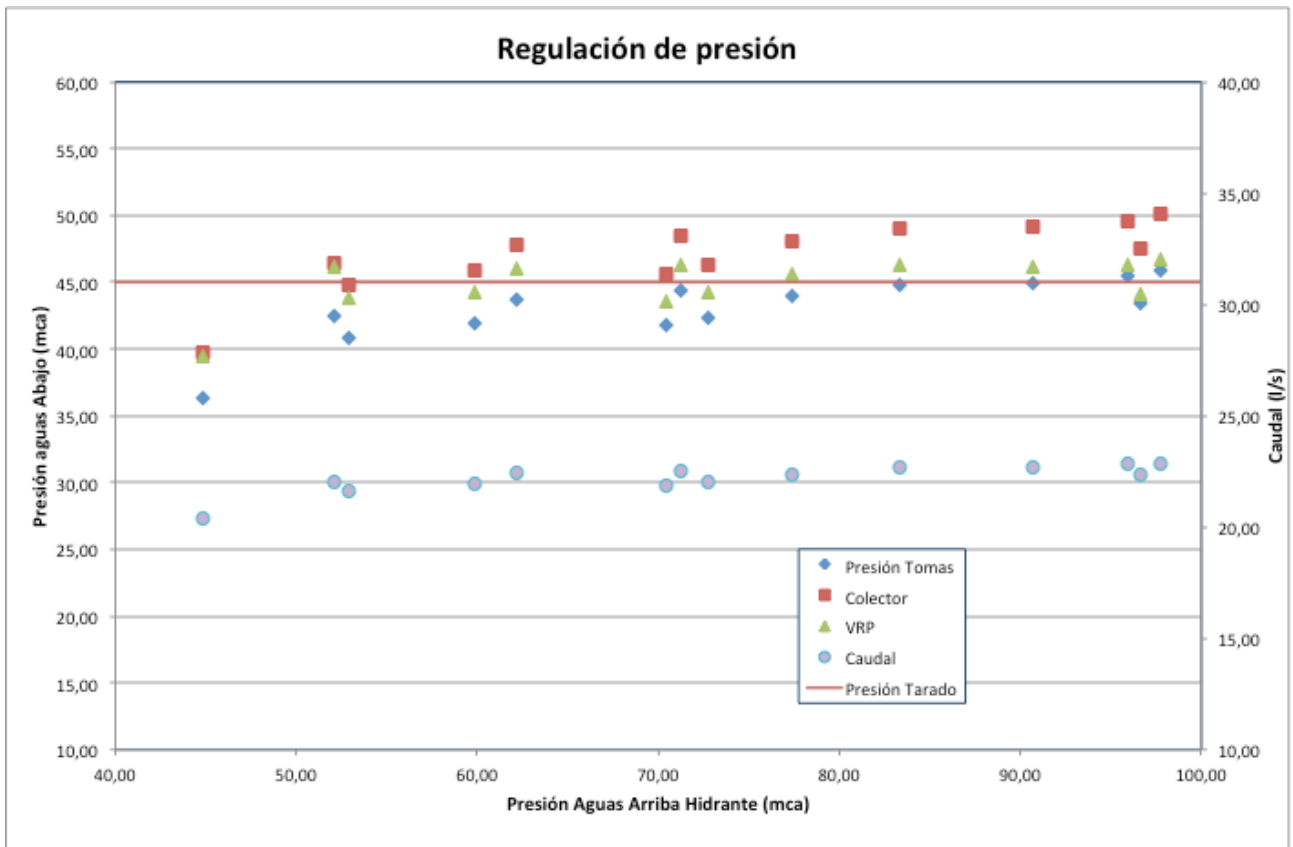


Gráfica 15: Respuesta del hidrante 9 ante la apertura y cierre de tomas de riego.

El hidrante se comporta de forma estable ante estas situaciones de apertura y cierre, no mostrando transitorios importantes excepto al cerrar la Toma D (DN 65), ya que el caudal que se deriva en dicha toma es un 39% del total del hidrante, la sobrepresión alcanza 15 m sobre la presión de regulación.

2.9.4.5. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada.

Se activa el funcionamiento de la válvula reductora de presión verificando la presión de regulación ante diferentes presiones a la entrada del hidrante, se comprueba la presión en las tomas así como la precisión en la presión regulada. Se tara la válvula a la presión a la que regulara en campo, siendo la presión de tarado de 4 kg/cm².



Gráfica 16: Respuesta del hidrante 9 ante la regulación de presión.

La regulación de la válvula reductora es buena y estable, asegurando una presión adecuada en las tomas de riego.

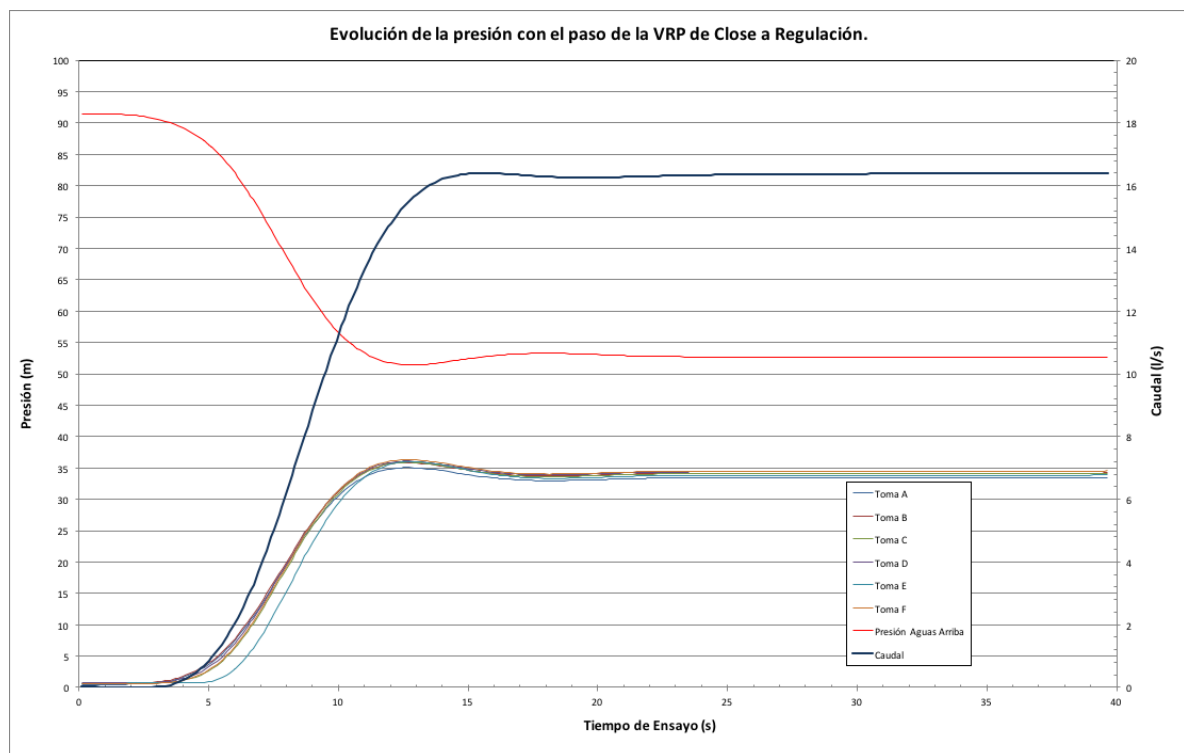
Se detecta un funcionamiento anómalo del piloto regulador de presión, con alta frecuencia se observa que por el tubo de drenaje del mismo hay salida de agua sin que la válvula este realizando ninguna regulación, dicha anomalía se produce con la válvula esta abierta, cerrada y en posición de regulación, cesa el desagüe

cuando se pinza dicho tubo. Se recomienda la sustitución de dicho piloto ya que debe de tener alguna imperfección interna que provoca el desajuste del mecanismo interior.

2.9.4.6. Rapidez de regulación de presión de la VRP.

Se comprueba la rapidez y precisión de regulación de la VPR al pasar de cerrada a regulación y de abierta a regulación, actuando sobre la válvula de 3 vías de la válvula.

Cerrada a regulación.



Gráfica 17: Respuesta del hidrante 9 ante la regulación de presión de cerrado a regulación.

Se realizan varias repeticiones obteniendo resultados similares en los tiempos medios de regulación.

Tabla 41: Hidrante 9. Tiempo de regulación de la VRP. Cerrado- regulación.

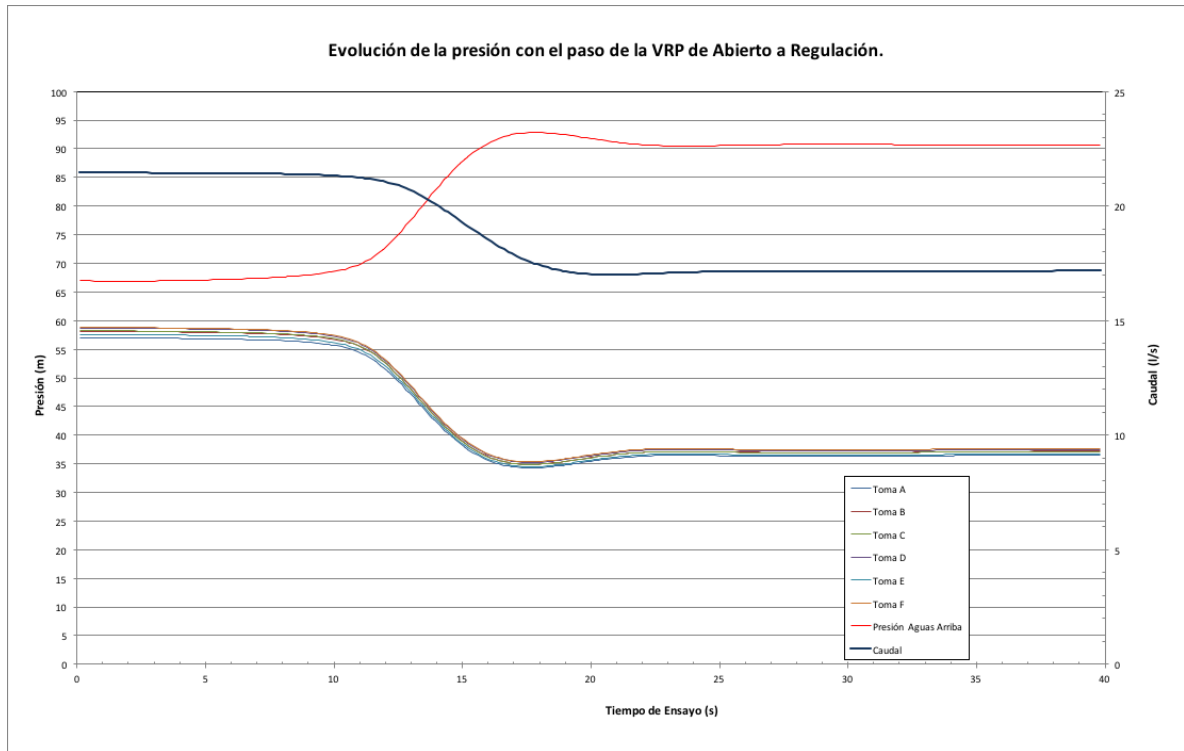
Medida	T1(s)	T2(s)	Paa (mca)	Pab VRP (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
1	2,21	21,69	57,9	35,68	19,70
2	2,90	21,14	57,68	35,41	19,69
3	2,26	22,85	57,58	35,19	19,73
4	1,60	20,32	57,46	35,01	19,73
5	2,98	21,49	57,54	35,05	19,73
Medias	2,39	21,50	57,63	35,27	19,72
σ	0,57	0,92	0,17	0,28	0,02

Siendo:

- T1: Tiempo desde el comienzo de la maniobra hasta que la válvula comienza a regular, en segundos.

- T2: Tiempo desde el comienzo de la maniobra hasta que la válvula estabiliza la presión de regulación, en segundos.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante desde T2 hasta el final del ensayo, en metros.
- Pab VRP: Presión aguas abajo VRP desde T2 hasta el final del ensayo, en metros
- Q_{CEM} : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM desde T2 hasta el final del ensayo, en $m^3/hora$

Abierta a regulación.



Gráfica 18: Respuesta del hidrante 9 ante la regulación de presión de cerrado a regulación.

Se realizan varias repeticiones obteniendo resultados similares en los tiempos medios de regulación.

Tabla 42: Hidrante 9. Tiempo de regulación de la VRP. Abierto - regulación.

Medida	T1(s)	T2(s)	Paa (mca)	Pab VRP (mca)	Q_{CEM} (m^3/h)
1	6,59	26,26	78,21	38,31	21,14
2	6,20	24,06	78,44	38,1	21,13
3	6,10	24,06	78,47	38,1	21,13
4	6,18	27,50	78,46	38,08	21,12
5	6,48	26,69	78,96	37,67	21,07
Medias	6,31	25,71	78,51	38,05	21,12
σ	0,21	1,57	0,27	0,23	0,03

Siendo:

- T1: Tiempo desde el comienzo de la maniobra hasta que la válvula comienza a regular, en segundos.
- T2: Tiempo desde el comienzo de la maniobra hasta que la válvula estabiliza la presión de regulación, en segundos.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante desde T2 hasta el final del ensayo, en metros.
- Pab VRP: Presión aguas abajo VRP desde T2 hasta el final del ensayo, en metros

- Q_{CEM} : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM desde T2 hasta el final del ensayo, en $m^3/hora$

2.9.4.7. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.

Con la válvula de esfera del tramo de tubería que simula la tubería a parcela parcialmente cerrada¹⁶, se procede abrir y cerrar cada toma para comprobar el caudal máximo que puede circular con el resto de tomas cerradas y la VRP en su función de regulación.

Tabla 43: Hidrante 9. Caudal máximo simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.

TOMA	QNP (m^3/h)	Q_{max} (m^3/h)	P_{aa} (mca)	P_{ab} (mca)	Q_{CEM} Máximo (m^3/h)	Estado Contador
A	10	20	53,85	30,99	10,09	No Bloqueo
B	15	30	64,44	31,55	16,23	No Bloqueo
C	10	20	65,42	32,19	10,37	No Bloqueo
D	25	50	59,24	32,90	25,58	No Bloqueo
E	3,5	7	66,67	29,59	4,18	No Bloqueo
F	10	20	65,44	32,32	10,13	No Bloqueo

Siendo:

- TOMA: Toma ensayada
- QNP: Caudal nominal del contador, en $m^3/hora$.
- Q_{max} : Caudal máximo del contador, en $m^3/hora$.
- P_{aa} : Presión aguas arriba del hidrante, en mca.
- P_{ab} : Presión aguas debajo de la toma, en mca.
- Q_{CEM} Maximo: Caudal máximo de ensayo medido con contador CEM, en $m^3/hora$

2.9.4.8. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego con la VRP en regulación.

Con la válvula de esfera del tramo de tubería que simula la tubería a parcela totalmente abierta¹⁷ y la VRP en posición de regulación, se procede abrir y cerrar cada toma para comprobar el caudal máximo que puede circular con el resto de tomas cerradas y presiones altas en el hidrante.

¹⁶ Esta válvula simula la resistencia que ofrecería la instalación de riego en parcela, la regulación de esta válvula se realizó para que pase, con todas las tomas abiertas el caudal nominal del contador de la toma.

¹⁷ Simulando el caso de que no haya conectada ninguna instalación de riego.

Tabla 44: Hidrante 9. Caudal máximo simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP en regulación.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	P _{aa} (mca)	P _{ab} (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
A	10	20	70,51	11,38	28,44	No Bloqueo
B	15	30	66,80	5,13	33,81	No Bloqueo
C	10	20	70,84	12,02	27,80	No Bloqueo
D	25	50	30,17	7,30	55,29	No Bloqueo
E	3,5	7	61,47	3,65	9,70	No Bloqueo
F	10	20	59,26	15,02	25,90	No Bloqueo

Siendo:

- TOMA: Toma ensayada
- QNP: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- P_{aa}: Presión aguas arriba del hidrante, en mca.
- P_{ab}: Presión aguas debajo de la toma, en mca.
- Q_{CEM} Maximo: Caudal máximo de ensayo medido con contador CEM, en m³/hora

2.9.4.9. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego con la VRP sin regulación.

Con la válvula de esfera del tramo de tubería que simula la tubería a parcela totalmente abierta¹⁸ y la VRP en posición de abierta, se procede abrir y cerrar cada toma para comprobar el caudal máximo que puede circular con el resto de tomas cerradas y presiones altas en el hidrante.

Tabla 45: Hidrante 9. Caudal máximo simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP sin regulación.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	P _{aa} (mca)	P _{ab} (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
A	10	20	64,11	19,64	37,88	Bloqueo recupera a Q _{max}
B	15	30	92,42	14,70	59,90	No Bloqueo
C	10	20	64,62	20,61	36,95	No Bloqueo

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	P _{aa} (mca)	P _{ab} (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
D	25	50	56,50	17,71	83,81	No Bloqueo
E	3,5	7	61,10	6,73	13,74	Bloqueo recupera a Q _{max}
F	10	20	51,77	21,37	31,09	No Bloqueo

Siendo:

- TOMA: Toma ensayada
- QNP: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- P_{aa}: Presión aguas arriba del hidrante, en mca.
- P_{ab}: Presión aguas debajo de la toma, en mca.
- Q_{CEM} Maximo: Caudal máximo de ensayo medido con contador CEM, en m³/hora.

2.9.4.10. Prueba de estanqueidad.

Con la Válvula de compuerta de inicio del hidrante y las válvulas de maniobra de cada toma cerradas se somete a los elementos generales del hidrante a una presión hidrostática de aproximadamente de 90 mca, durante 2 horas. La variación de presión producida esta dentro de los valores normales considerando una estanqueidad adecuada del hidrante permitiendo contrastar que el colector cumple con los parámetros de calidad adecuado garantizando su estanqueidad y una adecuada resistencia mecánica.¹⁹

Tabla 46: Hidrante 9. Estanqueidad de los componentes.

Elemento	Estado
Filtro Cazapiedras	Sin fugas
VRP	Sin fugas
Colector	Sin fugas
Ventosa	Sin fugas
Manómetro	Sin fugas

Al mismo tiempo y aisladas por medio de las válvulas de bola se somete a las tomas a presión registrando la evolución de la presión y detección de fugas, los resultados son:

¹⁹ Los procesos de verificación y característica de los colectores se pueden consultar en el pliego de prescripciones técnicas del hidrante así como en las normas UNE-53943 y UNE-EN-ISO-1167.

Tabla 47: Hidrante 9. Estanqueidad de las tomas.

Toma	Conexión Válvula bola	Contador	Conexiones válvula hidráulica.
A	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
B	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
C	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
D	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
E	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
F	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas

2.9.5. Conclusiones

La medición de caudal nominal del hidrante, muestra una buena precisión con respecto a medido en el banco de ensayo, estando dentro de los valores que marca la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2006, 2005).

Según la norma UNE EN 14267 las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 3 es 8 mca, estado todos las tomas cerca de este valor, la pérdidas en este caso TIPO 3 no es un valor limitante ya que debido a la instalación de la VRP, el incorporar elementos con pérdidas superiores a las indicadas en la norma puede mejorar el funcionamiento de la VRP. Aunque si bien una pérdidas superiores puede mostrar un error el la elección de los materiales o deficiencia de algún elemento.

El hidrante muestra una buena respuesta ante el cierre y apertura de las diferentes tomas. El comportamiento es similar tanto al cerrar como a la apertura de las tomas, no observándose comportamientos de histéresis ni transitorios preocupantes en ningún caso.

La regulación de presión es buena aunque la válvula puede transmitir presiones elevadas a las tomas a presión estática, lo que no puede asegurar una buena protección de las tomas a parcela si la presión aguas arriba es importante.

En las condiciones de instalación, los contadores no pueden bloquearse mientras el funcionamiento de la VRP este asegurado, aunque el caudal que puede circular excede ampliamente el máximo recomendado por los fabricantes en el caso de fallo de la VRP y darse esta circunstancia en su instalación en campo (si la toma no dispone de instalación en parcela o vertido a la atmosfera), se recomienda comprobar periódicamente que la actuación de la VRP este asegurada.

La estanqueidad observada en los componentes del hidrante ensayado es adecuada, tanto en elementos generales como en los elementos de cada toma. La prueba de estanqueidad realizada en fábrica del colector y comprobada en laboratorio garantiza la resistencia mecánica e hidráulica del mismo.

En general el hidrante se comporta adecuadamente cumpliendo todos los objetivos planteados en su desarrollo.

2.9.6. Datos registrados ensayo Hidrante 9.

2.9.6.1. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. Datos registrados.

Leyenda:

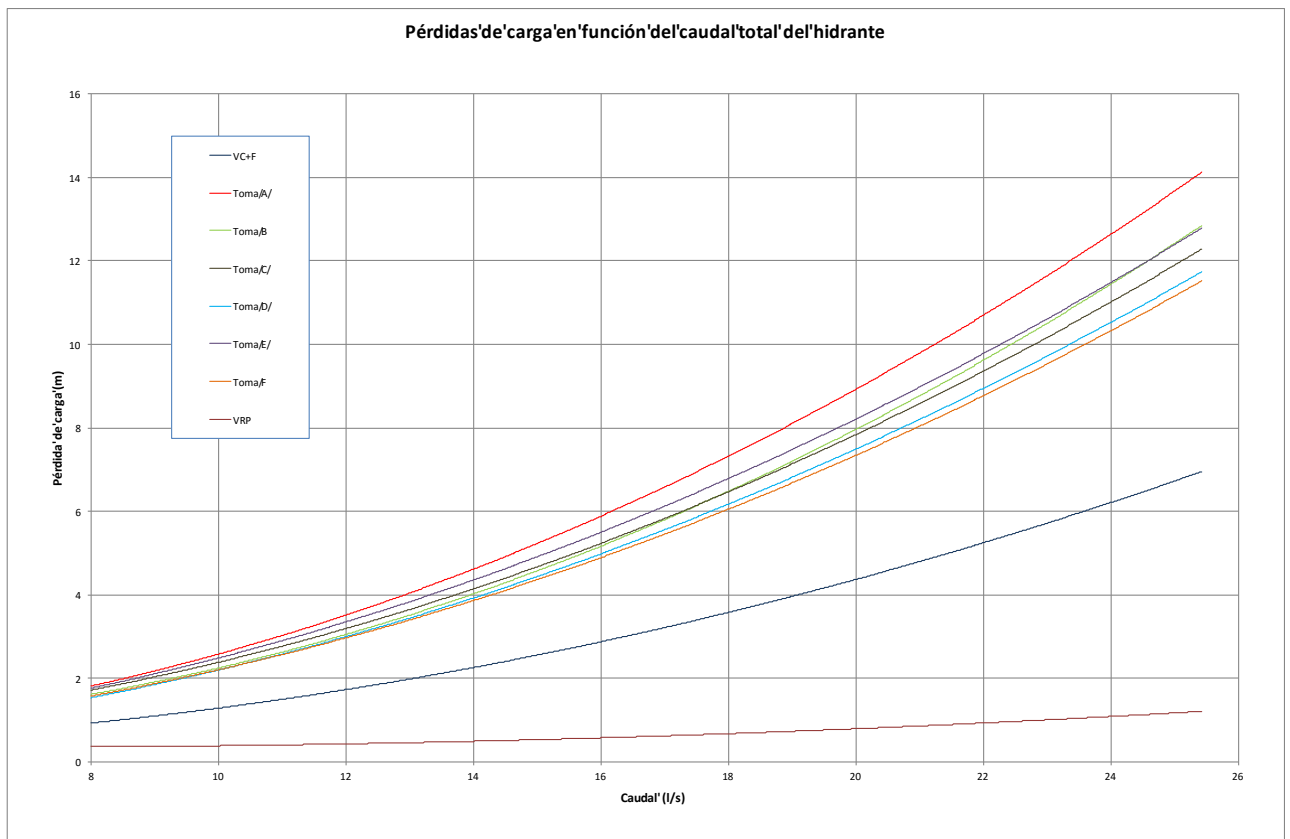
- TOMA: Toma ensayada
- Volumen (l): Volumen visualizado en el contador en litros.
- Tiempo (s): Tiempo registrado para el volumen del contador en segundos.
- Q: Caudal circulante por el contador Volumen/Tiempo, en l/s.
- Q_{toma} : Caudal medio registrado por el contador, en l/s y m^3/h .
- Q_{CEM} : Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayos, en m^3/h .
- ΔhN : Pérdidas de carga de la toma en mca.
- VRP: Válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.
- Error (%): Error relativo en porcentaje.

TOMA	Volumen (l)	Tiempo (s)	$Q_{toma}(l/s)$	$Q_{toma}(m^3/h)$	$Q_{CEM}(m^3/h)$	$\Delta hN(mca)$
A	300	107,30	2,80	10,09	73,28	8,15
B	300	73,96	4,06	14,60	73,21	8,29
C	300	108,56	2,76	9,95	73,18	8,19
D	300	37,90	7,92	28,50	73,22	7,83
E	300	291,72	1,03	3,70	73,13	8,90
F	300	118,04	2,54	9,15	73,22	7,66
VC+Filtro	-	-	-	-	-	4,48
VRP	-	-	-	-	-	0,84
				Total	75,99	73,21
				Error (%)	3,80	

2.9.6.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante. Datos registrados

Caudal (l/s)	Toma A $\Delta hN(mca)$	Toma B $\Delta hN(mca)$	Toma C $\Delta hN(mca)$	Toma D $\Delta hN(mca)$	Toma E $\Delta hN(mca)$	Toma F $\Delta hN(mca)$	VC+F $\Delta hN(mca)$	VRP $\Delta hN(mca)$
25,29	13,55	12,31	11,76	11,27	12,28	11,04	6,48	1,20
23,46	12,11	10,92	10,59	10,09	11,07	9,94	5,96	1,05
22,27	11,18	10,04	9,77	9,35	10,21	9,19	5,59	0,95
21,11	10,22	9,18	8,99	8,64	9,44	8,44	5,19	0,84
19,86	9,18	8,26	8,14	7,81	8,52	7,66	4,70	0,81
17,52	7,40	6,58	6,63	6,28	6,90	6,19	3,88	0,58
16,32	6,41	5,68	5,76	5,48	6,05	5,40	3,32	0,59

Caudal (l/s)	Toma A Δh_N (mca)	Toma B Δh_N (mca)	Toma C Δh_N (mca)	Toma D Δh_N (mca)	Toma E Δh_N (mca)	Toma F Δh_N (mca)	VC+F Δh_N (mca)	VRP Δh_N (mca)
13,64	4,63	4,08	4,22	3,99	4,43	3,93	2,38	0,50
12,84	4,14	3,64	3,80	3,59	3,98	3,53	2,16	0,45
12,09	3,68	3,21	3,39	3,14	3,51	3,13	1,89	0,41
11,29	3,24	2,82	2,98	2,79	3,11	2,77	1,65	0,41
9,77	2,61	2,30	2,42	2,24	2,53	2,25	1,36	0,40
8,72	2,18	1,91	2,04	1,85	2,10	1,88	1,15	0,36
7,65	1,77	1,57	1,68	1,49	1,71	1,55	0,90	0,37
8,65	2,07	1,80	1,91	1,76	2,01	1,79	1,06	0,37
9,31	2,27	1,98	2,10	1,91	2,18	1,92	1,12	0,37
10,24	2,55	2,21	2,34	2,16	2,45	2,15	1,22	0,40
11,84	3,21	2,78	2,91	2,71	3,03	2,69	1,47	0,46
12,92	3,64	3,17	3,26	3,08	3,45	3,02	1,61	0,48
15,24	4,91	4,27	4,34	4,10	4,57	4,03	2,18	0,56
16,78	6,04	5,28	5,30	5,08	5,61	4,96	2,76	0,64
18,22	7,19	6,35	6,27	6,01	6,61	5,89	3,36	0,71
19,02	7,89	6,95	6,85	6,55	7,21	6,39	3,69	0,75
20,24	8,97	7,91	7,83	7,46	8,18	7,31	4,31	0,79
21,24	9,85	8,80	8,60	8,22	8,99	8,09	4,76	0,87
22,00	11,02	9,87	9,59	9,17	10,01	8,98	5,34	1,00
24,35	13,01	11,82	11,35	10,85	11,79	10,62	6,45	1,11
25,43	14,15	12,94	12,35	11,76	12,83	11,54	7,05	1,22

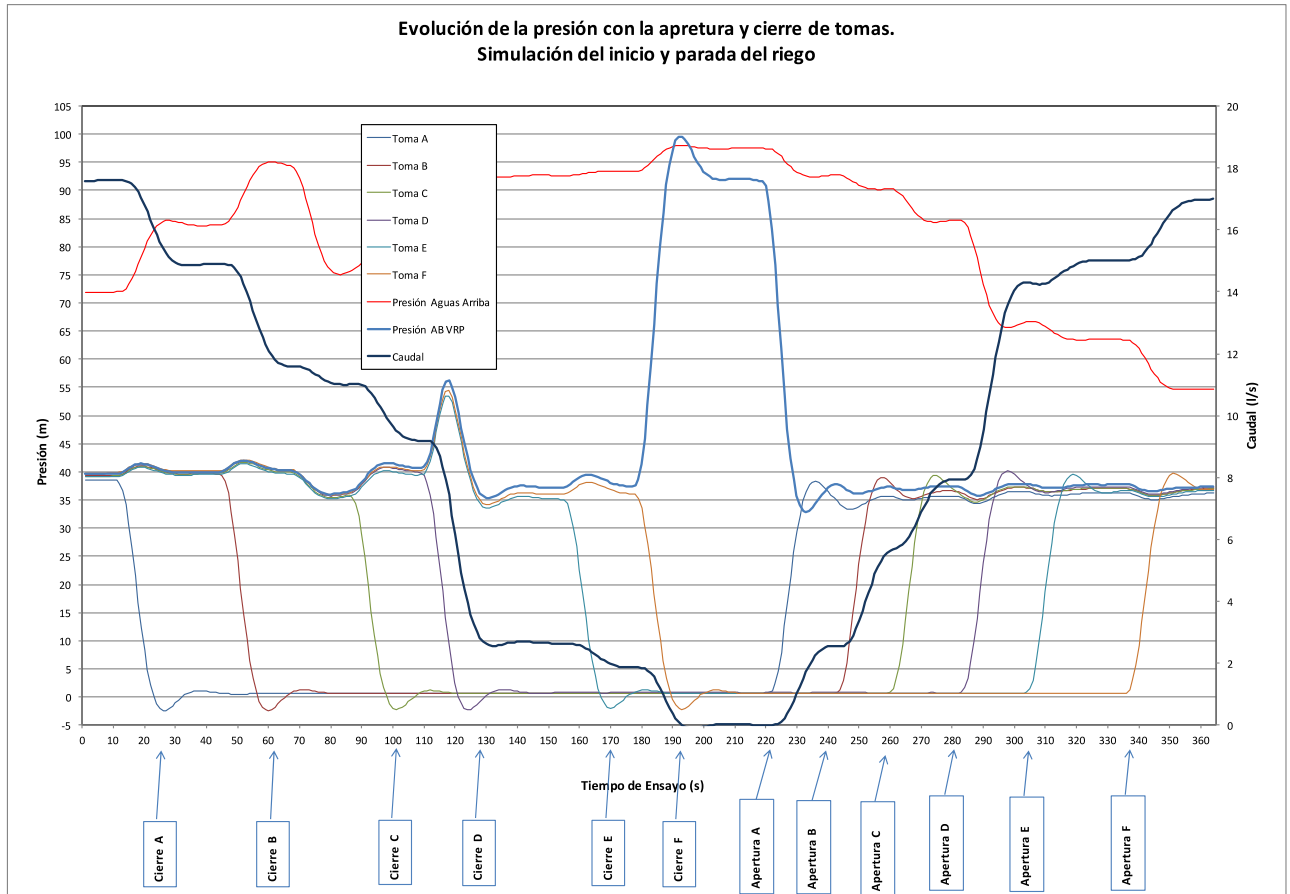


2.9.6.3. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.

Leyenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- VRP: Válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.

- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.



T (s)	Presión (mca)								Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Paa	VRP	
	P17 (mca)	P16(mca)	P7(mca)	P6(mca)	P5(mca)	P4(mca)	P19(mca)	P21(mca)	
2824,86	38,55	39,36	39,26	39,65	39,13	39,81	71,96	39,72	17,58
2825,37	38,55	39,36	39,26	39,65	39,13	39,81	71,96	39,72	17,58
2825,87	38,55	39,35	39,25	39,65	39,13	39,81	71,96	39,72	17,59
2826,37	38,56	39,35	39,25	39,66	39,13	39,81	71,96	39,72	17,59
2826,87	38,55	39,35	39,26	39,66	39,13	39,81	71,96	39,72	17,59
2827,37	38,55	39,35	39,26	39,67	39,12	39,81	71,96	39,72	17,59
2827,87	38,55	39,35	39,26	39,67	39,12	39,81	71,96	39,72	17,60
2828,37	38,55	39,35	39,26	39,68	39,11	39,81	71,96	39,72	17,60
2828,87	38,54	39,35	39,26	39,68	39,11	39,81	71,96	39,72	17,60
2829,37	38,52	39,36	39,26	39,68	39,11	39,82	71,97	39,72	17,60
2829,87	38,44	39,38	39,27	39,69	39,12	39,83	71,98	39,72	17,60
2830,37	37,99	39,44	39,33	39,75	39,18	39,88	72,02	39,78	17,60
2830,87	36,62	39,64	39,52	39,94	39,37	40,08	72,17	39,98	17,60
2831,37	34,12	39,96	39,84	40,25	39,68	40,40	72,57	40,31	17,58
2831,87	30,60	40,31	40,19	40,60	40,03	40,75	73,27	40,68	17,55
2832,37	26,31	40,63	40,52	40,91	40,34	41,06	74,28	41,02	17,49
2832,87	21,62	40,86	40,76	41,15	40,58	41,30	75,53	41,27	17,38
2833,37	16,86	41,01	40,91	41,28	40,72	41,44	76,92	41,41	17,23
2833,87	12,34	41,05	40,97	41,32	40,77	41,49	78,36	41,44	17,04
2834,37	8,28	41,01	40,94	41,28	40,73	41,45	79,75	41,39	16,82
2834,87	4,84	40,90	40,84	41,17	40,62	41,34	81,02	41,26	16,58
2835,37	2,10	40,74	40,69	41,01	40,47	41,19	82,11	41,08	16,32
2835,87	0,06	40,56	40,51	40,84	40,30	41,01	83,00	40,87	16,07
2836,37	-1,32	40,37	40,33	40,66	40,11	40,82	83,68	40,66	15,83
2836,87	-2,11	40,20	40,16	40,49	39,94	40,65	84,16	40,46	15,61
2837,37	-2,43	40,04	40,00	40,34	39,79	40,50	84,47	40,28	15,42
2837,87	-2,38	39,91	39,87	40,21	39,67	40,37	84,62	40,12	15,26
2838,37	-2,08	39,80	39,77	40,11	39,57	40,27	84,65	40,00	15,13
2838,87	-1,62	39,73	39,70	40,04	39,50	40,20	84,60	39,91	15,02
2839,37	-1,08	39,68	39,65	40,00	39,45	40,15	84,49	39,85	14,95
2839,87	-0,54	39,65	39,62	39,97	39,42	40,13	84,35	39,83	14,90

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

T (s)	Presión (mca)								Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Paa	VRP	
	P17 (mca)	P16(mca)	P7(mca)	P6(mca)	P5(mca)	P4(mca)	P19(mca)	P21(mca)	
2840,37	-0,05	39,64	39,61	39,96	39,41	40,12	84,20	39,82	14,87
2840,87	0,38	39,64	39,61	39,97	39,41	40,13	84,06	39,84	14,86
2841,37	0,71	39,66	39,63	39,98	39,43	40,15	83,95	39,87	14,85
2841,87	0,95	39,68	39,64	40,00	39,45	40,18	83,86	39,90	14,86
2842,37	1,09	39,70	39,66	40,02	39,47	40,20	83,80	39,92	14,86
2842,87	1,16	39,71	39,67	40,04	39,48	40,21	83,76	39,94	14,87
2843,37	1,16	39,71	39,68	40,04	39,49	40,22	83,75	39,94	14,88
2843,87	1,11	39,71	39,68	40,04	39,49	40,22	83,75	39,94	14,88
2844,37	1,04	39,71	39,68	40,04	39,49	40,22	83,77	39,94	14,89
2844,87	0,95	39,70	39,68	40,03	39,48	40,22	83,79	39,94	14,89
2845,37	0,86	39,68	39,68	40,03	39,48	40,22	83,82	39,94	14,89
2845,87	0,78	39,64	39,69	40,02	39,48	40,22	83,85	39,95	14,90
2846,37	0,70	39,57	39,70	40,03	39,49	40,22	83,89	39,96	14,90
2846,87	0,64	39,30	39,75	40,07	39,53	40,27	83,93	40,02	14,90
2847,37	0,59	38,30	39,94	40,26	39,73	40,47	84,06	40,23	14,89
2847,87	0,55	36,20	40,30	40,62	40,08	40,83	84,40	40,61	14,88
2848,37	0,53	32,99	40,71	41,03	40,49	41,24	85,02	41,05	14,84
2848,87	0,52	28,89	41,09	41,41	40,86	41,62	85,91	41,45	14,77
2849,37	0,52	24,22	41,39	41,71	41,15	41,91	87,01	41,75	14,65
2849,87	0,52	19,34	41,57	41,89	41,33	42,09	88,24	41,94	14,47
2850,37	0,53	14,59	41,64	41,96	41,40	42,16	89,51	42,00	14,25
2850,87	0,54	10,22	41,61	41,92	41,37	42,12	90,73	41,96	13,98
2851,37	0,55	6,43	41,50	41,81	41,25	42,00	91,85	41,83	13,69
2851,87	0,56	3,33	41,34	41,64	41,08	41,82	92,82	41,65	13,39
2852,37	0,58	0,95	41,13	41,43	40,87	41,61	93,60	41,43	13,08
2852,87	0,59	-0,73	40,91	41,21	40,65	41,38	94,21	41,21	12,79
2853,37	0,60	-1,77	40,70	40,99	40,43	41,16	94,63	40,99	12,53
2853,87	0,60	-2,29	40,50	40,79	40,23	40,96	94,90	40,80	12,29
2854,37	0,61	-2,38	40,33	40,62	40,05	40,78	95,03	40,64	12,09
2854,87	0,61	-2,16	40,19	40,48	39,92	40,64	95,06	40,51	11,93
2855,37	0,61	-1,74	40,09	40,37	39,81	40,53	95,02	40,42	11,81
2855,87	0,61	-1,22	40,02	40,29	39,74	40,46	94,93	40,35	11,71
2856,37	0,60	-0,67	39,97	40,25	39,70	40,41	94,80	40,31	11,65
2856,87	0,60	-0,14	39,95	40,22	39,68	40,38	94,67	40,29	11,61
2857,37	0,60	0,32	39,94	40,22	39,67	40,38	94,54	40,28	11,59
2857,87	0,60	0,70	39,93	40,21	39,67	40,38	94,39	40,27	11,58
2858,37	0,59	0,97	39,85	40,13	39,59	40,30	94,06	40,18	11,58
2858,87	0,59	1,15	39,61	39,90	39,35	40,07	93,36	39,95	11,58
2859,37	0,59	1,24	39,21	39,50	38,96	39,67	92,19	39,55	11,57
2859,87	0,59	1,27	38,70	38,99	38,45	39,16	90,57	39,05	11,55
2860,37	0,59	1,24	38,12	38,42	37,88	38,58	88,62	38,49	11,51
2860,87	0,59	1,18	37,54	37,83	37,30	38,00	86,48	37,93	11,46
2861,37	0,60	1,09	37,00	37,28	36,75	37,45	84,30	37,41	11,40
2861,87	0,60	1,00	36,52	36,80	36,27	36,97	82,21	36,96	11,33
2862,37	0,60	0,91	36,13	36,41	35,88	36,57	80,32	36,60	11,27
2862,87	0,60	0,82	35,84	36,10	35,59	36,27	78,70	36,33	11,21
2863,37	0,61	0,75	35,64	35,89	35,38	36,07	77,39	36,15	11,15
2863,87	0,60	0,70	35,52	35,78	35,27	35,95	76,40	36,05	11,10
2864,37	0,60	0,66	35,47	35,73	35,22	35,91	75,71	36,03	11,06
2864,87	0,60	0,63	35,48	35,74	35,24	35,92	75,29	36,05	11,04
2865,37	0,60	0,62	35,53	35,80	35,29	35,98	75,09	36,12	11,02
2865,87	0,59	0,62	35,60	35,88	35,37	36,06	75,07	36,21	11,00
2866,37	0,59	0,63	35,68	35,97	35,46	36,15	75,17	36,31	11,00
2866,87	0,59	0,64	35,76	36,07	35,56	36,24	75,35	36,42	11,00
2867,37	0,59	0,66	35,79	36,17	35,65	36,34	75,57	36,52	11,00
2867,87	0,59	0,67	35,51	36,33	35,80	36,49	75,82	36,68	11,01
2868,37	0,60	0,69	34,36	36,66	36,13	36,82	76,15	37,03	11,01
2868,87	0,60	0,69	32,13	37,16	36,62	37,31	76,57	37,56	11,01
2869,37	0,60	0,70	28,91	37,75	37,21	37,91	77,09	38,20	10,98
2869,89	0,60	0,70	24,96	38,38	37,83	38,54	77,69	38,89	10,93
2870,48	0,61	0,70	19,71	39,11	38,54	39,26	78,44	39,68	10,83
2870,98	0,61	0,70	15,28	39,63	39,05	39,78	79,06	40,25	10,72
2871,48	0,61	0,69	11,09	40,06	39,47	40,20	79,64	40,73	10,58
2871,98	0,61	0,69	7,37	40,38	39,78	40,52	80,16	41,09	10,43
2872,48	0,61	0,69	4,24	40,60	39,99	40,73	80,59	41,33	10,26
2872,98	0,61	0,69	1,76	40,73	40,11	40,85	80,93	41,48	10,09
2873,48	0,61	0,68	-0,06	40,77	40,15	40,89	81,19	41,54	9,93
2873,98	0,61	0,68	-1,27	40,75	40,12	40,87	81,37	41,52	9,78
2874,48	0,61	0,68	-1,95	40,69	40,05	40,81	81,47	41,45	9,64
2874,98	0,61	0,67	-2,19	40,60	39,96	40,72	81,52	41,35	9,52
2875,48	0,61	0,67	-2,11	40,49	39,85	40,61	81,52	41,23	9,42
2875,98	0,61	0,67	-1,79	40,38	39,74	40,51	81,49	41,10	9,35
2876,48	0,61	0,66	-1,35	40,28	39,64	40,41	81,44	40,98	9,29
2876,98	0,60	0,66	-0,84	40,19	39,55	40,32	81,38	40,87	9,25
2877,48	0,60	0,66	-0,34	40,12	39,48	40,24	81,32	40,79	9,22

T (s)	Presión (mca)								Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Paa	VRP	
	P17 (mca)	P16(mca)	P7(mca)	P6(mca)	P5(mca)	P4(mca)	P19(mca)	P21(mca)	
2877,98	0,60	0,65	0,11	40,05	39,44	40,20	81,27	40,73	9,20
2878,48	0,61	0,65	0,50	39,97	39,43	40,18	81,22	40,72	9,20
2878,98	0,61	0,65	0,79	39,82	39,48	40,23	81,20	40,77	9,19
2879,48	0,62	0,66	0,99	39,38	39,67	40,41	81,25	40,97	9,19
2879,98	0,62	0,66	1,12	38,19	40,32	41,08	81,50	41,68	9,19
2880,48	0,62	0,66	1,17	35,91	41,83	42,59	82,08	43,31	9,16
2880,98	0,63	0,67	1,16	32,55	44,18	44,97	82,98	45,86	9,09
2881,48	0,63	0,67	1,11	28,36	47,06	47,88	84,14	48,98	8,94
2881,98	0,63	0,68	1,04	23,65	49,90	50,76	85,48	52,09	8,70
2882,48	0,63	0,68	0,95	18,79	52,13	53,00	86,90	54,54	8,36
2882,98	0,63	0,68	0,86	14,08	53,36	54,24	88,30	55,95	7,94
2883,52	0,63	0,68	0,78	9,79	53,51	54,39	89,60	56,20	7,43
2884,08	0,63	0,68	0,69	5,43	52,38	53,25	90,94	55,11	6,76
2884,59	0,63	0,68	0,64	2,57	50,59	51,44	91,83	53,29	6,17
2885,19	0,63	0,68	0,59	0,08	47,81	48,61	92,63	50,40	5,47
2885,69	0,63	0,68	0,57	-1,26	45,24	46,01	93,06	47,72	4,91
2886,19	0,63	0,68	0,56	-2,02	42,69	43,43	93,32	45,05	4,40
2886,69	0,63	0,68	0,56	-2,30	40,33	41,04	93,43	42,56	3,95
2887,19	0,63	0,68	0,56	-2,22	38,27	38,95	93,43	40,38	3,57
2887,69	0,63	0,68	0,57	-1,89	36,58	37,25	93,35	38,60	3,25
2888,19	0,62	0,68	0,58	-1,41	35,29	35,94	93,22	37,22	3,01
2888,69	0,62	0,68	0,60	-0,86	34,38	35,03	93,06	36,26	2,83
2889,19	0,61	0,68	0,61	-0,32	33,83	34,47	92,90	35,65	2,70
2889,69	0,61	0,67	0,63	0,18	33,57	34,21	92,76	35,36	2,62
2890,19	0,60	0,67	0,64	0,59	33,54	34,19	92,63	35,32	2,58
2890,69	0,60	0,67	0,65	0,92	33,68	34,33	92,53	35,46	2,56
2891,19	0,59	0,67	0,66	1,14	33,93	34,58	92,46	35,71	2,57
2891,69	0,59	0,66	0,66	1,28	34,23	34,88	92,42	36,03	2,58
2892,19	0,59	0,66	0,67	1,34	34,55	35,20	92,41	36,36	2,61
2892,69	0,59	0,66	0,67	1,34	34,84	35,50	92,41	36,68	2,63
2893,19	0,59	0,66	0,67	1,29	35,10	35,77	92,44	36,95	2,65
2893,69	0,60	0,66	0,68	1,21	35,31	35,99	92,47	37,18	2,67
2894,19	0,60	0,66	0,68	1,12	35,47	36,15	92,51	37,35	2,68
2894,69	0,60	0,67	0,68	1,03	35,57	36,25	92,55	37,46	2,69
2895,19	0,60	0,67	0,68	0,94	35,62	36,30	92,59	37,51	2,69
2895,69	0,61	0,67	0,67	0,86	35,62	36,31	92,63	37,52	2,69
2896,19	0,61	0,67	0,67	0,80	35,59	36,30	92,65	37,50	2,69
2896,69	0,61	0,67	0,67	0,75	35,55	36,25	92,67	37,45	2,69
2897,19	0,61	0,67	0,67	0,72	35,49	36,20	92,68	37,40	2,68
2897,69	0,62	0,67	0,67	0,70	35,43	36,15	92,69	37,34	2,67
2898,19	0,62	0,67	0,67	0,70	35,37	36,10	92,69	37,29	2,66
2898,69	0,63	0,66	0,67	0,70	35,32	36,05	92,69	37,25	2,66
2899,19	0,63	0,66	0,67	0,71	35,28	36,02	92,69	37,22	2,65
2899,69	0,63	0,66	0,67	0,73	35,25	36,00	92,68	37,19	2,65
2900,19	0,64	0,66	0,67	0,74	35,22	35,98	92,67	37,18	2,64
2900,69	0,64	0,66	0,66	0,75	35,19	35,98	92,66	37,17	2,64
2901,19	0,64	0,66	0,67	0,77	35,16	35,98	92,65	37,18	2,64
2901,69	0,65	0,66	0,67	0,78	35,11	36,00	92,64	37,19	2,64
2902,19	0,65	0,66	0,67	0,79	34,96	36,03	92,63	37,23	2,63
2902,69	0,65	0,66	0,67	0,79	34,31	36,20	92,64	37,41	2,63
2903,19	0,65	0,66	0,68	0,80	32,73	36,54	92,66	37,76	2,63
2903,69	0,64	0,66	0,68	0,80	30,14	36,96	92,71	38,20	2,62
2904,19	0,64	0,66	0,68	0,79	26,70	37,38	92,79	38,64	2,61
2904,69	0,64	0,66	0,68	0,79	22,67	37,74	92,88	39,02	2,58
2905,19	0,63	0,67	0,68	0,78	18,37	38,00	92,97	39,30	2,54
2905,69	0,63	0,67	0,67	0,77	14,11	38,15	93,07	39,47	2,49
2906,19	0,63	0,68	0,67	0,77	10,13	38,19	93,15	39,51	2,43
2906,69	0,62	0,68	0,67	0,76	6,63	38,13	93,23	39,45	2,36
2907,19	0,62	0,68	0,66	0,76	3,71	37,99	93,29	39,31	2,29
2907,69	0,62	0,69	0,66	0,75	1,43	37,79	93,34	39,11	2,22
2908,19	0,62	0,69	0,66	0,75	-0,22	37,56	93,37	38,88	2,15
2908,71	0,62	0,69	0,66	0,75	-1,29	37,32	93,40	38,62	2,09
2909,30	0,63	0,69	0,65	0,75	-1,93	37,03	93,42	38,33	2,02
2909,80	0,63	0,69	0,66	0,75	-2,03	36,82	93,43	38,11	1,98
2910,30	0,63	0,69	0,66	0,75	-1,86	36,64	93,44	37,91	1,94
2910,80	0,63	0,69	0,66	0,75	-1,50	36,48	93,44	37,75	1,91
2911,30	0,63	0,69	0,66	0,75	-1,04	36,35	93,43	37,61	1,89
2911,80	0,63	0,68	0,67	0,75	-0,55	36,26	93,42	37,52	1,88
2912,30	0,63	0,68	0,67	0,75	-0,07	36,19	93,41	37,44	1,87
2912,80	0,63	0,68	0,67	0,75	0,34	36,14	93,39	37,40	1,86
2913,30	0,63	0,67	0,67	0,75	0,68	36,10	93,38	37,40	1,86
2913,80	0,63	0,67	0,67	0,75	0,93	35,98	93,38	37,52	1,86
2914,30	0,63	0,67	0,67	0,75	1,10	35,26	93,45	38,59	1,86
2914,80	0,64	0,67	0,67	0,75	1,19	33,52	93,66	41,32	1,85
2915,30	0,64	0,68	0,67	0,75	1,22	30,73	94,00	45,82	1,82

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

T (s)	Presión (mca)								Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Paa	VRP	
	P17 (mca)	P16(mca)	P7(mca)	P6(mca)	P5(mca)	P4(mca)	P19(mca)	P21(mca)	
2915,80	0,64	0,68	0,67	0,75	1,19	27,08	94,46	51,79	1,77
2916,30	0,64	0,68	0,67	0,75	1,13	22,85	94,98	58,76	1,68
2916,80	0,64	0,68	0,67	0,75	1,06	18,39	95,53	66,16	1,55
2917,30	0,65	0,68	0,67	0,75	0,97	14,00	96,07	73,46	1,39
2917,80	0,65	0,68	0,67	0,75	0,89	9,93	96,57	80,21	1,20
2918,30	0,65	0,68	0,67	0,75	0,81	6,37	97,00	86,11	0,98
2918,80	0,65	0,68	0,67	0,75	0,75	3,43	97,35	90,94	0,77
2919,30	0,65	0,68	0,67	0,75	0,70	1,15	97,61	94,64	0,57
2919,80	0,64	0,68	0,67	0,76	0,66	-0,48	97,80	97,23	0,38
2920,30	0,64	0,68	0,67	0,76	0,64	-1,52	97,91	98,81	0,23
2920,80	0,64	0,68	0,67	0,76	0,63	-2,05	97,96	99,53	0,10
2921,30	0,63	0,68	0,67	0,76	0,63	-2,18	97,96	99,55	0,01
2921,80	0,63	0,68	0,67	0,76	0,64	-2,01	97,92	99,07	-0,06
2922,30	0,63	0,68	0,67	0,77	0,65	-1,65	97,86	98,26	-0,10
2922,80	0,63	0,68	0,67	0,77	0,66	-1,17	97,79	97,26	-0,12
2923,39	0,63	0,68	0,67	0,77	0,68	-0,56	97,69	96,00	-0,12
2923,89	0,63	0,68	0,68	0,76	0,69	-0,08	97,62	95,00	-0,11
2924,39	0,63	0,68	0,68	0,76	0,70	0,34	97,56	94,12	-0,09
2924,89	0,63	0,68	0,68	0,76	0,70	0,68	97,50	93,38	-0,06
2925,39	0,63	0,68	0,69	0,76	0,71	0,93	97,46	92,80	-0,04
2925,89	0,63	0,68	0,69	0,76	0,71	1,10	97,44	92,39	-0,02
2926,39	0,63	0,68	0,69	0,76	0,72	1,18	97,42	92,12	0,00
2926,89	0,63	0,68	0,70	0,77	0,72	1,20	97,42	91,96	0,01
2927,39	0,63	0,68	0,70	0,77	0,72	1,18	97,42	91,90	0,02
2927,89	0,64	0,67	0,70	0,76	0,72	1,12	97,42	91,90	0,03
2928,39	0,64	0,67	0,70	0,76	0,72	1,04	97,43	91,94	0,03
2928,89	0,64	0,67	0,69	0,76	0,72	0,95	97,44	91,99	0,03
2929,39	0,65	0,67	0,69	0,76	0,72	0,87	97,44	92,04	0,03
2929,89	0,65	0,67	0,69	0,75	0,72	0,79	97,45	92,08	0,03
2930,39	0,65	0,67	0,68	0,75	0,71	0,73	97,46	92,10	0,03
2930,89	0,65	0,67	0,68	0,75	0,71	0,68	97,46	92,10	0,02
2931,39	0,65	0,67	0,68	0,75	0,71	0,65	97,47	92,07	0,02
2931,89	0,65	0,67	0,68	0,74	0,71	0,63	97,47	92,02	0,02
2932,39	0,65	0,67	0,68	0,74	0,71	0,62	97,47	91,96	0,01
2932,89	0,64	0,67	0,68	0,75	0,71	0,62	97,47	91,88	0,01
2933,39	0,64	0,68	0,68	0,75	0,71	0,63	97,46	91,80	0,01
2933,89	0,63	0,68	0,69	0,75	0,71	0,64	97,46	91,71	0,01
2934,39	0,63	0,68	0,69	0,75	0,71	0,65	97,45	91,61	0,01
2934,89	0,68	0,68	0,69	0,75	0,72	0,67	97,44	90,86	0,01
2935,39	0,77	0,69	0,69	0,76	0,72	0,68	97,41	88,13	0,01
2935,89	1,14	0,69	0,69	0,76	0,72	0,68	97,27	83,19	0,01
2936,39	2,34	0,69	0,69	0,76	0,71	0,69	96,98	76,70	0,01
2936,89	4,60	0,69	0,68	0,76	0,71	0,69	96,56	69,40	0,03
2937,41	7,84	0,69	0,68	0,76	0,71	0,68	96,03	61,96	0,09
2938,00	12,66	0,69	0,68	0,75	0,72	0,68	95,33	53,58	0,21
2938,50	17,07	0,69	0,68	0,75	0,72	0,67	94,74	47,49	0,36
2939,00	21,49	0,69	0,69	0,75	0,72	0,67	94,19	42,46	0,55
2939,50	25,65	0,68	0,69	0,75	0,73	0,66	93,69	38,56	0,76
2940,00	29,33	0,68	0,69	0,74	0,73	0,66	93,27	35,77	1,00
2940,50	32,39	0,68	0,69	0,74	0,73	0,66	92,94	33,98	1,25
2941,00	34,79	0,67	0,69	0,74	0,73	0,66	92,70	33,06	1,49
2941,50	36,51	0,67	0,69	0,75	0,73	0,65	92,54	32,81	1,71
2942,00	37,61	0,67	0,69	0,75	0,73	0,65	92,45	33,06	1,91
2942,50	38,17	0,67	0,69	0,75	0,73	0,65	92,42	33,63	2,09
2943,00	38,29	0,67	0,69	0,76	0,73	0,65	92,43	34,38	2,24
2943,50	38,08	0,67	0,69	0,76	0,73	0,66	92,47	35,18	2,35
2944,00	37,65	0,67	0,69	0,76	0,73	0,66	92,53	35,94	2,44
2944,50	37,09	0,67	0,69	0,76	0,73	0,66	92,59	36,61	2,50
2945,00	36,49	0,68	0,69	0,76	0,73	0,66	92,65	37,13	2,54
2945,50	35,89	0,68	0,68	0,77	0,73	0,66	92,71	37,51	2,56
2946,00	35,35	0,68	0,68	0,77	0,73	0,66	92,76	37,73	2,56
2946,50	34,82	0,76	0,68	0,77	0,73	0,66	92,78	37,74	2,56
2947,00	34,28	1,35	0,68	0,77	0,73	0,66	92,71	37,52	2,55
2947,54	33,82	2,89	0,69	0,77	0,73	0,66	92,55	37,19	2,56
2948,10	33,46	6,11	0,69	0,77	0,73	0,66	92,26	36,78	2,61
2948,61	33,33	9,74	0,70	0,77	0,73	0,66	91,97	36,49	2,71
2949,21	33,38	14,83	0,70	0,77	0,73	0,66	91,58	36,25	2,90
2949,71	33,54	19,29	0,70	0,76	0,73	0,66	91,27	36,16	3,12
2950,21	33,80	23,64	0,70	0,76	0,73	0,66	90,98	36,15	3,38
2950,71	34,10	27,62	0,70	0,75	0,73	0,66	90,73	36,21	3,67
2951,21	34,42	31,06	0,70	0,75	0,72	0,65	90,53	36,33	3,97
2951,71	34,73	33,88	0,69	0,75	0,72	0,65	90,38	36,48	4,27
2952,22	35,02	36,04	0,69	0,75	0,72	0,65	90,27	36,64	4,56
2952,80	35,30	37,79	0,68	0,75	0,72	0,65	90,20	36,84	4,87
2953,30	35,48	38,63	0,68	0,75	0,72	0,65	90,17	36,99	5,10

T (s)	Presión (mca)								Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Paa	VRP	
	P17 (mca)	P16(mca)	P7(mca)	P6(mca)	P5(mca)	P4(mca)	P19(mca)	P21(mca)	
2953,80	35,60	39,00	0,68	0,75	0,72	0,65	90,18	37,12	5,28
2954,32	35,68	39,02	0,68	0,75	0,73	0,65	90,20	37,23	5,43
2954,91	35,72	38,69	0,68	0,75	0,73	0,65	90,24	37,31	5,57
2955,41	35,68	38,22	0,77	0,75	0,74	0,65	90,27	37,31	5,64
2955,91	35,55	37,60	1,41	0,74	0,74	0,65	90,20	37,21	5,69
2956,41	35,37	36,95	3,03	0,74	0,74	0,65	89,97	37,05	5,73
2956,91	35,19	36,37	5,71	0,74	0,75	0,65	89,56	36,90	5,78
2957,41	35,06	35,90	9,30	0,74	0,75	0,65	89,01	36,78	5,84
2957,91	34,98	35,56	13,50	0,74	0,75	0,65	88,36	36,72	5,93
2958,51	34,94	35,33	18,88	0,74	0,75	0,65	87,52	36,70	6,09
2959,01	34,97	35,28	23,30	0,74	0,75	0,65	86,84	36,74	6,25
2959,52	35,03	35,32	27,38	0,74	0,74	0,65	86,21	36,81	6,44
2960,10	35,14	35,47	31,57	0,74	0,74	0,65	85,56	36,92	6,68
2960,60	35,24	35,64	34,36	0,74	0,74	0,64	85,13	37,02	6,89
2961,10	35,35	35,82	36,48	0,75	0,74	0,64	84,81	37,13	7,09
2961,62	35,45	36,00	37,96	0,75	0,73	0,64	84,58	37,23	7,27
2962,21	35,55	36,20	38,98	0,75	0,73	0,64	84,43	37,32	7,47
2962,71	35,62	36,34	39,31	0,75	0,73	0,65	84,37	37,38	7,61
2963,21	35,67	36,45	39,29	0,75	0,73	0,65	84,37	37,42	7,72
2963,71	35,71	36,53	39,01	0,75	0,73	0,65	84,42	37,45	7,80
2964,21	35,72	36,58	38,58	0,75	0,73	0,64	84,48	37,45	7,87
2964,71	35,73	36,60	38,07	0,75	0,73	0,64	84,56	37,44	7,91
2965,21	35,72	36,60	37,55	0,74	0,73	0,64	84,64	37,43	7,93
2965,71	35,71	36,58	37,07	0,74	0,73	0,64	84,71	37,40	7,94
2966,21	35,69	36,55	36,66	0,74	0,73	0,64	84,77	37,37	7,95
2966,71	35,64	36,49	36,30	0,74	0,73	0,64	84,80	37,33	7,94
2967,21	35,48	36,31	35,92	0,90	0,73	0,64	84,72	37,15	7,94
2967,71	35,20	36,02	35,50	1,65	0,73	0,64	84,30	36,84	7,94
2968,21	34,90	35,68	35,12	3,35	0,73	0,64	83,40	36,48	7,98
2968,71	34,63	35,39	34,84	6,08	0,73	0,64	82,01	36,16	8,08
2969,21	34,45	35,19	34,70	9,69	0,73	0,64	80,21	35,92	8,28
2969,71	34,39	35,11	34,70	13,91	0,73	0,64	78,13	35,81	8,58
2970,24	34,43	35,13	34,82	18,41	0,73	0,64	75,93	35,81	8,98
2970,80	34,60	35,29	35,10	23,76	0,73	0,65	73,35	35,94	9,57
2971,30	34,81	35,50	35,40	27,87	0,74	0,65	71,38	36,14	10,13
2971,80	35,07	35,75	35,73	31,46	0,74	0,65	69,66	36,38	10,72
2972,30	35,34	36,01	36,07	34,43	0,74	0,65	68,26	36,65	11,30
2972,80	35,60	36,28	36,38	36,73	0,74	0,66	67,17	36,92	11,87
2973,32	35,84	36,52	36,66	38,39	0,75	0,66	66,39	37,17	12,39
2973,91	36,09	36,77	36,92	39,59	0,75	0,66	65,82	37,43	12,94
2974,41	36,25	36,93	37,08	40,05	0,75	0,66	65,60	37,60	13,32
2974,91	36,37	37,06	37,20	40,13	0,75	0,66	65,56	37,72	13,63
2975,41	36,44	37,14	37,26	39,93	0,75	0,66	65,65	37,81	13,87
2975,91	36,49	37,20	37,29	39,55	0,74	0,65	65,82	37,87	14,05
2976,41	36,50	37,22	37,29	39,07	0,74	0,65	66,03	37,90	14,17
2976,91	36,50	37,23	37,28	38,57	0,74	0,65	66,25	37,90	14,24
2977,40	36,48	37,21	37,25	38,09	0,74	0,65	66,46	37,89	14,28
2977,91	36,45	37,18	37,20	37,67	0,79	0,65	66,64	37,86	14,29
2978,41	36,38	37,10	37,13	37,30	1,39	0,65	66,76	37,79	14,28
2978,91	36,27	36,99	37,01	36,97	2,98	0,65	66,78	37,68	14,26
2979,41	36,15	36,86	36,88	36,70	5,63	0,65	66,69	37,54	14,25
2980,01	36,00	36,70	36,72	36,47	9,99	0,65	66,45	37,38	14,24
2980,51	35,89	36,59	36,61	36,36	14,25	0,65	66,15	37,26	14,25
2981,01	35,81	36,51	36,53	36,32	18,75	0,65	65,80	37,18	14,27
2981,51	35,76	36,47	36,48	36,35	23,18	0,65	65,42	37,13	14,31
2982,01	35,74	36,46	36,47	36,41	27,28	0,65	65,03	37,11	14,37
2982,51	35,74	36,48	36,49	36,51	30,86	0,65	64,67	37,13	14,43
2983,01	35,77	36,52	36,53	36,63	33,82	0,65	64,34	37,17	14,51
2983,51	35,81	36,57	36,59	36,76	36,12	0,65	64,07	37,22	14,58
2984,01	35,87	36,63	36,65	36,88	37,78	0,66	63,85	37,29	14,66
2984,51	35,93	36,70	36,72	37,00	38,84	0,66	63,68	37,37	14,72
2985,01	35,99	36,77	36,79	37,09	39,39	0,66	63,57	37,45	14,79
2985,51	36,05	36,83	36,86	37,18	39,54	0,66	63,50	37,52	14,84
2986,01	36,10	36,88	36,92	37,24	39,40	0,66	63,46	37,59	14,89
2986,60	36,15	36,93	36,97	37,29	38,96	0,66	63,45	37,65	14,94
2987,12	36,19	36,96	37,00	37,31	38,48	0,66	63,46	37,69	14,96
2987,62	36,21	36,97	37,02	37,32	37,98	0,66	63,47	37,71	14,98
2988,21	36,24	36,99	37,03	37,32	37,41	0,66	63,50	37,72	15,00
2988,71	36,25	37,00	37,04	37,32	37,01	0,65	63,52	37,73	15,01
2989,21	36,26	37,00	37,05	37,32	36,70	0,65	63,53	37,72	15,02
2989,71	36,26	37,01	37,05	37,31	36,48	0,65	63,54	37,71	15,02
2990,21	36,26	37,02	37,05	37,31	36,34	0,65	63,54	37,71	15,02
2990,71	36,26	37,03	37,06	37,31	36,28	0,65	63,54	37,71	15,02
2991,21	36,26	37,04	37,06	37,31	36,28	0,65	63,53	37,71	15,02
2991,71	36,26	37,05	37,07	37,32	36,33	0,65	63,53	37,72	15,02

T (s)	Presión (mca)								Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Paa	VRP	
	P17 (mca)	P16(mca)	P7(mca)	P6(mca)	P5(mca)	P4(mca)	P19(mca)	P21(mca)	
2992,21	36,27	37,06	37,08	37,33	36,41	0,65	63,51	37,74	15,02
2992,71	36,27	37,07	37,08	37,34	36,50	0,65	63,50	37,76	15,02
2993,21	36,28	37,07	37,09	37,35	36,60	0,65	63,49	37,79	15,02
2993,71	36,29	37,08	37,09	37,37	36,70	0,65	63,47	37,81	15,02
2994,21	36,28	37,07	37,08	37,36	36,76	0,72	63,44	37,81	15,02
2994,71	36,19	36,97	36,98	37,27	36,73	1,35	63,33	37,72	15,02
2995,21	36,03	36,81	36,81	37,10	36,61	2,95	63,07	37,54	15,03
2995,71	35,82	36,60	36,60	36,89	36,42	5,61	62,60	37,31	15,06
2996,21	35,60	36,38	36,38	36,66	36,21	9,17	61,94	37,08	15,11
2996,71	35,41	36,19	36,18	36,44	36,01	13,35	61,12	36,87	15,18
2997,21	35,25	36,03	36,02	36,27	35,84	17,83	60,20	36,70	15,28
2997,71	35,14	35,91	35,90	36,14	35,71	22,29	59,25	36,59	15,41
2998,21	35,09	35,85	35,84	36,06	35,63	26,48	58,31	36,54	15,56
2998,71	35,08	35,83	35,83	36,04	35,60	30,19	57,43	36,55	15,72
2999,21	35,11	35,86	35,86	36,06	35,61	33,31	56,67	36,61	15,89
2999,71	35,17	35,92	35,93	36,12	35,66	35,76	56,02	36,70	16,06
3000,21	35,25	36,00	36,01	36,21	35,74	37,56	55,51	36,81	16,22
3000,71	35,35	36,10	36,11	36,30	35,83	38,76	55,13	36,92	16,37
3001,21	35,44	36,20	36,21	36,41	35,93	39,44	54,87	37,01	16,51
3001,71	35,54	36,31	36,31	36,51	36,03	39,69	54,72	37,08	16,62
3002,21	35,63	36,41	36,41	36,62	36,12	39,63	54,65	37,14	16,72
3002,71	35,72	36,51	36,50	36,72	36,22	39,35	54,63	37,17	16,80
3003,21	35,80	36,60	36,58	36,80	36,30	38,94	54,64	37,19	16,85
3003,71	35,87	36,68	36,65	36,88	36,38	38,49	54,68	37,20	16,90
3004,21	35,93	36,75	36,71	36,95	36,44	38,04	54,71	37,21	16,93
3004,71	35,99	36,82	36,77	37,02	36,50	37,64	54,74	37,22	16,95
3005,21	36,04	36,88	36,82	37,07	36,56	37,32	54,76	37,25	16,96
3005,71	36,08	36,93	36,86	37,12	36,60	37,08	54,77	37,28	16,96
3006,21	36,12	36,97	36,90	37,16	36,64	36,93	54,76	37,31	16,97
3006,71	36,15	37,00	36,93	37,19	36,67	36,85	54,74	37,35	16,97
3007,21	36,18	37,02	36,96	37,22	36,70	36,84	54,71	37,39	16,98
3007,71	36,21	37,04	36,99	37,25	36,73	36,89	54,67	37,44	16,98
3008,21	36,23	37,06	37,01	37,27	36,75	36,97	54,62	37,48	16,99

2.9.6.4. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada.

Leyenda:

- Q_{CEM}: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- VRP: Presión aguas debajo de la válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.

Presión (mca)									
Paa	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Presión Media Tomas A,B,C,D,E,F	VRP	Q _{CEM} (l/s)
P19	P17	P16	P7	P6	P5	P4		P21	
96,67	43,56	43,45	45,31	42,82	42,02	43,56	43,45	44,13	22,31
72,73	42,35	42,28	44,11	41,67	40,94	42,36	42,29	44,18	21,99
70,44	41,82	41,71	43,55	41,16	40,43	41,77	41,74	43,56	21,86
59,84	42,00	41,82	43,75	41,30	40,55	41,96	41,90	44,19	21,91
52,90	40,96	40,83	42,68	40,32	39,60	40,94	40,89	43,81	21,61
44,84	36,27	36,18	37,87	35,74	35,23	36,31	36,27	39,44	20,41
52,11	42,50	42,40	44,30	41,90	41,18	42,52	42,47	46,16	22,06
62,12	43,81	43,71	45,68	43,11	42,43	43,81	43,76	45,97	22,43
71,23	44,48	44,39	46,36	43,73	43,05	44,43	44,41	46,35	22,53
77,44	43,98	43,95	45,78	43,26	42,51	43,97	43,91	45,65	22,39
83,36	44,89	44,84	46,75	44,16	43,35	44,82	44,80	46,32	22,67
90,74	45,06	45,04	46,89	44,29	43,49	45,02	44,97	46,11	22,66
95,92	45,50	45,48	47,35	44,74	43,94	45,45	45,41	46,30	22,82
97,72	45,94	45,90	47,76	45,13	44,34	45,86	45,82	46,67	22,89

2.9.6.5. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego y VRP en función de regulación.

Leyenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- TOMA: Estado de la toma sobre la que se actua.
- VRP: Válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.

Toma A, B y C.

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
351,37	57,96	57,87	57,89	0,34	720,54	2,81	68,62	65,45	2,12	835,73	3,48	69,59	66,14	1,41
351,57	58,02	57,88	57,96	0,27	720,64	2,39	68,67	65,92	2,03	835,84	2,99	69,66	66,61	1,35
351,78	57,99	57,88	57,95	0,19	720,83	1,62	68,77	66,78	1,85	836,03	2,08	69,79	67,48	1,22
351,98	57,81	57,87	57,80	0,13	720,94	1,27	68,81	67,17	1,77	836,14	1,67	69,84	67,88	1,16
352,18	57,41	57,86	57,44	0,07	721,13	0,63	68,88	67,89	1,59	836,34	0,91	69,95	68,61	1,03
352,37	56,77	57,84	56,85	0,02	721,24	0,35	68,92	68,20	1,51	836,53	0,25	70,03	69,24	0,91
352,48	56,36	57,82	56,45	0,00	721,44	-0,16	68,97	68,77	1,34	836,64	-0,05	70,07	69,52	0,86
352,67	55,33	57,79	55,47	-0,04	721,63	-0,59	69,01	69,25	1,18	836,84	-0,57	70,14	70,02	0,74
352,78	54,73	57,76	54,89	-0,06	721,74	-0,77	69,03	69,45	1,10	837,04	-1,00	70,20	70,43	0,64
352,96	53,37	57,70	53,56	-0,09	721,94	-1,09	69,06	69,80	0,95	837,23	-1,35	70,24	70,76	0,53
353,07	52,62	57,67	52,82	-0,10	722,13	-1,33	69,07	70,07	0,81	837,34	-1,49	70,25	70,90	0,49
353,18	51,83	57,62	52,05	-0,12	722,24	-1,43	69,08	70,17	0,74	837,54	-1,72	70,28	71,11	0,39
353,37	50,16	57,52	50,39	-0,13	722,35	-1,52	69,08	70,26	0,68	837,73	-1,89	70,29	71,26	0,31
353,48	49,29	57,46	49,53	-0,14	722,54	-1,64	69,08	70,39	0,55	837,84	-1,95	70,30	71,31	0,27
353,68	47,51	57,33	47,75	-0,15	722,65	-1,68	69,08	70,43	0,49	838,04	-2,02	70,30	71,37	0,20
353,87	45,70	57,18	45,95	-0,16	722,83	-1,72	69,07	70,47	0,38	838,23	-2,05	70,29	71,37	0,13
353,98	44,80	57,10	45,04	-0,16	722,94	-1,73	69,06	70,47	0,33	838,34	-2,04	70,29	71,36	0,10
354,17	43,01	56,92	43,25	-0,15	723,13	-1,71	69,04	70,42	0,24	838,54	-1,99	70,27	71,27	0,05
354,28	42,14	56,83	42,38	-0,14	723,24	-1,68	69,02	70,36	0,19	838,75	-1,90	70,25	71,05	0,00
354,38	41,28	56,74	41,51	-0,13	723,44	-1,61	69,00	70,11	0,12	838,93	-1,77	70,22	70,63	-0,04
354,57	39,62	56,54	39,84	-0,11	723,65	-1,50	68,96	69,66	0,04	839,04	-1,70	70,20	70,32	-0,06
354,68	38,83	56,44	39,03	-0,09	723,85	-1,38	68,93	68,93	-0,02	839,25	-1,53	70,17	69,51	-0,09
354,87	37,31	56,24	37,50	-0,06	724,04	-1,23	68,89	67,91	-0,07	839,43	-1,35	70,12	68,41	-0,12
354,98	36,60	56,14	36,77	-0,03	724,24	-1,07	68,84	66,59	-0,11	839,54	-1,25	70,10	67,75	-0,13
355,18	35,26	55,93	35,41	0,02	724,35	-0,98	68,81	65,82	-0,13	839,73	-1,02	70,03	66,24	-0,15
355,37	34,04	55,73	34,17	0,08	724,54	-0,78	68,74	64,10	-0,16	839,84	-0,89	69,99	65,39	-0,15
355,48	33,49	55,62	33,60	0,12	724,65	-0,67	68,70	63,15	-0,18	840,04	-0,58	69,89	63,53	-0,16
355,67	32,47	55,42	32,55	0,19	724,83	-0,40	68,60	61,10	-0,20	840,23	-0,16	69,77	61,50	-0,17
355,78	32,01	55,32	32,08	0,23	724,94	-0,24	68,54	60,01	-0,20	840,34	0,10	69,70	60,43	-0,17
355,98	31,20	55,13	31,23	0,31	725,15	0,15	68,41	57,73	-0,21	840,53	0,71	69,54	58,24	-0,17
356,18	30,52	54,95	30,52	0,41	725,35	0,65	68,26	55,37	-0,22	840,64	1,07	69,45	57,12	-0,17
356,37	29,96	54,77	29,93	0,50	725,54	1,28	68,09	52,97	-0,21	840,75	1,46	69,36	55,99	-0,16
356,48	29,72	54,69	29,68	0,56	725,65	1,64	68,00	51,76	-0,20	840,93	2,36	69,17	53,73	-0,15
356,68	29,34	54,53	29,27	0,66	725,83	2,45	67,81	49,38	-0,18	841,04	2,87	69,07	52,60	-0,14
356,87	29,07	54,38	28,97	0,77	725,94	2,91	67,70	48,21	-0,16	841,23	3,97	68,85	50,37	-0,11
356,98	28,98	54,31	28,86	0,83	726,15	3,92	67,49	45,91	-0,12	841,34	4,58	68,74	49,27	-0,10
357,18	28,86	54,18	28,71	0,94	726,33	5,05	67,27	43,72	-0,07	841,53	5,87	68,51	47,14	-0,06
357,37	28,82	54,06	28,65	1,05	726,44	5,65	67,16	42,66	-0,04	841,64	6,56	68,39	46,11	-0,04
357,48	28,83	54,01	28,65	1,11	726,55	6,28	67,05	41,64	0,00	841,84	8,00	68,15	44,12	0,01
357,68	28,91	53,91	28,70	1,23	726,74	7,60	66,82	39,69	0,08	842,04	9,53	67,91	42,25	0,07
357,87	29,06	53,82	28,82	1,34	726,85	8,30	66,71	38,77	0,12	842,25	11,11	67,67	40,52	0,14
357,98	29,15	53,78	28,91	1,40	727,04	9,73	66,49	37,05	0,22	842,43	12,73	67,43	38,92	0,22
358,17	29,37	53,71	29,11	1,51	727,15	10,47	66,37	36,25	0,28	842,54	13,56	67,32	38,18	0,26
358,28	29,49	53,68	29,22	1,56	727,33	11,97	66,15	34,77	0,39	842,73	15,21	67,09	36,81	0,34
358,48	29,77	53,63	29,48	1,67	727,44	12,73	66,05	34,10	0,46	842,84	16,03	66,98	36,18	0,39
358,67	30,08	53,58	29,78	1,77	727,55	13,50	65,94	33,47	0,52	843,04	17,67	66,76	35,03	0,48
358,78	30,24	53,56	29,93	1,82	727,74	15,04	65,74	32,32	0,66	843,23	19,28	66,56	34,03	0,58
358,89	30,41	53,55	30,09	1,87	727,94	16,57	65,54	31,35	0,81	843,34	20,07	66,46	33,58	0,64
359,07	30,75	53,52	30,42	1,97	728,15	18,08	65,36	30,53	0,97	843,54	21,61	66,28	32,80	0,75
359,18	30,92	53,51	30,59	2,01	728,35	19,55	65,19	29,87	1,13	843,75	23,08	66,10	32,15	0,86
359,37	31,27	53,50	30,93	2,10	728,54	20,98	65,03	29,35	1,30	843,93	24,48	65,94	31,63	0,97
359,48	31,44	53,50	31,10	2,14	728,65	21,67	64,95	29,15	1,39	844,04	25,15	65,87	31,42	1,03
359,68	31,78	53,49	31,43	2,22	728,85	23,01	64,81	28,83	1,56	844,23	26,43	65,73	31,08	1,14

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

T (s)	TOMA A				TOMA B				TOMA C					
	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
359,87	32,12	53,50	31,76	2,29	729,04	24,28	64,69	28,64	1,74	844,34	27,03	65,66	30,95	1,20
359,98	32,28	53,50	31,93	2,33	729,15	24,89	64,63	28,59	1,83	844,54	28,17	65,54	30,76	1,32
360,18	32,60	53,51	32,24	2,39	729,35	26,03	64,52	28,55	2,01	844,73	29,21	65,44	30,67	1,43
360,37	32,90	53,52	32,54	2,45	729,54	27,10	64,43	28,62	2,18	844,84	29,69	65,39	30,65	1,49
360,48	33,04	53,53	32,68	2,48	729,65	27,60	64,39	28,68	2,27	845,03	30,58	65,31	30,68	1,60
360,68	33,31	53,55	32,95	2,53	729,85	28,53	64,31	28,86	2,44	845,14	30,99	65,27	30,72	1,66
360,89	33,56	53,57	33,20	2,58	730,05	29,37	64,25	29,10	2,61	845,25	31,38	65,23	30,77	1,71
361,07	33,78	53,60	33,42	2,62	730,24	30,13	64,20	29,40	2,78	845,44	32,07	65,17	30,92	1,81
361,18	33,89	53,61	33,53	2,64	730,35	30,47	64,18	29,56	2,86	845,54	32,38	65,14	31,01	1,87
361,37	34,08	53,63	33,72	2,67	730,55	31,09	64,14	29,92	3,01	845,73	32,94	65,10	31,23	1,96
361,48	34,16	53,65	33,81	2,69	730,74	31,62	64,11	30,31	3,16	845,84	33,18	65,08	31,35	2,01
361,68	34,32	53,67	33,97	2,71	730,85	31,86	64,10	30,51	3,23	846,04	33,60	65,05	31,62	2,10
361,89	34,45	53,69	34,10	2,74	731,05	32,27	64,09	30,91	3,37	846,25	33,94	65,03	31,91	2,19
362,07	34,55	53,72	34,21	2,76	731,24	32,61	64,08	31,33	3,50	846,44	34,20	65,02	32,21	2,27
362,18	34,60	53,73	34,26	2,76	731,35	32,75	64,08	31,54	3,56	846,54	34,30	65,02	32,36	2,31
362,37	34,68	53,75	34,35	2,78	731,55	32,99	64,08	31,95	3,68	846,75	34,46	65,01	32,68	2,38
362,48	34,71	53,76	34,38	2,78	731,74	33,16	64,09	32,36	3,78	846,95	34,55	65,02	32,99	2,45
362,68	34,76	53,78	34,43	2,79	731,85	33,22	64,09	32,56	3,84	847,14	34,59	65,03	33,30	2,51
362,89	34,79	53,80	34,47	2,80	732,05	33,31	64,11	32,94	3,93	847,25	34,59	65,04	33,45	2,54
363,07	34,81	53,82	34,49	2,80	732,24	33,35	64,12	33,31	4,02	847,45	34,56	65,06	33,74	2,59
363,18	34,81	53,82	34,50	2,80	732,35	33,35	64,13	33,48	4,06	847,64	34,49	65,08	34,02	2,64
363,39	34,81	53,84	34,50	2,80	732,55	33,33	64,16	33,81	4,13	847,84	34,38	65,10	34,28	2,69
363,57	34,80	53,85	34,49	2,80	732,74	33,27	64,18	34,12	4,20	848,04	34,24	65,13	34,53	2,72
363,68	34,79	53,86	34,48	2,80	732,85	33,23	64,19	34,26	4,23	848,23	34,09	65,16	34,75	2,76
363,89	34,76	53,87	34,46	2,80	733,05	33,14	64,22	34,52	4,28	848,34	34,00	65,17	34,85	2,77
364,07	34,72	53,87	34,43	2,80	733,24	33,02	64,24	34,76	4,33	848,54	33,82	65,20	35,04	2,80
364,18	34,70	53,88	34,41	2,80	733,35	32,95	64,25	34,87	4,35	848,75	33,63	65,23	35,21	2,82
364,39	34,66	53,88	34,37	2,79	733,55	32,81	64,28	35,06	4,39	848,94	33,43	65,26	35,35	2,84
364,57	34,61	53,89	34,32	2,79	733,74	32,65	64,30	35,23	4,42	849,04	33,32	65,27	35,42	2,84
364,68	34,58	53,89	34,30	2,78	733,85	32,57	64,32	35,30	4,43	849,25	33,12	65,30	35,53	2,86
364,89	34,53	53,89	34,25	2,78	734,05	32,41	64,34	35,43	4,46	849,45	32,92	65,33	35,62	2,87
365,07	34,47	53,89	34,20	2,77	734,24	32,25	64,36	35,54	4,47	849,64	32,72	65,35	35,69	2,87
365,18	34,45	53,89	34,17	2,77	734,35	32,16	64,37	35,58	4,48	849,75	32,63	65,36	35,71	2,88
365,39	34,39	53,89	34,12	2,77	734,55	32,00	64,39	35,65	4,49	849,94	32,45	65,39	35,76	2,88
365,57	34,34	53,89	34,06	2,76	734,74	31,85	64,41	35,70	4,50	850,04	32,36	65,40	35,77	2,88
365,68	34,31	53,89	34,04	2,76	734,85	31,77	64,42	35,71	4,50	850,25	32,19	65,42	35,79	2,88
365,87	34,26	53,89	33,99	2,75	734,96	31,70	64,43	35,73	4,51	850,45	32,03	65,43	35,79	2,88
365,98	34,24	53,88	33,96	2,75	735,15	31,55	64,44	35,74	4,51	850,64	31,89	65,45	35,78	2,88
366,18	34,19	53,88	33,92	2,75	735,35	31,42	64,46	35,74	4,51	850,73	31,82	65,46	35,77	2,88
366,37	34,14	53,88	33,87	2,74	735,55	31,30	64,47	35,72	4,51	850,94	31,70	65,47	35,75	2,87
366,48	34,12	53,88	33,85	2,74	735,74	31,19	64,48	35,69	4,50	851,04	31,64	65,47	35,73	2,87
366,68	34,09	53,87	33,81	2,74	735,85	31,14	64,48	35,67	4,50	851,25	31,54	65,48	35,69	2,87
366,89	34,05	53,87	33,78	2,74	736,05	31,04	64,49	35,63	4,50	851,44	31,45	65,49	35,64	2,86
367,07	34,02	53,86	33,75	2,73	736,24	30,96	64,49	35,58	4,49	851,54	31,41	65,49	35,62	2,86
367,18	34,01	53,86	33,73	2,73	736,35	30,92	64,49	35,56	4,49	851,75	31,34	65,49	35,57	2,85
367,39	33,98	53,86	33,71	2,73	736,55	30,86	64,50	35,50	4,48	851,95	31,28	65,49	35,51	2,85
367,57	33,96	53,86	33,69	2,73	736,74	30,80	64,50	35,44	4,47	852,14	31,24	65,49	35,45	2,84
367,68	33,96	53,85	33,68	2,73	736,85	30,78	64,50	35,41	4,47	852,25	31,22	65,49	35,42	2,84
367,89	33,94	53,85	33,66	2,73	737,05	30,74	64,50	35,35	4,46	852,45	31,19	65,49	35,36	2,84
368,07	33,93	53,85	33,65	2,73	737,24	30,71	64,49	35,29	4,46	852,64	31,17	65,49	35,30	2,83
368,18	33,93	53,85	33,64	2,73	737,35	30,70	64,49	35,26	4,45	852,75	31,16	65,49	35,28	2,83
368,37	33,92	53,84	33,64	2,73	737,55	30,69	64,49	35,20	4,45	852,95	31,15	65,49	35,22	2,82
368,48	33,92	53,84	33,63	2,73	737,74	30,68	64,48	35,14	4,44	853,14	31,15	65,48	35,16	2,82
368,68	33,92	53,84	33,63	2,73	737,85	30,68	64,48	35,12	4,44	853,25	31,16	65,48	35,14	2,82
368,89	33,92	53,84	33,63	2,73	738,05	30,68	64,48	35,07	4,43	853,45	31,16	65,48	35,08	2,82
369,09	33,93	53,83	33,63	2,73	738,24	30,69	64,47	35,02	4,43	853,64	31,18	65,47	35,03	2,81
369,28	33,93	53,83	33,63	2,73	738,35	30,70	64,47	35,00	4,43	853,75	31,19	65,47	35,01	2,81
369,39	33,94	53,83	33,63	2,73	738,54	30,72	64,46	34,96	4,43	853,94	31,21	65,47	34,97	2,81
369,59	33,94	53,83	33,64	2,74	738,65	30,73	64,46	34,94	4,42	854,04	31,22	65,46	34,95	2,81
369,78	33,95	53,83	33,64	2,74	738,76	30,74	64,45	34,92	4,42	854,25	31,24	65,46	34,91	2,81
369,89	33,96	53,83	33,65	2,74	738,94	30,77	64,45	34,89	4,42	854,44	31,27	65,45	34,87	2,80
370,09	33,97	53,83	33,66	2,74	739,05	30,78	64,44	34,88	4,42	854,55	31,28	65,45	34,86	2,80
370,28	33,98	53,83	33,66	2,74	739,24	30,81	64,44	34,85	4,42	854,75	31,31	65,45	34,83	2,80
370,39	33,98	53,82	33,67	2,74	739,35	30,83	64,44	34,84	4,42	854,94	31,34	65,45	34,80	2,80
370,57	33,99	53,82	33,68	2,74	739,55	30,86	64,43	34,82	4,42	855,05	31,35	65,44	34,79	2,80
370,68	34,00	53,82	33,68	2,74	739,74	30,89	64,43	34,81	4,42	855,25	31,38	65,44	34,77	2,80
370,89	34,00	53,82	33,69	2,74	739,85	30,91	64,42	34,80	4,42	855,45	31,41	65,44	34,75	2,80
371,09	34,01	53,82	33,70	2,74	740,05	30,94	64,42	34,79	4,42	855,64	31,43	65,44	34,74	2,80
371,28	34,02	53,82	33,71	2,75	740,24	30,98	64,42	34,78	4,42	855,75	31,45	65,44	34,74	2,80
371,39	34,03	53,82	33,71	2,75	740,35	30,99	64,42	34,78	4,42	855,94	31,47	65,43	34,73	2,81
371,57	34,04	53,82	33,72	2,75	740,55	31,02	64,42	34,78	4,42	856,05	31,48	65,43	34,72	2,81
371,68	34,04	53,82	33,72	2,75	740,76	31,06	64,42	34,78	4,42	856,25	31,50	65,43	34,72	2,81
371,79	34,04	53,82	33,72	2,75	740,94	31,09	64,42	34,79	4,43	856,45	31,52	65,43	34,71	2,81
371,98	34,05	53,82	33,73	2,75	741,05	31,10	64,42	34,79	4,43	856,65	31,54	65,43	34,71	2,81
372,18	34,06	53,83	33,74	2,75	741,24	31,13	64,42	34,79	4,43	856,84	31,55	65,43	34,71	2,81
372,39	34,06	53,83	33,75	2,75	741,35	31,14	64,42	34,80	4,43	856,95	31,56	65,43	34,71	2,81

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
372,59	34,07	53,83	33,75	2,75	741,46	31,16	64,42	34,80	4,43	857,14	31,57	65,43	34,71	2,81
372,78	34,08	53,83	33,76	2,75	741,65	31,18	64,42	34,81	4,44	857,25	31,57	65,43	34,71	2,81
372,89	34,08	53,83	33,76	2,75	741,76	31,19	64,42	34,82	4,44	857,45	31,58	65,43	34,72	2,82
373,07	34,08	53,83	33,77	2,75	741,94	31,21	64,42	34,83	4,44	857,65	31,59	65,43	34,72	2,82
373,18	34,09	53,83	33,77	2,75	742,05	31,22	64,42	34,84	4,44	857,84	31,59	65,43	34,72	2,82
373,39	34,09	53,83	33,77	2,75	742,24	31,24	64,42	34,85	4,44	857,95	31,59	65,43	34,72	2,82
373,57	34,09	53,83	33,77	2,76	742,35	31,25	64,42	34,86	4,45	858,14	31,59	65,43	34,73	2,82
373,68	34,10	53,83	33,78	2,76	742,55	31,26	64,43	34,87	4,45	858,25	31,59	65,43	34,73	2,82
373,89	34,10	53,83	33,78	2,76	742,76	31,27	64,43	34,88	4,45	858,45	31,59	65,43	34,73	2,82
374,09	34,10	53,83	33,78	2,76										
374,28	34,10	53,82	33,78	2,76										
374,39	34,10	53,82	33,77	2,76										
374,59	34,10	53,82	33,77	2,76										
374,78	34,10	53,81	33,77	2,76										
374,89	34,10	53,81	33,77	2,76										
375,09	34,10	53,81	33,76	2,76										
375,28	34,10	53,80	33,76	2,76										
375,39	34,10	53,80	33,76	2,76										
375,59	34,09	53,80	33,75	2,76										
375,79	34,09	53,79	33,75	2,76										
375,98	34,09	53,79	33,75	2,76										
376,09	34,09	53,79	33,74	2,76										
376,29	34,09	53,78	33,74	2,76										
376,48	34,08	53,78	33,74	2,76										
376,59	34,08	53,78	33,74	2,76										
376,78	34,08	53,77	33,74	2,76										
376,89	34,08	53,77	33,73	2,76										
377,09	34,08	53,77	33,73	2,76										
377,29	34,08	53,76	33,73	2,76										
377,48	34,08	53,76	33,74	2,76										
377,59	34,08	53,76	33,74	2,76										
377,78	34,08	53,76	33,74	2,76										
377,89	34,08	53,76	33,74	2,76										
378,09	34,08	53,76	33,75	2,76										
378,26	34,08	53,76	33,75	2,76										
378,39	34,08	53,76	33,76	2,76										
378,50	34,08	53,76	33,76	2,76										
378,68	34,09	53,76	33,77	2,76										
378,79	34,09	53,76	33,77	2,76										
378,98	34,09	53,76	33,78	2,76										
379,09	34,10	53,76	33,78	2,76										
379,29	34,10	53,76	33,79	2,76										
379,48	34,10	53,76	33,80	2,76										
379,59	34,11	53,76	33,81	2,76										
379,79	34,11	53,76	33,81	2,76										
379,98	34,12	53,76	33,82	2,76										
380,09	34,12	53,76	33,82	2,76										
380,29	34,12	53,77	33,83	2,76										
380,48	34,13	53,77	33,84	2,76										
380,59	34,13	53,77	33,84	2,76										
380,79	34,14	53,77	33,85	2,76										
380,98	34,14	53,78	33,86	2,75										
381,09	34,15	53,78	33,86	2,75										
381,29	34,15	53,78	33,86	2,75										
381,48	34,16	53,78	33,87	2,75										
381,59	34,16	53,78	33,87	2,75										
381,79	34,16	53,79	33,88	2,75										
381,98	34,17	53,79	33,88	2,75										
382,09	34,17	53,79	33,88	2,75										
382,29	34,17	53,79	33,88	2,75										
382,50	34,18	53,79	33,89	2,75										
382,68	34,18	53,80	33,89	2,75										
382,79	34,18	53,80	33,89	2,75										
383,00	34,19	53,80	33,89	2,75										
383,18	34,19	53,80	33,89	2,75										
383,29	34,19	53,80	33,89	2,75										
383,48	34,19	53,81	33,89	2,75										
383,59	34,19	53,81	33,89	2,75										
383,79	34,20	53,81	33,89	2,75										
383,98	34,20	53,81	33,89	2,75										
384,09	34,20	53,81	33,89	2,75										
384,29	34,20	53,81	33,89	2,75										
386,40	34,20	53,82	33,89	2,75										
386,56	34,20	53,82	33,89	2,75										
386,70	34,21	53,82	33,89	2,75										
386,81	34,21	53,82	33,89	2,75										

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
386,95	34,21	53,82	33,89	2,75										
387,06	34,21	53,81	33,89	2,75										
387,20	34,21	53,81	33,89	2,75										
387,36	34,21	53,81	33,89	2,76										
387,47	34,21	53,80	33,89	2,76										
387,62	34,20	53,80	33,89	2,76										
387,76	34,20	53,79	33,89	2,76										
387,87	34,20	53,79	33,89	2,76										
388,01	34,20	53,79	33,89	2,76										
388,12	34,19	53,78	33,89	2,76										
388,28	34,19	53,78	33,89	2,77										
388,42	34,19	53,77	33,90	2,77										
388,59	34,19	53,77	33,90	2,77										
388,79	34,19	53,77	33,90	2,77										
389,00	34,19	53,77	33,90	2,77										
389,18	34,19	53,76	33,90	2,77										
389,29	34,19	53,76	33,90	2,77										
389,48	34,19	53,76	33,90	2,77										
389,59	34,19	53,76	33,90	2,77										
389,79	34,19	53,76	33,91	2,77										
390,00	34,19	53,76	33,91	2,77										
390,18	34,20	53,76	33,91	2,77										
390,29	34,20	53,76	33,91	2,77										
390,50	34,20	53,76	33,92	2,77										
390,68	34,20	53,76	33,92	2,77										
390,79	34,20	53,76	33,92	2,77										
390,98	34,20	53,76	33,93	2,77										
391,09	34,21	53,76	33,93	2,77										
391,20	34,21	53,76	33,94	2,77										
391,39	34,21	53,76	33,94	2,77										
391,50	34,21	53,76	33,94	2,77										
391,68	34,22	53,76	33,95	2,77										
391,79	34,22	53,76	33,95	2,77										
392,00	34,23	53,76	33,96	2,77										
392,18	34,23	53,76	33,97	2,77										
392,29	34,24	53,76	33,97	2,77										
392,50	34,24	53,77	33,98	2,77										
392,70	34,25	53,77	33,99	2,77										

Toma D, E y F.

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
939,13	-1,73	68,87	69,76	1,03	1060,45	2,92	68,14	63,64	0,34	1181,04	14,59	68,69	55,41	2,22
939,24	-1,77	68,87	69,79	0,94	1060,64	2,11	68,19	64,46	0,30	1181,15	13,80	68,83	56,25	2,18
939,43	-1,81	68,87	69,82	0,77	1060,75	1,74	68,21	64,83	0,28	1181,33	12,24	69,11	57,91	2,08
939,54	-1,81	68,87	69,81	0,69	1060,93	1,06	68,25	65,51	0,23	1181,44	11,48	69,25	58,72	2,02
939,74	-1,77	68,85	69,78	0,54	1061,04	0,76	68,27	65,82	0,21	1181,63	10,00	69,51	60,29	1,92
939,94	-1,71	68,83	69,71	0,40	1061,23	0,21	68,30	66,36	0,18	1181,74	9,29	69,64	61,04	1,86
940,13	-1,61	68,80	69,61	0,28	1061,34	-0,03	68,32	66,60	0,16	1181,85	8,60	69,76	61,78	1,80
940,24	-1,55	68,78	69,55	0,22	1061,54	-0,46	68,34	67,01	0,12	1182,04	7,27	70,00	63,19	1,69
940,44	-1,41	68,74	69,41	0,12	1061,75	-0,81	68,37	67,35	0,09	1182,24	6,02	70,22	64,51	1,57
940,63	-1,26	68,70	69,25	0,03	1061,93	-1,10	68,39	67,60	0,07	1182,44	4,87	70,42	65,73	1,44
940,74	-1,17	68,68	69,17	-0,01	1062,04	-1,21	68,40	67,71	0,05	1182,65	3,81	70,60	66,85	1,32
940,93	-1,00	68,63	68,99	-0,08	1062,25	-1,40	68,41	67,86	0,03	1182,83	2,84	70,77	67,86	1,20
941,04	-0,91	68,61	68,90	-0,11	1062,43	-1,52	68,42	67,96	0,01	1182,94	2,40	70,84	68,33	1,14
941,24	-0,73	68,56	68,72	-0,16	1062,54	-1,57	68,43	67,98	0,00	1183,15	1,58	70,98	69,19	1,02
941,43	-0,54	68,51	68,53	-0,21	1062,75	-1,62	68,43	68,00	-0,02	1183,35	0,86	71,10	69,94	0,91
941,54	-0,45	68,49	68,41	-0,23	1062,93	-1,62	68,44	67,95	-0,03	1183,54	0,23	71,20	70,59	0,79
941,74	-0,27	68,44	68,12	-0,25	1063,04	-1,59	68,44	67,89	-0,04	1183,65	-0,05	71,24	70,88	0,74
941,94	-0,09	68,39	67,66	-0,28	1063,25	-1,50	68,44	67,63	-0,05	1183,83	-0,55	71,32	71,39	0,64
942,13	0,08	68,34	66,97	-0,29	1063,43	-1,36	68,43	67,15	-0,05	1183,94	-0,76	71,35	71,60	0,59
942,24	0,17	68,32	66,52	-0,29	1063,54	-1,27	68,43	66,81	-0,06	1184,15	-1,13	71,41	71,96	0,49
942,43	0,32	68,27	65,42	-0,30	1063,75	-1,07	68,42	65,90	-0,06	1184,35	-1,42	71,45	72,15	0,40
942,64	0,47	68,22	64,03	-0,29	1063,95	-0,84	68,40	64,70	-0,07	1184,54	-1,62	71,48	72,11	0,32
942,83	0,61	68,17	62,38	-0,29	1064,14	-0,56	68,38	63,25	-0,07	1184,65	-1,70	71,49	71,97	0,28
943,04	0,75	68,09	60,49	-0,27	1064,25	-0,39	68,36	62,44	-0,07	1184,83	-1,81	71,50	71,46	0,21
943,15	0,83	68,05	59,47	-0,27	1064,43	0,05	68,32	60,71	-0,07	1184,94	-1,84	71,49	71,08	0,17
943,33	0,99	67,95	57,29	-0,25	1064,54	0,33	68,29	59,80	-0,06	1185,13	-1,87	71,48	70,05	0,11
943,44	1,09	67,89	56,15	-0,24	1064,75	0,99	68,24	57,92	-0,06	1185,24	-1,86	71,46	69,42	0,08
943,65	1,32	67,77	53,77	-0,22	1064,95	1,80	68,17	55,98	-0,06	1185,35	-1,83	71,44	68,70	0,06
943,83	1,61	67,61	51,31	-0,19	1065,14	2,75	68,10	54,00	-0,05	1185,54	-1,72	71,36	67,07	0,01

T (s)	TOMA D				TOMA E					TOMA F				
	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
943,94	1,79	67,52	50,07	-0,17	1065,25	3,28	68,06	53,01	-0,05	1185,65	-1,62	71,31	66,16	-0,01
944,13	2,23	67,33	47,58	-0,13	1065,43	4,44	67,98	51,06	-0,05	1185,83	-1,33	71,19	64,18	-0,05
944,24	2,49	67,22	46,35	-0,11	1065,54	5,07	67,94	50,10	-0,04	1185,94	-1,13	71,12	63,14	-0,07
944,44	3,11	66,97	43,93	-0,05	1065,75	6,42	67,85	48,23	-0,03	1186,15	-0,61	70,94	60,94	-0,09
944,65	3,86	66,70	41,60	0,02	1065,95	7,85	67,76	46,43	-0,02	1186,35	0,08	70,74	58,66	-0,11
944,83	4,73	66,39	39,40	0,10	1066,14	9,36	67,66	44,73	-0,01	1186,54	0,94	70,51	56,32	-0,12
944,94	5,22	66,23	38,35	0,15	1066,25	10,14	67,61	43,91	0,00	1186,65	1,42	70,39	55,15	-0,12
945,13	6,28	65,88	36,37	0,25	1066,43	11,74	67,52	42,38	0,03	1186,83	2,52	70,13	52,81	-0,12
945,24	6,86	65,70	35,44	0,31	1066,54	12,55	67,47	41,65	0,04	1186,94	3,12	69,99	51,65	-0,11
945,44	8,09	65,33	33,72	0,43	1066,75	14,19	67,38	40,30	0,06	1187,15	4,43	69,71	49,38	-0,09
945,65	9,41	64,94	32,18	0,58	1066,93	15,81	67,29	39,06	0,09	1187,35	5,86	69,41	47,18	-0,06
945,83	10,81	64,53	30,83	0,74	1067,04	16,61	67,24	38,48	0,11	1187,54	7,39	69,10	45,09	-0,02
945,94	11,54	64,33	30,23	0,82	1067,25	18,19	67,16	37,41	0,14	1187,65	8,19	68,95	44,08	0,01
946,13	13,02	63,91	29,17	1,01	1067,44	19,71	67,08	36,45	0,18	1187,85	9,83	68,63	42,17	0,07
946,24	13,78	63,71	28,70	1,11	1067,54	20,45	67,04	36,02	0,20	1188,04	11,53	68,32	40,39	0,13
946,35	14,54	63,50	28,29	1,21	1067,75	21,88	66,97	35,23	0,24	1188,15	12,39	68,17	39,55	0,17
946,54	16,08	63,09	27,58	1,42	1067,95	23,23	66,90	34,56	0,29	1188,35	14,12	67,87	37,99	0,25
946,65	16,85	62,89	27,30	1,53	1068,14	24,50	66,84	34,00	0,33	1188,54	15,85	67,57	36,59	0,34
946,83	18,38	62,49	26,84	1,77	1068,25	25,10	66,81	33,76	0,35	1188,65	16,71	67,43	35,94	0,39
946,94	19,14	62,29	26,67	1,89	1068,45	26,24	66,76	33,36	0,40	1188,85	18,40	67,16	34,77	0,49
947,13	20,63	61,91	26,44	2,13	1068,64	27,28	66,71	33,05	0,45	1189,04	20,05	66,89	33,74	0,59
947,24	21,36	61,73	26,38	2,26	1068,75	27,76	66,69	32,92	0,47	1189,15	20,86	66,77	33,29	0,64
947,44	22,78	61,37	26,34	2,51	1068,94	28,66	66,65	32,74	0,52	1189,33	22,42	66,53	32,48	0,76
947,65	24,15	61,03	26,42	2,77	1069,04	29,08	66,63	32,68	0,54	1189,44	23,17	66,42	32,14	0,81
947,83	25,45	60,72	26,59	3,04	1069,25	29,83	66,60	32,61	0,59	1189,66	24,62	66,20	31,54	0,93
947,94	26,07	60,57	26,71	3,17	1069,45	30,49	66,57	32,60	0,64	1189,83	25,97	66,01	31,07	1,05
948,15	27,25	60,29	27,01	3,43	1069,64	31,06	66,55	32,65	0,68	1189,94	26,61	65,92	30,88	1,11
948,33	28,35	60,03	27,38	3,69	1069,75	31,31	66,54	32,70	0,70	1190,15	27,82	65,75	30,59	1,22
948,44	28,86	59,91	27,58	3,82	1069,95	31,75	66,53	32,81	0,75	1190,35	28,93	65,60	30,40	1,34
948,65	29,82	59,69	28,02	4,08	1070,14	32,10	66,51	32,96	0,79	1190,54	29,94	65,47	30,30	1,46
948,83	30,70	59,49	28,49	4,32	1070,25	32,24	66,51	33,05	0,81	1190,65	30,40	65,41	30,29	1,51
948,94	31,10	59,40	28,74	4,45	1070,44	32,48	66,51	33,24	0,84	1190,85	31,25	65,31	30,31	1,62
949,13	31,83	59,24	29,25	4,68	1070,54	32,57	66,50	33,35	0,86	1191,04	32,00	65,22	30,41	1,73
949,24	32,17	59,17	29,51	4,80	1070,65	32,65	66,50	33,45	0,88	1191,15	32,33	65,18	30,48	1,78
949,44	32,77	59,04	30,02	5,02	1070,84	32,75	66,50	33,67	0,91	1191,26	32,64	65,15	30,57	1,84
949,65	33,29	58,93	30,54	5,23	1071,04	32,79	66,51	33,90	0,94	1191,44	33,19	65,09	30,77	1,94
949,83	33,72	58,84	31,05	5,43	1071,25	32,78	66,51	34,12	0,97	1191,55	33,43	65,07	30,89	1,98
949,94	33,91	58,81	31,29	5,53	1071,45	32,72	66,52	34,35	1,00	1191,74	33,84	65,03	31,14	2,07
950,15	34,23	58,75	31,78	5,71	1071,64	32,62	66,53	34,56	1,02	1191,85	34,01	65,02	31,28	2,12
950,33	34,48	58,70	32,23	5,88	1071,75	32,56	66,53	34,67	1,04	1191,96	34,16	65,01	31,43	2,16
950,44	34,58	58,69	32,45	5,96	1071,95	32,41	66,54	34,86	1,06	1192,15	34,41	64,99	31,74	2,24
950,65	34,74	58,66	32,87	6,12	1072,14	32,24	66,55	35,05	1,07	1192,35	34,58	64,98	32,05	2,32
950,85	34,84	58,66	33,25	6,26	1072,25	32,14	66,56	35,13	1,08	1192,55	34,69	64,99	32,37	2,39
951,04	34,89	58,66	33,60	6,38	1072,45	31,94	66,57	35,29	1,10	1192,76	34,74	65,00	32,70	2,45
951,15	34,90	58,66	33,77	6,44	1072,65	31,73	66,58	35,43	1,11	1192,94	34,73	65,02	33,01	2,51
951,33	34,88	58,68	34,06	6,55	1072,84	31,50	66,59	35,55	1,12	1193,16	34,68	65,04	33,32	2,56
951,44	34,86	58,69	34,20	6,60	1072,95	31,39	66,60	35,60	1,13	1193,35	34,59	65,06	33,61	2,60
951,65	34,79	58,72	34,45	6,69	1073,15	31,16	66,61	35,69	1,14	1193,54	34,46	65,09	33,89	2,64
951,83	34,69	58,75	34,66	6,77	1073,34	30,93	66,62	35,77	1,14	1193,65	34,39	65,11	34,02	2,66
951,94	34,63	58,77	34,75	6,81	1073,45	30,81	66,62	35,80	1,15	1193,85	34,23	65,14	34,27	2,70
952,15	34,50	58,81	34,92	6,87	1073,65	30,59	66,63	35,84	1,15	1194,05	34,04	65,18	34,50	2,72
952,35	34,35	58,85	35,05	6,93	1073,84	30,37	66,64	35,87	1,16	1194,24	33,85	65,21	34,70	2,75
952,54	34,20	58,90	35,15	6,97	1073,95	30,26	66,65	35,88	1,16	1194,35	33,74	65,23	34,80	2,76
952,65	34,11	58,92	35,19	6,99	1074,14	30,06	66,66	35,88	1,16	1194,46	33,64	65,25	34,89	2,77
952,83	33,94	58,97	35,25	7,03	1074,25	29,96	66,66	35,88	1,16	1194,65	33,43	65,28	35,05	2,78
952,94	33,86	58,99	35,27	7,04	1074,45	29,77	66,67	35,86	1,16	1194,85	33,21	65,31	35,19	2,79
953,05	33,77	59,01	35,29	7,05	1074,65	29,59	66,67	35,83	1,16	1195,05	33,00	65,35	35,30	2,80
953,24	33,60	59,06	35,30	7,07	1074,84	29,43	66,68	35,78	1,16	1195,26	32,80	65,38	35,40	2,81
953,44	33,43	59,10	35,30	7,09	1074,95	29,35	66,68	35,76	1,16	1195,44	32,60	65,40	35,47	2,81
953,65	33,27	59,14	35,28	7,10	1075,15	29,21	66,68	35,70	1,16	1195,55	32,50	65,42	35,50	2,81
953,83	33,11	59,18	35,25	7,11	1075,34	29,08	66,69	35,63	1,16	1195,76	32,32	65,44	35,55	2,82
953,94	33,04	59,20	35,22	7,11	1075,45	29,02	66,69	35,60	1,15	1195,94	32,15	65,46	35,58	2,81
954,15	32,90	59,24	35,17	7,11	1075,64	28,92	66,69	35,53	1,15	1196,05	32,07	65,48	35,58	2,81
954,33	32,77	59,27	35,11	7,10	1075,75	28,87	66,70	35,49	1,15	1196,26	31,91	65,50	35,59	2,81
954,44	32,71	59,29	35,08	7,10	1075,86	28,82	66,70	35,45	1,15	1196,44	31,78	65,51	35,59	2,81
954,65	32,59	59,31	35,01	7,10	1076,04	28,74	66,70	35,37	1,15	1196,55	31,71	65,52	35,58	2,80
954,85	32,49	59,34	34,93	7,09	1076,15	28,71	66,70	35,33	1,15	1196,74	31,60	65,53	35,55	2,80
955,05	32,40	59,36	34,85	7,08	1076,36	28,64	66,71	35,25	1,14	1196,85	31,54	65,54	35,54	2,80
955,24	32,32	59,37	34,77	7,07	1076,55	28,59	66,71	35,17	1,14	1196,96	31,49	65,55	35,52	2,79
955,35	32,29	59,38	34,73	7,06	1076,75	28,55	66,71	35,09	1,14	1197,15	31,41	65,55	35,48	2,79
955,54	32,22	59,39	34,65	7,05	1076,95	28,51	66,71	35,01	1,14	1197,26	31,37	65,56	35,46	2,78
955,65	32,20	59,39	34,61	7,05	1077,15	28,49	66,71	34,92	1,13	1197,44	31,30	65,56	35,40	2,78
955,85	32,15	59,40	34,53	7,04	1077,34	28,47	66,71	34,84	1,13	1197,55	31,27	65,56	35,38	2,78
956,04	32,12	59,40	34,46	7,03	1077,45	28,46	66,71	34,81	1,13	1197,76	31,22	65,56	35,32	2,77
956,15	32,10	59,40	34,42	7,02	1077,65	28,45	66,71	34,73	1,13	1197,94	31,18	65,56	35,26	2,76
956,35	32,08	59,40	34,35	7,01	1077,84	28,45	66,71	34,67	1,13	1198,05	31,17	65,56	35,22	2,76

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
956,54	32,07	59,40	34,29	7,01	1077,95	28,45	66,71	34,63	1,12	1198,26	31,14	65,56	35,16	2,76
956,65	32,06	59,39	34,26	7,00	1078,15	28,46	66,71	34,58	1,12	1198,44	31,13	65,56	35,10	2,75
956,85	32,06	59,39	34,21	7,00	1078,34	28,47	66,71	34,53	1,12	1198,55	31,13	65,56	35,07	2,75
957,04	32,07	59,38	34,17	6,99	1078,45	28,48	66,71	34,50	1,12	1198,76	31,12	65,55	35,00	2,74
957,15	32,08	59,38	34,14	6,99	1078,65	28,50	66,72	34,46	1,12	1198,94	31,13	65,55	34,94	2,74
957,33	32,09	59,37	34,11	6,98	1078,86	28,53	66,72	34,43	1,12	1199,05	31,14	65,55	34,91	2,74
957,44	32,10	59,37	34,09	6,98	1079,05	28,56	66,72	34,41	1,12	1199,26	31,15	65,54	34,86	2,73
957,55	32,11	59,36	34,08	6,98	1079,15	28,58	66,72	34,41	1,12	1199,44	31,17	65,54	34,81	2,73
957,74	32,14	59,35	34,05	6,98	1079,34	28,62	66,72	34,40	1,12	1199,55	31,18	65,54	34,78	2,73
957,85	32,15	59,35	34,04	6,97	1079,45	28,64	66,72	34,40	1,12	1199,76	31,21	65,53	34,74	2,73
958,04	32,18	59,34	34,02	6,97	1079,56	28,66	66,72	34,40	1,12	1199,94	31,24	65,53	34,69	2,73
958,15	32,19	59,33	34,01	6,97	1079,75	28,71	66,72	34,42	1,12	1200,05	31,25	65,53	34,67	2,73
958,35	32,23	59,32	34,00	6,97	1079,86	28,74	66,72	34,43	1,12	1200,26	31,28	65,52	34,64	2,73
958,54	32,26	59,32	34,00	6,97	1080,05	28,79	66,73	34,46	1,12	1200,46	31,31	65,52	34,61	2,73
958,65	32,28	59,31	34,00	6,97	1080,15	28,82	66,73	34,47	1,12	1200,65	31,35	65,52	34,58	2,73
958,85	32,31	59,30	34,00	6,97	1080,34	28,88	66,73	34,52	1,12	1200,76	31,36	65,51	34,57	2,73
959,05	32,34	59,29	34,00	6,98	1080,45	28,91	66,73	34,54	1,12	1200,96	31,39	65,51	34,55	2,73
959,24	32,38	59,28	34,01	6,98	1080,65	28,98	66,74	34,59	1,12	1201,15	31,42	65,51	34,53	2,73
959,35	32,39	59,28	34,01	6,98	1080,86	29,05	66,74	34,65	1,12	1201,26	31,44	65,51	34,52	2,73
959,54	32,42	59,27	34,02	6,98	1081,06	29,12	66,74	34,72	1,12	1201,46	31,47	65,50	34,51	2,73
959,65	32,44	59,27	34,03	6,99	1081,25	29,18	66,74	34,78	1,13	1201,65	31,49	65,50	34,50	2,73
959,85	32,47	59,26	34,04	6,99	1081,36	29,22	66,74	34,82	1,13	1201,76	31,51	65,50	34,50	2,73
960,04	32,50	59,25	34,06	6,99	1081,56	29,28	66,74	34,89	1,13	1201,87	31,52	65,50	34,49	2,73
960,15	32,51	59,25	34,07	7,00						1202,05	31,54	65,50	34,49	2,73
960,35	32,54	59,24	34,09	7,00						1202,26	31,56	65,50	34,48	2,74
960,55	32,56	59,24	34,10	7,00						1202,37	31,57	65,50	34,48	2,74
960,74	32,59	59,23	34,12	7,01						1202,55	31,58	65,50	34,48	2,74
960,85	32,60	59,23	34,14	7,01						1202,66	31,59	65,49	34,48	2,74
961,05	32,62	59,23	34,16	7,02						1202,85	31,60	65,49	34,48	2,74
961,24	32,64	59,23	34,18	7,02						1202,96	31,60	65,49	34,48	2,74
961,35	32,65	59,23	34,19	7,02						1203,16	31,61	65,49	34,48	2,75
961,55	32,67	59,23	34,21	7,03						1203,37	31,61	65,49	34,49	2,75
961,76	32,68	59,23	34,23	7,03						1203,55	31,62	65,49	34,49	2,75
961,94	32,69	59,23	34,25	7,03						1203,66	31,62	65,49	34,49	2,75
962,05	32,70	59,23	34,26	7,03						1203,85	31,62	65,49	34,50	2,75
962,24	32,71	59,23	34,28	7,04						1203,96	31,62	65,49	34,50	2,75
962,35	32,71	59,23	34,29	7,04						1204,15	31,61	65,49	34,50	2,75
962,55	32,72	59,24	34,31	7,04						1204,26	31,61	65,49	34,51	2,76
962,74	32,72	59,24	34,32	7,04						1204,46	31,61	65,48	34,51	2,76
962,85	32,72	59,24	34,33	7,05										
963,05	32,73	59,24	34,34	7,05										
963,24	32,73	59,24	34,35	7,05										
963,35	32,73	59,24	34,35	7,05										
963,55	32,73	59,24	34,36	7,05										
963,76	32,72	59,25	34,37	7,06										
963,94	32,72	59,25	34,37	7,06										
964,05	32,72	59,25	34,38	7,06										
964,26	32,71	59,25	34,38	7,06										
964,44	32,71	59,25	34,38	7,06										
964,55	32,71	59,25	34,38	7,06										
964,74	32,70	59,25	34,38	7,06										
964,85	32,70	59,25	34,38	7,07										
965,05	32,69	59,25	34,38	7,07										
965,24	32,68	59,25	34,38	7,07										
965,35	32,68	59,25	34,38	7,07										
965,55	32,68	59,26	34,38	7,07										
965,74	32,67	59,26	34,38	7,07										
965,85	32,67	59,26	34,38	7,07										
966,05	32,66	59,26	34,38	7,07										
966,26	32,66	59,26	34,38	7,07										
966,44	32,66	59,26	34,39	7,07										
966,55	32,66	59,26	34,39	7,07										
966,74	32,65	59,26	34,39	7,07										
966,85	32,65	59,26	34,39	7,07										
967,05	32,65	59,26	34,39	7,07										
967,24	32,65	59,26	34,39	7,07										
967,35	32,65	59,26	34,39	7,07										

2.9.6.6. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP en función de regulación.

Leyenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- TOMA: Estado de la toma sobre la que se actúa.
- VRP: Válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.

Toma A, B y C.

T (s)	TOMA A				TOMA B				TOMA C					
	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
2821,03	0,69	83,74	82,78	0,08	2556,52	0,68	84,08	81,74	0,01	2507,43	0,70	83,81	82,14	0,00
2821,18	0,68	83,75	82,78	0,08	2556,65	0,68	84,08	81,73	0,01	2507,54	0,70	83,81	82,14	0,00
2821,32	0,66	83,76	82,80	0,09	2556,84	0,68	84,07	81,72	0,01	2507,72	0,70	83,81	82,12	0,00
2821,43	0,66	83,77	82,80	0,09	2557,02	0,68	84,07	81,71	0,01	2507,83	0,70	83,81	82,11	0,00
2821,64	0,64	83,79	82,82	0,09	2557,13	0,68	84,07	81,71	0,01	2508,02	0,70	83,81	82,09	0,00
2821,82	0,63	83,80	82,83	0,09	2557,32	0,68	84,07	81,70	0,01	2508,22	0,70	83,80	82,07	0,00
2821,93	0,63	83,81	82,83	0,09	2557,52	0,68	84,07	81,69	0,01	2508,33	0,70	83,80	82,06	0,00
2822,14	0,62	83,82	82,84	0,09	2557,63	0,68	84,07	81,68	0,01	2508,54	0,70	83,80	82,04	0,00
2822,32	0,61	83,83	82,85	0,09	2557,82	0,68	84,07	81,67	0,01	2508,72	0,70	83,80	82,03	0,00
2822,43	0,61	83,83	82,86	0,08	2557,93	0,68	84,07	81,66	0,01	2508,83	0,70	83,80	82,02	0,00
2822,64	0,60	83,84	82,86	0,08	2558,04	0,68	84,07	81,66	0,01	2509,02	0,70	83,80	82,00	0,00
2822,82	0,60	83,85	82,87	0,08	2558,23	0,68	84,07	81,65	0,01	2509,13	0,70	83,80	82,00	0,00
2822,93	0,60	83,85	82,87	0,07	2558,34	0,68	84,07	81,64	0,01	2509,33	0,70	83,80	81,98	0,00
2823,14	0,59	83,85	82,87	0,07	2558,54	0,68	84,07	81,63	0,01	2509,54	0,70	83,79	81,97	0,01
2823,34	0,59	83,86	82,87	0,06	2558,73	0,68	84,07	81,62	0,01	2509,72	0,70	83,79	81,95	0,01
2823,53	0,59	83,86	82,87	0,06	2558,84	0,68	84,07	81,60	0,01	2509,83	0,70	83,79	81,95	0,01
2823,64	0,59	83,86	82,87	0,06	2559,04	0,69	84,07	81,46	0,01	2510,04	0,71	83,79	81,91	0,01
2823,84	0,59	83,86	82,87	0,05	2559,23	0,69	84,06	81,13	0,01	2510,24	0,71	83,79	81,76	0,01
2824,03	0,59	83,86	82,87	0,05	2559,43	0,69	84,06	80,52	0,01	2510,43	0,72	83,78	81,40	0,01
2824,14	0,59	83,86	82,87	0,04	2559,63	0,69	84,05	79,58	0,01	2510,54	0,73	83,78	81,12	0,01
2824,32	0,59	83,85	82,86	0,04	2559,74	0,70	84,04	78,98	0,01	2510,74	0,74	83,77	80,33	0,01
2824,43	0,59	83,85	82,86	0,04	2559,93	0,70	84,01	77,52	0,01	2510,93	0,75	83,76	79,21	0,01
2824,64	0,61	83,84	82,84	0,03	2560,13	0,71	83,97	75,73	0,01	2511,13	0,76	83,73	77,76	0,01
2824,82	0,65	83,79	82,79	0,03	2560,34	0,73	83,89	73,65	0,01	2511,33	0,79	83,68	75,98	0,01
2824,93	0,69	83,76	82,74	0,02	2560,54	0,75	83,78	71,30	0,01	2511,54	0,83	83,60	73,90	0,01
2825,04	0,74	83,70	82,67	0,02	2560,73	0,79	83,63	68,74	0,01	2511,72	0,89	83,49	71,57	0,01
2825,23	0,88	83,55	82,44	0,02	2560,84	0,81	83,54	67,39	0,01	2511,83	0,92	83,42	70,32	0,01
2825,34	0,97	83,44	82,27	0,02	2561,04	0,86	83,32	64,59	0,01	2512,04	1,02	83,25	67,67	0,01
2825,53	1,19	83,18	81,82	0,01	2561,23	0,93	83,06	61,68	0,01	2512,22	1,14	83,04	64,89	0,01
2825,64	1,32	83,03	81,53	0,01	2561,34	0,98	82,91	60,21	0,01	2512,33	1,22	82,92	63,46	0,01
2825,82	1,63	82,67	80,80	0,01	2561,54	1,07	82,57	57,25	0,02	2512,54	1,40	82,64	60,56	0,01
2826,03	1,99	82,24	79,86	0,01	2561,73	1,19	82,17	54,31	0,02	2512,74	1,62	82,32	57,65	0,02
2826,14	2,19	82,00	79,30	0,01	2561,84	1,25	81,95	52,86	0,03	2512,93	1,89	81,95	54,75	0,02
2826,32	2,62	81,49	78,04	0,02	2562,02	1,39	81,46	50,02	0,04	2513,04	2,04	81,75	53,33	0,03
2826,43	2,85	81,21	77,33	0,03	2562,13	1,47	81,20	48,64	0,05	2513,24	2,37	81,31	50,55	0,04
2826,64	3,34	80,62	75,77	0,06	2562,34	1,63	80,63	45,98	0,08	2513,43	2,74	80,84	47,87	0,07
2826,75	3,59	80,32	74,92	0,08	2562,54	1,80	80,01	43,48	0,12	2513,54	2,94	80,59	46,59	0,08
2826,93	4,12	79,68	73,09	0,13	2562,65	1,89	79,68	42,28	0,15	2513,74	3,36	80,07	44,13	0,12
2827,14	4,67	79,01	71,11	0,19	2562,87	2,08	79,00	40,04	0,21	2513,93	3,82	79,53	41,83	0,18
2827,32	5,23	78,33	69,00	0,28	2563,04	2,28	78,28	37,98	0,30	2514,04	4,06	79,24	40,75	0,21
2827,43	5,51	77,98	67,91	0,33	2563,24	2,48	77,54	36,12	0,40	2514,22	4,55	78,67	38,73	0,29
2827,64	6,07	77,29	65,66	0,44	2563,52	2,58	77,16	35,26	0,46	2514,33	4,80	78,37	37,79	0,34
2827,84	6,64	76,60	63,35	0,58	2563,63	2,68	76,78	34,46	0,52	2514,54	5,32	77,78	36,06	0,45
2828,03	7,19	75,92	61,01	0,74	2563,76	2,79	76,39	33,71	0,59	2514,74	5,85	77,18	34,52	0,57
2828,14	7,46	75,58	59,83	0,83	2563,93	2,99	75,62	32,36	0,75	2514,94	6,38	76,59	33,19	0,72
2828,25	7,72	75,25	58,66	0,92	2564,04	3,09	75,23	31,76	0,84	2515,13	6,90	76,00	32,05	0,88
2828,43	8,24	74,61	56,32	1,12	2564,23	3,29	74,46	30,70	1,03	2515,24	7,17	75,72	31,56	0,97
2828,54	8,49	74,30	55,17	1,23	2564,40	3,49	73,70	29,84	1,24	2515,43	7,68	75,15	30,70	1,17
2828,75	8,98	73,70	52,90	1,46	2564,54	3,68	72,96	29,15	1,48	2515,54	7,94	74,88	30,34	1,27
2828,93	9,43	73,14	50,70	1,71	2564,65	3,77	72,60	28,88	1,60	2515,74	8,43	74,34	29,74	1,49
2829,04	9,64	72,87	49,63	1,83	2564,82	3,95	71,89	28,44	1,87	2515,94	8,91	73,83	29,29	1,72
2829,23	10,05	72,36	47,56	2,10	2564,99	4,12	71,22	28,16	2,15	2516,13	9,36	73,35	29,00	1,96
2829,34	10,24	72,12	46,56	2,24	2565,18	4,28	70,58	28,01	2,44	2516,24	9,58	73,12	28,90	2,09

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
2829,54	10,60	71,67	44,65	2,52	2565,29	4,35	70,28	27,99	2,60	2516,44	10,00	72,69	28,80	2,35
2829,73	10,92	71,26	42,86	2,81	2565,43	4,43	69,98	27,99	2,75	2516,63	10,39	72,29	28,82	2,62
2829,84	11,07	71,07	42,02	2,96	2565,57	4,50	69,69	28,02	2,91	2516,74	10,57	72,10	28,86	2,76
2830,04	11,34	70,73	40,43	3,26	2565,74	4,63	69,15	28,15	3,24	2516,93	10,91	71,75	29,02	3,04
2830,23	11,58	70,43	38,97	3,56	2565,87	4,69	68,90	28,25	3,41	2517,04	11,07	71,58	29,13	3,18
2830,34	11,69	70,29	38,29	3,71	2566,04	4,80	68,42	28,52	3,74	2517,15	11,23	71,43	29,26	3,32
2830,54	11,88	70,05	37,04	4,01	2566,21	4,91	67,99	28,85	4,08	2517,33	11,51	71,15	29,56	3,61
2830,75	12,03	69,84	35,93	4,30	2566,40	5,00	67,60	29,23	4,42	2517,44	11,64	71,02	29,74	3,75
2830,93	12,16	69,67	34,95	4,59	2566,54	5,08	67,26	29,66	4,76	2517,63	11,88	70,79	30,12	4,03
2831,04	12,22	69,60	34,51	4,74	2566,81	5,14	66,96	30,12	5,09	2517,74	11,98	70,68	30,32	4,17
2831,25	12,30	69,48	33,72	5,01	2566,96	5,20	66,69	30,60	5,42	2517,94	12,17	70,50	30,76	4,44
2831,43	12,37	69,40	33,06	5,28	2567,07	5,23	66,58	30,84	5,58	2518,13	12,34	70,35	31,21	4,71
2831,54	12,39	69,37	32,77	5,41	2567,26	5,27	66,37	31,34	5,90	2518,24	12,41	70,28	31,44	4,84
2831,75	12,42	69,32	32,28	5,66	2567,45	5,31	66,20	31,83	6,20	2518,44	12,53	70,17	31,91	5,10
2831,93	12,43	69,30	31,90	5,90	2567,68	5,33	66,07	32,31	6,50	2518,55	12,59	70,12	32,15	5,22
2832,14	12,43	69,30	31,61	6,13	2567,81	5,35	66,01	32,55	6,64	2518,74	12,67	70,05	32,61	5,46
2832,25	12,42	69,31	31,50	6,23	2567,93	5,35	65,97	32,78	6,78	2518,94	12,74	69,99	33,07	5,69
2832,43	12,40	69,33	31,35	6,44	2568,09	5,36	65,92	33,01	6,91	2519,15	12,78	69,96	33,51	5,91
2832,54	12,38	69,35	31,30	6,53	2568,21	5,37	65,89	33,23	7,05	2519,33	12,81	69,94	33,93	6,11
2832,75	12,34	69,40	31,25	6,72	2568,42	5,37	65,84	33,65	7,30	2519,44	12,82	69,94	34,13	6,21
2832,95	12,29	69,46	31,27	6,88	2568,53	5,38	65,83	33,85	7,42	2519,65	12,82	69,95	34,51	6,39
2833,14	12,23	69,52	31,34	7,03	2568,65	5,38	65,81	34,05	7,53	2519,76	12,82	69,96	34,69	6,48
2833,34	12,17	69,59	31,46	7,17	2568,84	5,37	65,81	34,42	7,76	2519,94	12,80	69,98	35,03	6,64
2833,54	12,11	69,67	31,61	7,29	2568,98	5,37	65,81	34,59	7,86	2520,15	12,77	70,02	35,34	6,80
2833,75	12,04	69,75	31,80	7,40	2569,18	5,36	65,83	34,91	8,06	2520,33	12,74	70,06	35,62	6,93
2833,93	11,97	69,83	32,01	7,50	2569,29	5,36	65,85	35,05	8,15	2520,44	12,72	70,09	35,74	7,00
2834,04	11,94	69,87	32,12	7,54	2569,46	5,35	65,88	35,32	8,32	2520,65	12,67	70,14	35,97	7,11
2834,25	11,87	69,95	32,35	7,62	2569,57	5,34	65,91	35,44	8,40	2520,85	12,62	70,20	36,17	7,22
2834,43	11,80	70,03	32,60	7,69	2569,76	5,32	65,96	35,66	8,55	2520,96	12,60	70,23	36,26	7,27
2834,54	11,77	70,07	32,72	7,72	2569,93	5,31	66,02	35,85	8,69	2521,15	12,54	70,29	36,42	7,35
2834,75	11,71	70,14	32,97	7,77	2570,06	5,30	66,05	35,93	8,75	2521,33	12,48	70,35	36,54	7,43
2834,93	11,65	70,21	33,21	7,81	2570,28	5,29	66,08	36,00	8,81	2521,44	12,46	70,38	36,60	7,46
2835,14	11,59	70,27	33,45	7,84	2570,38	5,28	66,12	36,07	8,86	2521,55	12,43	70,41	36,65	7,49
2835,25	11,57	70,30	33,57	7,85	2570,56	5,27	66,15	36,12	8,91	2521,74	12,37	70,47	36,72	7,55
2835,43	11,52	70,36	33,79	7,87	2570,78	5,26	66,22	36,22	9,01	2521,85	12,34	70,50	36,75	7,57
2835,54	11,49	70,39	33,90	7,88	2570,96	5,24	66,29	36,29	9,09	2522,04	12,29	70,56	36,80	7,61
2835,75	11,45	70,43	34,10	7,89	2571,09	5,23	66,33	36,31	9,12	2522,15	12,26	70,58	36,81	7,63
2835,95	11,41	70,48	34,29	7,90	2571,26	5,21	66,39	36,34	9,19	2522,35	12,22	70,63	36,82	7,66
2836,15	11,38	70,51	34,47	7,90	2571,38	5,21	66,42	36,35	9,21	2522,54	12,17	70,68	36,82	7,68
2836,34	11,35	70,55	34,62	7,90	2571,56	5,19	66,49	36,36	9,26	2522,65	12,15	70,70	36,81	7,69
2836,45	11,34	70,56	34,70	7,90	2571,67	5,19	66,52	36,35	9,28	2522,85	12,11	70,75	36,78	7,71
2836,64	11,32	70,58	34,83	7,89	2571,82	5,18	66,55	36,34	9,30	2523,04	12,07	70,79	36,75	7,71
2836,75	11,31	70,59	34,88	7,88	2571,93	5,17	66,57	36,33	9,32	2523,15	12,05	70,81	36,72	7,72
2836,95	11,29	70,61	34,99	7,87	2572,06	5,16	66,62	36,30	9,34	2523,35	12,02	70,84	36,67	7,72
2837,15	11,28	70,62	35,08	7,86	2572,17	5,15	66,67	36,25	9,36	2523,54	12,00	70,87	36,61	7,72
2837,25	11,27	70,63	35,11	7,85	2572,29	5,14	66,71	36,20	9,38	2523,65	11,99	70,88	36,58	7,72
2837,45	11,26	70,63	35,18	7,84	2572,42	5,14	66,75	36,13	9,39	2523,85	11,97	70,90	36,51	7,71
2837,64	11,26	70,63	35,22	7,83	2572,54	5,13	66,77	36,07	9,39	2524,05	11,95	70,92	36,45	7,70
2837,75	11,25	70,63	35,24	7,82	2572,67	5,13	66,80	35,99	9,39	2524,24	11,94	70,94	36,37	7,69
2837,95	11,25	70,63	35,27	7,80	2572,84	5,13	66,81	35,92	9,39	2524,44	11,93	70,95	36,30	7,68
2838,14	11,25	70,63	35,28	7,79	2572,95	5,12	66,82	35,88	9,39	2524,65	11,93	70,95	36,24	7,67
2838,25	11,25	70,62	35,28	7,78	2573,15	5,12	66,83	35,80	9,38	2524,85	11,92	70,96	36,17	7,66
2838,45	11,26	70,61	35,27	7,77	2573,35	5,12	66,83	35,73	9,38	2525,05	11,92	70,96	36,10	7,65
2838,65	11,26	70,60	35,26	7,76	2573,54	5,12	66,83	35,65	9,37	2525,24	11,93	70,96	36,04	7,64
2838,84	11,27	70,59	35,23	7,74	2573,65	5,13	66,83	35,62	9,36	2525,35	11,93	70,95	36,01	7,63
2838,95	11,27	70,59	35,22	7,74	2573,85	5,13	66,82	35,55	9,35	2525,54	11,93	70,95	35,96	7,62
2839,14	11,28	70,57	35,18	7,73	2574,04	5,13	66,81	35,48	9,35	2525,65	11,94	70,94	35,93	7,62
2839,25	11,29	70,57	35,16	7,72	2574,24	5,13	66,80	35,42	9,34	2525,76	11,94	70,94	35,91	7,61
2839,36	11,30	70,56	35,14	7,72	2574,35	5,14	66,79	35,39	9,33	2525,94	11,95	70,93	35,86	7,60
2839,54	11,31	70,55	35,10	7,71	2574,54	5,14	66,77	35,34	9,32	2526,05	11,95	70,92	35,84	7,60
2839,65	11,31	70,54	35,08	7,71	2574,65	5,14	66,76	35,32	9,32	2526,24	11,96	70,91	35,80	7,59
2839,84	11,33	70,53	35,03	7,70	2574,84	5,15	66,74	35,27	9,31	2526,35	11,96	70,91	35,78	7,59
2839,95	11,33	70,52	35,01	7,70	2574,95	5,15	66,73	35,25	9,31	2526,55	11,97	70,89	35,75	7,58
2840,14	11,35	70,51	34,96	7,70	2575,15	5,16	66,71	35,21	9,30	2526,76	11,98	70,88	35,73	7,57
2840,25	11,35	70,50	34,93	7,69	2575,34	5,16	66,69	35,18	9,29	2526,94	11,99	70,87	35,70	7,57
2840,45	11,36	70,49	34,88	7,69	2575,45	5,16	66,68	35,17	9,29	2527,05	12,00	70,86	35,69	7,57
2840,65	11,38	70,48	34,83	7,69	2575,65	5,17	66,66	35,14	9,29	2527,24	12,01	70,85	35,68	7,57
2840,84	11,39	70,47	34,78	7,69	2575,85	5,18	66,64	35,12	9,29	2527,35	12,01	70,84	35,67	7,57
2840,95	11,39	70,46	34,76	7,69	2576,04	5,18	66,62	35,11	9,28	2527,55	12,02	70,83	35,66	7,57
2841,15	11,40	70,45	34,72	7,69	2576,15	5,19	66,61	35,10	9,28	2527,74	12,03	70,81	35,65	7,57
2841,36	11,41	70,44	34,67	7,69	2576,35	5,19	66,59	35,09	9,28	2527,85	12,04	70,81	35,65	7,57
2841,54	11,42	70,44	34,64	7,69	2576,56	5,20	66,57	35,09	9,29					
2841,65	11,43	70,43	34,62	7,69	2576,74	5,20	66,55	35,09	9,29					
2841,86	11,43	70,43	34,58	7,70	2576,85	5,21	66,54	35,09	9,29					
2842,04	11,44	70,42	34,55	7,70										
2842,15	11,44	70,42	34,54	7,70										

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
2842,26	11,44	70,42	34,53	7,70										
2842,45	11,44	70,41	34,51	7,71										
2842,56	11,44	70,41	34,50	7,71										
2842,75	11,45	70,41	34,48	7,71										
2842,86	11,45	70,41	34,47	7,71										
2843,04	11,45	70,41	34,45	7,72										

Toma D, E y F.

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
2226,59	0,76	63,96	62,91	0,01	2050,19	0,75	64,02	62,96	0,01	1336,74	0,69	70,71	64,95	0,01
2226,70	0,76	63,96	62,91	0,01	2050,33	0,75	64,02	62,96	0,01	1336,84	0,69	70,71	64,95	0,01
2226,89	0,76	63,96	62,91	0,01	2050,50	0,75	64,02	62,96	0,01	1337,05	0,69	70,71	64,95	0,01
2227,00	0,76	63,96	62,91	0,01	2050,69	0,75	64,02	62,96	0,01	1337,24	0,69	70,71	64,95	0,01
2227,20	0,76	63,96	62,91	0,01	2050,80	0,75	64,02	62,96	0,01	1337,34	0,69	70,71	64,94	0,01
2227,39	0,76	63,96	62,91	0,01	2050,99	0,75	64,02	62,95	0,01	1337,55	0,69	70,71	64,94	0,01
2227,50	0,76	63,96	62,91	0,01	2051,10	0,75	64,02	62,95	0,01	1337,74	0,69	70,71	64,94	0,01
2227,70	0,76	63,96	62,91	0,01	2051,30	0,75	64,02	62,94	0,01	1337,94	0,69	70,70	64,94	0,01
2227,91	0,76	63,95	62,92	0,01	2051,50	0,75	64,02	62,92	0,01	1338,05	0,69	70,70	64,93	0,01
2228,09	0,76	63,95	62,92	0,01	2051,69	0,75	64,02	62,90	0,01	1338,25	0,69	70,70	64,93	0,01
2228,20	0,76	63,95	62,92	0,01	2051,80	0,75	64,02	62,89	0,01	1338,44	0,69	70,70	64,93	0,01
2228,39	0,76	63,95	62,92	0,01	2051,99	0,76	64,03	62,86	0,01	1338,55	0,69	70,70	64,93	0,01
2228,50	0,76	63,95	62,92	0,01	2052,10	0,76	64,03	62,84	0,01	1338,74	0,68	70,70	64,92	0,01
2228,61	0,76	63,95	62,92	0,01	2052,21	0,76	64,03	62,82	0,01	1338,84	0,68	70,70	64,92	0,01
2228,80	0,76	63,95	62,92	0,01	2052,41	0,76	64,03	62,78	0,01	1339,05	0,68	70,70	64,92	0,01
2228,91	0,76	63,95	62,92	0,01	2052,60	0,76	64,03	62,73	0,01	1339,25	0,68	70,70	64,91	0,01
2229,09	0,76	63,94	62,86	0,01	2052,71	0,76	64,03	62,70	0,01	1339,44	0,68	70,70	64,91	0,01
2229,20	0,76	63,94	62,78	0,01	2052,90	0,76	64,04	62,65	0,01	1339,55	0,68	70,70	64,91	0,01
2229,39	0,76	63,93	62,50	0,01	2053,00	0,76	64,04	62,62	0,01	1339,74	0,68	70,70	64,90	0,01
2229,50	0,76	63,92	62,28	0,01	2053,19	0,76	64,04	62,55	0,01	1339,84	0,68	70,70	64,90	0,01
2229,70	0,77	63,90	61,68	0,01	2053,30	0,76	64,04	62,52	0,01	1340,05	0,68	70,70	64,89	0,01
2229,89	0,78	63,86	60,85	0,01	2053,41	0,76	64,04	62,48	0,01	1340,25	0,68	70,70	64,89	0,01
2230,00	0,78	63,83	60,36	0,01	2053,60	0,76	64,04	62,40	0,01	1340,44	0,68	70,70	64,88	0,01
2230,20	0,80	63,76	59,19	0,01	2053,80	0,76	64,05	62,32	0,01	1340,55	0,68	70,70	64,88	0,01
2230,41	0,82	63,67	57,80	0,01	2053,99	0,76	64,05	62,24	0,01	1340,74	0,69	70,71	64,87	0,01
2230,60	0,85	63,55	56,22	0,01	2054,10	0,76	64,05	62,19	0,01	1340,84	0,69	70,71	64,87	0,01
2230,70	0,87	63,48	55,37	0,01	2054,30	0,75	64,05	62,10	0,01	1341,05	0,69	70,71	64,86	0,01
2230,91	0,91	63,31	53,54	0,01	2054,50	0,75	64,06	62,01	0,01	1341,25	0,69	70,71	64,83	0,01
2231,10	0,96	63,09	51,58	0,01	2054,69	0,75	64,06	61,91	0,01	1341,44	0,69	70,71	64,71	0,01
2231,20	1,00	62,97	50,57	0,01	2054,80	0,75	64,06	61,86	0,01	1341,55	0,69	70,71	64,59	0,01
2231,41	1,07	62,68	48,48	0,01	2055,00	0,75	64,06	61,76	0,01	1341,74	0,70	70,71	64,20	0,01
2231,60	1,15	62,34	46,35	0,01	2055,19	0,75	64,07	61,66	0,01	1341,84	0,70	70,71	63,91	0,01
2231,70	1,20	62,14	45,27	0,01	2055,30	0,75	64,07	61,61	0,01	1342,05	0,70	70,70	63,15	0,01
2231,91	1,31	61,70	43,13	0,01	2055,50	0,75	64,07	61,51	0,01	1342,24	0,70	70,69	62,11	0,01
2232,10	1,43	61,18	41,01	0,01	2055,71	0,75	64,07	61,41	0,01	1342,34	0,70	70,68	61,50	0,01
2232,20	1,50	60,89	39,97	0,01	2055,90	0,76	64,08	61,25	0,01	1342,55	0,71	70,64	60,09	0,01
2232,41	1,65	60,26	37,94	0,02	2056,00	0,76	64,08	61,14	0,01	1342,75	0,73	70,57	58,47	0,01
2232,61	1,81	59,54	36,00	0,02	2056,21	0,76	64,08	60,78	0,01	1342,94	0,76	70,48	56,66	0,01
2232,81	1,99	58,75	34,16	0,03	2056,40	0,77	64,08	60,22	0,01	1343,05	0,79	70,42	55,70	0,01
2233,00	2,19	57,89	32,44	0,05	2056,50	0,77	64,08	59,86	0,01	1343,25	0,85	70,27	53,69	0,01
2233,11	2,29	57,43	31,63	0,06	2056,71	0,77	64,07	58,96	0,01	1343,44	0,95	70,09	51,60	0,02
2233,30	2,50	56,47	30,10	0,09	2056,82	0,78	64,07	58,42	0,01	1343,55	1,01	69,98	50,53	0,02
2233,41	2,61	55,96	29,38	0,11	2057,00	0,79	64,05	57,19	0,01	1343,74	1,17	69,74	48,37	0,03
2233,60	2,84	54,91	28,06	0,17	2057,21	0,81	64,02	55,78	0,01	1343,85	1,27	69,61	47,30	0,04
2233,70	2,95	54,36	27,45	0,20	2057,40	0,85	63,97	54,21	0,01	1344,05	1,50	69,31	45,17	0,06
2233,91	3,19	53,24	26,35	0,27	2057,50	0,88	63,94	53,39	0,01	1344,24	1,79	68,97	43,11	0,10
2234,11	3,43	52,08	25,39	0,37	2057,71	0,94	63,87	51,68	0,01	1344,35	1,95	68,79	42,10	0,12
2234,30	3,67	50,90	24,57	0,49	2057,90	1,03	63,79	49,92	0,01	1344,55	2,32	68,40	40,17	0,17
2234,41	3,79	50,30	24,21	0,56	2058,00	1,07	63,74	49,03	0,01	1344,75	2,75	67,98	38,36	0,24
2234,61	4,04	49,09	23,59	0,72	2058,21	1,18	63,64	47,26	0,01	1344,94	3,22	67,53	36,67	0,32
2234,80	4,28	47,88	23,10	0,90	2058,40	1,30	63,52	45,51	0,01	1345,05	3,47	67,30	35,88	0,37
2234,91	4,40	47,28	22,90	1,01	2058,50	1,36	63,46	44,66	0,01	1345,25	4,01	66,81	34,41	0,48
2235,11	4,63	46,09	22,59	1,23	2058,63	1,43	63,40	43,82	0,01	1345,45	4,59	66,31	33,09	0,60
2235,30	4,86	44,91	22,39	1,49	2058,80	1,57	63,28	42,19	0,01	1345,64	5,20	65,80	31,93	0,75
2235,41	4,97	44,33	22,33	1,63	2058,90	1,64	63,21	41,41	0,01	1345,75	5,51	65,55	31,41	0,82
2235,61	5,19	43,19	22,27	1,93	2059,10	1,80	63,08	39,92	0,01	1345,95	6,15	65,03	30,48	0,99
2235,80	5,40	42,10	22,30	2,26	2059,21	1,87	63,01	39,21	0,01	1346,14	6,81	64,51	29,70	1,18
2235,91	5,50	41,56	22,34	2,44	2059,41	2,03	62,87	37,88	0,01	1346,25	7,14	64,25	29,37	1,28
2236,11	5,69	40,53	22,48	2,81	2059,61	2,19	62,73	36,66	0,01	1346,44	7,81	63,75	28,81	1,48
2236,30	5,87	39,54	22,67	3,20	2059,80	2,34	62,60	35,57	0,01	1346,55	8,14	63,50	28,59	1,59
2236,41	5,96	39,07	22,79	3,41	2059,91	2,42	62,53	35,07	0,01	1346,75	8,80	63,01	28,23	1,82

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

T (s)	TOMA D				TOMA E				TOMA F					
	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
2236,61	6,12	38,16	23,06	3,84	2060,10	2,58	62,40	34,16	0,02	1346,94	9,45	62,55	28,01	2,05
2236,81	6,28	37,31	23,36	4,28	2060,21	2,65	62,34	33,75	0,03	1347,05	9,77	62,32	27,94	2,18
2236,91	6,35	36,90	23,52	4,51	2060,40	2,80	62,21	33,03	0,04	1347,16	10,08	62,10	27,90	2,30
2237,00	6,42	36,52	23,69	4,74	2060,50	2,87	62,15	32,71	0,05	1347,35	10,69	61,67	27,89	2,55
2237,20	6,55	35,78	24,04	5,22	2060,71	3,01	62,04	32,15	0,07	1347,55	11,27	61,27	27,97	2,81
2237,31	6,61	35,44	24,22	5,46	2060,91	3,14	61,93	31,71	0,10	1347,66	11,55	61,08	28,04	2,94
2237,50	6,72	34,79	24,59	5,95	2061,11	3,26	61,83	31,37	0,13	1347,85	12,09	60,73	28,25	3,20
2237,61	6,77	34,49	24,77	6,19	2061,30	3,38	61,74	31,13	0,17	1347,95	12,34	60,56	28,37	3,33
2237,81	6,87	33,92	25,14	6,69	2061,41	3,43	61,70	31,04	0,20	1348,14	12,83	60,24	28,66	3,59
2238,00	6,95	33,42	25,50	7,18	2061,60	3,53	61,62	30,93	0,25	1348,25	13,05	60,10	28,83	3,72
2238,11	6,99	33,19	25,67	7,43	2061,80	3,62	61,54	30,89	0,31	1348,45	13,48	59,83	29,19	3,98
2238,22	7,03	32,97	25,84	7,67	2061,91	3,66	61,51	30,90	0,35	1348,66	13,87	59,59	29,58	4,23
2238,41	7,09	32,57	26,18	8,16	2062,11	3,74	61,45	30,95	0,42	1348,85	14,22	59,37	30,00	4,48
2238,52	7,12	32,39	26,34	8,40	2062,30	3,80	61,40	31,07	0,50	1348,95	14,39	59,28	30,22	4,60
2238,70	7,17	32,06	26,64	8,88	2062,41	3,83	61,38	31,14	0,54	1349,14	14,68	59,11	30,65	4,83
2238,81	7,19	31,91	26,79	9,11	2062,61	3,88	61,34	31,32	0,62	1349,25	14,81	59,03	30,87	4,94
2239,00	7,23	31,65	27,06	9,57	2062,80	3,92	61,30	31,54	0,71	1349,38	14,94	58,96	31,09	5,05
2239,11	7,24	31,54	27,18	9,79	2062,91	3,94	61,29	31,65	0,76	1349,55	15,16	58,85	31,53	5,27
2239,30	7,27	31,34	27,42	10,22	2063,10	3,97	61,27	31,91	0,86	1349,66	15,25	58,80	31,75	5,37
2239,41	7,28	31,25	27,52	10,43	2063,21	3,98	61,26	32,04	0,91	1349,85	15,42	58,71	32,17	5,56
2239,61	7,30	31,10	27,72	10,84	2063,41	4,00	61,24	32,31	1,01	1349,95	15,50	58,68	32,38	5,66
2239,81	7,31	30,98	27,89	11,23	2063,61	4,01	61,23	32,60	1,11	1350,14	15,62	58,62	32,78	5,84
2240,02	7,32	30,89	28,03	11,60	2063,80	4,02	61,23	32,88	1,21	1350,25	15,67	58,60	32,97	5,92
2240,21	7,32	30,82	28,15	11,95	2063,91	4,02	61,23	33,03	1,27	1350,45	15,75	58,57	33,33	6,08
2240,31	7,32	30,80	28,20	12,12	2064,10	4,02	61,23	33,31	1,37	1350,64	15,81	58,56	33,67	6,23
2240,50	7,31	30,76	28,29	12,43	2064,21	4,02	61,23	33,45	1,42	1350,75	15,83	58,56	33,83	6,30
2240,61	7,31	30,75	28,32	12,58	2064,41	4,01	61,24	33,72	1,52	1350,95	15,85	58,56	34,12	6,43
2240,81	7,30	30,73	28,37	12,87	2064,61	4,00	61,24	33,97	1,62	1351,14	15,86	58,58	34,39	6,55
2241,02	7,29	30,74	28,41	13,13	2064,80	3,98	61,25	34,21	1,71	1351,25	15,85	58,59	34,51	6,60
2241,21	7,28	30,75	28,42	13,37	2064,91	3,97	61,26	34,33	1,76	1351,46	15,83	58,62	34,73	6,70
2241,31	7,28	30,76	28,43	13,49	2065,11	3,96	61,27	34,54	1,85	1351,64	15,80	58,66	34,92	6,79
2241,50	7,26	30,78	28,42	13,70	2065,32	3,94	61,28	34,74	1,94	1351,75	15,78	58,68	35,00	6,83
2241,61	7,26	30,79	28,41	13,80	2065,51	3,92	61,30	34,91	2,02	1351,86	15,75	58,71	35,08	6,86
2241,81	7,24	30,83	28,38	13,98	2065,61	3,91	61,31	34,99	2,06	1352,05	15,70	58,75	35,22	6,93
2242,00	7,23	30,86	28,34	14,14	2065,80	3,89	61,32	35,14	2,13	1352,16	15,67	58,78	35,28	6,96
2242,11	7,22	30,88	28,32	14,22	2065,91	3,87	61,33	35,20	2,17	1352,36	15,61	58,83	35,37	7,02
2242,22	7,21	30,90	28,30	14,29	2066,11	3,85	61,34	35,32	2,24	1352,55	15,55	58,89	35,44	7,06
2242,41	7,20	30,93	28,24	14,42	2066,30	3,83	61,35	35,41	2,30	1352,75	15,48	58,94	35,49	7,10
2242,52	7,19	30,95	28,21	14,48	2066,41	3,82	61,36	35,45	2,33	1352,86	15,44	58,97	35,51	7,11
2242,71	7,18	30,98	28,14	14,59	2066,61	3,80	61,37	35,52	2,38	1353,05	15,37	59,02	35,53	7,14
2242,81	7,18	31,00	28,11	14,64	2066,80	3,78	61,39	35,57	2,43	1353,25	15,30	59,07	35,53	7,16
2243,02	7,17	31,03	28,04	14,72	2066,91	3,77	61,39	35,59	2,46	1353,36	15,27	59,09	35,53	7,17
2243,21	7,16	31,06	27,96	14,80	2067,10	3,76	61,40	35,61	2,50	1353,55	15,20	59,14	35,51	7,18
2243,31	7,15	31,07	27,92	14,83	2067,21	3,75	61,41	35,62	2,52	1353,66	15,17	59,16	35,50	7,19
2243,50	7,15	31,09	27,85	14,89	2067,32	3,74	61,41	35,62	2,54	1353,85	15,11	59,20	35,46	7,19
2243,72	7,14	31,11	27,77	14,94	2067,51	3,72	61,42	35,62	2,57	1353,96	15,08	59,22	35,44	7,20
2243,91	7,13	31,13	27,69	14,98	2067,61	3,72	61,42	35,62	2,58	1354,16	15,02	59,26	35,38	7,20
2244,02	7,13	31,13	27,66	14,99	2067,80	3,70	61,43	35,60	2,61	1354,36	14,97	59,29	35,32	7,19
2244,13	7,13	31,14	27,62	15,01	2067,91	3,70	61,43	35,59	2,62	1354,55	14,93	59,32	35,26	7,19
2244,31	7,13	31,14	27,55	15,04	2068,11	3,69	61,44	35,56	2,64	1354,66	14,90	59,33	35,23	7,19
2244,52	7,13	31,14	27,48	15,06	2068,30	3,68	61,45	35,53	2,66	1354,85	14,86	59,35	35,16	7,18
2244,71	7,13	31,14	27,41	15,07	2068,41	3,67	61,45	35,51	2,66	1354,96	14,85	59,36	35,12	7,18
2244,81	7,13	31,14	27,38	15,08	2068,52	3,67	61,45	35,48	2,67	1355,16	14,81	59,38	35,05	7,17
2245,02	7,13	31,13	27,32	15,09	2068,71	3,66	61,46	35,44	2,68	1355,36	14,79	59,39	34,98	7,16
2245,22	7,13	31,11	27,26	15,10	2068,82	3,66	61,46	35,41	2,68	1355,55	14,77	59,39	34,91	7,15
2245,41	7,14	31,10	27,21	15,10	2069,01	3,66	61,46	35,36	2,69	1355,66	14,76	59,40	34,87	7,15
2245,52	7,14	31,09	27,19	15,10	2069,11	3,66	61,47	35,34	2,69	1355,85	14,74	59,40	34,81	7,14
2245,72	7,14	31,06	27,14	15,10	2069,30	3,65	61,47	35,28	2,69	1355,96	14,73	59,40	34,77	7,13
2245,91	7,15	31,04	27,10	15,10	2069,41	3,65	61,47	35,26	2,70	1356,16	14,73	59,40	34,71	7,13
2246,02	7,15	31,03	27,08	15,10	2069,52	3,65	61,47	35,23	2,70	1356,35	14,72	59,40	34,66	7,12
2246,21	7,16	31,00	27,05	15,10	2069,71	3,65	61,48	35,18	2,70	1356,46	14,72	59,40	34,63	7,11
2246,31	7,16	30,99	27,03	15,10	2069,82	3,65	61,48	35,15	2,69	1356,66	14,72	59,39	34,58	7,11
2246,52	7,16	30,96	27,00	15,10	2070,02	3,65	61,48	35,10	2,69	1356,86	14,72	59,38	34,53	7,10
2246,63	7,17	30,95	26,99	15,10	2070,21	3,65	61,48	35,05	2,69	1360,21	14,73	59,37	34,50	7,09
2246,81	7,17	30,92	26,97	15,10	2070,32	3,66	61,49	35,02	2,69	1360,33	14,74	59,36	34,46	7,09
2247,02	7,18	30,89	26,95	15,10	2070,51	3,66	61,49	34,98	2,68	1360,46	14,75	59,35	34,44	7,08
2247,22	7,19	30,86	26,93	15,10	2070,71	3,66	61,49	34,93	2,68	1360,58	14,76	59,34	34,41	7,08
2247,41	7,20	30,82	26,92	15,10	2070,82	3,66	61,49	34,91	2,68	1360,71	14,77	59,33	34,40	7,08
2247,52	7,20	30,81	26,91	15,10	2071,01	3,66	61,49	34,87	2,67	1360,83	14,79	59,32	34,38	7,08
2247,72	7,21	30,78	26,90	15,10	2071,12	3,67	61,49	34,85	2,67	1360,96	14,80	59,31	34,38	7,08
2247,92	7,21	30,75	26,89	15,11	2071,32	3,67	61,49	34,82	2,66	1361,08	14,82	59,30	34,37	7,08
2248,11	7,22	30,72	26,88	15,11	2071,51	3,67	61,49	34,79	2,66	1361,21	14,83	59,29	34,37	7,08
2248,22	7,22	30,70	26,88	15,11	2071,62	3,67	61,49	34,78	2,65	1361,33	14,85	59,28	34,37	7,08
2248,41	7,23	30,68	26,87	15,12	2071,82	3,68	61,49	34,75	2,65	1361,46	14,87	59,27	34,38	7,08
2248,52	7,23	30,66	26,87	15,12	2072,01	3,68	61,49	34,73	2,64	1361,58	14,88	59,26	34,39	7,08
2248,72	7,24	30,64	26,86	15,12	2072,12	3,68	61,49	34,72	2,64	1361,71	14,90	59,25	34,40	7,08

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
2248,91	7,24	30,61	26,86	15,13	2072,22	3,68	61,49	34,71	2,64	1361,85	14,91	59,25	34,41	7,09
2249,02	7,24	30,60	26,86	15,13	2072,41	3,69	61,49	34,70	2,64	1361,97	14,92	59,24	34,42	7,09
2249,13	7,24	30,59	26,85	15,14	2072,52	3,69	61,48	34,69	2,63	1362,11	14,93	59,23	34,43	7,09
2249,32	7,25	30,56	26,85	15,14	2072,71	3,69	61,48	34,68	2,63	1362,24	14,94	59,23	34,45	7,09
2249,42	7,25	30,55	26,85	15,15	2072,82	3,69	61,48	34,67	2,63	1362,36	14,95	59,22	34,46	7,10
2249,61	7,25	30,53	26,84	15,15	2073,02	3,69	61,48	34,67	2,63	1362,49	14,96	59,21	34,47	7,10
2249,72	7,25	30,52	26,84	15,16	2073,21	3,69	61,48	34,66	2,62	1362,63	14,97	59,21	34,49	7,11
2249,91	7,25	30,50	26,84	15,16	2073,32	3,69	61,47	34,66	2,62	1362,75	14,98	59,20	34,50	7,11
2250,02	7,26	30,49	26,84	15,17	2073,52	3,69	61,47	34,66	2,62	1362,88	14,98	59,20	34,51	7,11
2250,22	7,26	30,47	26,83	15,18	2073,71	3,69	61,47	34,66	2,62	1363,00	14,98	59,19	34,52	7,12
2250,33	7,26	30,47	26,83	15,18	2073,82	3,69	61,47	34,66	2,62	1363,14	14,99	59,19	34,54	7,12
2250,52	7,26	30,45	26,82	15,19	2074,02	3,69	61,47	34,67	2,62	1363,27	14,99	59,18	34,54	7,12
2250,72	7,26	30,44	26,82	15,20	2074,21	3,69	61,46	34,67	2,62	1363,41	14,99	59,18	34,55	7,13
2250,91	7,26	30,43	26,82	15,21	2074,32	3,69	61,46	34,68	2,62	1363,53	14,99	59,18	34,56	7,13
2251,02	7,26	30,42	26,81	15,21	2074,52	3,69	61,46	34,69	2,62					
2251,13	7,26	30,42	26,81	15,21	2074,71	3,69	61,46	34,69	2,62					
2251,24	7,26	30,41	26,81	15,22	2074,82	3,70	61,46	34,70	2,62					
2251,42	7,26	30,40	26,81	15,23	2075,02	3,70	61,45	34,71	2,62					
2251,61	7,26	30,39	26,80	15,23	2075,21	3,70	61,45	34,72	2,62					
2251,72	7,26	30,39	26,80	15,24	2075,32	3,70	61,45	34,72	2,62					
2251,92	7,26	30,38	26,80	15,25	2075,52	3,70	61,45	34,73	2,62					
2252,11	7,26	30,38	26,79	15,25	2075,71	3,70	61,45	34,74	2,62					
2252,22	7,27	30,37	26,79	15,26	2075,82	3,69	61,44	34,74	2,62					
2252,33	7,27	30,37	26,79	15,26	2076,01	3,69	61,44	34,74	2,62					
2252,44	7,27	30,37	26,79	15,26	2076,12	3,69	61,44	34,75	2,62					
2252,61	7,27	30,36	26,79	15,27	2076,32	3,69	61,44	34,75	2,62					
2252,72	7,27	30,36	26,78	15,27	2076,52	3,69	61,44	34,76	2,63					
2252,92	7,27	30,35	26,78	15,28	2076,72	3,69	61,44	34,76	2,63					
2253,13	7,27	30,35	26,78	15,29	2076,91	3,69	61,43	34,77	2,63					
2253,32	7,27	30,35	26,77	15,29	2077,02	3,69	61,43	34,77	2,63					
2253,42	7,28	30,34	26,77	15,29	2077,21	3,69	61,43	34,77	2,63					
2253,53	7,28	30,34	26,77	15,30	2077,32	3,69	61,43	34,77	2,63					
2253,72	7,28	30,34	26,76	15,30	2077,52	3,68	61,43	34,78	2,63					
2253,83	7,28	30,33	26,76	15,30	2077,71	3,68	61,43	34,78	2,63					
2254,02	7,28	30,33	26,75	15,31	2077,82	3,68	61,43	34,78	2,63					
2254,13	7,28	30,32	26,75	15,31	2078,02	3,68	61,43	34,78	2,63					
2254,32	7,28	30,32	26,75	15,32	2078,22	3,68	61,43	34,78	2,63					
2254,42	7,29	30,32	26,74	15,32	2078,41	3,68	61,43	34,78	2,64					
2254,63	7,29	30,31	26,74	15,32	2078,52	3,68	61,44	34,78	2,64					
2254,75	7,29	30,31	26,73	15,32	2078,71	3,68	61,44	34,78	2,64					
2254,92	7,29	30,30	26,73	15,33	2078,82	3,68	61,44	34,78	2,64					
2255,11	7,29	30,29	26,72	15,33	2079,02	3,68	61,44	34,78	2,64					
2255,22	7,29	30,29	26,71	15,33	2079,22	3,67	61,44	34,78	2,64					
2255,42	7,29	30,28	26,71	15,34	2079,41	3,67	61,44	34,78	2,64					
2255,63	7,30	30,27	26,70	15,34	2079,52	3,67	61,44	34,78	2,64					
2255,82	7,30	30,26	26,69	15,34	2079,71	3,67	61,44	34,77	2,64					
2255,94	7,30	30,26	26,69	15,34	2079,82	3,67	61,44	34,77	2,64					
2256,11	7,30	30,25	26,68	15,35	2079,93	3,67	61,44	34,77	2,64					
2256,22	7,30	30,24	26,68	15,35	2080,12	3,67	61,44	34,77	2,64					
2256,33	7,30	30,24	26,68	15,35	2080,23	3,67	61,44	34,76	2,64					
2256,52	7,30	30,23	26,67	15,35	2080,41	3,67	61,44	34,76	2,64					
2256,63	7,30	30,23	26,67	15,35	2080,52	3,67	61,44	34,76	2,64					
2256,82	7,30	30,22	26,66	15,35	2080,71	3,67	61,44	34,75	2,64					
2256,93	7,30	30,22	26,65	15,35	2080,82	3,67	61,45	34,75	2,64					
2257,03	7,30	30,21	26,65	15,35	2081,02	3,67	61,45	34,74	2,64					
2257,14	7,30	30,21	26,65	15,35	2081,23	3,67	61,45	34,74	2,64					
2257,32	7,30	30,20	26,64	15,36	2081,43	3,67	61,45	34,74	2,64					
2257,43	7,30	30,20	26,64	15,36	2081,62	3,67	61,45	34,73	2,64					
2257,63	7,30	30,19	26,63	15,36	2081,73	3,67	61,45	34,73	2,64					
2257,83	7,30	30,18	26,62	15,36	2081,93	3,67	61,45	34,73	2,64					
2258,02	7,30	30,18	26,61	15,36	2082,12	3,67	61,45	34,72	2,64					

2.9.6.7. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP sin regulación.

Leyenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- TOMA: Estado de la toma sobre la que se actúa.
- VRP: Válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.

Toma A, B y C.

T (s)	TOMA A				TOMA B				TOMA C					
	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
2711,43	0,63	81,20	80,15	-0,18	2612,23	0,69	81,31	80,32	0,01	2433,12	0,74	81,14	80,31	0,01
2711,58	0,63	81,20	80,15	-0,16	2612,39	0,69	81,31	80,32	0,01	2433,30	0,74	81,14	80,31	0,01
2711,72	0,63	81,22	80,17	-0,13	2612,54	0,69	81,31	80,32	0,01	2433,44	0,74	81,14	80,32	0,01
2711,83	0,63	81,23	80,18	-0,12	2612,73	0,69	81,32	80,33	0,01	2433,62	0,74	81,14	80,33	0,01
2712,04	0,63	81,25	80,20	-0,09	2612,93	0,69	81,32	80,34	0,01	2433,73	0,74	81,15	80,33	0,01
2712,22	0,63	81,27	80,22	-0,06	2613,12	0,69	81,32	80,34	0,01	2433,92	0,74	81,15	80,34	0,01
2712,33	0,63	81,28	80,23	-0,04	2613,23	0,69	81,33	80,34	0,01	2434,03	0,74	81,15	80,34	0,01
2712,54	0,63	81,31	80,25	-0,02	2613,43	0,69	81,33	80,35	0,01	2434,23	0,74	81,16	80,34	0,01
2712,72	0,63	81,33	80,28	0,00	2613,62	0,69	81,33	80,36	0,01	2434,42	0,74	81,17	80,35	0,01
2712,83	0,63	81,35	80,29	0,01	2613,73	0,69	81,34	80,36	0,01	2434,53	0,74	81,17	80,35	0,01
2713,04	0,64	81,37	80,32	0,03	2613,93	0,69	81,34	80,36	0,01	2434,73	0,76	81,17	80,34	0,01
2713,22	0,64	81,40	80,34	0,05	2614,14	0,69	81,34	80,37	0,01	2434,94	0,81	81,13	80,29	0,01
2713,33	0,64	81,41	80,36	0,06	2614,33	0,69	81,35	80,37	0,01	2435,13	0,93	81,04	80,19	0,01
2713,54	0,66	81,42	80,36	0,07	2614,43	0,69	81,35	80,37	0,01	2435,23	1,01	80,98	80,12	0,01
2713,74	0,73	81,39	80,33	0,08	2614,62	0,69	81,35	80,38	0,01	2435,44	1,24	80,79	79,91	0,01
2713,93	0,84	81,31	80,24	0,09	2614,73	0,69	81,36	80,38	0,01	2435,63	1,56	80,53	79,62	0,01
2714,04	0,93	81,25	80,18	0,09	2614,93	0,70	81,36	80,38	0,01	2435,73	1,75	80,37	79,45	0,01
2714,22	1,16	81,07	79,98	0,10	2615,12	0,71	81,34	80,36	0,01	2435,94	2,21	80,00	79,03	0,02
2714,33	1,31	80,95	79,85	0,10	2615,23	0,73	81,31	80,34	0,01	2436,13	2,77	79,54	78,54	0,02
2714,54	1,67	80,65	79,53	0,10	2615,43	0,79	81,23	80,24	0,01	2436,23	3,08	79,28	78,26	0,03
2714,72	2,13	80,27	79,12	0,11	2615,62	0,88	81,07	80,07	0,01	2436,42	3,77	78,72	77,64	0,04
2714,83	2,39	80,05	78,88	0,11	2615,73	0,93	80,96	79,95	0,01	2436,53	4,14	78,41	77,31	0,06
2714,94	2,67	79,81	78,62	0,11	2615,93	1,08	80,66	79,63	0,01	2436,64	4,53	78,09	76,95	0,07
2715,13	3,30	79,27	78,03	0,12	2616,12	1,27	80,27	79,20	0,01	2436,83	5,37	77,40	76,21	0,12
2715,24	3,64	78,97	77,71	0,13	2616,23	1,38	80,03	78,94	0,01	2436,94	5,81	77,04	75,81	0,14
2715,43	4,39	78,32	77,01	0,16	2616,34	1,50	79,77	78,65	0,01	2437,13	6,72	76,28	74,99	0,22
2715,54	4,78	77,97	76,64	0,18	2616,53	1,76	79,16	77,98	0,02	2437,23	7,20	75,89	74,57	0,26
2715,74	5,61	77,23	75,84	0,23	2616,64	1,91	78,81	77,60	0,03	2437,44	8,17	75,09	73,70	0,37
2715,93	6,49	76,45	74,99	0,30	2616,83	2,23	78,05	76,76	0,05	2437,63	9,16	74,27	72,81	0,50
2716,04	6,95	76,04	74,55	0,34	2616,93	2,40	77,63	76,30	0,07	2437,73	9,66	73,85	72,36	0,58
2716,24	7,88	75,20	73,65	0,45	2617,04	2,57	77,19	75,82	0,09	2437,94	10,66	73,02	71,46	0,76
2716,43	8,83	74,35	72,72	0,58	2617,23	2,94	76,25	74,79	0,15	2438,13	11,66	72,19	70,57	0,96
2716,54	9,31	73,91	72,25	0,65	2617,43	3,33	75,23	73,68	0,23	2438,23	12,15	71,78	70,13	1,07
2716,74	10,27	73,04	71,31	0,83	2617,64	3,74	74,15	72,51	0,33	2438,42	13,12	70,98	69,26	1,31
2716,94	11,23	72,17	70,38	1,03	2617,83	4,16	73,03	71,28	0,47	2438,53	13,60	70,58	68,83	1,44
2717,13	12,17	71,31	69,45	1,25	2617,93	4,37	72,46	70,65	0,55	2438,64	14,06	70,19	68,41	1,58
2717,24	12,63	70,89	69,00	1,38	2618,14	4,79	71,29	69,38	0,73	2438,83	14,97	69,44	67,60	1,87
2717,44	13,53	70,06	68,11	1,64	2618,34	5,21	70,11	68,09	0,95	2438,94	15,40	69,08	67,21	2,02
2717,64	14,39	69,27	67,26	1,93	2618,53	5,63	68,93	66,81	1,21	2439,14	16,24	68,38	66,46	2,34
2717,83	15,21	68,51	66,44	2,25	2618,64	5,83	68,34	66,17	1,34	2439,33	17,03	67,72	65,75	2,68
2718,04	15,99	67,79	65,67	2,58	2618,84	6,23	67,18	64,91	1,65	2439,44	17,40	67,41	65,41	2,86
2718,14	16,36	67,44	65,30	2,75	2619,03	6,62	66,05	63,68	1,98	2439,64	18,10	66,82	64,78	3,22
2718,33	17,06	66,79	64,60	3,11	2619,14	6,81	65,49	63,08	2,16	2439,83	18,75	66,28	64,20	3,59
2718,55	17,71	66,19	63,95	3,48	2619,25	6,99	64,95	62,49	2,35	2439,94	19,05	66,02	63,93	3,78
2718,74	18,29	65,64	63,36	3,86	2619,43	7,34	63,90	61,35	2,74	2440,05	19,33	65,78	63,67	3,97
2718,93	18,83	65,14	62,83	4,25	2619,54	7,51	63,39	60,80	2,95	2440,23	19,86	65,34	63,19	4,35
2719,13	19,30	64,69	62,35	4,64	2619,73	7,82	62,42	59,75	3,37	2440,44	20,33	64,94	62,77	4,74
2719,24	19,52	64,48	62,13	4,84	2619,84	7,97	61,96	59,25	3,59	2440,64	20,73	64,59	62,40	5,12
2719,44	19,91	64,11	61,73	5,23	2620,04	8,25	61,08	58,30	4,05	2440,83	21,09	64,29	62,07	5,50
2719,63	20,25	63,79	61,39	5,61	2620,23	8,51	60,27	57,43	4,52	2440,94	21,24	64,16	61,93	5,69
2719,74	20,40	63,64	61,24	5,81	2620,34	8,62	59,89	57,02	4,76	2441,14	21,51	63,93	61,68	6,06
2719,94	20,66	63,39	60,97	6,18	2620,54	8,84	59,18	56,25	5,24	2441,33	21,74	63,73	61,48	6,42
2720,13	20,87	63,18	60,75	6,55	2620,73	9,03	58,54	55,56	5,72	2441,44	21,83	63,65	61,39	6,59

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
2720,24	20,96	63,09	60,66	6,73	2620,84	9,12	58,25	55,25	5,97	2441,63	21,98	63,52	61,25	6,93
2720,44	21,10	62,94	60,51	7,08	2621,04	9,28	57,71	54,67	6,45	2441,73	22,04	63,46	61,19	7,10
2720,63	21,21	62,83	60,39	7,41	2621,23	9,41	57,24	54,17	6,93	2441,84	22,09	63,42	61,15	7,26
2720,74	21,25	62,79	60,35	7,57	2621,34	9,47	57,03	53,95	7,17	2442,03	22,17	63,35	61,08	7,57
2720,85	21,28	62,76	60,32	7,73	2621,54	9,57	56,66	53,55	7,64	2442,14	22,19	63,32	61,05	7,72
2721,04	21,32	62,71	60,28	8,03	2621,73	9,65	56,35	53,22	8,09	2442,33	22,21	63,30	61,03	8,00
2721,15	21,32	62,70	60,27	8,18	2621,84	9,68	56,22	53,08	8,31	2442,44	22,22	63,29	61,03	8,14
2721,33	21,32	62,69	60,27	8,45	2622,04	9,73	55,99	52,84	8,74	2442,64	22,20	63,30	61,04	8,40
2721,44	21,30	62,70	60,28	8,58	2622,25	9,77	55,82	52,66	9,16	2442,84	22,16	63,33	61,07	8,63
2721,65	21,26	62,72	60,31	8,83	2622,44	9,79	55,69	52,53	9,55	2443,03	22,10	63,38	61,12	8,85
2721,85	21,20	62,77	60,37	9,06	2622,54	9,79	55,65	52,48	9,74	2443,14	22,07	63,40	61,16	8,96
2722,04	21,13	62,82	60,44	9,27	2622,73	9,80	55,59	52,42	10,10	2443,34	21,99	63,47	61,23	9,15
2722,15	21,08	62,86	60,48	9,36	2622,84	9,79	55,57	52,41	10,28	2443,53	21,89	63,54	61,31	9,32
2722,35	20,99	62,93	60,57	9,54	2623,04	9,78	55,56	52,40	10,60	2443,64	21,85	63,58	61,36	9,40
2722,54	20,89	63,02	60,66	9,70	2623,23	9,76	55,59	52,43	10,91	2443,84	21,74	63,67	61,45	9,55
2722,65	20,84	63,06	60,71	9,78	2623,34	9,75	55,61	52,46	11,05	2444,03	21,64	63,75	61,55	9,68
2722,83	20,73	63,16	60,81	9,91	2623,54	9,71	55,67	52,53	11,32	2444,14	21,58	63,80	61,60	9,74
2722,94	20,67	63,20	60,87	9,98	2623,73	9,68	55,75	52,62	11,57	2444,34	21,48	63,89	61,70	9,85
2723,15	20,56	63,30	60,97	10,09	2623,84	9,66	55,79	52,67	11,68	2444,55	21,37	63,98	61,80	9,94
2723,33	20,45	63,40	61,08	10,18	2623,95	9,64	55,84	52,73	11,79	2444,74	21,26	64,07	61,89	10,02
2723,44	20,40	63,44	61,13	10,23	2624,14	9,59	55,95	52,85	11,99	2444,84	21,21	64,11	61,94	10,05
2723,65	20,29	63,54	61,23	10,30	2624,34	9,55	56,06	52,98	12,16	2445,05	21,11	64,20	62,03	10,11
2723,83	20,18	63,63	61,33	10,36	2624,45	9,53	56,13	53,05	12,25	2445,24	21,02	64,28	62,12	10,16
2723,94	20,13	63,67	61,37	10,39	2624,64	9,48	56,25	53,19	12,39	2445,34	20,97	64,32	62,16	10,18
2724,13	20,04	63,76	61,46	10,43	2624,75	9,46	56,31	53,26	12,46	2445,55	20,88	64,39	62,23	10,21
2724,24	19,99	63,80	61,50	10,45	2624,95	9,41	56,44	53,40	12,58	2445,74	20,81	64,46	62,31	10,24
2724,35	19,95	63,84	61,55	10,47	2625,14	9,36	56,56	53,55	12,68	2445,84	20,77	64,49	62,34	10,24
2724,54	19,87	63,91	61,62	10,49	2625,25	9,34	56,62	53,61	12,72	2446,03	20,70	64,55	62,40	10,26
2724,65	19,83	63,94	61,66	10,50	2625,44	9,30	56,74	53,75	12,80	2446,14	20,67	64,58	62,43	10,26
2724,85	19,76	64,01	61,72	10,51	2625,54	9,28	56,80	53,81	12,83	2446,34	20,61	64,63	62,48	10,26
2725,04	19,69	64,06	61,78	10,52	2625,75	9,24	56,91	53,94	12,88	2446,55	20,56	64,67	62,52	10,26
2725,15	19,66	64,09	61,81	10,52	2625,94	9,21	57,02	54,06	12,93	2446,74	20,51	64,70	62,56	10,26
2725,30	19,64	64,11	61,83	10,52	2626,04	9,19	57,06	54,11	12,94	2446,84	20,50	64,72	62,57	10,25
2725,44	19,59	64,15	61,87	10,52	2626,25	9,16	57,16	54,22	12,97	2447,05	20,46	64,74	62,60	10,24
2725,65	19,55	64,19	61,91	10,51	2626,45	9,13	57,24	54,31	12,99	2447,24	20,44	64,77	62,62	10,23
2725,85	19,52	64,22	61,94	10,50	2626,64	9,11	57,31	54,40	12,99	2447,34	20,42	64,77	62,63	10,22
2726,04	19,49	64,24	61,96	10,49	2626,75	9,10	57,35	54,44	13,00	2447,55	20,41	64,79	62,64	10,21
2726,15	19,48	64,25	61,97	10,48	2626,95	9,08	57,40	54,51	12,99	2447,74	20,40	64,79	62,65	10,19
2726,33	19,47	64,26	61,99	10,46	2627,14	9,06	57,45	54,57	12,99	2447,84	20,39	64,80	62,65	10,18
2726,44	19,46	64,26	61,99	10,46	2627,34	9,05	57,50	54,62	12,98	2448,05	20,39	64,80	62,66	10,17
2726,65	19,46	64,27	62,00	10,44	2627,45	9,04	57,51	54,64	12,97	2448,24	20,39	64,80	62,65	10,15
2726,85	19,45	64,27	62,01	10,42	2627,64	9,03	57,54	54,68	12,95	2448,34	20,39	64,79	62,65	10,14
2727,04	19,46	64,27	62,01	10,41	2627,75	9,03	57,56	54,70	12,95	2448,55	20,40	64,79	62,65	10,13
2727,15	19,46	64,27	62,00	10,40	2627,95	9,02	57,58	54,72	12,93	2448,75	20,41	64,78	62,64	10,11
2727,35	19,47	64,26	62,00	10,38	2628,15	9,02	57,59	54,74	12,91	2448,94	20,42	64,77	62,63	10,10
2727,54	19,48	64,25	61,99	10,37	2628,34	9,02	57,59	54,75	12,89	2449,05	20,43	64,76	62,62	10,09
2727,65	19,48	64,24	61,98	10,36	2628,45	9,02	57,60	54,75	12,88	2449,16	20,44	64,76	62,62	10,09
2727,85	19,50	64,23	61,97	10,35	2628,64	9,02	57,59	54,75	12,86	2449,34	20,45	64,74	62,60	10,08
2728,05	19,51	64,22	61,96	10,33	2628,75	9,02	57,59	54,75	12,85	2449,55	20,47	64,73	62,59	10,07
2728,24	19,53	64,20	61,94	10,32	2628,95	9,03	57,58	54,74	12,83	2449,75	20,49	64,71	62,58	10,06
2728,35	19,54	64,19	61,94	10,32	2629,14	9,03	57,57	54,73	12,81	2449,86	20,49	64,71	62,57	10,05
2728,55	19,55	64,18	61,92	10,31	2629,25	9,04	57,56	54,72	12,80	2450,05	20,51	64,69	62,56	10,05
2728,76	19,57	64,16	61,90	10,30	2629,45	9,05	57,54	54,70	12,78	2450,25	20,53	64,67	62,54	10,04
2728,94	19,59	64,15	61,89	10,30	2629,65	9,05	57,53	54,68	12,77	2450,44	20,54	64,66	62,53	10,04
2729,05	19,59	64,14	61,88	10,30	2629,84	9,06	57,51	54,66	12,75	2450,55	20,55	64,65	62,52	10,04
2729,24	19,61	64,13	61,86	10,29	2629,95	9,07	57,50	54,65	12,75	2450,74	20,56	64,63	62,50	10,03
2729,35	19,62	64,12	61,85	10,29	2630,14	9,08	57,47	54,62	12,74	2450,84	20,57	64,63	62,50	10,03
2729,55	19,63	64,10	61,84	10,29	2630,25	9,08	57,46	54,61	12,73	2451,06	20,58	64,61	62,49	10,03
2729,74	19,65	64,09	61,82	10,29	2630,36	9,08	57,45	54,59	12,73	2451,45	20,60	64,60	62,47	10,03
2729,85	19,66	64,08	61,82	10,29	2630,55	9,09	57,43	54,57	12,72	2451,63	20,60	64,59	62,47	10,03
2730,05	19,67	64,07	61,80	10,29	2630,65	9,10	57,42	54,56	12,72	2451,95	20,61	64,58	62,46	10,04
2730,24	19,68	64,06	61,79	10,30	2630,84	9,10	57,39	54,53	12,71	2452,28	20,62	64,57	62,46	10,04
2730,35	19,69	64,05	61,78	10,30	2630,95	9,11	57,38	54,52	12,71	2452,45	20,63	64,56	62,45	10,04
2730,46	19,69	64,05	61,78	10,30	2631,14	9,11	57,36	54,49	12,71	2452,60	20,64	64,55	62,44	10,04
2730,65	19,70	64,04	61,76	10,30	2631,25	9,12	57,35	54,48	12,71	2452,74	20,65	64,54	62,44	10,05
2730,76	19,71	64,03	61,76	10,30	2631,45	9,12	57,33	54,45	12,70	2452,89	20,65	64,53	62,44	10,05
2730,94	19,72	64,02	61,74	10,31	2631,56	9,13	57,32	54,44	12,70	2453,03	20,66	64,53	62,43	10,06
2731,05	19,72	64,02	61,74	10,31	2631,75	9,13	57,30	54,42	12,71	2453,17	20,66	64,52	62,43	10,06
2731,26	19,73	64,01	61,73	10,31	2631,86	9,14	57,29	54,41	12,71	2453,33	20,67	64,51	62,43	10,06
2731,44	19,74	64,01	61,72	10,32	2632,05	9,14	57,27	54,39	12,71	2453,50	20,67	64,51	62,43	10,07
2731,55	19,74	64,00	61,72	10,32	2632,15	9,14	57,26	54,38	12,71	2453,66	20,67	64,50	62,43	10,07
2731,76	19,75	64,00	61,71	10,33	2632,34	9,15	57,24	54,36	12,71	2453,80	20,67	64,50	62,43	10,08
2731,94	19,76	63,99	61,70	10,33	2632,45	9,15	57,23	54,35	12,72	2453,95	20,67	64,50	62,44	10,08
2732,05	19,76	63,99	61,70	10,33	2632,56	9,15	57,23	54,35	12,72	2454,08	20,67	64,49	62,44	10,09
2732,26	19,76	63,99	61,69	10,34	2632,75	9,15	57,21	54,33	12,72	2454,25	20,67	64,49	62,44	10,09
2732,44	19,77	63,99	61,69	10,34	2632,95	9,16	57,20	54,32	12,73	2454,36	20,67	64,49	62,45	10,09

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
2732,55	19,77	63,99	61,69	10,34	2633,15	9,16	57,19	54,31	12,73	2454,56	20,67	64,49	62,45	10,10
2732,76	19,77	63,98	61,69	10,35	2633,36	9,16	57,18	54,30	12,74	2454,75	20,67	64,49	62,46	10,10
2732,96	19,78	63,98	61,68	10,35	2633,56	9,16	57,18	54,30	12,75	2454,95	20,66	64,49	62,46	10,11
2733,15	19,78	63,98	61,68	10,36	2633,75	9,16	57,17	54,29	12,75	2455,16	20,66	64,49	62,47	10,11
2733,26	19,78	63,98	61,68	10,36	2633,86	9,16	57,17	54,29	12,76	2455,35	20,66	64,49	62,47	10,11
2733,44	19,78	63,98	61,68	10,36	2634,05	9,16	57,16	54,29	12,76	2455,45	20,66	64,49	62,47	10,12
2733,55	19,78	63,98	61,68	10,36	2634,15	9,16	57,16	54,29	12,77	2455,66	20,65	64,50	62,48	10,12
2733,76	19,78	63,98	61,68	10,37	2634,34	9,17	57,16	54,29	12,77	2455,85	20,65	64,50	62,48	10,12
2733,94	19,78	63,98	61,69	10,37	2634,45	9,17	57,16	54,29	12,78	2455,95	20,65	64,50	62,48	10,12
2734,05	19,78	63,98	61,69	10,37	2634,56	9,17	57,16	54,30	12,78	2456,14	20,65	64,50	62,49	10,12
2734,26	19,77	63,98	61,69	10,37	2634,75	9,17	57,16	54,30	12,79	2456,25	20,64	64,50	62,49	10,12
2734,44	19,77	63,99	61,70	10,38	2634,86	9,17	57,17	54,30	12,79	2456,45	20,64	64,50	62,49	10,13
2734,55	19,77	63,99	61,70	10,38	2635,05	9,17	57,17	54,31	12,79	2456,64	20,64	64,51	62,50	10,13
2734,76	19,77	63,99	61,70	10,38	2635,15	9,17	57,17	54,31	12,80	2456,85	20,63	64,51	62,50	10,13
2734,96	19,76	63,99	61,71	10,38	2635,36	9,17	57,18	54,32	12,80	2456,95	20,63	64,51	62,50	10,13
2735,15	19,76	63,99	61,71	10,38	2635,56	9,17	57,18	54,33	12,81	2457,14	20,63	64,51	62,50	10,13
2735,26	19,75	63,99	61,71	10,38	2635,75	9,17	57,18	54,33	12,81	2457,25	20,62	64,52	62,50	10,13
2735,46	19,75	64,00	61,72	10,38	2635,86	9,17	57,19	54,33	12,81	2457,36	20,62	64,52	62,50	10,13
2735,65	19,74	64,00	61,72	10,38	2636,06	9,16	57,19	54,34	12,82	2457,55	20,62	64,52	62,50	10,13
2735,76	19,74	64,00	61,73	10,39	2636,25	9,16	57,19	54,34	12,82	2457,75	20,62	64,52	62,50	10,13
2735,96	19,74	64,00	61,73	10,39	2636,36	9,16	57,19	54,34	12,82	2457,86	20,61	64,52	62,50	10,13
2736,16	19,73	64,00	61,73	10,39	2636,56	9,16	57,19	54,34	12,82	2458,05	20,61	64,53	62,50	10,13
2736,35	19,73	64,01	61,73	10,39	2636,75	9,16	57,20	54,34	12,83	2458,16	20,61	64,53	62,50	10,13
2736,46	19,73	64,01	61,73	10,39	2636,86	9,16	57,20	54,34	12,83	2458,35	20,61	64,53	62,50	10,13
2736,66	19,72	64,01	61,73	10,39	2637,06	9,16	57,20	54,34	12,83	2458,45	20,61	64,53	62,50	10,13
2736,85	19,72	64,01	61,74	10,39	2637,25	9,15	57,20	54,34	12,83	2458,56	20,61	64,53	62,50	10,13
2736,96	19,71	64,01	61,74	10,39	2637,36	9,15	57,19	54,34	12,83	2458,75	20,61	64,53	62,49	10,13
2737,07	19,71	64,01	61,74	10,39	2637,55	9,15	57,19	54,33	12,83	2458,95	20,61	64,53	62,49	10,12
2737,26	19,71	64,01	61,74	10,39	2637,65	9,15	57,19	54,33	12,83	2459,16	20,61	64,54	62,49	10,12
2737,46	19,71	64,01	61,74	10,39	2637,86	9,14	57,19	54,33	12,83	2459,36	20,60	64,54	62,48	10,12
2737,65	19,70	64,01	61,74	10,39	2638,06	9,14	57,19	54,32	12,83					
2737,76	19,70	64,01	61,74	10,39	2638,25	9,14	57,19	54,32	12,83					
2737,87	19,70	64,01	61,73	10,39	2638,36	9,14	57,19	54,32	12,83					
2738,05	19,70	64,01	61,73	10,39	2638,47	9,14	57,19	54,32	12,84					
2738,16	19,69	64,01	61,73	10,38	2638,65	9,13	57,19	54,31	12,84					
2738,35	19,69	64,01	61,73	10,38	2638,76	9,13	57,19	54,31	12,84					
2738,46	19,69	64,01	61,73	10,38	2638,95	9,13	57,19	54,31	12,84					
2738,66	19,69	64,01	61,73	10,38	2639,06	9,13	57,19	54,31	12,84					
2738,85	19,69	64,01	61,73	10,38	2639,25	9,13	57,19	54,30	12,84					
2738,96	19,68	64,01	61,73	10,38	2639,36	9,13	57,19	54,30	12,84					
2739,16	19,68	64,01	61,73	10,38	2639,56	9,13	57,19	54,30	12,83					
2739,37	19,68	64,01	61,73	10,38	2639,76	9,13	57,19	54,30	12,83					
2739,55	19,68	64,01	61,73	10,38	2639,95	9,12	57,18	54,29	12,83					
2739,66	19,68	64,01	61,73	10,38	2640,06	9,12	57,18	54,29	12,83					
2739,85	19,68	64,01	61,73	10,38	2640,25	9,12	57,18	54,29	12,83					
2739,96	19,68	64,01	61,73	10,38	2640,36	9,12	57,18	54,29	12,83					
2740,16	19,68	64,01	61,73	10,37	2640,56	9,12	57,18	54,29	12,83					
2740,35	19,68	64,01	61,73	10,37	2640,75	9,12	57,18	54,29	12,83					
2740,46	19,68	64,01	61,73	10,37	2640,86	9,12	57,18	54,29	12,83					
2740,66	19,68	64,00	61,73	10,37	2641,06	9,12	57,18	54,29	12,83					
2740,85	19,68	64,00	61,74	10,37	2641,26	9,12	57,18	54,29	12,83					
2740,96	19,68	64,00	61,74	10,37	2641,45	9,11	57,18	54,29	12,83					
2741,07	19,68	64,00	61,74	10,37	2641,56	9,11	57,18	54,29	12,83					
2741,26	19,67	64,00	61,74	10,37	2641,76	9,11	57,18	54,29	12,82					
2741,37	19,67	64,00	61,74	10,37	2641,97	9,11	57,18	54,29	12,82					
2741,55	19,67	64,00	61,74	10,37	2642,16	9,11	57,18	54,30	12,82					
2741,66	19,67	64,00	61,74	10,37	2642,26	9,11	57,18	54,30	12,82					
2741,77	19,67	64,00	61,74	10,37	2642,45	9,11	57,18	54,30	12,82					
2741,96	19,67	64,00	61,75	10,36	2642,56	9,11	57,18	54,30	12,82					
2742,07	19,67	64,00	61,75	10,36	2642,67	9,11	57,18	54,31	12,82					
2742,26	19,67	63,99	61,75	10,36	2642,86	9,10	57,19	54,31	12,82					
2742,37	19,66	63,99	61,75	10,36	2642,97	9,10	57,19	54,31	12,82					
2742,57	19,66	63,99	61,75	10,36	2643,16	9,10	57,19	54,31	12,82					
2742,76	19,66	63,99	61,75	10,36	2643,26	9,10	57,19	54,32	12,82					
2742,96	19,66	63,99	61,75	10,36	2643,47	9,10	57,19	54,32	12,82					
2743,07	19,66	63,99	61,75	10,36	2643,66	9,10	57,19	54,33	12,81					
2743,26	19,66	63,98	61,75	10,36	2643,76	9,10	57,20	54,33	12,81					
2743,37	19,65	63,98	61,75	10,36	2643,97	9,10	57,20	54,33	12,81					
2743,57	19,65	63,98	61,75	10,36	2644,16	9,10	57,20	54,34	12,81					
2743,76	19,65	63,98	61,75	10,36	2644,26	9,10	57,20	54,34	12,81					
2743,87	19,65	63,98	61,75	10,36	2644,47	9,10	57,20	54,35	12,81					
2743,97	19,65	63,98	61,75	10,36	2644,66	9,10	57,21	54,36	12,81					
2744,16	19,65	63,99	61,75	10,36	2644,76	9,10	57,21	54,36	12,81					
2744,27	19,65	63,99	61,75	10,37	2644,95	9,10	57,21	54,37	12,81					
2744,46	19,65	63,99	61,75	10,37	2645,06	9,10	57,21	54,37	12,81					
2744,57	19,65	63,99	61,75	10,37	2645,17	9,10	57,21	54,37	12,81					

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
2744,77	19,65	63,99	61,75	10,37	2645,36	9,10	57,21	54,38	12,80					
2744,97	19,65	63,99	61,74	10,37	2645,47	9,11	57,21	54,38	12,80					
2745,18	19,65	63,99	61,74	10,37	2645,66	9,11	57,21	54,38	12,80					
2745,37	19,66	63,99	61,74	10,37	2645,76	9,11	57,21	54,38	12,80					
2745,48	19,66	64,00	61,74	10,37	2645,95	9,11	57,21	54,39	12,80					
2745,66	19,66	64,00	61,74	10,37	2646,06	9,11	57,21	54,39	12,80					
2745,77	19,66	64,00	61,74	10,37	2646,26	9,11	57,21	54,39	12,80					
2745,96	19,66	64,00	61,73	10,38	2646,37	9,11	57,21	54,40	12,80					
2746,07	19,66	64,00	61,73	10,38	2646,56	9,11	57,22	54,40	12,80					
2746,26	19,67	64,00	61,73	10,38	2646,67	9,11	57,22	54,40	12,80					
2746,37	19,67	64,00	61,73	10,38	2646,86	9,11	57,22	54,41	12,80					
2746,48	19,67	64,00	61,73	10,38	2646,97	9,12	57,22	54,41	12,80					
2746,66	19,67	64,00	61,73	10,38	2647,16	9,12	57,22	54,41	12,80					
2746,77	19,67	64,00	61,73	10,38	2647,26	9,12	57,22	54,41	12,80					
2746,98	19,67	64,00	61,74	10,38	2647,47	9,12	57,21	54,42	12,80					
2747,16	19,68	64,00	61,74	10,38	2647,66	9,12	57,21	54,42	12,80					
2747,27	19,68	64,00	61,74	10,38	2647,77	9,12	57,21	54,42	12,80					
2747,46	19,68	64,00	61,74	10,38	2647,87	9,12	57,21	54,42	12,80					
2747,57	19,68	64,00	61,74	10,38	2648,06	9,13	57,21	54,43	12,80					
2747,77	19,67	64,00	61,74	10,39	2648,17	9,13	57,21	54,43	12,80					
2747,96	19,67	64,00	61,75	10,39	2648,36	9,13	57,21	54,43	12,80					
2748,07	19,67	64,00	61,75	10,39	2648,47	9,13	57,21	54,43	12,80					
2748,27	19,67	64,00	61,75	10,39	2648,67	9,13	57,20	54,43	12,80					
2748,38	19,67	64,00	61,75	10,39	2648,87	9,13	57,20	54,43	12,80					
2748,57	19,67	64,00	61,75	10,39	2648,98	9,13	57,20	54,43	12,80					
2748,68	19,67	64,00	61,75	10,39	2649,17	9,13	57,20	54,43	12,80					
2748,87	19,66	63,99	61,75	10,39	2649,36	9,13	57,20	54,43	12,80					
2748,98	19,66	63,99	61,75	10,39	2649,47	9,13	57,20	54,43	12,80					
2749,16	19,66	63,99	61,75	10,39	2649,67	9,13	57,20	54,42	12,80					
2749,27	19,66	63,98	61,75	10,39	2649,87	9,13	57,20	54,42	12,80					
2749,48	19,66	63,98	61,75	10,39	2650,08	9,13	57,20	54,42	12,80					
2749,66	19,65	63,98	61,74	10,38	2650,27	9,13	57,20	54,42	12,80					
2749,77	19,64	63,98	61,75	10,38	2650,37	9,13	57,20	54,42	12,80					
2749,98	19,60	64,00	61,77	10,38	2650,56	9,13	57,20	54,41	12,80					
2750,18	19,52	64,04	61,82	10,38	2650,67	9,13	57,21	54,42	12,81					
2750,37	19,40	64,11	61,89	10,38	2650,87	9,14	57,22	54,42	12,81					
2750,48	19,32	64,16	61,94	10,38	2650,98	9,14	57,23	54,43	12,81					
2750,66	19,15	64,28	62,07	10,38	2651,09	9,14	57,24	54,44	12,81					
2750,77	19,05	64,34	62,14	10,38	2651,28	9,15	57,27	54,47	12,81					
2750,98	18,82	64,50	62,31	10,38	2651,39	9,15	57,30	54,49	12,81					
2751,18	18,57	64,69	62,51	10,38	2651,58	9,17	57,35	54,54	12,81					
2751,37	18,28	64,89	62,73	10,37	2651,78	9,18	57,42	54,61	12,82					
2751,48	18,13	65,00	62,85	10,37	2651,89	9,19	57,47	54,65	12,82					
2751,66	17,81	65,24	63,10	10,35	2652,08	9,21	57,57	54,75	12,82					
2751,77	17,64	65,37	63,24	10,35	2652,27	9,24	57,70	54,88	12,82					
2751,98	17,29	65,62	63,52	10,33	2652,39	9,26	57,78	54,96	12,82					
2752,18	16,94	65,89	63,81	10,30	2652,50	9,28	57,87	55,05	12,83					
2752,37	16,57	66,17	64,10	10,27	2652,69	9,32	58,08	55,25	12,83					
2752,48	16,39	66,31	64,25	10,26	2652,87	9,37	58,34	55,51	12,84					
2752,68	16,03	66,59	64,56	10,22	2652,98	9,40	58,49	55,66	12,84					
2752,87	15,66	66,86	64,86	10,17	2653,17	9,47	58,83	56,00	12,85					
2752,98	15,49	67,00	65,00	10,15	2653,28	9,50	59,02	56,18	12,85					
2753,18	15,14	67,27	65,30	10,09	2653,47	9,58	59,44	56,59	12,86					
2753,38	14,80	67,54	65,58	10,03	2653,59	9,62	59,67	56,82	12,87					
2753,57	14,47	67,79	65,86	9,97	2653,70	9,67	59,91	57,05	12,88					
2753,68	14,32	67,91	65,99	9,93	2653,87	9,76	60,41	57,55	12,89					
2753,87	14,02	68,15	66,25	9,86	2654,06	9,85	60,95	58,08	12,91					
2753,98	13,88	68,26	66,37	9,82	2654,17	9,90	61,24	58,36	12,92					
2754,18	13,61	68,47	66,60	9,75	2654,37	10,00	61,83	58,94	12,94					
2754,38	13,36	68,67	66,82	9,67	2654,56	10,11	62,45	59,55	12,97					
2754,57	13,14	68,85	67,01	9,58	2654,69	10,16	62,77	59,86	12,98					
2754,68	13,03	68,94	67,11	9,54	2654,87	10,27	63,43	60,51	13,02					
2754,87	12,84	69,09	67,28	9,46	2655,08	10,38	64,10	61,17	13,05					
2754,98	12,75	69,17	67,36	9,41	2655,28	10,50	64,79	61,85	13,09					
2755,09	12,66	69,23	67,43	9,37	2655,48	10,61	65,49	62,53	13,13					
2755,27	12,51	69,36	67,57	9,29	2655,67	10,72	66,19	63,22	13,18					
2755,38	12,44	69,41	67,63	9,24	2655,78	10,77	66,54	63,56	13,21					
2755,49	12,38	69,47	67,69	9,20	2655,97	10,88	67,22	64,23	13,26					
2755,68	12,27	69,56	67,79	9,12	2656,08	10,93	67,57	64,57	13,28					
2755,88	12,18	69,64	67,88	9,04	2656,28	11,04	68,24	65,23	13,34					
2756,09	12,10	69,70	67,95	8,96	2656,48	11,14	68,91	65,89	13,40					
2756,27	12,04	69,75	68,01	8,88	2656,67	11,24	69,57	66,53	13,46					
2756,38	12,02	69,77	68,03	8,85	2656,78	11,29	69,90	66,85	13,49					
2756,59	11,96	69,82	68,08	8,77	2656,98	11,39	70,54	67,48	13,55					
2756,77	11,88	69,88	68,15	8,71	2657,17	11,48	71,16	68,09	13,61					
2756,88	11,83	69,92	68,19	8,67	2657,28	11,53	71,47	68,39	13,65					

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
2757,09	11,72	70,01	68,29	8,61	2657,47	11,61	72,06	68,98	13,71					
2757,27	11,57	70,13	68,42	8,55	2657,58	11,66	72,35	69,26	13,75					
2757,38	11,49	70,20	68,50	8,53	2657,78	11,74	72,91	69,81	13,81					
2757,59	11,31	70,35	68,67	8,47	2657,98	11,82	73,44	70,33	13,88					
2757,79	11,09	70,54	68,87	8,42	2658,17	11,89	73,96	70,84	13,95					
2757,98	10,86	70,75	69,11	8,37	2658,28	11,93	74,21	71,08	13,98					
2758,09	10,73	70,87	69,23	8,35	2658,48	12,00	74,69	71,56	14,04					
2758,27	10,46	71,12	69,50	8,30	2658,73	12,06	75,16	72,02	14,11					
2758,38	10,32	71,25	69,65	8,28	2658,84	12,10	75,39	72,24	14,14					
2758,57	10,02	71,54	69,95	8,23	2659,03	12,16	75,84	72,68	14,21					
2758,68	9,86	71,68	70,11	8,20	2659,22	12,23	76,28	73,12	14,27					
2758,79	9,71	71,83	70,27	8,17	2659,33	12,26	76,50	73,33	14,30					
2758,99	9,39	72,14	70,61	8,12	2659,52	12,33	76,94	73,77	14,36					
2759,18	9,06	72,46	70,95	8,05	2659,70	12,40	77,38	74,20	14,42					
2759,38	8,73	72,79	71,30	7,99	2659,91	12,46	77,82	74,63	14,48					
2759,59	8,40	73,11	71,65	7,92	2660,09	12,53	78,27	75,07	14,53					
2759,79	8,08	73,44	72,00	7,84	2660,28	12,60	78,71	75,50	14,59					
2759,98	7,76	73,76	72,34	7,76	2660,48	12,67	79,16	75,93	14,64					
2760,09	7,61	73,91	72,51	7,71	2660,67	12,73	79,60	76,36	14,70					
2760,29	7,31	74,22	72,84	7,62	2660,78	12,77	79,81	76,58	14,72					
2760,48	7,02	74,52	73,15	7,53	2660,98	12,83	80,25	76,99	14,77					
2760,59	6,89	74,66	73,30	7,48	2661,19	12,90	80,67	77,40	14,83					
2760,79	6,63	74,93	73,60	7,38	2661,38	12,96	81,08	77,80	14,88					
2760,98	6,38	75,19	73,87	7,27	2661,48	12,99	81,28	78,00	14,90					
2761,09	6,27	75,31	74,00	7,22	2661,69	13,04	81,67	78,38	14,95					
2761,29	6,05	75,55	74,25	7,11	2661,89	13,10	82,05	78,74	15,00					
2761,48	5,85	75,76	74,47	7,00	2662,08	13,15	82,41	79,08	15,05					
2761,59	5,76	75,86	74,58	6,94	2662,19	13,18	82,58	79,25	15,07					
2761,69	5,68	75,95	74,68	6,89	2662,39	13,22	82,91	79,56	15,12					
2761,90	5,52	76,13	74,86	6,77	2662,58	13,27	83,22	79,86	15,16					
2762,10	5,38	76,29	75,03	6,66	2662,69	13,29	83,36	80,00	15,18					
2762,29	5,26	76,42	75,17	6,55	2662,89	13,33	83,63	80,26	15,23					
2762,49	5,16	76,54	75,29	6,44	2663,09	13,36	83,89	80,50	15,27					
2762,69	5,07	76,65	75,40	6,34	2663,30	13,39	84,11	80,71	15,31					
2762,80	5,04	76,69	75,45	6,28	2663,48	13,42	84,32	80,91	15,35					
2762,99	4,98	76,77	75,52	6,18	2663,59	13,43	84,41	81,00	15,37					
2763,10	4,95	76,80	75,56	6,13	2663,80	13,45	84,59	81,16	15,41					
2763,21	4,93	76,83	75,59	6,08	2663,91	13,46	84,66	81,24	15,43					
2763,32	4,91	76,86	75,61	6,04	2664,11	13,48	84,81	81,38	15,46					
2763,52	4,89	76,90	75,65	5,94	2664,22	13,49	84,88	81,44	15,48					
2763,63	4,88	76,91	75,67	5,90	2664,31	13,50	84,95	81,51	15,50					
2763,84	4,87	76,94	75,69	5,82	2664,53	13,52	85,08	81,64	15,53					
2763,95	4,87	76,95	75,69	5,78	2664,73	13,54	85,22	81,76	15,56					
2764,15	4,87	76,95	75,70	5,70	2664,94	13,56	85,35	81,89	15,59					
2764,34	4,89	76,95	75,69	5,63	2665,05	13,57	85,42	81,96	15,60					
2764,45	4,90	76,95	75,68	5,59	2665,25	13,59	85,56	82,09	15,63					
2764,55	4,91	76,94	75,68	5,56	2665,45	13,61	85,70	82,22	15,65					
2764,66	4,92	76,94	75,67	5,53	2665,56	13,62	85,77	82,29	15,66					
2764,87	4,94	76,92	75,65	5,47	2665,77	13,65	85,92	82,44	15,69					
2765,07	4,97	76,90	75,62	5,42	2665,88	13,66	86,00	82,51	15,70					
2765,18	4,99	76,88	75,60	5,40	2666,08	13,68	86,15	82,66	15,72					
2765,38	5,03	76,86	75,57	5,35	2666,19	13,69	86,23	82,74	15,73					
2765,49	5,04	76,84	75,55	5,33	2666,30	13,71	86,31	82,82	15,74					
2765,60	5,06	76,82	75,54	5,31	2666,50	13,73	86,47	82,97	15,76					
2765,71	5,08	76,81	75,52	5,29	2666,61	13,74	86,56	83,05	15,77					
2765,91	5,12	76,77	75,48	5,26	2666,72	13,76	86,64	83,13	15,78					
2766,02	5,14	76,76	75,46	5,25	2666,83	13,77	86,73	83,22	15,79					
2766,13	5,15	76,74	75,44	5,23	2666,94	13,78	86,82	83,30	15,80					
2766,24	5,17	76,72	75,42	5,22	2667,05	13,80	86,91	83,39	15,81					
2766,35	5,19	76,70	75,41	5,21	2667,16	13,81	87,00	83,48	15,82					
2766,46	5,21	76,68	75,39	5,20	2667,27	13,83	87,10	83,58	15,83					
2766,57	5,23	76,67	75,37	5,19	2667,47	13,86	87,31	83,78	15,85					
2766,68	5,24	76,65	75,35	5,18	2667,58	13,88	87,42	83,89	15,86					
2766,79	5,26	76,63	75,33	5,17	2667,69	13,90	87,53	84,00	15,87					
2766,90	5,28	76,61	75,31	5,16	2667,80	13,92	87,65	84,11	15,88					
2767,01	5,29	76,60	75,29	5,15	2667,91	13,93	87,77	84,23	15,89					
2767,12	5,31	76,58	75,28	5,15	2668,02	13,95	87,89	84,35	15,90					
2767,23	5,32	76,56	75,26	5,14	2668,13	13,97	88,02	84,47	15,91					
2767,34	5,34	76,55	75,25	5,14	2668,24	14,00	88,15	84,59	15,92					
2767,45	5,35	76,53	75,23	5,13	2668,34	14,02	88,28	84,72	15,93					
2767,57	5,36	76,52	75,21	5,13	2668,45	14,04	88,41	84,85	15,94					
2767,68	5,37	76,51	75,20	5,13	2668,56	14,06	88,55	84,98	15,95					
2767,79	5,39	76,49	75,19	5,12	2668,67	14,08	88,68	85,12	15,96					
2767,90	5,40	76,48	75,17	5,12	2668,78	14,11	88,82	85,25	15,97					
2768,01	5,41	76,47	75,16	5,12	2668,89	14,13	88,96	85,39	15,98					
2768,12	5,42	76,46	75,15	5,12	2669,00	14,15	89,10	85,52	15,99					

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
2768,23	5,42	76,45	75,14	5,12	2669,13	14,18	89,24	85,66	16,00					
2768,35	5,43	76,44	75,13	5,12	2669,24	14,20	89,38	85,79	16,01					
2768,46	5,44	76,43	75,12	5,12	2669,34	14,22	89,52	85,93	16,02					
2768,59	5,45	76,42	75,11	5,12	2669,45	14,24	89,66	86,06	16,03					
2768,70	5,45	76,42	75,10	5,12	2669,56	14,27	89,80	86,20	16,04					
2768,82	5,46	76,41	75,09	5,12	2669,67	14,29	89,93	86,33	16,05					
2768,93	5,46	76,40	75,09	5,12	2669,78	14,31	90,07	86,46	16,07					
2769,04	5,47	76,40	75,08	5,12	2669,89	14,34	90,20	86,59	16,08					
2769,15	5,47	76,39	75,08	5,12	2670,02	14,36	90,34	86,72	16,09					
2769,27	5,47	76,39	75,07	5,12	2670,13	14,38	90,47	86,84	16,10					
2769,40	5,48	76,38	75,07	5,12	2670,25	14,40	90,59	86,96	16,11					
2769,51	5,48	76,38	75,06	5,12	2670,36	14,42	90,72	87,08	16,12					
2769,63	5,48	76,38	75,06	5,13	2670,47	14,44	90,84	87,20	16,14					
2769,74	5,48	76,38	75,06	5,13	2670,58	14,46	90,96	87,32	16,15					
2769,87	5,48	76,37	75,06	5,13	2670,70	14,48	91,07	87,43	16,16					
2769,98	5,48	76,37	75,06	5,13	2670,81	14,50	91,19	87,53	16,17					
2770,10	5,48	76,37	75,06	5,13	2670,92	14,52	91,29	87,64	16,19					
2770,21	5,48	76,37	75,06	5,13	2671,05	14,54	91,40	87,74	16,20					
2770,34	5,48	76,37	75,06	5,14	2671,16	14,56	91,50	87,84	16,21					
2770,45	5,48	76,37	75,06	5,14	2671,27	14,57	91,60	87,93	16,22					
2770,57	5,48	76,37	75,06	5,14	2671,38	14,59	91,70	88,02	16,24					
2770,70	5,48	76,37	75,06	5,14	2671,50	14,60	91,79	88,11	16,25					
2770,80	5,48	76,37	75,06	5,14	2671,61	14,62	91,87	88,19	16,26					
2770,93	5,48	76,37	75,07	5,14	2671,72	14,63	91,96	88,27	16,27					
2771,05	5,47	76,37	75,07	5,15	2671,84	14,65	92,04	88,34	16,29					
2771,16	5,47	76,38	75,07	5,15	2671,97	14,66	92,11	88,41	16,30					
2771,29	5,47	76,38	75,07	5,15	2672,08	14,67	92,18	88,48	16,31					
2771,40	5,47	76,38	75,08	5,15	2672,20	14,68	92,25	88,54	16,32					
					2672,31	14,69	92,31	88,60	16,34					
					2672,42	14,70	92,37	88,66	16,35					
					2672,55	14,71	92,43	88,71	16,36					
					2672,66	14,72	92,48	88,76	16,37					
					2672,78	14,73	92,53	88,80	16,38					
					2672,91	14,74	92,58	88,84	16,40					
					2673,02	14,75	92,62	88,88	16,41					
					2673,13	14,75	92,66	88,91	16,42					
					2673,25	14,76	92,69	88,95	16,43					
					2673,36	14,76	92,72	88,97	16,44					
					2673,49	14,77	92,75	89,00	16,45					
					2673,59	14,77	92,78	89,02	16,46					
					2673,72	14,78	92,80	89,04	16,47					
					2673,84	14,78	92,82	89,05	16,48					
					2673,97	14,78	92,84	89,07	16,49					
					2674,09	14,78	92,85	89,08	16,50					
					2674,22	14,79	92,86	89,09	16,50					
					2674,35	14,79	92,87	89,09	16,51					
					2674,47	14,79	92,88	89,10	16,52					
					2674,58	14,79	92,88	89,10	16,53					
					2674,70	14,79	92,88	89,10	16,54					
					2674,83	14,79	92,88	89,10	16,54					
					2674,95	14,79	92,88	89,09	16,55					
					2675,06	14,79	92,88	89,09	16,56					
					2675,19	14,79	92,88	89,08	16,56					
					2675,31	14,79	92,87	89,07	16,57					
					2675,42	14,79	92,86	89,06	16,57					
					2675,55	14,79	92,85	89,05	16,58					
					2675,67	14,79	92,85	89,04	16,58					
					2675,80	14,78	92,84	89,03	16,59					
					2675,91	14,78	92,82	89,02	16,59					
					2676,03	14,78	92,81	89,00	16,60					
					2676,16	14,78	92,80	88,99	16,60					
					2676,28	14,78	92,79	88,97	16,60					
					2676,41	14,77	92,77	88,96	16,61					
					2676,52	14,77	92,76	88,94	16,61					
					2676,64	14,77	92,75	88,93	16,61					
					2676,77	14,77	92,73	88,91	16,62					
					2676,89	14,77	92,72	88,89	16,62					
					2677,02	14,76	92,70	88,88	16,62					
					2677,14	14,76	92,69	88,86	16,62					
					2677,27	14,76	92,67	88,84	16,62					
					2677,38	14,76	92,66	88,83	16,63					
					2677,50	14,75	92,65	88,81	16,63					
					2677,63	14,75	92,63	88,80	16,63					
					2677,75	14,75	92,62	88,78	16,63					
					2677,89	14,75	92,60	88,77	16,63					
					2678,00	14,75	92,59	88,75	16,63					

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
					2678,13	14,74	92,58	88,74	16,63					
					2678,25	14,74	92,57	88,72	16,63					
					2678,38	14,74	92,55	88,71	16,63					
					2678,52	14,74	92,54	88,70	16,63					
					2678,64	14,73	92,53	88,68	16,63					
					2678,77	14,73	92,52	88,67	16,64					
					2678,88	14,73	92,51	88,66	16,64					
					2679,02	14,73	92,50	88,65	16,64					
					2679,14	14,72	92,49	88,64	16,64					
					2679,27	14,72	92,49	88,63	16,64					

Toma D, E y F.

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
2279,90	0,72	63,97	63,17	0,03	1859,33	0,78	64,26	63,07	0,01	1805,33	0,66	64,01	62,93	0,01
2280,02	0,72	63,97	63,17	0,03	1859,44	0,78	64,25	63,07	0,01	1805,44	0,66	64,01	62,93	0,01
2280,19	0,72	63,97	63,16	0,02	1859,63	0,78	64,24	63,06	0,01	1805,64	0,66	64,01	62,93	0,01
2280,30	0,72	63,97	63,16	0,01	1859,74	0,78	64,23	63,06	0,01	1805,83	0,66	64,01	62,92	0,01
2280,49	0,72	63,96	63,15	0,01	1859,94	0,78	64,22	63,05	0,01	1805,94	0,66	64,00	62,92	0,01
2280,60	0,72	63,96	63,15	0,00	1860,13	0,78	64,21	63,04	0,01	1806,14	0,66	64,00	62,92	0,01
2280,80	0,73	63,96	63,14	0,00	1860,24	0,78	64,21	63,04	0,01	1806,33	0,66	63,99	62,92	0,01
2281,00	0,73	63,96	63,14	-0,01	1860,43	0,78	64,20	63,03	0,01	1806,44	0,66	63,99	62,92	0,01
2281,19	0,73	63,96	63,13	-0,01	1860,54	0,78	64,19	63,03	0,01	1806,63	0,66	63,99	62,92	0,01
2281,30	0,73	63,96	63,13	-0,02	1860,65	0,78	64,19	63,03	0,01	1806,74	0,66	63,98	62,92	0,01
2281,50	0,73	63,96	63,12	-0,02	1860,83	0,78	64,18	63,02	0,01	1806,94	0,66	63,98	62,92	0,01
2281,71	0,74	63,95	63,12	-0,02	1860,94	0,78	64,17	63,02	0,01	1807,14	0,66	63,97	62,91	0,01
2281,90	0,74	63,95	63,11	-0,02	1861,13	0,78	64,16	63,01	0,01	1807,33	0,66	63,97	62,91	0,01
2282,00	0,74	63,95	63,11	-0,02	1861,24	0,78	64,16	63,01	0,01	1807,44	0,66	63,97	62,91	0,01
2282,19	0,74	63,95	63,10	-0,02	1861,44	0,78	64,15	63,00	0,01	1807,64	0,66	63,96	62,91	0,01
2282,30	0,74	63,95	63,10	-0,02	1861,65	0,78	64,14	62,99	0,01	1807,85	0,66	63,96	62,91	0,01
2282,50	0,74	63,95	63,10	-0,02	1861,83	0,78	64,13	62,98	0,01	1808,03	0,66	63,95	62,91	0,01
2282,71	0,75	63,95	63,09	-0,02	1861,94	0,79	64,12	62,98	0,01	1808,14	0,66	63,95	62,92	0,01
2282,90	0,76	63,93	63,06	-0,02	1862,15	0,81	64,09	62,95	0,01	1808,35	0,66	63,95	62,92	0,01
2283,00	0,76	63,91	63,04	-0,02	1862,33	0,86	64,04	62,90	0,01	1808,53	0,66	63,95	62,92	0,01
2283,19	0,79	63,83	62,95	-0,02	1862,44	0,89	64,01	62,87	0,01	1808,64	0,66	63,95	62,92	0,01
2283,30	0,81	63,77	62,89	-0,02	1862,65	0,98	63,93	62,79	0,01	1808,83	0,66	63,94	62,92	0,01
2283,50	0,87	63,60	62,70	-0,02	1862,83	1,10	63,84	62,69	0,02	1808,94	0,66	63,94	62,92	0,01
2283,69	0,96	63,34	62,41	-0,01	1862,94	1,17	63,79	62,64	0,02	1809,14	0,68	63,92	62,90	0,01
2283,80	1,01	63,17	62,23	-0,01	1863,13	1,33	63,67	62,52	0,03	1809,33	0,74	63,86	62,85	0,01
2284,01	1,13	62,76	61,77	-0,01	1863,24	1,42	63,60	62,45	0,03	1809,44	0,79	63,82	62,80	0,01
2284,19	1,29	62,22	61,18	-0,01	1863,35	1,52	63,54	62,38	0,04	1809,64	0,94	63,70	62,67	0,01
2284,30	1,38	61,91	60,84	-0,01	1863,54	1,74	63,40	62,24	0,06	1809,83	1,17	63,52	62,48	0,02
2284,51	1,57	61,18	60,04	0,00	1863,65	1,86	63,32	62,17	0,08	1809,94	1,32	63,41	62,37	0,03
2284,71	1,80	60,33	59,10	0,00	1863,83	2,11	63,17	62,01	0,11	1810,14	1,70	63,15	62,08	0,04
2284,90	2,04	59,35	58,03	0,00	1863,94	2,24	63,09	61,93	0,13	1810,35	2,17	62,83	61,74	0,07
2285,01	2,18	58,82	57,44	0,00	1864,15	2,52	62,93	61,77	0,18	1810,53	2,74	62,45	61,34	0,11
2285,21	2,45	57,67	56,18	0,00	1864,33	2,81	62,76	61,60	0,24	1810,64	3,06	62,25	61,11	0,14
2285,40	2,74	56,41	54,81	0,01	1864,44	2,96	62,68	61,52	0,27	1810,85	3,76	61,80	60,63	0,21
2285,51	2,89	55,75	54,08	0,01	1864,65	3,25	62,52	61,35	0,35	1811,03	4,55	61,31	60,10	0,29
2285,71	3,20	54,37	52,58	0,02	1864,85	3,56	62,36	61,19	0,43	1811,14	4,97	61,05	59,81	0,34
2285,90	3,52	52,93	51,00	0,04	1865,04	3,86	62,20	61,03	0,53	1811,35	5,85	60,50	59,23	0,46
2286,01	3,67	52,19	50,19	0,05	1865,15	4,01	62,12	60,95	0,58	1811,53	6,79	59,93	58,61	0,61
2286,21	3,99	50,68	48,54	0,10	1865,33	4,31	61,97	60,80	0,69	1811,64	7,28	59,64	58,29	0,68
2286,40	4,31	49,15	46,86	0,16	1865,44	4,45	61,90	60,73	0,74	1811,85	8,27	59,05	57,65	0,86
2286,51	4,46	48,38	46,02	0,20	1865,65	4,74	61,76	60,59	0,86	1812,05	9,29	58,44	57,00	1,06
2286,71	4,77	46,84	44,35	0,30	1865,83	5,01	61,63	60,46	0,99	1812,24	10,32	57,84	56,34	1,28
2286,90	5,06	45,31	42,69	0,43	1865,94	5,14	61,56	60,39	1,06	1812,35	10,84	57,54	56,02	1,40
2287,01	5,21	44,56	41,87	0,51	1866,15	5,40	61,45	60,28	1,19	1812,53	11,86	56,94	55,37	1,65
2287,21	5,49	43,08	40,26	0,69	1866,34	5,63	61,34	60,17	1,33	1812,64	12,37	56,65	55,06	1,78
2287,40	5,75	41,64	38,71	0,91	1866,44	5,75	61,29	60,12	1,40	1812,85	13,37	56,08	54,44	2,06
2287,51	5,88	40,95	37,95	1,03	1866,55	5,85	61,24	60,07	1,47	1813,03	14,34	55,53	53,84	2,35
2287,71	6,12	39,60	36,50	1,31	1866,74	6,06	61,15	59,98	1,62	1813,14	14,81	55,26	53,55	2,50
2287,91	6,35	38,32	35,12	1,63	1866,85	6,15	61,11	59,94	1,69	1813,35	15,72	54,75	53,00	2,80
2288,10	6,55	37,12	33,82	1,99	1867,04	6,33	61,04	59,87	1,83	1813,53	16,58	54,26	52,47	3,12
2288,21	6,65	36,55	33,21	2,18	1867,15	6,41	61,01	59,84	1,91	1813,64	16,99	54,03	52,23	3,28
2288,41	6,83	35,48	32,04	2,59	1867,34	6,56	60,95	59,78	2,05	1813,85	17,78	53,59	51,76	3,60
2288,60	6,99	34,48	30,98	3,03	1867,44	6,63	60,93	59,75	2,12	1814,05	18,51	53,19	51,32	3,93
2288,71	7,06	34,02	30,48	3,26	1867,55	6,69	60,91	59,73	2,19	1814,24	19,18	52,83	50,93	4,25
2288,91	7,19	33,16	29,56	3,75	1867,74	6,81	60,87	59,69	2,33	1814,35	19,49	52,66	50,75	4,41
2289,10	7,31	32,39	28,73	4,25	1867,85	6,86	60,85	59,67	2,39	1814,55	20,07	52,34	50,42	4,73
2289,21	7,36	32,03	28,35	4,52	1868,04	6,95	60,82	59,65	2,52	1814,74	20,58	52,07	50,12	5,04

T (s)	TOMA D				TOMA E				TOMA F					
	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
2289,41	7,45	31,39	27,67	5,05	1868,15	6,99	60,81	59,63	2,59	1814,85	20,82	51,94	49,99	5,20
2289,60	7,52	30,83	27,07	5,61	1868,35	7,05	60,80	59,62	2,71	1815,05	21,25	51,72	49,75	5,50
2289,71	7,56	30,59	26,81	5,88	1868,54	7,10	60,79	59,61	2,82	1815,24	21,62	51,52	49,55	5,79
2289,91	7,61	30,15	26,34	6,45	1868,65	7,12	60,79	59,60	2,88	1815,35	21,78	51,44	49,46	5,93
2290,10	7,65	29,78	25,96	7,01	1868,85	7,16	60,79	59,60	2,99	1815,55	22,07	51,29	49,31	6,20
2290,21	7,66	29,62	25,80	7,30	1869,04	7,18	60,79	59,60	3,08	1815,74	22,30	51,18	49,19	6,46
2290,41	7,68	29,36	25,52	7,86	1869,15	7,18	60,80	59,61	3,13	1815,85	22,40	51,13	49,14	6,58
2290,60	7,69	29,16	25,32	8,42	1869,35	7,19	60,81	59,62	3,22	1816,05	22,56	51,05	49,06	6,82
2290,71	7,70	29,08	25,24	8,69	1869,54	7,19	60,82	59,63	3,30	1816,24	22,68	51,00	49,01	7,04
2290,90	7,69	28,96	25,12	9,23	1869,65	7,18	60,83	59,63	3,34	1816,35	22,72	50,98	48,99	7,14
2291,01	7,69	28,92	25,08	9,50	1869,84	7,17	60,85	59,65	3,41	1816,46	22,76	50,96	48,98	7,24
2291,11	7,68	28,89	25,06	9,76	1869,94	7,16	60,86	59,66	3,44	1816,64	22,80	50,95	48,97	7,43
2291,30	7,66	28,86	25,04	10,27	1870,05	7,15	60,87	59,66	3,48	1816,75	22,81	50,95	48,97	7,52
2291,41	7,65	28,86	25,04	10,51	1870,24	7,12	60,89	59,68	3,53	1816,94	22,81	50,96	48,99	7,68
2291,60	7,63	28,88	25,08	10,99	1870,35	7,11	60,90	59,69	3,56	1817,05	22,80	50,97	49,00	7,76
2291,71	7,61	28,91	25,11	11,22	1870,55	7,08	60,92	59,71	3,61	1817,25	22,76	51,00	49,03	7,90
2291,91	7,58	28,97	25,20	11,66	1870,74	7,05	60,94	59,73	3,65	1817,44	22,70	51,04	49,08	8,03
2292,10	7,55	29,06	25,30	12,07	1870,85	7,03	60,95	59,74	3,67	1817,55	22,66	51,06	49,11	8,09
2292,21	7,53	29,11	25,36	12,27	1871,04	7,00	60,97	59,76	3,70	1817,74	22,57	51,11	49,17	8,19
2292,41	7,50	29,22	25,50	12,65	1871,15	6,98	60,98	59,77	3,72	1817,85	22,53	51,14	49,20	8,24
2292,60	7,46	29,35	25,64	12,99	1871,35	6,94	61,00	59,79	3,74	1818,05	22,42	51,20	49,27	8,32
2292,71	7,44	29,41	25,72	13,16	1871,55	6,91	61,02	59,81	3,76	1818,25	22,31	51,26	49,34	8,40
2292,91	7,41	29,55	25,87	13,47	1871,74	6,88	61,04	59,83	3,78	1818,46	22,20	51,33	49,42	8,46
2293,12	7,38	29,68	26,02	13,75	1871,85	6,86	61,04	59,84	3,79	1818,64	22,08	51,39	49,49	8,51
2293,30	7,34	29,82	26,18	14,00	1872,05	6,83	61,06	59,85	3,80	1818,75	22,02	51,42	49,53	8,53
2293,41	7,33	29,88	26,25	14,12	1872,24	6,80	61,07	59,87	3,81	1818,96	21,90	51,49	49,60	8,56
2293,62	7,30	30,02	26,40	14,33	1872,35	6,79	61,08	59,87	3,81	1819,14	21,78	51,55	49,68	8,59
2293,80	7,27	30,14	26,54	14,53	1872,55	6,76	61,09	59,89	3,81	1819,25	21,73	51,58	49,71	8,60
2293,91	7,26	30,20	26,61	14,61	1872,74	6,74	61,10	59,90	3,82	1819,44	21,62	51,64	49,78	8,62
2294,10	7,24	30,32	26,74	14,77	1872,85	6,73	61,10	59,90	3,82	1819,55	21,56	51,67	49,81	8,63
2294,21	7,23	30,37	26,80	14,84	1873,05	6,71	61,11	59,91	3,82	1819,75	21,46	51,72	49,87	8,63
2294,41	7,21	30,47	26,91	14,97	1873,24	6,69	61,11	59,92	3,81	1819,96	21,37	51,78	49,93	8,64
2294,62	7,19	30,56	27,02	15,07	1873,35	6,68	61,11	59,92	3,81	1820,14	21,28	51,82	49,98	8,63
2294,82	7,18	30,64	27,11	15,16	1873,55	6,67	61,12	59,93	3,81	1820,25	21,24	51,84	50,00	8,63
2295,01	7,17	30,72	27,19	15,23	1873,74	6,66	61,12	59,93	3,80	1820,44	21,17	51,88	50,04	8,63
2295,12	7,16	30,75	27,22	15,26	1873,85	6,65	61,12	59,93	3,80	1820,55	21,13	51,90	50,06	8,62
2295,32	7,16	30,80	27,28	15,31	1874,05	6,65	61,12	59,93	3,79	1820,75	21,07	51,93	50,10	8,61
2295,51	7,15	30,85	27,33	15,35	1874,26	6,64	61,12	59,93	3,79	1820,94	21,02	51,96	50,13	8,60
2295,62	7,15	30,87	27,36	15,37	1874,44	6,64	61,11	59,93	3,78	1821,05	20,99	51,97	50,14	8,60
2295,82	7,15	30,90	27,39	15,39	1874,55	6,64	61,11	59,93	3,78	1821,25	20,95	51,99	50,16	8,58
2296,01	7,15	30,92	27,42	15,41	1874,74	6,64	61,11	59,93	3,77	1821,36	20,93	52,00	50,17	8,58
2296,12	7,15	30,92	27,42	15,41	1874,85	6,64	61,10	59,93	3,77	1821,55	20,91	52,02	50,19	8,56
2296,32	7,15	30,93	27,44	15,41	1875,05	6,64	61,10	59,93	3,77	1821,75	20,88	52,03	50,20	8,55
2296,52	7,15	30,93	27,44	15,41	1875,24	6,64	61,09	59,93	3,76	1821,96	20,87	52,04	50,21	8,54
2296,71	7,16	30,92	27,43	15,40	1875,35	6,64	61,09	59,93	3,76	1822,07	20,86	52,04	50,21	8,53
2296,91	7,16	30,91	27,42	15,39	1875,55	6,65	61,09	59,93	3,75	1822,25	20,85	52,04	50,22	8,52
2297,02	7,16	30,90	27,41	15,38	1875,76	6,65	61,08	59,92	3,75	1822,46	20,85	52,04	50,22	8,51
2297,21	7,17	30,88	27,39	15,37	1875,95	6,66	61,07	59,92	3,75	1822,64	20,85	52,04	50,22	8,50
2297,32	7,17	30,87	27,38	15,36	1876,05	6,66	61,07	59,92	3,75	1822,75	20,86	52,04	50,22	8,49
2297,52	7,18	30,84	27,35	15,34	1876,26	6,67	61,07	59,92	3,74	1822,96	20,86	52,03	50,21	8,49
2297,71	7,19	30,80	27,32	15,32	1876,46	6,67	61,06	59,92	3,74					
2297,82	7,19	30,79	27,30	15,32	1876,65	6,68	61,05	59,92	3,74					
2298,01	7,20	30,75	27,26	15,30	1876,77	6,68	61,05	59,91	3,74					
2298,12	7,20	30,73	27,24	15,29	1876,95	6,69	61,05	59,91	3,74					
2298,22	7,21	30,71	27,22	15,28	1877,05	6,69	61,05	59,91	3,74					
2298,41	7,22	30,67	27,18	15,26	1877,16	6,70	61,04	59,91	3,74					
2298,52	7,22	30,65	27,16	15,26	1877,35	6,70	61,04	59,91	3,74					
2298,71	7,23	30,62	27,12	15,24	1877,46	6,71	61,04	59,91	3,74					
2298,82	7,23	30,60	27,10	15,24	1877,65	6,71	61,04	59,91	3,74					
2299,01	7,24	30,56	27,06	15,22	1877,76	6,71	61,03	59,90	3,74					
2299,12	7,24	30,54	27,04	15,22	1877,96	6,72	61,03	59,90	3,74					
2299,32	7,25	30,50	27,00	15,21	1878,15	6,73	61,03	59,90	3,75					
2299,51	7,25	30,47	26,96	15,20	1878,26	6,73	61,03	59,90	3,75					
2299,62	7,26	30,45	26,94	15,20	1878,46	6,73	61,03	59,90	3,75					
2299,82	7,26	30,42	26,90	15,20	1878,65	6,74	61,03	59,90	3,75					
2300,01	7,27	30,38	26,87	15,19	1878,76	6,74	61,03	59,89	3,75					
2300,12	7,27	30,37	26,86	15,19	1878,96	6,74	61,04	59,89	3,75					
2300,32	7,28	30,34	26,83	15,19	1879,15	6,75	61,04	59,89	3,75					
2300,52	7,28	30,32	26,80	15,19	1879,26	6,75	61,04	59,89	3,75					
2300,72	7,28	30,29	26,78	15,20	1879,45	6,75	61,04	59,89	3,76					
2300,91	7,29	30,27	26,75	15,20	1879,55	6,75	61,04	59,89	3,76					
2301,02	7,29	30,26	26,74	15,20	1879,65	6,75	61,04	59,89	3,76					
2301,21	7,29	30,24	26,72	15,21	1879,85	6,75	61,04	59,89	3,76					
2301,32	7,29	30,23	26,72	15,21	1879,96	6,75	61,04	59,88	3,76					
2301,52	7,30	30,22	26,70	15,22	1880,16	6,75	61,04	59,88	3,76					
2301,71	7,30	30,21	26,69	15,22	1880,35	6,75	61,04	59,88	3,76					

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
2301,82	7,30	30,20	26,68	15,23	1880,46	6,75	61,04	59,88	3,76					
2302,02	7,30	30,19	26,67	15,23	1880,65	6,75	61,04	59,88	3,76					
2302,23	7,30	30,18	26,66	15,24	1880,76	6,75	61,04	59,88	3,76					
2302,41	7,30	30,17	26,65	15,25	1880,96	6,75	61,04	59,88	3,77					
2302,52	7,30	30,17	26,64	15,26	1881,15	6,74	61,04	59,88	3,77					
2302,73	7,30	30,17	26,63	15,26	1881,26	6,74	61,04	59,87	3,77					
2302,91	7,30	30,16	26,63	15,27	1881,46	6,74	61,04	59,87	3,77					
2303,12	7,30	30,16	26,62	15,28	1881,66	6,74	61,04	59,87	3,77					
2303,23	7,30	30,16	26,62	15,28	1881,85	6,73	61,03	59,87	3,77					
2303,41	7,30	30,15	26,61	15,29	1881,96	6,73	61,03	59,87	3,77					
2303,52	7,30	30,15	26,61	15,30	1882,16	6,73	61,03	59,86	3,77					
2303,71	7,30	30,15	26,60	15,30	1882,35	6,73	61,03	59,86	3,77					
2303,91	7,30	30,15	26,60	15,31	1882,46	6,73	61,03	59,86	3,77					
2304,02	7,30	30,15	26,59	15,31	1882,66	6,72	61,03	59,86	3,77					
2304,23	7,30	30,14	26,59	15,32	1882,85	6,72	61,03	59,86	3,77					
2304,41	7,30	30,14	26,59	15,33	1882,96	6,72	61,03	59,86	3,77					
2304,52	7,30	30,14	26,59	15,33	1883,16	6,72	61,03	59,85	3,77					
2304,73	7,30	30,14	26,58	15,34	1883,37	6,72	61,03	59,85	3,77					
2304,93	7,30	30,13	26,58	15,34	1883,55	6,71	61,03	59,85	3,77					
2305,12	7,29	30,13	26,58	15,35	1883,66	6,71	61,03	59,85	3,77					
2305,23	7,29	30,13	26,57	15,35	1883,85	6,71	61,03	59,85	3,77					
2305,41	7,29	30,13	26,57	15,36	1883,96	6,71	61,03	59,85	3,77					
2305,52	7,29	30,13	26,57	15,36	1884,07	6,71	61,03	59,85	3,77					
2305,73	7,29	30,12	26,57	15,36	1884,26	6,71	61,03	59,85	3,77					
2305,91	7,29	30,12	26,57	15,37	1884,37	6,71	61,03	59,85	3,77					
2306,02	7,29	30,12	26,57	15,37	1884,56	6,71	61,03	59,85	3,77					
2306,23	7,29	30,12	26,57	15,37	1884,66	6,71	61,03	59,85	3,77					
2306,41	7,29	30,12	26,57	15,37	1884,87	6,71	61,02	59,85	3,77					
2306,52	7,29	30,12	26,57	15,37	1885,06	6,71	61,02	59,85	3,77					
2306,73	7,28	30,11	26,57	15,38	1885,16	6,71	61,02	59,85	3,77					
2306,93	7,28	30,11	26,57	15,38	1885,37	6,71	61,02	59,86	3,77					
2307,13	7,28	30,11	26,57	15,38	1885,57	6,71	61,03	59,86	3,77					
2307,32	7,28	30,10	26,56	15,38	1885,77	6,71	61,03	59,86	3,77					
2307,43	7,28	30,10	26,56	15,38	1885,96	6,71	61,03	59,86	3,77					
2307,63	7,28	30,10	26,56	15,38	1886,16	6,71	61,03	59,87	3,77					
2307,82	7,28	30,09	26,56	15,38	1886,37	6,71	61,04	59,87	3,77					
2307,93	7,28	30,09	26,56	15,38	1886,56	6,71	61,04	59,87	3,77					
2308,12	7,28	30,08	26,56	15,38	1886,66	6,71	61,04	59,87	3,77					
2308,32	7,29	30,08	26,55	15,38	1886,87	6,71	61,04	59,88	3,77					
2308,43	7,29	30,07	26,55	15,38	1887,06	6,71	61,05	59,88	3,77					
2308,62	7,29	30,07	26,55	15,38	1887,16	6,71	61,05	59,88	3,77					
2308,73	7,29	30,06	26,55	15,38	1887,37	6,71	61,05	59,88	3,77					
2308,93	7,29	30,06	26,55	15,38	1887,56	6,71	61,05	59,88	3,77					
2309,13	7,29	30,05	26,54	15,38	1887,66	6,71	61,05	59,88	3,77					
2309,32	7,29	30,05	26,54	15,38	1887,87	6,72	61,05	59,89	3,77					
2309,43	7,29	30,04	26,54	15,38	1888,06	6,72	61,05	59,89	3,78					
2309,62	7,29	30,04	26,54	15,38	1888,16	6,72	61,06	59,89	3,78					
2309,73	7,29	30,03	26,54	15,38	1888,37	6,72	61,06	59,89	3,78					
2309,83	7,29	30,03	26,54	15,38	1888,56	6,72	61,06	59,89	3,78					
2310,02	7,29	30,03	26,54	15,38	1888,66	6,72	61,06	59,89	3,78					
2310,23	7,29	30,02	26,54	15,37	1888,85	6,72	61,05	59,89	3,78					
2310,34	7,29	30,02	26,53	15,37	1888,96	6,72	61,05	59,89	3,78					
2310,52	7,30	30,02	26,53	15,37	1889,16	6,72	61,05	59,89	3,78					
2310,63	7,30	30,01	26,53	15,37	1889,37	6,72	61,05	59,89	3,78					
2310,82	7,30	30,01	26,53	15,37	1889,56	6,72	61,05	59,89	3,78					
2310,93	7,30	30,01	26,53	15,37	1889,66	6,72	61,05	59,89	3,78					
2311,12	7,30	30,01	26,53	15,37	1889,87	6,72	61,05	59,88	3,78					
2311,23	7,30	30,01	26,53	15,37	1890,06	6,72	61,04	59,88	3,78					
2311,34	7,30	30,01	26,53	15,37	1890,16	6,72	61,04	59,88	3,78					
2311,52	7,30	30,00	26,53	15,37	1890,37	6,72	61,04	59,88	3,78					
2311,63	7,30	30,00	26,53	15,37	1890,56	6,72	61,04	59,87	3,78					
2311,82	7,30	30,00	26,53	15,37	1890,66	6,72	61,04	59,87	3,78					
2311,93	7,30	30,00	26,53	15,37	1890,87	6,72	61,04	59,87	3,77					
2312,13	7,30	30,00	26,53	15,37	1891,06	6,72	61,04	59,87	3,77					
2312,34	7,31	30,00	26,53	15,37	1891,16	6,72	61,04	59,87	3,77					
2312,52	7,31	30,00	26,53	15,37	1891,37	6,72	61,04	59,86	3,78					
2312,63	7,31	30,00	26,53	15,37	1891,56	6,72	61,04	59,86	3,78					
2312,84	7,31	30,00	26,53	15,37	1891,66	6,72	61,04	59,86	3,78					
2313,02	7,31	30,00	26,53	15,37	1891,85	6,73	61,04	59,86	3,78					
2313,13	7,31	30,00	26,53	15,37	1891,96	6,73	61,04	59,86	3,78					
2313,32	7,31	30,00	26,53	15,37	1892,16	6,73	61,04	59,85	3,78					
2313,43	7,31	30,00	26,53	15,37	1892,37	6,73	61,04	59,85	3,77					
2313,63	7,31	30,00	26,52	15,37	1892,56	6,73	61,04	59,85	3,77					
2313,82	7,30	30,00	26,52	15,37	1892,66	6,73	61,04	59,85	3,77					
2313,93	7,30	30,00	26,52	15,37	1892,85	6,73	61,04	59,85	3,77					
2314,13	7,30	30,00	26,51	15,37	1892,96	6,73	61,04	59,85	3,77					

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
2314,34	7,30	30,00	26,51	15,37	1893,17	6,73	61,04	59,85	3,77					
2314,52	7,30	29,99	26,50	15,37	1893,37	6,73	61,04	59,85	3,77					
2314,63	7,30	29,99	26,50	15,37	1893,56	6,73	61,04	59,85	3,77					
2314,82	7,30	29,99	26,49	15,37	1893,67	6,73	61,04	59,85	3,77					
2314,93	7,30	29,99	26,49	15,37	1893,85	6,73	61,04	59,85	3,77					
2315,04	7,30	29,98	26,49	15,37	1893,96	6,73	61,04	59,85	3,77					
2315,23	7,30	29,98	26,48	15,38	1894,07	6,73	61,04	59,85	3,77					
2315,34	7,30	29,98	26,48	15,38	1894,26	6,73	61,04	59,85	3,77					
2315,54	7,30	29,97	26,47	15,38	1894,37	6,73	61,04	59,85	3,77					
2315,73	7,30	29,96	26,46	15,38	1894,57	6,73	61,04	59,86	3,77					
2315,84	7,30	29,96	26,46	15,38	1894,76	6,73	61,04	59,86	3,77					
2316,04	7,30	29,95	26,45	15,38	1894,87	6,73	61,04	59,86	3,77					
2316,23	7,30	29,94	26,44	15,38	1895,07	6,73	61,04	59,86	3,77					
2316,34	7,30	29,94	26,44	15,38	1895,26	6,73	61,05	59,87	3,77					
2316,54	7,30	29,93	26,43	15,39	1895,37	6,73	61,05	59,87	3,77					
2316,73	7,30	29,92	26,43	15,39	1895,57	6,73	61,05	59,87	3,77					
2316,84	7,30	29,92	26,42	15,39	1895,76	6,73	61,05	59,87	3,77					
2317,04	7,31	29,91	26,42	15,39	1895,87	6,74	61,05	59,88	3,77					
2317,23	7,31	29,90	26,41	15,39	1896,06	6,74	61,05	59,88	3,77					
2317,34	7,31	29,90	26,41	15,39	1896,17	6,74	61,05	59,88	3,77					
2317,54	7,31	29,89	26,41	15,39	1896,35	6,74	61,06	59,89	3,78					
2317,65	7,31	29,88	26,40	15,40	1896,46	6,74	61,06	59,89	3,78					
2317,84	7,31	29,87	26,40	15,40	1896,67	6,74	61,06	59,89	3,78					
2318,02	7,32	29,87	26,40	15,40	1896,77	6,74	61,06	59,89	3,78					
2318,13	7,32	29,86	26,40	15,40	1896,96	6,75	61,06	59,90	3,78					
2318,34	7,32	29,86	26,39	15,40	1897,09	6,75	61,06	59,90	3,78					
2318,52	7,32	29,85	26,39	15,40	1897,26	6,75	61,07	59,90	3,78					
2318,63	7,32	29,85	26,39	15,40	1897,37	6,75	61,07	59,90	3,78					
2318,74	7,32	29,84	26,39	15,40	1897,57	6,76	61,07	59,90	3,78					
2318,93	7,33	29,84	26,39	15,40	1897,76	6,76	61,07	59,90	3,78					
2319,04	7,33	29,84	26,39	15,41	1897,87	6,76	61,07	59,90	3,78					
2319,23	7,33	29,83	26,39	15,41	1898,07	6,77	61,07	59,91	3,78					
2319,34	7,33	29,83	26,39	15,41	1898,26	6,77	61,07	59,91	3,78					
2319,52	7,33	29,83	26,38	15,41	1898,37	6,78	61,07	59,91	3,78					
2319,73	7,33	29,82	26,38	15,41	1898,57	6,78	61,07	59,91	3,78					
2319,84	7,33	29,82	26,38	15,41	1898,76	6,79	61,07	59,91	3,78					
2319,95	7,33	29,82	26,38	15,41	1898,87	6,79	61,07	59,91	3,78					
2320,13	7,33	29,82	26,38	15,41	1899,06	6,80	61,08	59,91	3,78					
2320,24	7,33	29,82	26,38	15,41	1899,17	6,80	61,08	59,91	3,78					
2320,43	7,33	29,81	26,38	15,41	1899,37	6,80	61,08	59,92	3,78					
2320,54	7,33	29,81	26,38	15,41	1899,57	6,81	61,08	59,92	3,78					
2320,73	7,33	29,81	26,37	15,41	1899,76	6,82	61,08	59,92	3,78					
2320,84	7,33	29,81	26,37	15,41	1899,87	6,82	61,08	59,92	3,78					
2321,04	7,33	29,81	26,37	15,41	1899,98	6,82	61,08	59,92	3,78					
2321,15	7,33	29,82	26,37	15,41	1900,17	6,83	61,08	59,92	3,78					
2321,34	7,33	29,83	26,38	15,41	1900,37	6,84	61,08	59,92	3,78					
2321,54	7,34	29,86	26,41	15,41	1900,56	6,84	61,08	59,92	3,78					
2321,74	7,36	29,92	26,46	15,41	1900,67	6,85	61,08	59,92	3,78					
2321,93	7,39	29,99	26,52	15,41	1900,87	6,86	61,08	59,92	3,78					
2322,04	7,41	30,04	26,56	15,41	1901,07	6,86	61,08	59,92	3,78					
2322,26	7,45	30,15	26,66	15,41	1901,26	6,87	61,08	59,92	3,78					
2322,45	7,50	30,28	26,78	15,41	1901,37	6,88	61,08	59,92	3,78					
2322,63	7,55	30,44	26,92	15,41	1901,56	6,88	61,08	59,92	3,78					
2322,74	7,58	30,52	27,00	15,41	1901,67	6,89	61,08	59,92	3,78					
2322,93	7,65	30,71	27,16	15,41	1901,78	6,89	61,08	59,92	3,78					
2323,04	7,68	30,81	27,25	15,41	1901,96	6,90	61,08	59,92	3,78					
2323,18	7,72	30,92	27,35	15,41	1902,07	6,91	61,08	59,92	3,78					
2323,35	7,80	31,15	27,56	15,41	1902,28	6,92	61,08	59,92	3,78					
2323,54	7,89	31,40	27,78	15,41	1902,46	6,93	61,08	59,92	3,78					
2323,65	7,94	31,53	27,91	15,41	1902,57	6,93	61,08	59,92	3,77					
2323,84	8,04	31,82	28,16	15,42	1902,78	6,94	61,08	59,92	3,77					
2323,95	8,09	31,97	28,30	15,42	1902,96	6,96	61,08	59,91	3,77					
2324,13	8,20	32,28	28,58	15,42	1903,07	6,96	61,08	59,91	3,77					
2324,24	8,26	32,45	28,73	15,43	1903,28	6,98	61,08	59,91	3,77					
2324,43	8,38	32,78	29,03	15,44	1903,48	6,99	61,08	59,91	3,77					
2324,57	8,44	32,96	29,19	15,44	1903,67	7,00	61,08	59,91	3,77					
2324,74	8,57	33,31	29,51	15,46	1903,78	7,01	61,08	59,91	3,77					
2324,95	8,70	33,68	29,83	15,48	1903,96	7,02	61,08	59,92	3,77					
2325,13	8,84	34,05	30,17	15,50	1904,07	7,03	61,07	59,92	3,77					
2325,24	8,91	34,24	30,33	15,51	1904,26	7,05	61,07	59,92	3,77					
2325,45	9,05	34,62	30,67	15,55	1904,37	7,05	61,07	59,92	3,77					
2325,63	9,19	35,00	31,00	15,58	1904,48	7,06	61,07	59,92	3,77					
2325,74	9,26	35,19	31,17	15,60	1904,67	7,08	61,07	59,92	3,76					
2325,95	9,40	35,56	31,49	15,65	1904,78	7,08	61,07	59,92	3,76					
2326,15	9,54	35,92	31,81	15,70	1904,96	7,10	61,07	59,92	3,76					
2326,34	9,67	36,27	32,12	15,75	1905,07	7,11	61,07	59,92	3,76					

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
2326,45	9,74	36,44	32,26	15,78	1905,26	7,12	61,07	59,92	3,76					
2326,63	9,87	36,77	32,55	15,85	1905,37	7,13	61,07	59,92	3,76					
2326,74	9,93	36,92	32,69	15,89	1905,57	7,14	61,07	59,92	3,76					
2326,85	9,99	37,08	32,82	15,92	1905,78	7,16	61,07	59,92	3,76					
2327,04	10,11	37,37	33,07	16,00	1905,96	7,17	61,07	59,92	3,76					
2327,15	10,16	37,51	33,19	16,04	1906,07	7,18	61,07	59,92	3,76					
2327,34	10,27	37,77	33,41	16,13	1906,28	7,19	61,06	59,92	3,76					
2327,45	10,32	37,89	33,52	16,17	1906,48	7,21	61,06	59,92	3,76					
2327,65	10,42	38,12	33,71	16,26	1906,67	7,22	61,06	59,92	3,76					
2327,84	10,51	38,33	33,89	16,36	1906,78	7,23	61,06	59,92	3,76					
2327,95	10,55	38,43	33,97	16,41	1906,96	7,25	61,06	59,92	3,76					
2328,15	10,63	38,60	34,11	16,52	1907,07	7,25	61,06	59,92	3,76					
2328,34	10,70	38,75	34,23	16,62	1907,28	7,27	61,06	59,91	3,76					
2328,45	10,73	38,82	34,29	16,68	1907,42	7,28	61,06	59,91	3,76					
2328,65	10,79	38,94	34,38	16,79	1907,57	7,30	61,06	59,91	3,76					
2328,84	10,84	39,04	34,46	16,91	1907,78	7,32	61,06	59,91	3,76					
2328,95	10,87	39,09	34,50	16,96	1907,98	7,34	61,06	59,91	3,76					
2329,15	10,91	39,17	34,56	17,08	1908,17	7,36	61,06	59,91	3,76					
2329,34	10,96	39,23	34,62	17,19	1908,28	7,37	61,06	59,90	3,76					
2329,45	10,98	39,27	34,64	17,25	1908,48	7,39	61,06	59,90	3,76					
2329,65	11,02	39,33	34,69	17,37	1908,67	7,41	61,06	59,90	3,76					
2329,84	11,06	39,40	34,75	17,48	1908,78	7,43	61,06	59,90	3,76					
2329,95	11,08	39,43	34,77	17,53	1908,98	7,45	61,06	59,90	3,76					
2330,15	11,12	39,51	34,84	17,64	1909,17	7,48	61,06	59,89	3,76					
2330,34	11,16	39,59	34,91	17,75	1909,28	7,49	61,06	59,89	3,76					
2330,45	11,18	39,63	34,95	17,80	1909,46	7,52	61,06	59,89	3,76					
2330,65	11,22	39,73	35,03	17,90	1909,57	7,53	61,06	59,89	3,76					
2330,84	11,27	39,84	35,13	18,00	1909,78	7,56	61,06	59,89	3,76					
2330,95	11,29	39,90	35,18	18,05	1909,98	7,59	61,06	59,88	3,76					
2331,06	11,32	39,96	35,24	18,10	1910,09	7,61	61,06	59,88	3,76					
2331,24	11,37	40,09	35,36	18,18	1910,28	7,64	61,06	59,88	3,76					
2331,35	11,40	40,17	35,42	18,23	1910,46	7,68	61,06	59,88	3,76					
2331,54	11,46	40,32	35,57	18,31	1910,57	7,69	61,06	59,88	3,76					
2331,65	11,49	40,41	35,65	18,35	1910,68	7,71	61,06	59,88	3,75					
2331,76	11,52	40,50	35,73	18,39	1910,87	7,74	61,06	59,88	3,75					
2331,95	11,58	40,68	35,89	18,46	1910,98	7,76	61,06	59,88	3,75					
2332,15	11,65	40,88	36,08	18,53	1911,10	7,78	61,06	59,88	3,75					
2332,35	11,73	41,10	36,27	18,60	1911,28	7,82	61,06	59,88	3,75					
2332,56	11,80	41,32	36,48	18,66	1911,46	7,86	61,06	59,88	3,75					
2332,74	11,88	41,56	36,70	18,72	1911,57	7,87	61,06	59,88	3,75					
2332,85	11,93	41,69	36,81	18,75	1911,68	7,89	61,06	59,88	3,75					
2333,06	12,01	41,95	37,05	18,81	1911,87	7,94	61,06	59,89	3,75					
2333,24	12,11	42,23	37,30	18,87	1911,98	7,96	61,06	59,89	3,75					
2333,35	12,15	42,37	37,43	18,90	1912,17	8,00	61,06	59,89	3,75					
2333,56	12,25	42,67	37,70	18,95	1912,28	8,02	61,06	59,89	3,75					
2333,74	12,36	42,98	37,99	19,01	1912,39	8,04	61,06	59,89	3,75					
2333,85	12,41	43,13	38,13	19,03	1912,57	8,09	61,06	59,89	3,74					
2334,06	12,52	43,46	38,42	19,09	1912,78	8,13	61,05	59,90	3,74					
2334,24	12,63	43,79	38,72	19,14	1912,96	8,18	61,05	59,90	3,74					
2334,35	12,68	43,95	38,87	19,17	1913,07	8,21	61,05	59,90	3,74					
2334,56	12,79	44,28	39,17	19,22	1913,28	8,26	61,05	59,90	3,74					
2334,74	12,90	44,62	39,47	19,28	1913,48	8,31	61,04	59,90	3,74					
2334,85	12,95	44,78	39,61	19,31	1913,67	8,36	61,04	59,90	3,74					
2334,96	13,00	44,94	39,76	19,34	1913,78	8,39	61,04	59,90	3,73					
2335,16	13,11	45,26	40,05	19,40	1913,98	8,44	61,04	59,90	3,73					
2335,37	13,21	45,57	40,32	19,46	1914,17	8,50	61,03	59,90	3,73					
2335,56	13,31	45,86	40,58	19,52	1914,28	8,52	61,03	59,90	3,73					
2335,66	13,35	46,01	40,71	19,55	1914,48	8,58	61,03	59,91	3,73					
2335,77	13,40	46,15	40,83	19,58	1914,67	8,64	61,03	59,91	3,73					
2335,98	13,49	46,41	41,07	19,65	1914,78	8,67	61,03	59,91	3,73					
2336,16	13,58	46,67	41,29	19,72	1914,89	8,71	61,03	59,91	3,73					
2336,27	13,62	46,79	41,40	19,75	1915,10	8,77	61,03	59,91	3,73					
2336,48	13,70	47,03	41,61	19,83	1915,28	8,84	61,04	59,92	3,72					
2336,68	13,78	47,26	41,81	19,90	1915,48	8,91	61,04	59,92	3,72					
2336,87	13,86	47,48	42,00	19,98	1915,68	8,98	61,04	59,92	3,72					
2336,98	13,89	47,59	42,09	20,01	1915,87	9,06	61,04	59,93	3,72					
2337,09	13,93	47,69	42,18	20,05	1915,98	9,09	61,04	59,93	3,72					
2337,29	14,00	47,89	42,36	20,13	1916,09	9,13	61,04	59,93	3,72					
2337,40	14,04	47,99	42,44	20,17	1916,28	9,21	61,05	59,94	3,72					
2337,60	14,10	48,18	42,60	20,25	1916,39	9,25	61,05	59,94	3,72					
2337,81	14,17	48,36	42,75	20,33	1916,57	9,33	61,05	59,95	3,71					
2337,99	14,23	48,52	42,90	20,42	1916,68	9,37	61,06	59,95	3,71					
2338,10	14,26	48,60	42,96	20,46	1916,79	9,42	61,06	59,95	3,71					
2338,21	14,29	48,68	43,03	20,50	1916,98	9,50	61,06	59,95	3,71					
2338,42	14,34	48,83	43,15	20,58	1917,18	9,59	61,07	59,96	3,71					
2338,62	14,39	48,96	43,26	20,66	1917,37	9,67	61,07	59,96	3,71					

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
2338,73	14,42	49,02	43,32	20,70	1917,48	9,72	61,07	59,97	3,70					
2338,93	14,46	49,14	43,41	20,78	1917,67	9,81	61,08	59,97	3,70					
2339,13	14,51	49,25	43,50	20,86	1917,78	9,85	61,08	59,97	3,70					
2339,24	14,53	49,29	43,54	20,90	1917,98	9,94	61,09	59,97	3,70					
2339,45	14,57	49,38	43,61	20,97	1918,17	10,03	61,09	59,97	3,70					
2339,65	14,60	49,46	43,68	21,05	1918,28	10,08	61,09	59,98	3,69					
2339,76	14,62	49,50	43,70	21,08	1918,39	10,12	61,09	59,98	3,69					
2339,96	14,65	49,56	43,75	21,16	1918,57	10,21	61,10	59,98	3,69					
2340,07	14,66	49,58	43,77	21,19	1918,68	10,25	61,10	59,98	3,69					
2340,18	14,68	49,61	43,79	21,23	1918,87	10,34	61,11	59,98	3,68					
2340,38	14,70	49,65	43,82	21,30	1918,98	10,39	61,11	59,98	3,68					
2340,49	14,71	49,67	43,83	21,33	1919,17	10,48	61,11	59,98	3,68					
2340,63	14,72	49,68	43,84	21,36	1919,28	10,52	61,12	59,98	3,68					
2340,77	14,73	49,70	43,85	21,40	1919,49	10,61	61,12	59,98	3,67					
2340,88	14,74	49,71	43,85	21,43	1919,68	10,70	61,13	59,99	3,67					
2341,01	14,75	49,71	43,85	21,46	1919,87	10,79	61,13	59,99	3,67					
2341,12	14,76	49,72	43,85	21,49	1919,98	10,84	61,13	59,99	3,67					
2341,23	14,76	49,73	43,85	21,52	1920,09	10,88	61,14	59,99	3,66					
2341,43	14,77	49,73	43,85	21,58	1920,28	10,97	61,14	59,99	3,66					
2341,54	14,78	49,73	43,84	21,61	1920,39	11,01	61,14	59,99	3,66					
2341,65	14,78	49,73	43,84	21,64	1920,59	11,10	61,15	59,99	3,66					
2341,85	14,79	49,73	43,82	21,69	1920,70	11,15	61,15	59,99	3,65					
2341,96	14,79	49,72	43,82	21,72	1920,87	11,24	61,15	59,99	3,65					
2342,07	14,79	49,72	43,81	21,74	1920,98	11,28	61,15	59,99	3,65					
2342,18	14,79	49,72	43,80	21,77	1921,09	11,32	61,16	59,99	3,65					
2342,38	14,80	49,71	43,79	21,82	1921,28	11,41	61,16	59,99	3,65					
2342,49	14,80	49,71	43,78	21,84	1921,39	11,46	61,16	59,99	3,64					
2342,60	14,80	49,71	43,78	21,86	1921,57	11,55	61,16	59,99	3,64					
2342,71	14,81	49,71	43,77	21,88	1921,68	11,59	61,17	59,99	3,64					
2342,82	14,81	49,71	43,77	21,90	1921,79	11,64	61,17	59,99	3,64					
2342,93	14,82	49,72	43,78	21,92	1921,92	11,68	61,17	59,99	3,64					
2343,04	14,82	49,73	43,78	21,94	1922,09	11,77	61,17	60,00	3,64					
2343,15	14,83	49,74	43,79	21,96	1922,28	11,86	61,17	60,00	3,63					
2343,24	14,84	49,75	43,79	21,98	1922,39	11,90	61,17	60,00	3,63					
2343,37	14,84	49,77	43,80	22,00	1922,57	11,99	61,18	60,00	3,63					
2343,48	14,85	49,78	43,82	22,02	1922,68	12,03	61,18	60,00	3,63					
2343,59	14,86	49,80	43,83	22,03	1922,87	12,11	61,18	60,00	3,63					
2343,70	14,87	49,82	43,85	22,05	1922,98	12,15	61,18	60,00	3,63					
2343,81	14,88	49,85	43,87	22,06	1923,09	12,19	61,18	60,00	3,63					
2343,92	14,90	49,87	43,89	22,08	1923,28	12,27	61,18	60,00	3,62					
2344,04	14,91	49,90	43,91	22,09	1923,39	12,31	61,18	60,00	3,62					
2344,15	14,92	49,93	43,93	22,11	1923,57	12,39	61,18	60,00	3,62					
2344,26	14,93	49,96	43,96	22,12	1923,68	12,42	61,18	60,00	3,62					
2344,38	14,95	50,00	43,99	22,13	1923,89	12,50	61,18	60,01	3,62					
2344,49	14,96	50,03	44,02	22,14	1924,07	12,57	61,18	60,01	3,62					
2344,60	14,98	50,07	44,05	22,16	1924,18	12,61	61,18	60,01	3,62					
2344,71	14,99	50,11	44,08	22,17	1924,29	12,65	61,18	60,01	3,61					
2344,84	15,01	50,15	44,11	22,18	1924,48	12,72	61,19	60,01	3,61					
2344,95	15,03	50,19	44,14	22,19	1924,59	12,76	61,19	60,01	3,61					
2345,06	15,04	50,23	44,18	22,20	1924,78	12,84	61,19	60,02	3,61					
2345,17	15,06	50,27	44,21	22,21	1924,89	12,88	61,19	60,02	3,61					
2345,29	15,07	50,31	44,24	22,22	1925,07	12,96	61,19	60,02	3,60					
2345,40	15,09	50,35	44,28	22,22	1925,20	13,00	61,19	60,02	3,60					
2345,52	15,11	50,39	44,31	22,23	1925,39	13,08	61,19	60,02	3,60					
2345,63	15,13	50,43	44,35	22,24	1925,57	13,17	61,20	60,03	3,60					
2345,76	15,14	50,48	44,38	22,25	1925,68	13,21	61,20	60,03	3,60					
2345,87	15,16	50,52	44,42	22,26	1925,89	13,30	61,20	60,03	3,59					
2345,99	15,18	50,56	44,46	22,27	1926,09	13,39	61,20	60,04	3,59					
2346,12	15,20	50,60	44,49	22,27	1926,28	13,49	61,21	60,04	3,59					
2346,23	15,21	50,64	44,53	22,28	1926,39	13,53	61,21	60,04	3,59					
2346,34	15,23	50,68	44,56	22,29	1926,57	13,63	61,21	60,05	3,58					
2346,46	15,25	50,72	44,60	22,30	1926,68	13,67	61,22	60,05	3,58					
2346,57	15,26	50,76	44,63	22,30	1926,79	13,72	61,22	60,05	3,58					
2346,70	15,28	50,79	44,66	22,31	1926,98	13,82	61,22	60,06	3,58					
2346,81	15,29	50,83	44,69	22,32	1927,09	13,87	61,22	60,06	3,58					
2346,93	15,31	50,87	44,73	22,33	1927,28	13,97	61,23	60,07	3,57					
2347,04	15,33	50,90	44,76	22,34	1927,39	14,02	61,23	60,07	3,57					
2347,17	15,34	50,93	44,79	22,34	1927,50	14,07	61,23	60,07	3,57					
2347,28	15,35	50,96	44,81	22,35	1927,68	14,17	61,24	60,08	3,57					
2347,40	15,37	50,99	44,84	22,36	1927,79	14,23	61,24	60,08	3,56					
2347,53	15,38	51,02	44,87	22,37	1927,98	14,33	61,24	60,08	3,56					
2347,63	15,40	51,05	44,89	22,38	1928,09	14,38	61,24	60,08	3,56					
2347,76	15,41	51,08	44,91	22,39	1928,28	14,49	61,25	60,09	3,56					
2347,87	15,42	51,10	44,94	22,40	1928,39	14,54	61,25	60,09	3,55					
2347,99	15,43	51,12	44,96	22,40	1928,50	14,60	61,25	60,09	3,55					
2348,10	15,44	51,14	44,98	22,41	1928,68	14,71	61,25	60,09	3,55					

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
2348,23	15,45	51,16	45,00	22,42	1928,79	14,76	61,25	60,09	3,55					
2348,34	15,46	51,18	45,01	22,43	1928,98	14,87	61,26	60,09	3,54					
2348,46	15,47	51,19	45,03	22,44	1929,09	14,92	61,26	60,09	3,54					
2348,57	15,48	51,21	45,04	22,45	1929,29	15,03	61,26	60,09	3,54					
2348,70	15,49	51,22	45,06	22,46	1929,48	15,13	61,26	60,09	3,54					
2348,82	15,50	51,23	45,07	22,47	1929,59	15,18	61,26	60,09	3,53					
2348,95	15,51	51,24	45,08	22,48	1929,78	15,28	61,26	60,09	3,53					
2349,07	15,51	51,25	45,09	22,49	1929,89	15,32	61,26	60,09	3,53					
2349,18	15,52	51,26	45,10	22,50	1930,09	15,41	61,26	60,09	3,53					
2349,31	15,53	51,27	45,10	22,51	1930,20	15,46	61,26	60,08	3,52					
2349,43	15,53	51,27	45,11	22,52	1930,31	15,50	61,26	60,08	3,52					
2349,56	15,54	51,28	45,12	22,53	1930,50	15,58	61,26	60,08	3,52					
2349,67	15,54	51,28	45,12	22,54	1930,68	15,65	61,26	60,08	3,51					
2349,79	15,55	51,28	45,12	22,55	1930,79	15,69	61,26	60,08	3,51					
2349,90	15,55	51,28	45,12	22,56	1930,98	15,75	61,26	60,08	3,51					
2350,03	15,55	51,28	45,12	22,57	1931,09	15,78	61,26	60,08	3,51					
2350,15	15,56	51,28	45,12	22,58	1931,28	15,84	61,26	60,09	3,50					
2350,26	15,56	51,28	45,12	22,59	1931,40	15,87	61,26	60,09	3,50					
2350,40	15,56	51,28	45,12	22,60	1931,51	15,89	61,26	60,09	3,50					
2350,53	15,56	51,28	45,12	22,61	1931,70	15,94	61,26	60,09	3,50					
2350,63	15,57	51,28	45,11	22,62	1931,89	15,98	61,26	60,09	3,49					
2350,76	15,57	51,27	45,11	22,63	1932,09	16,01	61,26	60,10	3,49					
2350,88	15,57	51,27	45,10	22,64	1932,20	16,03	61,26	60,10	3,49					
2351,01	15,57	51,26	45,10	22,65	1932,39	16,05	61,26	60,10	3,49					
2351,13	15,57	51,26	45,09	22,66	1932,50	16,06	61,26	60,10	3,49					
2351,26	15,57	51,25	45,08	22,67	1932,68	16,08	61,25	60,10	3,48					
2351,37	15,57	51,24	45,08	22,68	1932,79	16,09	61,25	60,10	3,48					
2351,49	15,57	51,23	45,07	22,69	1932,98	16,10	61,25	60,10	3,48					
2351,62	15,57	51,23	45,06	22,70	1933,09	16,11	61,25	60,10	3,48					
2351,74	15,57	51,22	45,05	22,71	1933,20	16,11	61,25	60,10	3,48					
2351,87	15,57	51,21	45,04	22,71	1933,39	16,12	61,24	60,11	3,48					
2351,99	15,57	51,20	45,03	22,72	1933,50	16,12	61,24	60,11	3,48					
2352,12	15,57	51,19	45,02	22,73	1933,68	16,12	61,24	60,11	3,47					
2352,24	15,57	51,18	45,01	22,74	1933,79	16,12	61,24	60,11	3,47					
2352,37	15,57	51,17	45,00	22,74	1934,00	16,12	61,24	60,11	3,47					
2352,49	15,57	51,16	44,99	22,75	1934,18	16,12	61,24	60,11	3,47					
2352,62	15,57	51,15	44,98	22,76	1934,29	16,13	61,23	60,11	3,47					
2352,74	15,56	51,14	44,97	22,76	1934,48	16,13	61,23	60,12	3,47					
2352,87	15,56	51,13	44,96	22,77	1934,59	16,13	61,23	60,12	3,47					
2352,99	15,56	51,12	44,95	22,78	1934,70	16,14	61,23	60,12	3,47					
2353,12	15,56	51,11	44,93	22,78	1934,81	16,14	61,23	60,12	3,47					
2353,24	15,56	51,10	44,92	22,79	1935,01	16,15	61,23	60,12	3,47					
2353,37	15,56	51,09	44,91	22,79	1935,21	16,17	61,23	60,12	3,47					
2353,49	15,56	51,08	44,90	22,80	1935,40	16,19	61,23	60,12	3,47					
2353,62	15,56	51,07	44,89	22,81	1935,51	16,20	61,23	60,12	3,47					
2353,74	15,56	51,06	44,88	22,81	1935,62	16,21	61,24	60,12	3,47					
2353,87	15,56	51,05	44,87	22,82	1935,81	16,23	61,24	60,12	3,46					
2353,99	15,56	51,04	44,86	22,82	1935,92	16,24	61,24	60,12	3,46					
2354,12	15,56	51,03	44,85	22,82	1936,11	16,27	61,24	60,12	3,46					
2354,24	15,55	51,02	44,84	22,83	1936,29	16,30	61,24	60,12	3,46					
2354,37	15,55	51,02	44,83	22,83	1936,48	16,33	61,25	60,12	3,46					
2354,49	15,55	51,01	44,82	22,84	1936,59	16,35	61,25	60,12	3,46					
2354,64	15,55	51,00	44,81	22,84	1936,70	16,37	61,25	60,12	3,46					
2354,74	15,55	50,99	44,81	22,84	1936,90	16,41	61,25	60,13	3,46					
2354,87	15,55	50,98	44,80	22,85	1937,09	16,45	61,26	60,13	3,46					
2355,04	15,55	50,97	44,79	22,85	1937,20	16,47	61,26	60,13	3,46					
2355,17	15,55	50,96	44,78	22,85	1937,39	16,52	61,26	60,13	3,46					
2355,29	15,55	50,95	44,77	22,86	1937,50	16,55	61,26	60,13	3,46					
2355,42	15,55	50,95	44,76	22,86	1937,68	16,60	61,27	60,13	3,46					
2355,56	15,55	50,94	44,75	22,86	1937,79	16,63	61,27	60,13	3,46					
2355,68	15,54	50,93	44,75	22,87	1937,90	16,66	61,27	60,13	3,46					
2355,82	15,54	50,92	44,74	22,87	1938,09	16,73	61,27	60,13	3,46					
2355,95	15,54	50,91	44,73	22,87	1938,20	16,76	61,27	60,13	3,45					
2356,09	15,54	50,91	44,72	22,87	1938,40	16,83	61,28	60,13	3,45					
2356,21	15,54	50,90	44,71	22,88	1938,59	16,91	61,28	60,13	3,45					
2356,34	15,54	50,89	44,71	22,88	1938,70	16,95	61,28	60,13	3,45					
2356,48	15,54	50,89	44,70	22,88	1938,89	17,04	61,28	60,13	3,45					
2356,60	15,54	50,88	44,69	22,88	1939,00	17,09	61,28	60,13	3,45					
2356,74	15,54	50,87	44,68	22,89	1939,18	17,19	61,28	60,13	3,44					
2356,87	15,54	50,87	44,68	22,89	1939,29	17,25	61,28	60,14	3,44					
2356,99	15,54	50,86	44,67	22,89	1939,40	17,31	61,28	60,14	3,44					
2357,12	15,54	50,86	44,66	22,89	1939,51	17,37	61,28	60,14	3,44					
2357,24	15,54	50,85	44,66	22,89	1939,62	17,43	61,28	60,14	3,44					
2357,37	15,54	50,85	44,65	22,90	1939,82	17,56	61,29	60,15	3,44					
2357,49	15,54	50,84	44,65	22,90	1940,01	17,70	61,29	60,15	3,43					
2357,62	15,54	50,84	44,64	22,90	1940,12	17,78	61,29	60,15	3,43					

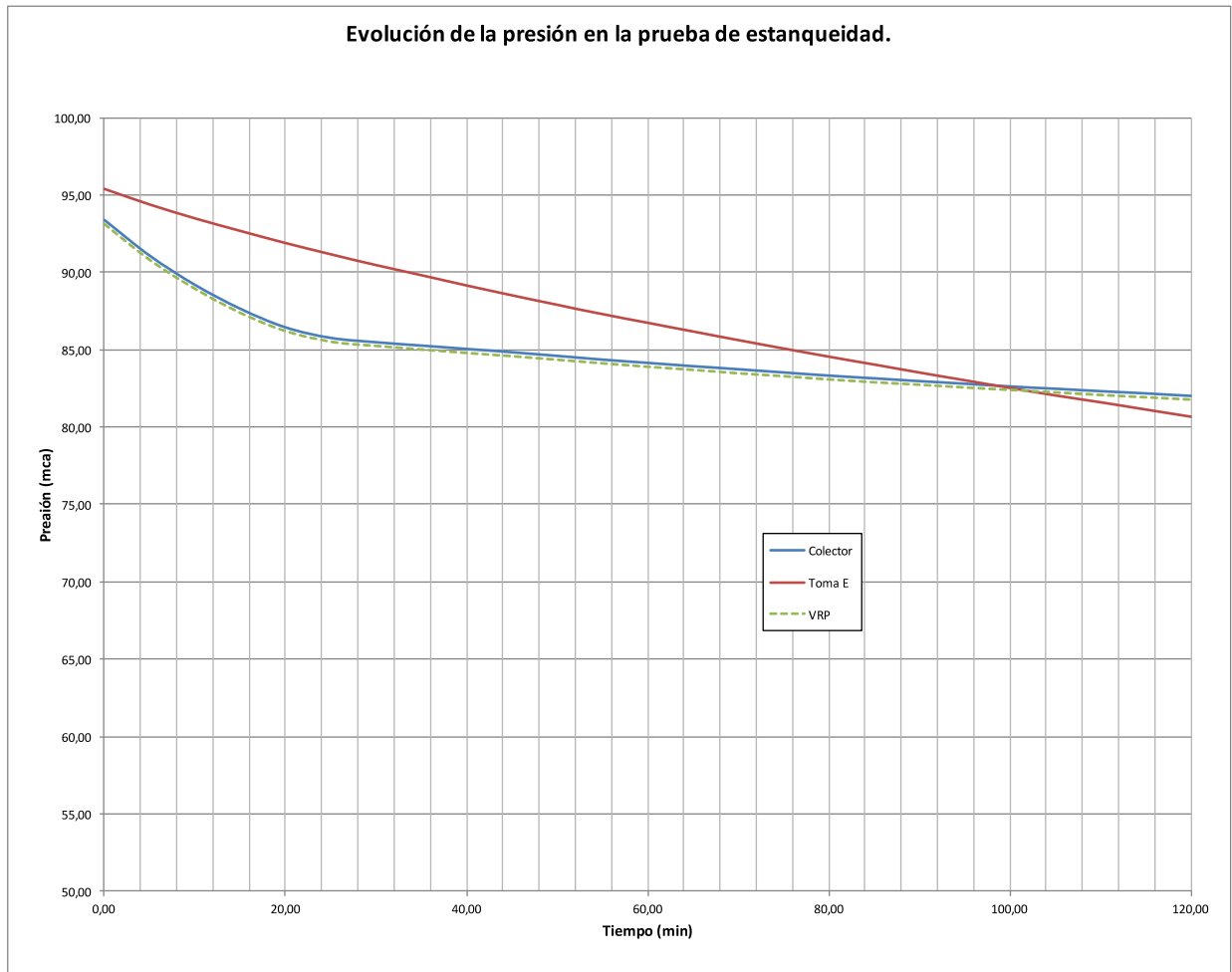
TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
2357,74	15,54	50,83	44,63	22,90	1940,25	17,85	61,29	60,16	3,43					
2357,87	15,54	50,83	44,63	22,90	1940,45	18,02	61,29	60,16	3,43					
2357,99	15,54	50,83	44,62	22,90	1940,56	18,10	61,29	60,17	3,42					
2358,12	15,54	50,82	44,62	22,90	1940,75	18,28	61,30	60,17	3,42					
2358,24	15,54	50,82	44,61	22,91	1940,86	18,38	61,30	60,17	3,42					
2358,37	15,54	50,82	44,61	22,91	1940,97	18,48	61,30	60,18	3,42					
2358,51	15,54	50,82	44,60	22,91	1941,07	18,57	61,30	60,18	3,41					
2358,64	15,54	50,81	44,60	22,91	1941,26	18,78	61,30	60,19	3,41					
2358,76	15,54	50,81	44,59	22,91	1941,39	18,88	61,31	60,19	3,41					
2358,89	15,54	50,81	44,59	22,91	1941,50	18,99	61,31	60,19	3,40					
2359,03	15,55	50,81	44,58	22,91	1941,61	19,10	61,31	60,19	3,40					
2359,15	15,55	50,81	44,58	22,91	1941,81	19,32	61,31	60,20	3,39					
2359,28	15,55	50,80	44,58	22,91	1941,92	19,43	61,32	60,20	3,39					
2359,40	15,55	50,80	44,57	22,91	1942,12	19,66	61,32	60,21	3,39					
2359,54	15,55	50,80	44,57	22,91	1942,23	19,78	61,32	60,21	3,38					
2359,67	15,55	50,80	44,56	22,91	1942,43	20,01	61,32	60,22	3,38					
2359,79	15,55	50,80	44,56	22,91	1942,54	20,13	61,33	60,22	3,37					
2359,92	15,55	50,80	44,56	22,91	1942,65	20,24	61,33	60,22	3,37					
2360,04	15,55	50,80	44,55	22,91	1942,86	20,49	61,33	60,22	3,36					
2360,18	15,56	50,79	44,55	22,91	1943,06	20,73	61,34	60,23	3,35					
2360,31	15,56	50,79	44,55	22,91	1943,17	20,85	61,34	60,23	3,35					
2360,45	15,56	50,79	44,55	22,91	1943,37	21,10	61,34	60,23	3,34					
2360,57	15,56	50,79	44,54	22,91	1943,48	21,23	61,34	60,24	3,34					
2360,71	15,56	50,79	44,54	22,91	1943,68	21,48	61,34	60,24	3,33					
2360,84	15,56	50,79	44,54	22,91	1943,79	21,61	61,34	60,24	3,32					
2360,96	15,56	50,79	44,54	22,91	1944,00	21,87	61,35	60,24	3,32					
2361,12	15,56	50,79	44,53	22,91	1944,11	22,00	61,35	60,25	3,31					
2361,24	15,57	50,79	44,53	22,91	1944,22	22,13	61,35	60,25	3,31					
2361,39	15,57	50,79	44,53	22,91	1944,32	22,26	61,35	60,25	3,30					
2361,53	15,57	50,79	44,53	22,91	1944,43	22,39	61,35	60,25	3,30					
2361,67	15,57	50,79	44,53	22,91	1944,54	22,52	61,35	60,25	3,29					
2361,79	15,57	50,79	44,53	22,91	1944,65	22,66	61,35	60,25	3,29					
2361,93	15,57	50,79	44,53	22,91	1944,76	22,79	61,35	60,26	3,28					
2362,07	15,58	50,79	44,53	22,91	1944,87	22,93	61,35	60,26	3,28					
2362,20	15,58	50,79	44,53	22,91	1945,00	23,07	61,35	60,26	3,27					
2362,34	15,58	50,79	44,53	22,91	1945,11	23,21	61,35	60,26	3,27					
2362,48	15,58	50,79	44,52	22,91	1945,22	23,35	61,36	60,26	3,26					
2362,60	15,58	50,79	44,52	22,91	1945,34	23,48	61,36	60,26	3,26					
2362,74	15,59	50,79	44,52	22,92	1945,45	23,62	61,36	60,27	3,25					
2362,89	15,59	50,79	44,52	22,92	1945,56	23,76	61,36	60,27	3,25					
2363,03	15,59	50,79	44,52	22,92	1945,67	23,90	61,36	60,27	3,24					
2363,17	15,59	50,79	44,52	22,92	1945,78	24,04	61,36	60,27	3,24					
2363,29	15,59	50,79	44,52	22,92	1945,89	24,18	61,36	60,27	3,23					
2363,43	15,59	50,79	44,52	22,92	1946,00	24,33	61,36	60,28	3,23					
2363,57	15,60	50,79	44,52	22,92	1946,11	24,47	61,36	60,28	3,22					
2363,71	15,60	50,79	44,52	22,92	1946,22	24,61	61,36	60,28	3,22					
2363,85	15,60	50,79	44,52	22,92	1946,34	24,75	61,36	60,28	3,21					
2364,00	15,60	50,79	44,52	22,92	1946,45	24,89	61,36	60,28	3,20					
2364,14	15,60	50,79	44,52	22,93	1946,59	25,04	61,36	60,28	3,20					
2364,26	15,61	50,79	44,52	22,93	1946,70	25,18	61,37	60,29	3,19					
2364,42	15,61	50,79	44,52	22,93	1946,84	25,32	61,37	60,29	3,19					
2364,54	15,61	50,79	44,52	22,93	1946,97	25,46	61,37	60,29	3,18					
2364,68	15,61	50,79	44,52	22,93	1947,08	25,60	61,37	60,29	3,18					
2364,82	15,61	50,79	44,52	22,94	1947,18	25,74	61,37	60,29	3,17					
2364,96	15,61	50,79	44,52	22,94	1947,31	25,88	61,37	60,30	3,17					
2365,09	15,62	50,79	44,52	22,94	1947,42	26,02	61,37	60,30	3,16					
2365,23	15,62	50,79	44,52	22,94	1947,54	26,16	61,38	60,30	3,15					
2365,37	15,62	50,79	44,52	22,94	1947,65	26,30	61,38	60,30	3,15					
2365,51	15,62	50,79	44,52	22,95	1947,76	26,44	61,38	60,30	3,14					
2365,65	15,63	50,79	44,52	22,95	1947,87	26,59	61,38	60,30	3,14					
2365,79	15,63	50,79	44,52	22,95	1947,98	26,73	61,38	60,30	3,13					
2365,93	15,63	50,79	44,52	22,95	1948,11	26,88	61,39	60,31	3,13					
2366,07	15,64	50,80	44,53	22,95	1948,22	27,02	61,39	60,31	3,12					
2366,23	15,64	50,80	44,54	22,96	1948,34	27,17	61,39	60,31	3,11					
2366,39	15,65	50,81	44,54	22,96	1948,45	27,31	61,39	60,31	3,11					
2366,53	15,66	50,83	44,56	22,96	1948,56	27,46	61,39	60,31	3,10					
2366,67	15,67	50,84	44,57	22,96	1948,67	27,60	61,39	60,31	3,10					
2366,81	15,68	50,86	44,59	22,96	1948,79	27,74	61,39	60,31	3,09					
2366,93	15,69	50,88	44,61	22,97	1948,90	27,89	61,39	60,31	3,08					
2367,07	15,70	50,91	44,64	22,97	1949,03	28,03	61,40	60,31	3,08					
2367,21	15,72	50,94	44,67	22,97	1949,14	28,17	61,40	60,31	3,07					
2367,35	15,73	50,98	44,70	22,97	1949,25	28,31	61,40	60,31	3,06					
2367,50	15,75	51,02	44,74	22,97	1949,37	28,45	61,40	60,32	3,06					
2367,64	15,77	51,07	44,79	22,97	1949,48	28,59	61,40	60,32	3,05					
2367,78	15,79	51,12	44,84	22,97	1949,59	28,72	61,40	60,32	3,05					
2367,93	15,82	51,18	44,89	22,98	1949,72	28,86	61,40	60,32	3,04					

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
2368,07	15,84	51,24	44,95	22,98	1949,83	28,99	61,41	60,32	3,03					
2368,21	15,87	51,31	45,02	22,98	1949,93	29,12	61,41	60,32	3,03					
2368,35	15,90	51,39	45,08	22,98	1950,06	29,26	61,41	60,32	3,02					
2368,50	15,93	51,47	45,16	22,98	1950,18	29,39	61,41	60,32	3,02					
2368,65	15,96	51,55	45,24	22,98	1950,31	29,53	61,41	60,33	3,01					
2368,79	15,99	51,65	45,32	22,98	1950,42	29,66	61,42	60,33	3,00					
2368,93	16,03	51,74	45,41	22,98	1950,53	29,80	61,42	60,33	3,00					
2369,09	16,07	51,85	45,51	22,98	1950,65	29,94	61,42	60,33	2,99					
2369,23	16,11	51,96	45,61	22,98	1950,78	30,07	61,42	60,33	2,98					
2369,37	16,15	52,07	45,71	22,98	1950,90	30,21	61,42	60,34	2,98					
2369,51	16,19	52,19	45,82	22,99	1951,01	30,35	61,43	60,34	2,97					
2369,67	16,24	52,31	45,94	22,99	1951,14	30,49	61,43	60,34	2,97					
2369,81	16,28	52,44	46,05	22,99	1951,25	30,63	61,43	60,35	2,96					
2369,95	16,33	52,58	46,17	22,99	1951,37	30,77	61,43	60,35	2,95					
2370,10	16,38	52,71	46,30	22,99	1951,50	30,91	61,44	60,35	2,95					
2370,25	16,43	52,85	46,42	22,99	1951,62	31,04	61,44	60,35	2,94					
2370,39	16,48	52,99	46,55	22,99	1951,75	31,18	61,44	60,36	2,94					
2370,54	16,53	53,14	46,68	23,00	1951,86	31,32	61,44	60,36	2,93					
2370,68	16,58	53,28	46,81	23,00	1951,98	31,46	61,44	60,36	2,92					
2370,84	16,63	53,43	46,95	23,00	1952,11	31,59	61,45	60,36	2,92					
2371,04	16,68	53,58	47,08	23,01	1952,22	31,73	61,45	60,37	2,91					
2371,20	16,74	53,73	47,22	23,01	1952,34	31,86	61,45	60,37	2,90					
2371,35	16,79	53,88	47,35	23,01	1952,45	31,99	61,45	60,37	2,90					
2371,51	16,84	54,03	47,49	23,02	1952,58	32,12	61,45	60,37	2,89					
2371,65	16,89	54,18	47,62	23,02	1952,68	32,25	61,45	60,38	2,89					
2371,81	16,94	54,33	47,75	23,03	1952,81	32,37	61,46	60,38	2,88					
2371,96	16,99	54,47	47,89	23,04	1952,93	32,50	61,46	60,38	2,87					
2372,12	17,05	54,62	48,02	23,05	1953,06	32,62	61,46	60,38	2,87					
2372,26	17,10	54,76	48,14	23,05	1953,17	32,73	61,46	60,39	2,86					
2372,42	17,15	54,90	48,27	23,06	1953,29	32,85	61,46	60,39	2,85					
2372,56	17,19	55,04	48,39	23,07	1953,42	32,96	61,47	60,39	2,85					
2372,71	17,24	55,18	48,51	23,08	1953,53	33,07	61,47	60,40	2,84					
2372,86	17,29	55,31	48,63	23,10	1953,65	33,17	61,47	60,40	2,84					
2373,00	17,33	55,44	48,74	23,11	1953,78	33,28	61,47	60,40	2,83					
2373,15	17,38	55,56	48,85	23,12	1953,92	33,37	61,47	60,40	2,82					
2373,31	17,42	55,68	48,96	23,14	1954,03	33,47	61,47	60,40	2,82					
2373,45	17,46	55,80	49,06	23,15	1954,14	33,56	61,47	60,41	2,81					
2373,61	17,50	55,91	49,16	23,17	1954,26	33,65	61,47	60,41	2,81					
2373,76	17,54	56,02	49,26	23,18	1954,39	33,74	61,47	60,41	2,80					
2373,92	17,58	56,13	49,35	23,20	1954,54	33,83	61,47	60,41	2,80					
2374,07	17,61	56,23	49,44	23,22	1954,67	33,91	61,47	60,41	2,79					
2374,23	17,65	56,32	49,52	23,24	1954,79	33,99	61,48	60,42	2,78					
2374,37	17,68	56,41	49,60	23,26	1954,92	34,06	61,48	60,42	2,78					
2374,51	17,71	56,50	49,67	23,28	1955,03	34,13	61,48	60,42	2,77					

2.9.6.8. Prueba de estanqueidad.

Leyenda:

- T(min): Tiempo de registro de los datos en minutos
- Colector: Presión registrada en el colector, en mca.
- VRP: Presión aguas arriba válvula reductora de presión, en mca.



T (min)	Colector	Toma E	VRP
	P3 (mca)	P5(mca)	P20(mca)
41,72	36,63	36,04	42,04
0,00	93,36	95,42	93,14
5,00	91,06	94,41	90,83
10,00	89,18	93,52	88,96
15,00	87,64	92,71	87,41
20,00	86,45	91,92	86,23
25,00	85,77	91,20	85,55
30,00	85,49	90,50	85,28
35,00	85,28	89,85	85,04
40,00	85,06	89,18	84,82
45,00	84,85	88,55	84,61
50,01	84,61	87,93	84,38
55,01	84,38	87,33	84,15
60,01	84,16	86,77	83,93
65,01	83,95	86,21	83,73
70,01	83,76	85,65	83,51
75,01	83,55	85,11	83,32
80,01	83,35	84,58	83,11
85,02	83,17	84,07	82,93
90,02	82,99	83,56	82,77
95,02	82,83	83,06	82,59
100,02	82,65	82,56	82,44
105,02	82,50	82,08	82,28
110,02	82,34	81,64	82,11
115,02	82,20	81,17	81,96
120,02	82,04	80,70	81,81
125,02	81,91	80,27	81,66

2.10. Ensayo Hidrante 11 (V1/Tipo3-7/DNB 100-QNB 112-DNP 25x2 40x3 50x1 80x1/PN6). NLIR Valencia. Mayo 2015.

2.10.1. Clasificación del hidrante según norma UNE EN 14267.

V1					
Función		Tipo 3			
NSH		7			
Dimensiones					
DNB		100			
QNB		112			
Salidas	DNP	25	40	50	80
	NS _{DN}	2	3	1	1
Presión (bar)		6		Manómetro	

La denominación del hidrante según su clasificación será:

V1/Tipo3-7/DNB 100-QNB 112-DNP 25x2 40x3 50x1 80x1/PN6

2.10.2. Descripción del hidrante.

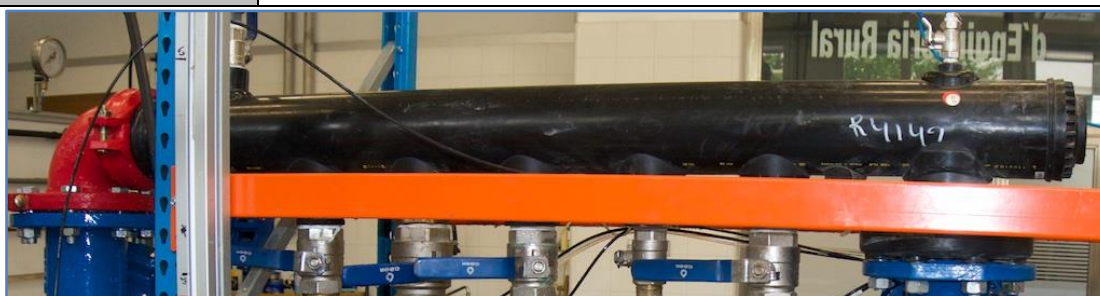
2.10.2.1. Filtro Cazapiedras DN 100.

Descripción.	Filtro cazapiedras.
Función	Protección del hidrante ante elementos extraños
Fabricante	REGABER. GAER
Modelo	En Y
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	100 mm
Otros	Tapa y cuerpo de fundición gris con recubrimiento epoxi de 250 µm. Malla Acero Inoxidable AISI-304 de 3 mm de diámetro.



2.10.2.2. Colector PP-H 110 con 7 salidas.

Descripción.	Colector de PP-H unión ranurada.
Función	Conexión a las tomas de parcela.
Fabricante	Montaje y mecanizado de Ta Comercial
Presión nominal (bar)	10
Diámetro nominal.	110 mm (conexión), SDR11
Otros	<p>7 salidas para tomas a parcela distribuidas longitudinalmente a lo largo del colector, terminadas en un manguito rosca macho excepto la de DN 80 que la salida es con brida.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6 de DN 63 mm (2") • 1 de DN 80 mm (3") <p>1 salida en la parte superior DN 32 mm (1"), para colocación de ventosa.</p> <p>1 salida en la parte superior DN 16 mm (3/4") para la colocación de manómetro.</p>



2.10.2.3. Ventosa.

Descripción.	Válvula ventosa trifuncional de 1".
Función	Eliminación y admisión de aire del hidrante
Fabricante	ARI
Modelo	MicroBARAK

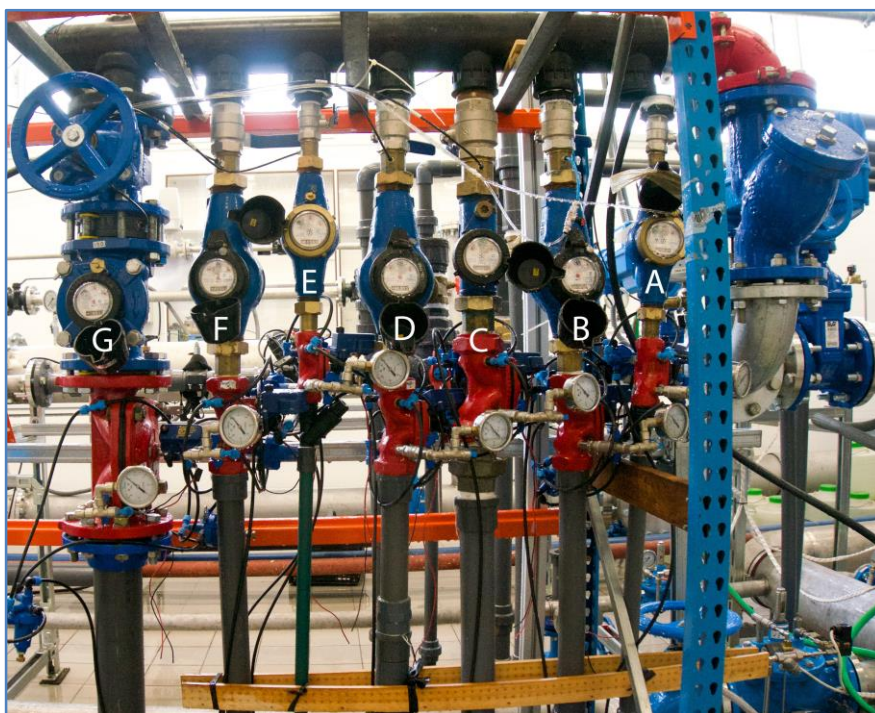
Presión nominal (bar)	10
Diámetro nominal.	1"
Otros	Aislada mediante válvula de esfera al colector.

2.10.2.4. Tomas a parcela instaladas.

En general las tomas constan de válvula de corte de esfera metálica, contador, y válvula hidráulica (electroválvula), con pilotos reductor y sostenedor de presión, en diámetros pequeños se sustituye el piloto reductor por válvula reductora de acción directa. El caudal nominal del hidrante se calcula en función de los caudales nominales de cada una de las tomas.

$$QNB = 112,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

En base al caudal nominal (QNB) y al diámetro nominal (DNB) de los elementos generales, la configuración y elección de estos elementos es incorrecta incumpliendo la Norma UNE EN 14267, que recomienda para ese DNB un caudal de 80 m³/h, DNB a instalar debería ser 150 mm.



Fotografía 43: Detalle del hidrante 11.

En la configuración del hidrante también destaca la falta de espacio entre tomas, lo que no permite un adecuado montaje (electroválvulas ladeadas, solenoides y pilotos forzados) y manipulación del hidrante, esto conlleva fugas y problemas de mantenimiento. Es imposible manipular de forma adecuada el tarado

de los pilotos y la reparación de fugas es extremadamente complicada por falta de espacio para actuar con herramientas de apriete.

Toma A y E: Parcelas 86 y 151 DN 25 mm (1").

- ✓ Válvula de esfera metálica DN 25 (1") PN 30.
- ✓ Contador chorro múltiple DN 25 mm. Colocación en vertical.

Descripción.	Contador de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	
Modelo	Multijet
Presión nominal (bar)	10
Diámetro nominal.	25 mm
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	3,5 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	7,0 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula y sostenedora de presión.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece. Mantener la presión aguas arriba de la toma.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	1" - 25 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca
Pilotos	Minipiloto Dorot 29-200 regulador de presión(verde 1-4,5 kg/cm ²) Sostenedor de presión

- ✓ Reductor de presión de acción directa.

Descripción.	Válvula Reductor de presión.
Función	Reductora de presión.
Fabricante	NETAFIM
Modelo	¾" x 2 (2000)
Presión nominal (bar)	10

Diámetro nominal.	1" - 25 mm
Presión tarado (bar)	2,5

- ✓ Tubería a parcela de PE100 DN 32 mm PN 0,6 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 32 mm PN 1,0 MPa.

Toma B, D y F: Parcelas 14-47, 13-67 y 84 DN 40 mm (1"1/2).

- ✓ Válvula de esfera metálica DN 40 (1"1/2) PN 30.
- ✓ Contador chorro múltiple DN 40 mm. Colocación en vertical.

Descripción.	Contador de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	
Modelo	Multijet
Presión nominal (bar)	10
Diámetro nominal.	40 mm
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	10 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	20 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula y reductora sostenedora de presión.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece. Mantener la presión aguas arriba y reducir la presión aguas abajo de la toma.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	1"1/2 - 40 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca
Pilotos	Minipiloto Dorot 29-200 regulador de presión(verde 1-4,5 kg/cm ²) Sostenedor de presión Reductor de presión

- ✓ Tubería a parcela de PE100 DN 50 mm PN 0,6 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 50 mm PN 1,0 MPa.

Toma C: Parcela 72 DN 50 mm (2").

- ✓ Válvula de esfera metálica DN 50 (2") PN 30.
- ✓ Contador Woltman DN 50 mm. Colocación en vertical.

Descripción.	Contador metálico tipo Woltman
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	
Modelo	WMR
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	50 mm
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	15 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	30 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece. Mantener la presión aguas arriba y reducir la presión aguas abajo de la toma.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	2" - 50 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca
Pilotos	Minipiloto Dorot 29-200 regulador de presión(verde 1-4,5 kg/cm ²) Sostenedor de presión Reductor de presión

- ✓ Tubería a parcela de PE100 DN 63 mm PN 1,0 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 63 mm PN 1,0 MPa.

Toma G: Parcelas 106 y 21 DN 80 mm (3").

- ✓ Válvula de compuerta DN 80 (3") PN 16.
- ✓ Contador Woltman DN 80 mm. Colocación en vertical.

Descripción.	Contador metálico tipo woltman
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo.
Fabricante	
Modelo	WT II 80
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	80 mm (3")
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	60 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	120 m ³ /h
Uniones	Brida

- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece. Mantener la presión aguas arriba y reducir la presión aguas abajo de la toma.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	3" - 80 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión Bridas
Pilotos	Minipiloto Dorot 29-200 regulador de presión(verde 1-4,5 kg/cm ²) Sostenedor de presión Reductor de presión

- ✓ Tubería a parcela de PE100 DN 90 mm PN 1,0 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 90 mm PN 1,0 MPa.

2.10.3. Ensayos realizados.

1. Comprobación de la metrología a QNP para cada una de las tomas.
2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo.
3. Pérdidas de carga del hidrante, con todas las tomas abiertas y sin regulación.
4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.
5. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego. Con y sin funcionamiento de la válvula de regulación.
6. Prueba de estanqueidad.

2.10.4. Incidencias encontradas en los ensayos.

1. En el montaje y puesta en funcionamiento se localizan fugas en los cambios de sección, sobretudo desde el colector a las tomas, provocando hasta en dos ocasiones rotura de este accesorio, se sustituye esta pieza en las Tomas A y C por rotura. Esta rotura se produce por un deficiente montaje, y una falta de espacio para realizar de forma adecuada las labores de apriete y conexión.
2. Rotura del solenoide en su conexión con la válvula hidráulica de la Toma G, provocado por falta de espacio y una deficiente manipulación.
3. Solenoide de la Toma C defectuoso, no actúa de forma manual a las posiciones de abierto y cerrado.
4. Válvulas reductoras de presión conectadas en serie en las Tomas A y E, lo que provoca frecuentes fenómenos de inestabilidad, que producen apertura y cierre constantes, bloqueando los contadores a caudales nominales. El piloto 29-200 de estas tomas está conectado como reductor en vez de como sostenedor.
5. En las válvulas reductoras-sostenedoras de las Tomas B, C, D, F y G, la conexión de los pilotos da prioridad a la función reductora en vez de sostenedora, de tal forma que esta función es improbable que funcione en campo.
6. La función sostenedora, tal y como se muestra en el ensayo de apertura y cierre del anexo III, no es necesaria. Se muestra perjudicial para garantizar la presión y caudal, que permita un adecuado riego en parcela, se registran presiones por debajo de los 20 mca.

Con objeto de eliminar algunas de estas deficiencias y poder ensayar el hidrante se decide:

1. Eliminar los pilotos sostenedores de presión.
2. Regular a 30 mca la presión de tarado de los pilotos reductores.
3. En las tomas A y E se anula la VRP de acción directa de Netafim ya que aunque su funcionamiento en estas funciones sea más estable, la presión de tarado es insuficiente para garantizar una adecuada presión en parcela.

2.10.5. Resultados.

Los datos registrados y su tratamiento se pueden observar en el Apartado 2.10.7.

2.10.5.1. Comprobación de la metrología a QN para cada una de las tomas.

Con la válvula de maniobra instalada aguas abajo de la toma se regula el caudal circulante para ajustarlo al QN de la toma. Se verifica el caudal circulante del contador con del registrado por los CEM del banco de ensayos. Los resultados obtenidos son:

Tabla 48: Hidrante 11. Resultados metrológicos para cada una de las tomas.

Toma	A	B	C	D	E	F	G
Parcela	86	14-47	72	13-67	151	84	106-21
QN (m ³ /h)	3,5	10	15	10	3,5	10	60
Qp(m ³ /h)	3,59	10,68	15,55	10,21	3,35	10,98	62,68
CEM	25	100	100	100	25	100	100
Q _{CEM} (m ³ /h)	3,62	10,02	14,99	10,06	3,50	10,07	60,56
εp(%)	-0,80	6,57	3,72	1,50	-4,15	8,98	3,50

Siendo:

- QN: Caudal nominal del contador de la toma, en m³/hora
- Qp: Caudal registrado por el contador por lectura directa a través de la toma de fotografías, en m³/hora
- CEM: Contador electromagnético utilizado.
- Q_{CEM}: Caudal contador CEM, medida patrón, en m³/hora
- εp : Error relativo en porcentaje.

Los errores son admisibles y están dentro de los indicados por la normativa aplicable (AEN/CTN68 2006, 2005), excepto para las tomas B y F.

2.10.5.2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo.

Se compara la medida del caudal proporcionada por la lectura de cada uno de los contadores de las tomas en un determinado tiempo, con la medida del caudal realizada con el contador electromagnético patrón del banco de ensayo (CEM100). Para ello se fija el caudal nominal de cada una de las tomas modificando la apertura de una válvula de bola instalada aguas abajo de las mismas y se espera a que se establezca el sistema antes de empezar la medición. Se fija como caudal nominal del hidrante la suma de los caudales nominales de las tomas del hidrante.

Tabla 49: Hidrante 11. Metrología global hidrante.

Toma	QNP (m ³ /h)	Caudal Medido Contador (m ³ /h)
A	3,5	4,2
B	10,0	9,5
C	15,0	15,1
D	10,0	11,5

Toma	QNP (m ³ /h)	Caudal Medido Contador (m ³ /h)
E	3,5	3,9
F	10,0	10,3
G	60,0	60,9
Total Hidrante	112,0	115,5

Q _{HIDRANTE}	Q _{CEM}	ε (%)
115,5	111,4	-3,70

Siendo:

- Q_{HIDRANTE}: Caudal total del hidrante, en m³/hora
- Q_{CEM}: Caudal contador CEM, medida patrón, en m³/hora
- ε: Error relativo.

El error producido se encuentra dentro de los valores indicados por la norma UNE EN 14267(AEN/CTN68 2005).

2.10.5.3. Pérdidas de carga del hidrante.

Con las válvulas de cada una de las tomas abiertas, se modifica el caudal circulante por el hidrante registrando la presión aguas arriba del hidrante, en el colector, y aguas abajo de cada una de las 7 tomas del hidrante, registrando también el caudal circulante una vez el sistema se estabiliza.

En este apartado se resumen aquellos resultados para el caudal nominal del hidrante (111,4 m³/h).

Tabla 50: Hidrante 11. Pérdidas de carga hidrante.

ΔhN (Toma A)	ΔhN (Toma B)	ΔhN (Toma C)	ΔhN (Toma D)	ΔhN (Toma E)	ΔhN (Toma F)	ΔhN (Toma G)	Δh Codo + Filtro	Q _{CEM}
13,80	10,86	10,26	11,45	12,95	10,74	11,80	7,41	111,4

Siendo:

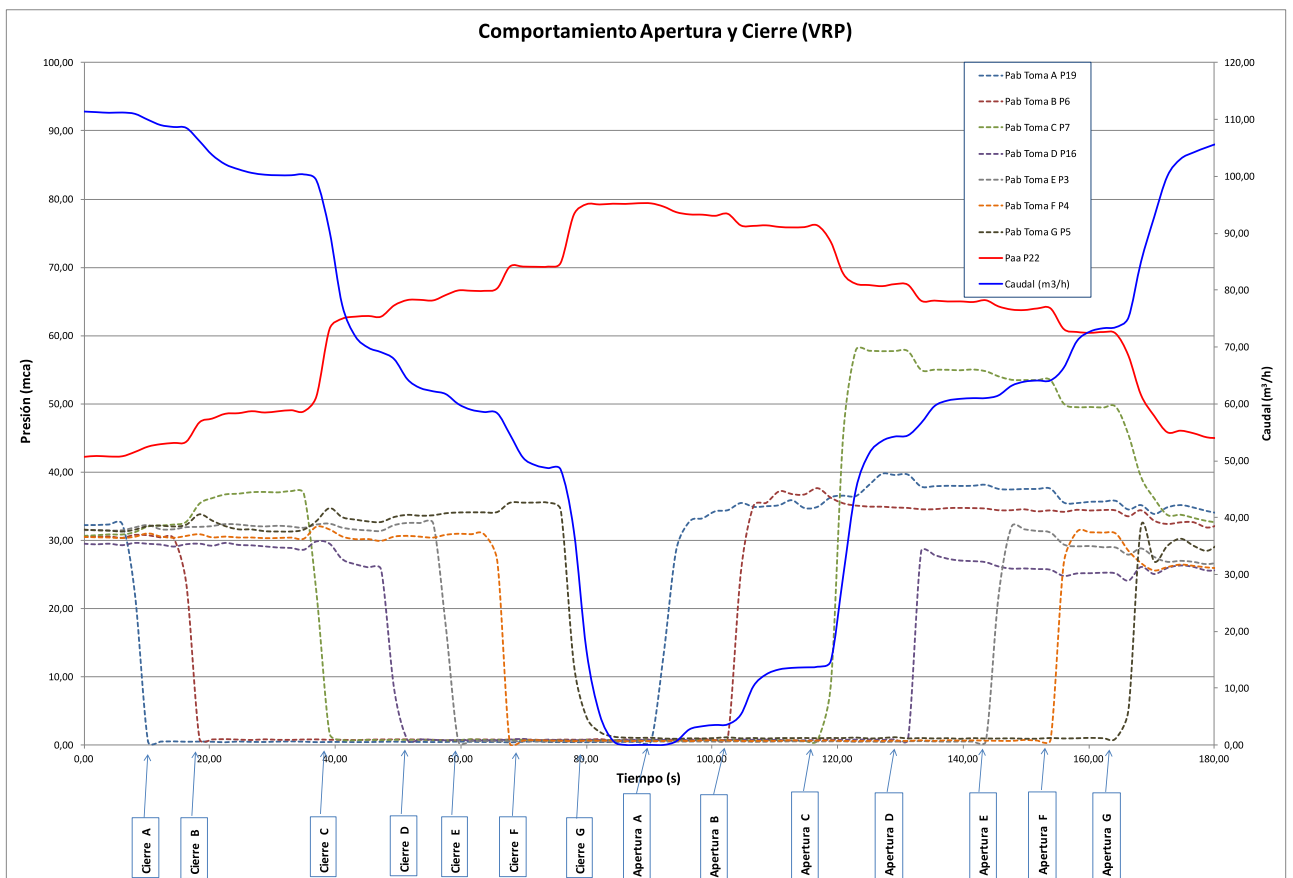
- Q_{CEM}: Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM, en m³/hora
- ΔhN(Toma x): Pérdidas de carga totales entre la medición aguas arriba del hidrante y la medición aguas abajo de la toma X, para el caudal circulante por la toma (ver caudal en tablas apartado anterior), en mca
- Δh(Codo + Filtro): Pérdida de carga de codo y del filtro cazapiedras, en mca.

Según la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005) las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 3 son 0,8 bar (80 KPa, 8 m), por lo que las pérdidas son superiores a las recomendadas por dicha norma, tal y como era previsible ya que la configuración y DNB de los elementos generales no sigue las recomendaciones de la misma (ver apartado **Tomas a parcela instaladas.**).

2.10.5.4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego (Con solo reducción de presión).

El ensayo muestra el comportamiento del hidrante (fluctuaciones de presión y caudal) ante situaciones de apertura y cierre de las tomas.

Consiste en variar la posición de la válvula hidráulica de cada toma de posición de **Abierto a Cerrado** o de **Cerrado a Abierto**. En la Gráfica 19 se pueden visualizar los resultados obtenidos.



Gráfica 19: Hidrante 11. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas de riego. Electroválvulas como reductoras de presión.

El hidrante se comporta de forma estable ante estas situaciones de apertura y cierre, no mostrando transitorios importantes.

La apertura de la Toma A como inicio riego muestra inestabilidad en la regulación de presión que provoca a caudal nominal de dicha toma el bloqueo del contador. Este fenómeno que ya se observó en el funcionamiento de las válvulas en serie, no se soluciona con la eliminación de la VRP de acción directa, aunque disminuye la frecuencia y su duración.

2.10.5.5. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego con la VRP en regulación.

Con la válvula de esfera del tramo de tubería que simula la tubería a parcela, totalmente abierta²⁰ y la válvula hidráulica en posición de regulación, se procede abrir y cerrar cada toma para comprobar el caudal máximo que puede circular con el resto de tomas cerradas y presiones altas en el hidrante. Solo se ensayan las tomas con contadores de chorro múltiple que son las que pueden presentar problemas de bloqueo.

Tabla 51: Hidrante 11. Resultados bloqueo contadores con regulación de presión en las tomas.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	P _{aa} (mca)	P _{ab} (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
A	3,50	7	57,72	12,29	12,21	Bloqueo
B	10	20	59,46	21,85	37,60	No Bloqueo
D	10	20	66,65	29,03	36,23	No Bloqueo
E	3,5	7	57,80	5,46	11,95	Bloqueo
F	10	20	64,22	23,90	39,37	No Bloqueo

Siendo:

- TOMA: Toma ensayada
- QNP: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- P_{aa}: Presión aguas arriba del hidrante, en mca.
- P_{ab}: Presión aguas debajo de la toma, en mca.
- Q_{CEM} Máximo: Caudal máximo de ensayo medido con contador CEM, en m³/hora

2.10.5.6. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego con la VRP sin regulación.

Con la válvula de esfera del tramo de tubería que simula la tubería a parcela totalmente abierta²¹ y la VRP en posición de abierta, se procede abrir y cerrar cada toma para comprobar el caudal máximo que puede circular con el resto de tomas cerradas y presiones altas en el hidrante.

²⁰ Simulando el caso de que no haya conectada ninguna instalación de riego o simulando el proceso de arranque de riego, llenado de tuberías.

Tabla 52: Hidrante 11. Resultados bloqueo contadores sin regulación de presión en las tomas.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	P _{aa} (mca)	P _{ab} (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
A	3,50	7	61,94	14,65	12,15	Bloqueo No recupera
B	10	20	70,36	25,34	40,68	Bloqueo Recupera 16,56 m ³ /h
D	10	20	72,78	32,74	38,52	No Bloqueo
E	3,5	7	61,73	14,42	12,53	Bloqueo No recupera
F	10	20	73,43	26,31	41,76	No Bloqueo

Siendo:

- TOMA: Toma ensayada
- QNP: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- P_{aa}: Presión aguas arriba del hidrante, en mca.
- P_{ab}: Presión aguas debajo de la toma, en mca.
- Q_{CEM} Maximo: Caudal máximo de ensayo medido con contador CEM, en m³/hora.

2.10.5.7. Prueba de estanqueidad.

Con la entrada al hidrante cerrada y las electroválvulas de cada toma cerradas (posición CLOSE del solenoide, se somete a los elementos generales del hidrante a una presión hidrostática de aproximadamente de 70 mca, durante 1 hora.

La variación de presión es importante (20 mca) no siendo admisible la estanqueidad del hidrante, se detectan fugas en las reducciones del colector a los elementos de la toma, incluso en una de las pruebas se produjo una rotura del enlace colector-Toma A, lo que obligó a cambiar esta pieza. La estanqueidad no es adecuada.

Tabla 53: Hidrante 11. Estanqueidad elementos.

Elemento	Estado
Filtro Cazapiedras	Sin fugas
Electroválvula (VRP y VSP) tomas	Sin fugas
Colector	Sin fugas
Ventosa	Sin fugas
Manómetro	Sin fugas
Reducciones y enlaces	Fugas colector Tomas

Al mismo tiempo y aisladas por medio de las válvulas de bola se somete a las tomas a presión registrando la evolución de la presión y detección de fugas, los resultados son:

Tabla 54: Hidrante 11. Estanqueidad Tomas.

Toma	Conexión Válvula bola	Contador	Conexiones válvula hidráulica.
A	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
B	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
C	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
D	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
E	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
F	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
G	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas

2.10.6. Conclusiones

La medición de caudal nominal del hidrante, muestra una buena precisión con respecto a medido en el banco de ensayo, estando dentro de los valores que marca la norma UNE EN 14267 y 14268 (AEN/CTN68 2005, 2006).

Según la norma UNE EN 14267 las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 3 es 8 mca, estando todas las tomas lejos de este valor. La configuración y elección del DN de los elementos generales del hidrante no es la correcta para el QNB, incumpliendo la norma UNE EN 14267.

El funcionamiento como sostenedoras de presión provoca bajadas de presión y caudal alarmantes en las tomas, lo que provocará problemas de riego en parcela. La colocación de pilotos sostenedores de presión no está justificada y deben ser eliminados del hidrante.

Eliminar una de las dos reductoras de presión de las tomas con reductor de acción directa, tomas de DN 15, 20 y 25, ya que su funcionamiento simultaneo provoca bloqueo del contador por regulación inestable. Aun así las tomas de estos diámetros tienen un alto riesgos de bloqueo de contadores en el arranque del riego con presiones diferenciales altas y para caudales nominales.

El hidrante muestra una buena respuesta ante el cierre y apertura de las diferentes tomas. El comportamiento es similar tanto al cerrar como a la apertura de las tomas, no observándose transitorios preocupantes en ningún caso.

El funcionamiento de la reducción de presión es uniforme para todas las tomas mostrando valores de regulación aceptables.

La estanqueidad observada en los componentes del hidrante ensayado es adecuada, no así las uniones y reducciones de diámetros del mismo, que presentan fugas en casi todas las tomas, siendo en algún imposible de eliminar, debido la falta de espacio entre tomas.

La falta de espacio para un hidrante de Tipo 3, no permite un adecuado montaje (electroválvulas ladeadas) y manipulación del hidrante, lo que redonda en fugas problemas de mantenimiento, roturas de solenoides y fittings. Es imposible manipular de forma adecuada el tarado de los pilotos.

En general el hidrante muestra problemas de configuración y diseño, incumpliendo algunas de las funciones que se le piden a este tipo de instalaciones, asegurar la presión y caudal en valores necesarios para el riego a presión de la parcela abastecida.

2.10.7. Datos registrados ensayo Hidrante 11.

2.10.7.1. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. Datos registrados.

Leyenda:

- TOMA: Toma ensayada
- Volumen (l): Volumen visualizado en el contador en litros.
- Tiempo (s): Tiempo registrado para el volumen del contador en segundos.
- Q: Caudal circulante por el contador Volumen/Tiempo, en l/s.
- Q_{toma} : Caudal medio registrado por el contador, en l/s y m^3/h .
- Q_{CEM} : Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayos, en m^3/h .
- ΔhN : Pérdidas de carga de la toma en m.
- Codo+Filtro: Codo colector mas filtro cazapiedras.
- Error (%): Error relativo en porcentaje.

TOMA	Volumen (l)	Tiempo (s)	$Q_{toma}(m^3/h)$	$\Delta hN(m)$
A	45,98	39	4,24	13,80
B	103,00	39	9,51	10,86
C	164,00	39	15,14	10,26
D	124,50	39	11,49	11,45
E	43,77	40	3,93	12,95
F	114,00	40	10,26	10,74
G	676,35	40	60,87	11,80
Codo+Filtro	-	-	-	7,41
$Q_{CEM}(m^3/h)$	Total		115,5	
111,4	Error (%)		-3,7	

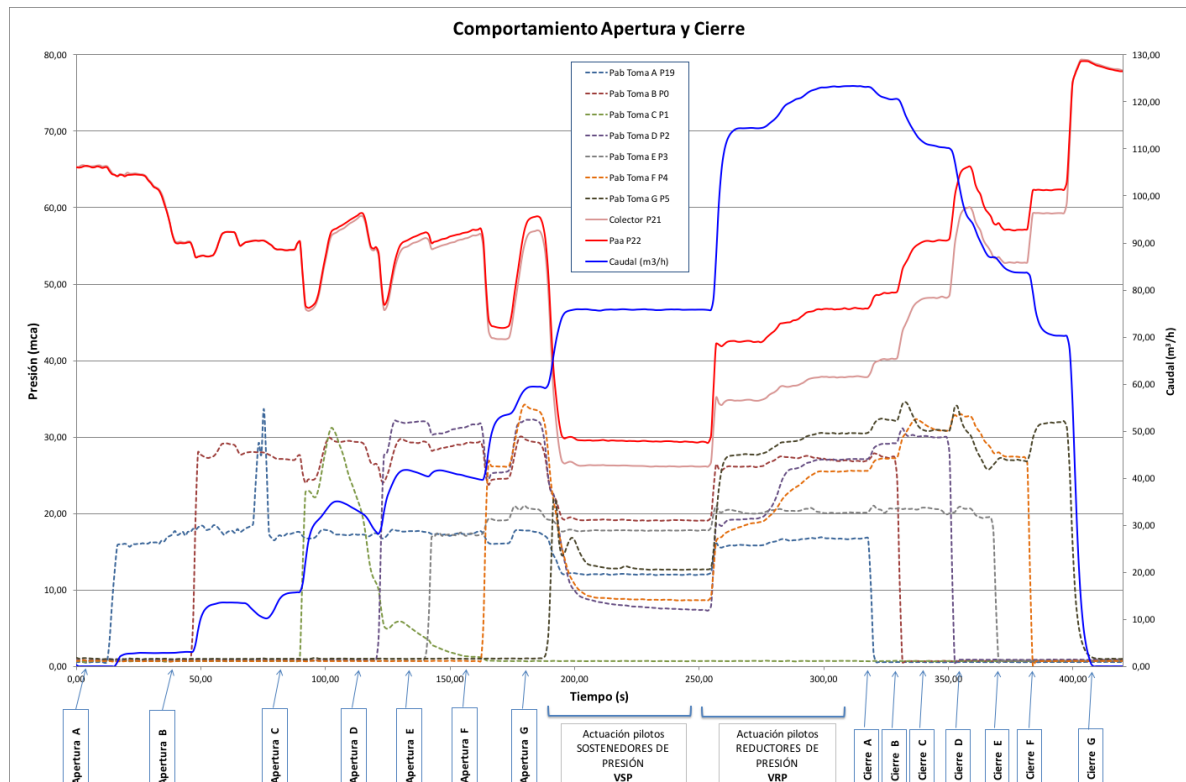
2.10.7.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante. Datos registrados

Caudal (m ³ /h)	Toma A ΔhN(m)	Toma B ΔhN(m)	Toma C ΔhN(m)	Toma D ΔhN(m)	Toma E ΔhN(m)	Toma F ΔhN(m)	Toma G ΔhN(m)	Codo+F Δh(m)
17,63	6,84	0,52	7,37	0,68	1,05	0,48	4,05	0,02
32,85	2,31	1,18	11,15	1,40	1,86	1,09	6,00	0,46
58,50	4,07	2,89	2,75	3,10	3,65	2,76	2,93	1,88
66,06	5,08	3,80	3,62	4,04	4,73	3,64	3,91	2,56
84,05	8,08	6,42	6,00	6,63	7,68	6,16	6,68	4,27
102,73	11,67	8,93	8,43	9,52	10,82	8,84	9,75	6,33
111,48	13,72	10,75	10,16	11,35	12,83	10,61	11,69	7,19
111,22	13,89	10,98	10,37	11,56	13,08	10,86	11,91	7,63
125,84	17,30	13,85	12,98	14,62	16,44	13,67	15,05	9,54

2.10.7.3. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego (con los pilotos reductor y sostenedor conectados).

Legenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en m³/h.
- Pab: Presión aguas debajo de la tomas.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.



En las tomas A y E, para presiones aguas arriba del hidrante cercanas a los 60 mca, se detectan funcionamientos inestables de la VRP de acción directa, tras un análisis de las conexiones del piloto sostenedor en estas válvulas se confirma que las conexiones del piloto con la válvulas están configuradas

como reductora de presión, estos es lo que provoca la inestabilidad al estar colocadas dos válvulas reductoras en serie. Se confirma además que este fenómeno puede provocar para caudales nominales el bloqueo del contador.

Las presiones reguladas cuando actúan los pilotos reductores son estables aunque se observan presiones de tarado muy diferentes entre tomas (diferencias de hasta 10 mca). En el funcionamiento como sostenedoras de presión, también se aprecia esa diferencia y la presión registrada aguas abajo de las tomas es insuficiente para garantizar un riego a presión en parcela (presiones por debajo de 20 mca), se produce además una reducción del 50 % del caudal del hidrante agravando a la baja presión en parcela la falta de caudal.

La instalación y funcionamiento de la VSP no se justifica de ninguna manera, lo único que provoca es una reducción de la presión y caudal de las parcelas que abastece, en beneficio de mantener la presión en la red. Si el objetivo de su instalación es esto último, bastaría estudiar la colocación en puntos críticos de la red válvulas sostenedoras, evitando el sobrecoste que conlleva la instalación de los pilotos sostenedores en cada una de las válvulas.

T (s)	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Colector	Paa	Q (m³/h)
	P19 (m)	P0(m)	P1(m)	P2(m)	P3(m)	P4(m)	P5(m)	P21(m)	P22(m)	
0,00	0,56	0,69	0,71	0,85	0,71	0,74	1,20	65,36	65,30	0,33
1,01	0,58	0,68	0,73	0,86	0,73	0,75	1,08	65,34	65,24	0,04
2,01	0,62	0,59	0,69	0,88	0,79	0,84	1,09	65,54	65,28	0,04
3,01	0,56	0,58	0,63	0,81	0,76	0,83	1,14	65,56	65,41	0,04
4,11	0,48	0,67	0,63	0,71	0,64	0,75	1,13	65,41	65,48	0,04
5,21	0,53	0,69	0,68	0,78	0,66	0,73	1,11	65,39	65,42	0,04
6,31	0,59	0,69	0,73	0,85	0,72	0,74	1,07	65,42	65,27	0,04
7,41	0,59	0,70	0,75	0,85	0,72	0,74	1,03	65,45	65,29	0,04
8,41	0,57	0,67	0,71	0,84	0,72	0,76	1,06	65,52	65,40	0,04
9,51	0,59	0,66	0,74	0,88	0,74	0,77	1,02	65,54	65,34	0,04
10,51	0,59	0,75	0,78	0,89	0,71	0,70	0,99	65,40	65,21	0,04
12,26	0,57	0,71	0,72	0,85	0,70	0,73	1,03	65,45	65,30	0,04
13,31	3,15	0,70	0,79	0,94	0,77	0,75	0,98	65,07	64,81	0,03
14,41	8,34	0,78	0,82	0,92	0,71	0,65	0,96	64,54	64,39	0,03
15,42	12,39	0,77	0,75	0,82	0,68	0,66	1,02	64,29	64,31	0,04
16,51	15,87	0,76	0,81	0,88	0,70	0,66	0,99	64,17	64,11	0,93
17,51	16,00	0,73	0,78	0,87	0,69	0,67	1,02	64,40	64,29	2,04
18,51	16,00	0,75	0,71	0,78	0,67	0,67	1,04	64,34	64,28	2,39
19,51	16,09	0,73	0,80	0,89	0,74	0,69	0,99	64,32	64,11	2,60
20,51	15,95	0,61	0,75	0,89	0,78	0,81	1,07	64,59	64,27	2,70
21,51	15,68	0,65	0,70	0,84	0,73	0,77	1,09	64,46	64,29	2,74
22,61	16,02	0,69	0,73	0,89	0,73	0,73	1,04	64,45	64,32	2,76
23,61	16,01	0,68	0,74	0,88	0,73	0,75	1,05	64,49	64,35	2,80
24,61	16,06	0,68	0,74	0,87	0,72	0,74	1,07	64,44	64,32	2,86
25,71	16,06	0,75	0,78	0,86	0,71	0,68	1,01	64,36	64,30	2,90
26,71	16,15	0,75	0,80	0,87	0,70	0,67	0,97	64,36	64,25	2,89
27,81	16,05	0,70	0,75	0,85	0,71	0,72	1,04	64,18	64,07	2,89
28,92	16,10	0,69	0,73	0,84	0,72	0,72	1,04	63,71	63,58	2,87
30,01	16,31	0,69	0,74	0,87	0,73	0,71	1,04	63,34	63,21	2,86
31,11	16,24	0,71	0,74	0,86	0,72	0,71	1,04	62,84	62,72	2,84
32,21	16,25	0,69	0,73	0,84	0,70	0,72	1,07	62,64	62,53	2,85
33,21	16,05	0,69	0,73	0,85	0,71	0,72	1,04	62,41	62,26	2,86
34,31	16,50	0,67	0,77	0,92	0,77	0,72	1,01	61,83	61,54	2,88
35,32	16,38	0,60	0,71	0,89	0,79	0,79	1,06	60,89	60,54	2,89
36,42	16,89	0,64	0,67	0,83	0,72	0,77	1,07	59,58	59,43	2,88
37,52	17,09	0,78	0,70	0,80	0,64	0,66	1,00	58,09	58,11	2,89

T (s)	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Colector	Paa	Q (m³/h)
	P19 (m)	P0(m)	P1(m)	P2(m)	P3(m)	P4(m)	P5(m)	P21(m)	P22(m)	
38,52	17,27	0,75	0,74	0,81	0,67	0,66	1,00	56,68	56,58	2,90
39,62	17,75	0,66	0,73	0,86	0,73	0,73	1,01	55,67	55,52	2,91
40,62	17,22	0,67	0,78	0,90	0,75	0,72	1,00	55,49	55,34	2,96
41,72	17,41	0,69	0,75	0,89	0,74	0,74	1,05	55,57	55,39	3,02
42,82	17,64	0,69	0,74	0,87	0,73	0,73	1,05	55,48	55,37	3,06
43,82	17,13	0,68	0,74	0,84	0,71	0,73	1,03	55,45	55,38	3,10
44,82	17,64	0,70	0,74	0,84	0,71	0,73	1,01	55,60	55,47	3,10
45,92	17,61	0,70	0,74	0,85	0,72	0,74	1,04	55,50	55,42	3,09
46,92	18,03	5,76	0,74	0,85	0,70	0,73	1,05	54,66	54,62	3,20
47,92	17,89	19,43	0,73	0,84	0,70	0,74	1,03	53,57	53,54	4,78
48,92	18,21	27,98	0,73	0,84	0,71	0,74	1,05	53,62	53,60	7,73
49,92	18,43	27,66	0,74	0,85	0,70	0,72	1,04	53,74	53,68	10,07
51,02	18,38	27,44	0,75	0,88	0,72	0,72	1,03	53,77	53,75	11,54
52,02	17,90	27,28	0,74	0,89	0,73	0,73	1,04	53,68	53,65	12,31
53,11	17,93	27,21	0,73	0,85	0,72	0,72	1,04	53,64	53,63	12,81
54,11	18,06	27,33	0,75	0,82	0,71	0,71	1,04	53,69	53,72	13,08
55,12	18,50	27,44	0,74	0,82	0,70	0,74	1,06	53,87	53,85	13,21
56,22	18,41	27,83	0,73	0,82	0,70	0,75	1,06	54,55	54,54	13,36
57,32	18,03	28,45	0,74	0,82	0,70	0,74	1,04	55,62	55,58	13,52
58,42	17,58	29,02	0,78	0,83	0,70	0,73	1,04	56,54	56,49	13,60
60,52	17,58	29,12	0,70	0,83	0,70	0,72	1,04	56,82	56,85	13,59
61,52	17,73	29,04	0,73	0,84	0,70	0,72	1,04	56,84	56,84	13,60
62,62	17,77	28,98	0,75	0,86	0,71	0,73	1,03	56,82	56,83	13,60
63,72	17,50	28,86	0,76	0,85	0,71	0,73	1,03	56,68	56,73	13,58
64,72	18,01	28,26	0,76	0,84	0,72	0,72	1,04	55,83	55,87	13,56
65,72	17,61	27,67	0,73	0,86	0,73	0,71	1,04	55,06	55,05	13,52
66,82	17,80	27,72	0,75	0,85	0,73	0,72	1,03	55,25	55,22	13,47
67,92	18,07	27,92	0,75	0,84	0,73	0,73	1,05	55,48	55,48	13,44
68,92	18,21	27,95	0,75	0,83	0,73	0,73	1,04	55,57	55,54	13,11
69,93	18,37	28,00	0,76	0,83	0,72	0,72	1,02	55,66	55,60	12,54
71,02	18,67	28,01	0,74	0,83	0,72	0,70	1,04	55,72	55,67	11,97
72,12	24,40	27,97	0,74	0,84	0,72	0,72	1,06	55,74	55,71	11,43
73,22	29,23	27,95	0,75	0,84	0,72	0,72	1,05	55,66	55,68	10,92
74,32	27,76	27,97	0,74	0,84	0,71	0,72	1,09	55,72	55,72	10,58
75,32	33,73	27,92	0,76	0,84	0,71	0,73	1,10	55,72	55,70	10,34
76,42	26,01	27,80	0,74	0,84	0,73	0,73	1,04	55,57	55,52	10,22
77,42	17,38	27,63	0,73	0,84	0,74	0,73	1,03	55,33	55,29	10,49
78,52	16,84	27,49	0,75	0,84	0,73	0,72	1,04	55,05	55,06	11,22
79,52	16,52	27,25	0,76	0,81	0,71	0,73	1,04	54,68	54,72	12,14
80,62	16,92	27,10	0,76	0,82	0,71	0,74	1,06	54,54	54,56	13,35
81,62	17,19	27,09	0,75	0,85	0,71	0,74	1,05	54,53	54,57	14,33
82,72	17,04	27,09	0,76	0,88	0,74	0,73	1,04	54,50	54,55	14,99
83,72	17,17	27,05	0,77	0,86	0,72	0,73	1,05	54,46	54,46	15,32
84,72	17,40	27,04	0,76	0,85	0,70	0,73	1,05	54,45	54,44	15,52
85,72	17,34	26,98	0,72	0,82	0,72	0,73	1,05	54,50	54,50	15,63
86,82	17,45	26,94	0,74	0,82	0,73	0,74	1,06	54,47	54,51	15,70
87,82	17,55	26,99	0,74	0,82	0,71	0,73	1,06	54,55	54,62	15,73
88,82	17,64	27,45	0,73	0,83	0,70	0,73	1,06	55,32	55,38	15,79
89,82	17,56	27,56	1,41	0,82	0,70	0,73	1,05	55,40	55,61	15,89
90,93	17,06	25,18	13,28	0,84	0,71	0,72	1,02	50,87	51,24	17,66
92,02	16,81	23,95	22,81	0,88	0,72	0,68	1,00	46,85	47,26	22,24
93,12	16,76	24,41	23,00	0,88	0,72	0,68	1,01	46,51	46,92	26,36
94,22	16,77	24,38	22,73	0,87	0,72	0,73	1,05	46,64	47,06	28,72
95,23	16,79	24,36	22,20	0,78	0,69	0,78	1,14	46,88	47,31	29,93
96,22	17,00	24,65	22,20	0,78	0,71	0,79	1,16	47,39	47,75	30,66
97,32	17,44	25,56	23,30	0,87	0,72	0,73	1,07	48,48	48,89	31,26
98,32	17,85	26,84	25,00	0,87	0,71	0,71	1,05	50,14	50,66	31,83
99,33	17,92	28,17	26,93	0,87	0,72	0,72	1,05	51,97	52,45	32,53
100,33	17,86	29,27	28,61	0,85	0,72	0,71	1,03	53,52	54,06	33,26
101,42	17,83	29,87	30,40	0,86	0,71	0,72	1,05	55,23	55,85	34,01
102,42	17,68	29,72	31,20	0,88	0,71	0,72	1,08	56,31	56,87	34,61
103,42	17,39	29,46	30,89	0,88	0,71	0,72	1,06	56,61	57,16	34,97
104,42	17,28	29,34	30,22	0,88	0,73	0,72	1,06	56,76	57,28	35,10
105,53	17,29	29,30	29,12	0,87	0,72	0,71	1,08	57,03	57,52	35,08
106,53	17,26	29,32	28,28	0,88	0,72	0,70	1,07	57,18	57,68	34,93
107,62	17,23	29,39	27,17	0,86	0,71	0,73	1,08	57,36	57,90	34,69
108,73	17,18	29,46	25,77	0,86	0,71	0,73	1,06	57,67	58,14	34,42

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

T (s)	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Colector	Paa	Q (m³/h)
	P19 (m)	P0(m)	P1(m)	P2(m)	P3(m)	P4(m)	P5(m)	P21(m)	P22(m)	
109,82	17,20	29,45	24,57	0,84	0,71	0,74	1,07	57,95	58,39	34,08
110,93	17,32	29,37	23,65	0,85	0,72	0,73	1,05	58,14	58,61	33,73
112,03	17,31	29,32	22,65	0,85	0,72	0,72	1,04	58,37	58,82	33,42
113,03	17,24	29,31	21,72	0,83	0,70	0,73	1,05	58,63	59,02	33,10
114,03	17,29	29,30	20,80	0,84	0,69	0,71	1,06	58,91	59,28	32,78
115,13	17,27	29,15	19,39	0,84	0,71	0,71	1,07	58,82	59,23	32,42
116,13	17,22	28,68	17,41	0,84	0,71	0,72	1,05	57,92	58,32	31,97
117,23	17,02	27,54	14,72	0,82	0,71	0,73	1,07	56,12	56,48	31,22
118,23	17,16	26,62	12,70	0,85	0,73	0,73	1,06	54,68	54,97	30,30
119,32	17,41	26,36	11,57	0,85	0,71	0,73	1,06	54,41	54,66	29,33
120,42	17,45	26,45	10,93	0,86	0,71	0,72	1,07	54,56	54,85	28,63
121,43	17,23	25,90	9,96	4,06	0,71	0,71	1,06	53,62	54,04	28,25
122,53	16,82	24,26	7,27	18,75	0,72	0,73	1,09	49,39	50,01	29,72
123,53	16,79	24,05	5,35	27,60	0,71	0,75	1,06	46,68	47,38	32,88
124,62	17,10	24,80	4,98	27,87	0,71	0,73	1,05	47,02	47,77	35,65
125,63	17,51	25,72	5,05	29,15	0,71	0,70	1,05	48,27	49,08	37,20
126,63	17,89	27,02	5,37	31,00	0,72	0,71	1,04	50,08	50,87	38,48
127,73	17,89	28,31	5,70	32,15	0,73	0,73	1,05	51,88	52,73	39,75
128,73	17,78	29,15	5,87	32,10	0,73	0,72	1,05	53,08	53,97	40,67
129,83	17,78	29,65	5,94	32,02	0,73	0,72	1,06	54,07	54,96	41,33
130,93	17,67	29,67	5,85	31,92	0,74	0,73	1,08	54,63	55,44	41,68
131,93	17,66	29,50	5,65	31,85	0,73	0,73	1,03	54,82	55,61	41,79
133,03	17,72	29,36	5,39	31,89	0,73	0,73	1,03	54,94	55,76	41,79
134,13	17,73	29,24	5,11	31,95	0,72	0,73	1,04	55,17	55,97	41,67
135,23	17,73	29,24	4,85	31,96	0,72	0,72	1,05	55,38	56,15	41,49
136,23	17,72	29,21	4,61	32,01	0,72	0,72	1,06	55,47	56,27	41,34
137,33	17,75	29,15	4,36	32,06	0,71	0,72	1,06	55,60	56,43	41,15
138,34	17,73	29,29	4,14	32,07	0,71	0,72	1,06	55,78	56,59	40,94
139,43	17,64	29,38	3,92	32,09	0,72	0,73	1,06	55,96	56,70	40,71
140,53	17,60	29,28	3,68	32,00	1,86	0,72	1,06	56,03	56,78	40,49
141,57	17,54	28,97	3,48	31,60	6,82	0,72	1,06	55,70	56,47	40,45
142,63	17,35	28,17	2,90	30,36	16,92	0,72	1,05	54,63	55,40	41,05
143,63	17,31	28,26	2,73	30,40	16,94	0,75	1,05	54,67	55,54	41,45
144,73	17,35	28,29	2,58	30,45	17,37	0,75	1,06	54,81	55,63	41,65
145,74	17,34	28,41	2,44	30,50	17,47	0,74	1,07	54,93	55,75	41,72
146,83	17,23	28,55	2,29	30,49	17,08	0,73	1,06	55,06	55,89	41,68
147,83	17,29	28,56	2,16	30,59	17,15	0,72	1,06	55,15	55,95	41,58
148,83	17,24	28,64	2,04	30,69	17,23	0,74	1,09	55,24	56,04	41,45
149,83	17,11	28,71	1,91	30,81	17,28	0,76	1,13	55,37	56,22	41,32
150,93	17,21	28,76	1,83	31,02	17,21	0,76	1,09	55,46	56,33	41,16
151,93	17,34	28,89	1,74	31,07	17,17	0,72	1,04	55,52	56,41	41,01
152,94	17,42	28,96	1,63	31,13	17,14	0,74	1,06	55,70	56,49	40,87
154,03	17,46	28,93	1,54	31,23	17,50	0,75	1,06	55,81	56,55	40,80
155,03	17,37	28,95	1,45	31,25	17,46	0,72	1,05	55,86	56,68	40,69
156,13	17,32	29,10	1,38	31,29	17,10	0,75	1,05	55,99	56,76	40,50
157,13	17,35	29,24	1,37	31,42	17,14	0,72	1,03	56,05	56,81	40,37
158,23	17,34	29,25	1,31	31,59	17,41	0,70	1,05	56,22	56,97	40,23
159,24	17,38	29,21	1,30	31,69	17,34	0,71	1,04	56,37	57,13	40,10
160,33	17,54	29,23	1,31	31,64	17,14	0,72	1,05	56,37	57,09	39,97
161,34	17,69	29,25	1,28	31,69	17,16	0,72	1,06	56,46	57,14	39,85
162,43	17,72	29,31	1,24	31,77	17,27	0,72	1,06	56,54	57,26	39,73
163,44	17,37	28,10	1,12	29,86	17,47	5,56	1,07	54,70	55,68	39,81
164,53	16,63	24,73	0,86	25,54	18,67	20,30	1,07	48,35	49,71	42,12
165,53	16,18	23,70	0,77	24,55	19,33	26,83	1,08	43,95	45,47	46,05
166,53	16,05	24,28	0,80	25,20	19,30	26,20	1,08	43,07	44,64	49,09
167,63	16,05	24,41	0,79	25,32	19,18	26,15	1,07	42,94	44,49	51,07
168,63	16,08	24,46	0,79	25,36	19,08	26,15	1,06	42,85	44,40	52,12
169,64	16,07	24,48	0,77	25,37	19,09	26,12	1,07	42,82	44,34	52,77
170,73	16,09	24,49	0,75	25,37	19,11	26,11	1,09	42,83	44,30	53,17
171,73	16,11	24,50	0,74	25,43	19,11	26,12	1,09	42,81	44,31	53,38
172,74	16,12	24,51	0,76	25,47	19,14	26,08	1,08	42,83	44,40	53,52
173,84	16,20	24,69	0,77	25,73	19,34	26,25	1,09	43,09	44,68	53,67
174,84	16,75	25,73	0,75	27,19	20,24	27,37	1,09	44,55	46,17	53,99
175,84	17,62	27,38	0,74	29,56	20,97	29,05	1,09	46,83	48,60	54,74
176,94	17,91	29,02	0,77	31,47	20,74	30,73	1,08	49,16	50,99	55,96
177,94	17,86	29,93	0,77	31,93	20,46	32,25	1,07	51,37	53,18	57,11
178,94	17,83	30,01	0,76	31,97	20,73	33,66	1,06	53,51	55,38	58,09

T (s)	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Colector	Paa	Q (m³/h)
	P19 (m)	P0(m)	P1(m)	P2(m)	P3(m)	P4(m)	P5(m)	P21(m)	P22(m)	
179,95	17,79	29,71	0,75	32,23	21,04	34,21	1,09	55,15	57,08	58,78
181,03	17,80	29,54	0,71	32,29	20,75	33,96	1,10	56,25	58,15	59,25
182,04	17,79	29,41	0,71	32,27	20,66	33,72	1,08	56,72	58,56	59,45
183,14	17,70	29,35	0,76	32,34	20,61	33,60	1,07	56,87	58,74	59,52
184,14	17,62	29,30	0,78	32,25	20,57	33,54	1,08	56,94	58,82	59,51
185,24	17,61	29,26	0,77	32,11	20,57	33,44	1,10	57,05	58,88	59,49
186,34	17,45	29,06	0,75	31,75	20,37	33,18	1,12	56,82	58,64	59,49
187,43	17,23	28,37	0,75	30,55	19,82	32,45	1,14	55,78	57,60	59,34
188,44	17,04	26,97	0,75	28,18	19,36	30,97	1,60	53,64	55,54	59,22
189,53	16,59	24,38	0,74	24,54	19,20	27,67	4,27	48,94	51,20	60,03
190,54	15,54	22,83	0,75	22,96	19,15	24,08	12,34	42,28	45,05	62,39
191,54	14,61	22,30	0,78	22,58	19,02	21,78	21,82	36,10	39,16	65,91
192,64	13,96	21,66	0,78	21,01	18,62	19,89	21,61	32,03	35,27	69,35
193,74	12,96	20,50	0,75	18,01	18,03	17,52	16,47	28,90	32,23	71,99
194,84	12,24	19,43	0,74	15,60	17,66	15,67	14,58	26,99	30,31	74,01
195,85	12,06	19,14	0,75	14,06	17,68	14,37	14,72	26,57	29,88	75,03
196,85	12,15	19,27	0,76	12,50	17,82	13,12	15,59	26,65	29,97	75,47
197,93	12,21	19,44	0,76	11,07	17,91	12,02	16,45	26,78	30,06	75,68
198,94	12,24	19,44	0,77	10,36	17,89	11,38	16,83	26,75	30,05	75,79
199,94	12,23	19,29	0,76	9,95	17,80	10,81	16,57	26,56	29,90	75,90
201,03	12,16	19,15	0,75	9,50	17,70	10,29	15,74	26,36	29,68	75,98
202,04	12,11	19,08	0,75	9,19	17,66	9,95	14,95	26,26	29,63	75,97
203,14	12,08	19,06	0,76	9,01	17,71	9,68	14,28	26,26	29,62	75,96
204,14	12,02	19,07	0,74	8,88	17,74	9,45	13,80	26,28	29,60	75,98
205,17	12,00	19,09	0,73	8,78	17,73	9,25	13,44	26,32	29,62	75,96
206,24	12,07	19,12	0,75	8,70	17,76	9,18	13,28	26,35	29,62	75,88
207,34	12,09	19,11	0,75	8,61	17,79	9,09	13,20	26,32	29,57	75,81
208,34	12,09	19,12	0,76	8,51	17,83	9,00	13,17	26,32	29,59	75,78
209,44	12,09	19,12	0,77	8,42	17,81	8,97	13,08	26,33	29,60	75,69
210,45	12,04	19,14	0,74	8,38	17,77	8,96	13,02	26,33	29,63	75,68
211,54	12,12	19,18	0,76	8,34	17,78	8,96	12,96	26,35	29,67	75,80
212,54	12,15	19,14	0,76	8,26	17,78	8,95	12,89	26,31	29,61	75,88
213,64	12,04	19,13	0,75	8,18	17,78	8,91	12,84	26,30	29,55	75,90
214,64	11,99	19,12	0,74	8,14	17,76	8,88	12,82	26,30	29,60	75,93
215,74	12,04	19,07	0,76	8,10	17,79	8,86	12,82	26,30	29,60	75,89
216,74	12,08	19,07	0,75	8,06	17,82	8,83	12,83	26,29	29,57	75,89
217,84	12,10	19,11	0,74	8,02	17,80	8,83	12,81	26,28	29,56	75,93
218,94	12,13	19,16	0,77	7,99	17,80	8,83	12,92	26,30	29,57	75,98
219,94	12,13	19,15	0,77	7,98	17,82	8,84	13,10	26,30	29,55	75,98
220,95	12,11	19,08	0,77	7,95	17,80	8,82	13,10	26,29	29,51	75,94
222,04	12,06	19,09	0,74	7,88	17,80	8,77	12,98	26,27	29,54	75,89
223,14	12,06	19,06	0,75	7,82	17,77	8,78	12,90	26,25	29,53	75,85
224,14	12,04	19,03	0,76	7,81	17,77	8,76	12,83	26,24	29,52	75,87
225,14	12,02	19,01	0,76	7,80	17,77	8,76	12,79	26,24	29,49	75,91
226,24	12,06	19,02	0,75	7,79	17,79	8,76	12,75	26,24	29,50	75,93
227,24	12,10	19,07	0,76	7,77	17,79	8,80	12,74	26,23	29,55	75,96
228,36	12,05	19,02	0,76	7,71	17,73	8,76	12,72	26,21	29,55	75,98
229,44	12,04	19,00	0,77	7,70	17,72	8,71	12,67	26,18	29,51	75,91
230,54	12,09	19,03	0,75	7,69	17,77	8,72	12,65	26,15	29,48	75,90
231,64	12,03	19,04	0,73	7,64	17,77	8,71	12,67	26,16	29,46	75,86
232,65	11,96	19,07	0,74	7,63	17,77	8,73	12,70	26,20	29,48	75,79
233,75	12,02	19,04	0,74	7,58	17,76	8,70	12,72	26,18	29,46	75,80
234,75	12,03	19,00	0,75	7,54	17,75	8,70	12,68	26,17	29,45	75,80
235,85	12,03	19,03	0,76	7,56	17,78	8,73	12,66	26,17	29,49	75,86
236,85	12,05	19,03	0,73	7,57	17,79	8,72	12,69	26,16	29,51	75,91
237,94	12,02	19,04	0,72	7,54	17,80	8,72	12,69	26,20	29,51	75,93
238,95	12,05	19,09	0,75	7,52	17,77	8,72	12,68	26,19	29,49	75,95
240,04	12,04	19,10	0,75	7,51	17,77	8,68	12,68	26,18	29,45	75,92
241,10	12,04	19,09	0,73	7,51	17,77	8,63	12,67	26,15	29,44	75,94
242,14	12,01	19,11	0,74	7,47	17,77	8,65	12,66	26,14	29,40	75,92
243,25	11,98	19,08	0,76	7,44	17,78	8,64	12,65	26,17	29,41	75,86
244,25	12,02	19,06	0,73	7,46	17,80	8,67	12,65	26,18	29,47	75,86
245,34	12,04	19,07	0,72	7,44	17,81	8,68	12,68	26,18	29,44	75,87
246,35	12,09	19,04	0,74	7,40	17,83	8,66	12,69	26,20	29,41	75,88
247,35	12,02	19,03	0,78	7,40	17,81	8,64	12,69	26,21	29,41	75,89
248,44	11,97	19,02	0,76	7,41	17,79	8,68	12,72	26,16	29,35	75,88
249,44	12,01	19,00	0,74	7,37	17,75	8,66	12,71	26,15	29,33	75,90

Anejo 2. Ensayos hidráulicos para la caracterización de hidrantes multiusuario.

T (s)	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Colector	Paa	Q (m³/h)
	P19 (m)	P0(m)	P1(m)	P2(m)	P3(m)	P4(m)	P5(m)	P21(m)	P22(m)	
250,46	12,05	19,04	0,75	7,36	17,79	8,65	12,68	26,14	29,41	75,90
251,55	12,06	19,03	0,75	7,39	17,84	8,67	12,71	26,17	29,45	75,90
252,65	12,02	19,03	0,75	7,34	17,82	8,67	12,71	26,18	29,39	75,87
253,75	12,10	19,07	0,76	7,31	17,79	8,66	12,71	26,17	29,32	75,82
254,84	12,36	19,53	0,77	7,90	18,21	9,16	12,92	26,78	30,28	75,87
255,85	14,39	23,26	0,77	13,39	20,04	12,69	15,20	31,37	36,56	78,48
256,85	16,09	26,34	0,75	18,64	21,02	16,32	19,41	35,16	42,23	87,06
257,94	15,68	25,78	0,74	18,58	20,29	16,84	23,21	34,45	42,12	98,37
259,05	15,57	25,61	0,75	18,37	20,16	16,92	25,62	34,20	41,91	105,67
260,05	15,70	25,83	0,74	18,70	20,33	17,29	26,79	34,55	42,15	109,45
261,15	15,77	26,07	0,74	19,05	20,48	17,53	27,33	34,80	42,45	111,72
262,25	15,86	26,14	0,74	19,17	20,50	17,72	27,50	34,86	42,57	113,00
263,25	15,88	26,10	0,74	19,20	20,46	17,85	27,55	34,84	42,60	113,69
264,34	15,83	26,09	0,76	19,20	20,37	17,96	27,59	34,77	42,60	114,17
265,34	15,91	26,08	0,77	19,21	20,32	18,13	27,62	34,79	42,50	114,40
266,45	15,94	26,06	0,77	19,20	20,23	18,22	27,65	34,78	42,48	114,48
267,54	15,91	26,08	0,76	19,25	20,11	18,34	27,71	34,81	42,53	114,46
268,55	15,92	26,11	0,76	19,27	20,04	18,47	27,75	34,87	42,58	114,48
269,65	15,86	26,08	0,75	19,27	20,01	18,58	27,71	34,90	42,62	114,51
270,75	15,82	26,14	0,77	19,34	20,01	18,69	27,69	34,88	42,58	114,54
271,75	15,86	26,10	0,78	19,32	19,98	18,74	27,68	34,80	42,47	114,53
272,76	15,85	26,01	0,78	19,31	19,99	18,73	27,61	34,76	42,47	114,47
273,85	15,84	26,08	0,76	19,38	20,02	18,83	27,70	34,77	42,51	114,46
274,85	15,86	26,13	0,74	19,49	20,05	18,89	27,81	34,85	42,43	114,52
275,95	15,91	26,20	0,79	19,63	20,12	19,00	27,87	34,97	42,63	114,65
277,05	16,03	26,46	0,80	19,99	20,26	19,28	28,00	35,16	43,03	114,95
278,15	16,21	26,66	0,77	20,46	20,42	19,62	28,23	35,52	43,35	115,44
279,25	16,30	26,76	0,74	20,96	20,45	19,92	28,48	35,73	43,65	115,91
280,25	16,35	26,91	0,76	21,60	20,46	20,28	28,67	35,88	43,90	116,34
281,35	16,43	27,18	0,74	22,45	20,55	20,75	28,90	36,16	44,32	116,95
282,45	16,60	27,40	0,74	23,57	20,61	21,35	29,18	36,56	44,83	117,73
283,45	16,69	27,42	0,73	24,48	20,51	21,86	29,29	36,70	44,92	118,57
284,55	16,65	27,34	0,74	25,14	20,38	22,29	29,29	36,62	44,97	119,29
285,56	16,55	27,33	0,78	25,56	20,35	22,61	29,35	36,57	45,03	119,66
286,65	16,44	27,30	0,78	25,79	20,36	22,91	29,37	36,63	45,06	119,96
287,75	16,54	27,25	0,72	25,85	20,36	23,19	29,40	36,72	45,28	120,28
288,85	16,55	27,20	0,70	25,90	20,32	23,42	29,44	36,74	45,33	120,63
289,85	16,55	27,18	0,74	25,98	20,34	23,61	29,51	36,82	45,46	120,78
290,85	16,67	27,29	0,76	26,11	20,41	23,85	29,62	36,97	45,73	120,93
291,85	16,70	27,40	0,77	26,33	20,57	24,15	29,77	37,12	45,97	121,27
292,95	16,71	27,49	0,77	26,58	20,63	24,46	30,02	37,39	46,27	121,74
293,95	16,78	27,49	0,75	26,68	20,63	24,74	30,13	37,59	46,40	122,14
294,95	16,85	27,37	0,74	26,75	20,74	24,95	30,22	37,68	46,44	122,44
296,05	16,79	27,25	0,75	26,90	20,54	25,16	30,29	37,76	46,52	122,63
297,05	16,78	27,28	0,75	27,01	20,27	25,36	30,38	37,79	46,70	122,79
298,05	16,87	27,17	0,76	27,03	20,21	25,48	30,48	37,82	46,76	123,00
299,16	16,93	27,13	0,76	27,08	20,15	25,52	30,52	37,90	46,71	123,14
300,16	16,83	27,14	0,75	27,08	20,06	25,48	30,47	37,88	46,78	123,13
301,25	16,78	26,97	0,77	27,04	20,04	25,47	30,45	37,89	46,81	123,16
302,25	16,80	26,91	0,77	27,07	20,09	25,44	30,44	37,83	46,78	123,24
303,26	16,79	27,00	0,75	27,14	20,11	25,49	30,51	37,86	46,79	123,33
304,35	16,74	26,89	0,75	27,06	20,07	25,51	30,47	37,86	46,71	123,38
305,35	16,69	26,82	0,75	27,00	20,03	25,43	30,38	37,79	46,74	123,30
306,45	16,76	26,81	0,78	27,04	20,05	25,46	30,42	37,84	46,75	123,30
307,45	16,72	26,85	0,78	27,06	20,09	25,49	30,48	37,85	46,80	123,38
308,45	16,70	26,91	0,77	27,10	20,10	25,49	30,40	37,82	46,89	123,42
309,55	16,66	26,89	0,77	27,12	20,12	25,54	30,43	37,88	46,77	123,44
310,55	16,68	26,88	0,77	27,15	20,16	25,61	30,54	37,91	46,76	123,44
311,65	16,73	26,77	0,76	27,14	20,13	25,55	30,48	37,90	46,86	123,47
312,66	16,79	26,80	0,78	27,15	20,12	25,55	30,48	37,95	46,93	123,45
313,66	16,75	26,84	0,77	27,15	20,12	25,57	30,47	37,98	46,87	123,41
314,75	16,73	26,78	0,73	27,13	20,10	25,55	30,44	37,93	46,83	123,43
315,76	16,80	26,73	0,74	27,12	20,11	25,53	30,43	37,88	46,79	123,33
316,86	16,84	26,82	0,74	27,14	20,13	25,56	30,45	37,84	46,85	123,25
317,86	16,81	26,92	0,73	27,17	20,15	25,59	30,54	37,92	46,86	123,29
318,96	10,68	27,27	0,72	27,68	20,64	25,96	30,85	38,51	47,37	123,13
320,06	1,79	27,79	0,77	28,51	21,04	26,69	31,57	39,52	48,27	122,63

T (s)	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Colector	Paa	Q (m ³ /h)
	P19 (m)	P0(m)	P1(m)	P2(m)	P3(m)	P4(m)	P5(m)	P21(m)	P22(m)	
321,06	0,60	27,76	0,76	28,82	20,73	27,00	32,04	39,86	48,60	122,07
322,16	0,59	27,67	0,74	28,98	20,54	27,07	32,28	39,98	48,60	121,54
323,17	0,57	27,42	0,74	29,11	20,47	27,16	32,38	40,15	48,71	121,20
324,26	0,57	27,37	0,76	29,17	20,09	27,19	32,34	40,23	48,89	121,02
325,36	0,58	27,28	0,75	29,13	20,28	27,14	32,24	40,17	48,83	120,84
326,36	0,57	27,21	0,75	29,14	20,66	27,16	32,20	40,19	48,85	120,65
327,46	0,56	27,38	0,76	29,23	20,64	27,22	32,19	40,27	48,93	120,61
328,46	0,57	27,33	0,78	29,20	20,63	27,21	32,10	40,22	48,92	120,68
329,57	0,58	24,12	0,80	29,33	20,67	27,29	32,12	40,38	49,07	120,70
330,57	0,58	10,64	0,77	30,48	20,72	28,48	33,11	41,99	50,31	120,27
331,67	0,56	0,50	0,74	31,17	20,58	29,85	34,28	43,85	51,98	118,95
332,76	0,58	0,65	0,72	30,50	20,64	30,39	34,55	44,69	52,71	117,39
333,76	0,58	0,65	0,75	30,17	20,60	30,94	34,24	45,40	53,26	116,24
334,86	0,57	0,65	0,76	30,22	20,61	31,54	33,44	46,28	54,02	115,12
335,86	0,57	0,65	0,75	30,31	20,63	32,04	32,71	47,01	54,61	114,21
336,96	0,57	0,66	0,76	30,14	20,53	32,32	31,97	47,48	54,99	113,27
337,97	0,58	0,66	0,74	30,08	20,55	32,22	31,41	47,74	55,21	112,51
339,07	0,59	0,64	0,73	30,13	20,73	31,99	31,05	47,98	55,43	111,92
340,07	0,58	0,62	0,73	30,15	20,78	31,78	30,88	48,12	55,58	111,51
341,07	0,55	0,63	0,76	30,17	20,77	31,52	30,78	48,19	55,67	111,18
342,16	0,55	0,67	0,76	30,12	20,75	31,31	30,73	48,22	55,67	110,98
343,26	0,56	0,65	0,72	30,03	20,68	31,16	30,81	48,23	55,61	110,87
344,26	0,57	0,65	0,71	29,97	20,61	31,00	30,87	48,24	55,60	110,78
345,36	0,57	0,65	0,72	29,97	20,58	30,90	30,92	48,18	55,71	110,64
346,36	0,56	0,65	0,72	29,97	20,56	30,83	30,91	48,25	55,78	110,49
347,46	0,54	0,66	0,74	30,00	20,39	30,82	30,84	48,39	55,74	110,42
348,46	0,54	0,68	0,77	30,04	20,08	30,82	30,81	48,29	55,72	110,38
349,46	0,56	0,67	0,75	29,97	19,89	30,79	30,76	48,23	55,73	110,29
350,56	0,57	0,65	0,75	27,68	20,04	30,96	30,83	48,59	56,00	110,18
351,66	0,59	0,65	0,76	11,52	20,14	32,29	32,21	51,77	58,60	109,49
352,66	0,58	0,65	0,73	0,46	20,19	32,84	33,92	55,24	61,52	107,36
353,67	0,56	0,65	0,73	0,81	20,68	32,67	34,01	57,15	63,07	104,45
354,76	0,58	0,65	0,74	0,85	20,91	32,99	32,75	58,87	64,40	101,36
355,76	0,58	0,67	0,74	0,85	20,73	32,85	31,66	59,58	64,95	98,81
356,76	0,58	0,67	0,75	0,85	20,62	32,66	31,02	59,85	65,16	96,89
357,76	0,58	0,66	0,78	0,86	20,65	32,67	30,61	60,00	65,31	95,65
358,86	0,58	0,69	0,77	0,87	20,68	32,73	30,27	60,05	65,38	94,89
359,87	0,57	0,70	0,74	0,85	20,38	32,32	29,57	59,48	64,63	94,18
360,87	0,57	0,70	0,76	0,85	19,86	31,47	28,66	58,28	63,12	92,95
361,87	0,59	0,68	0,76	0,86	19,60	30,96	27,91	57,59	62,30	91,56
362,96	0,57	0,66	0,76	0,85	19,50	30,53	27,28	57,01	61,73	90,31
363,96	0,57	0,66	0,74	0,84	19,40	29,80	26,68	55,95	60,61	89,23
364,96	0,57	0,66	0,71	0,84	19,50	29,30	26,00	55,30	59,79	88,14
366,07	0,57	0,66	0,73	0,84	19,52	28,97	25,71	54,82	59,34	87,28
367,16	0,56	0,65	0,74	0,84	19,48	28,52	25,97	54,23	58,85	87,01
368,16	0,58	0,65	0,76	0,87	17,69	27,93	26,35	53,50	58,03	87,08
369,17	0,58	0,66	0,76	0,88	8,06	27,83	26,72	53,37	57,79	86,91
370,27	0,57	0,67	0,77	0,86	0,53	27,98	27,15	53,56	57,99	86,25
371,37	0,58	0,68	0,76	0,83	0,71	27,70	27,26	53,16	57,48	85,52
372,46	0,59	0,65	0,74	0,82	0,73	27,48	27,11	52,80	57,13	84,87
373,46	0,58	0,66	0,74	0,85	0,72	27,41	26,97	52,79	57,15	84,46
374,47	0,58	0,70	0,75	0,86	0,73	27,41	26,95	52,86	57,17	84,19
375,57	0,57	0,70	0,75	0,84	0,73	27,43	26,95	52,83	57,08	83,97
376,67	0,57	0,67	0,74	0,83	0,73	27,42	26,93	52,79	57,03	83,83
377,67	0,57	0,68	0,77	0,86	0,72	27,41	27,03	52,88	57,11	83,79
378,76	0,54	0,69	0,76	0,84	0,70	27,35	26,95	52,82	57,13	83,77
379,76	0,56	0,67	0,73	0,83	0,71	27,32	26,89	52,80	57,12	83,76
380,77	0,57	0,67	0,72	0,83	0,72	27,33	26,85	52,83	57,16	83,74
381,77	0,57	0,68	0,72	0,83	0,71	26,57	26,85	52,87	57,22	83,73
382,86	0,58	0,69	0,74	0,84	0,70	12,16	27,94	56,02	59,69	83,01
383,97	0,56	0,67	0,76	0,84	0,69	0,13	29,77	59,23	62,26	79,67
385,08	0,57	0,69	0,77	0,84	0,70	0,64	30,82	59,30	62,31	75,77
386,17	0,56	0,73	0,75	0,86	0,71	0,71	31,43	59,31	62,36	73,47
387,27	0,59	0,69	0,74	0,84	0,70	0,71	31,66	59,28	62,32	72,14
388,37	0,57	0,67	0,73	0,83	0,71	0,72	31,71	59,25	62,29	71,42
389,37	0,58	0,65	0,78	0,85	0,72	0,72	31,76	59,30	62,33	71,02
390,37	0,59	0,64	0,75	0,87	0,72	0,71	31,84	59,29	62,30	70,75

T (s)	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Colector	Paa	Q (m ³ /h)
	P19 (m)	P0(m)	P1(m)	P2(m)	P3(m)	P4(m)	P5(m)	P21(m)	P22(m)	
391,46	0,58	0,67	0,69	0,88	0,70	0,71	31,86	59,24	62,28	70,56
392,47	0,58	0,68	0,71	0,87	0,71	0,71	31,81	59,26	62,35	70,42
393,47	0,59	0,70	0,73	0,85	0,72	0,73	31,89	59,29	62,38	70,35
394,47	0,59	0,69	0,71	0,87	0,73	0,73	31,91	59,30	62,39	70,35
395,57	0,58	0,68	0,71	0,87	0,72	0,73	31,92	59,30	62,39	70,33
396,57	0,58	0,67	0,72	0,84	0,71	0,73	32,02	59,32	62,37	70,29
397,67	0,58	0,66	0,75	0,86	0,71	0,70	31,17	60,81	63,49	70,22
398,77	0,58	0,67	0,75	0,88	0,71	0,70	25,64	68,44	69,77	67,32
399,87	0,59	0,71	0,75	0,89	0,70	0,74	16,56	75,97	76,17	56,69
400,97	0,57	0,71	0,72	0,87	0,70	0,74	9,77	77,58	77,47	40,41
401,97	0,57	0,68	0,73	0,85	0,69	0,73	6,28	78,47	78,27	26,67
403,07	0,57	0,70	0,74	0,87	0,71	0,72	4,03	79,30	79,06	15,79
404,19	0,58	0,69	0,74	0,85	0,72	0,71	2,73	79,36	79,15	8,86
405,27	0,60	0,67	0,74	0,83	0,70	0,71	1,97	79,33	79,15	4,78
406,27	0,60	0,68	0,75	0,83	0,70	0,70	1,56	79,28	79,12	2,40
407,37	0,60	0,70	0,74	0,85	0,70	0,69	1,31	79,10	78,94	0,58
408,38	0,59	0,72	0,73	0,86	0,71	0,70	1,15	78,92	78,78	0,04
409,48	0,60	0,72	0,74	0,86	0,70	0,73	1,08	78,80	78,61	0,04
410,57	0,60	0,72	0,75	0,84	0,71	0,74	1,06	78,71	78,51	0,05
411,67	0,58	0,72	0,77	0,84	0,72	0,73	1,01	78,58	78,41	0,04
412,77	0,59	0,71	0,79	0,84	0,69	0,73	1,01	78,45	78,30	0,03
413,78	0,61	0,68	0,76	0,84	0,69	0,72	1,03	78,36	78,19	0,04
414,87	0,59	0,66	0,76	0,86	0,72	0,73	1,06	78,26	78,10	0,03
415,97	0,58	0,68	0,78	0,87	0,74	0,74	1,07	78,17	78,04	0,03
416,97	0,57	0,69	0,78	0,89	0,73	0,74	1,04	78,13	77,95	0,04
417,98	0,58	0,70	0,76	0,86	0,72	0,72	1,04	78,13	77,90	0,03
418,98	0,58	0,67	0,74	0,85	0,70	0,72	1,02	78,06	77,83	0,03
420,07	0,57	0,67	0,77	0,85	0,70	0,73	1,05	77,96	77,83	0,03
421,17	0,56	0,69	0,76	0,86	0,71	0,73	1,06	77,96	77,84	0,04
422,19	0,57	0,69	0,74	0,87	0,72	0,72	1,07	77,97	77,82	0,03
423,28	0,58	0,69	0,74	0,87	0,72	0,72	1,06	77,91	77,82	0,04
424,37	0,57	0,68	0,76	0,86	0,74	0,74	1,06	77,90	77,82	0,04
425,38	0,58	0,69	0,77	0,86	0,74	0,74	1,06	77,93	77,75	0,03
426,48	0,58	0,70	0,75	0,86	0,71	0,72	1,04	77,93	77,73	0,04
427,48	0,58	0,68	0,73	0,85	0,70	0,73	1,04	77,93	77,81	0,04
428,48	0,58	0,69	0,71	0,85	0,71	0,75	1,06	77,95	77,84	0,03
429,57	0,58	0,72	0,74	0,88	0,71	0,75	1,07	77,95	77,81	0,03
430,58	0,56	0,71	0,74	0,90	0,71	0,73	1,04	77,90	77,79	0,03
431,67	0,58	0,69	0,74	0,88	0,71	0,73	1,16	77,13	77,07	0,03
432,77	0,57	0,70	0,76	0,85	0,71	0,73	2,22	74,95	74,97	0,98

2.10.7.4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego (con el piloto reductor conectado y el sostenedor eliminado).

Leyenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en m³/h.
- Pab: Presión aguas debajo de la tomas.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.

T (s)	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Colector	Paa	Q (m ³ /h)
	P19 (m)	P0(m)	P1(m)	P2(m)	P3(m)	P4(m)	P5(m)	P21(m)	P22(m)	
0,00	32,24	30,48	30,67	29,52	31,53	30,51	31,58	38,64	42,24	111,33
2,00	32,25	30,52	30,77	29,42	31,57	30,47	31,47	38,78	42,37	111,22
4,00	32,33	30,56	30,89	29,53	31,49	30,44	31,44	38,85	42,28	111,11
6,10	32,38	30,34	30,87	29,30	31,52	30,36	31,30	38,97	42,32	111,15
8,11	22,21	30,78	31,21	29,64	31,95	30,54	31,58	39,38	42,95	110,92
10,21	0,52	30,72	32,06	29,50	32,29	31,04	32,10	40,51	43,74	109,88

T (s)	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Colector	Paa	Q (m ³ /h)
	P19 (m)	P0(m)	P1(m)	P2(m)	P3(m)	P4(m)	P5(m)	P21(m)	P22(m)	
12,21	0,57	30,40	32,18	29,40	31,67	30,58	32,17	40,49	44,10	108,95
14,31	0,60	30,25	32,33	29,10	31,67	30,40	32,04	40,75	44,28	108,61
16,31	0,54	23,52	32,74	29,45	31,99	30,67	32,31	41,11	44,47	108,44
18,40	0,57	0,82	35,40	29,54	32,02	30,92	33,83	44,56	47,31	106,11
20,41	0,54	0,78	36,19	29,22	32,13	30,45	32,90	45,34	47,85	103,71
22,51	0,47	0,83	36,74	29,64	32,43	30,57	32,09	46,15	48,57	102,05
24,61	0,58	0,76	36,84	29,34	32,37	30,44	31,62	46,24	48,64	101,17
26,71	0,52	0,70	37,07	29,29	32,17	30,44	31,62	46,64	48,94	100,54
28,81	0,51	0,80	37,10	29,13	32,08	30,34	31,34	46,43	48,75	100,23
30,91	0,56	0,72	37,03	28,96	32,19	30,36	31,31	46,75	48,93	100,13
33,01	0,59	0,72	37,22	28,90	32,07	30,43	31,31	46,51	49,08	100,13
35,01	0,56	0,77	36,86	28,64	31,88	30,25	31,58	46,54	48,90	100,28
37,01	0,49	0,79	22,43	29,86	32,36	32,03	32,83	49,20	51,09	99,23
39,11	0,51	0,72	1,74	29,54	32,50	31,61	34,73	61,20	61,02	90,28
41,11	0,52	0,73	0,83	27,27	31,90	30,58	33,40	62,94	62,50	77,37
43,21	0,50	0,69	0,76	26,51	31,63	30,19	33,05	63,26	62,81	71,84
45,31	0,49	0,75	0,83	26,05	31,50	30,20	32,78	63,21	62,91	69,81
47,31	0,53	0,78	0,78	25,77	31,43	29,93	32,69	63,29	62,82	69,04
49,41	0,56	0,78	0,85	8,13	32,29	30,57	33,43	65,20	64,48	67,80
51,51	0,51	0,79	0,82	0,82	32,61	30,68	33,75	66,31	65,25	64,27
53,51	0,52	0,75	0,84	0,89	32,58	30,56	33,62	66,12	65,29	62,77
55,61	0,50	0,73	0,81	0,82	32,55	30,43	33,68	66,22	65,20	62,17
57,61	0,51	0,65	0,75	0,75	17,51	30,84	33,98	66,78	65,98	61,69
59,61	0,57	0,63	0,78	0,82	0,57	30,99	34,09	67,86	66,66	59,92
61,61	0,54	0,76	0,92	0,72	0,63	30,92	34,12	67,85	66,61	58,94
63,71	0,50	0,77	0,83	0,75	0,65	30,91	34,11	67,81	66,61	58,53
65,81	0,52	0,75	0,84	0,76	0,60	27,03	34,15	68,38	66,98	58,32
67,81	0,45	0,75	0,81	0,86	0,63	0,26	35,52	72,06	70,16	54,61
69,91	0,54	0,74	0,82	0,96	0,60	0,67	35,53	72,14	70,16	50,52
71,91	0,60	0,74	0,78	0,75	0,59	0,71	35,54	71,98	70,13	49,17
73,91	0,51	0,64	0,70	0,86	0,58	0,66	35,52	72,10	70,16	48,67
75,91	0,49	0,76	0,76	0,76	0,60	0,64	34,50	72,59	70,71	48,41
78,01	0,50	0,74	0,71	0,74	0,57	0,58	11,87	80,94	77,78	37,64
80,01	0,47	0,75	0,84	0,84	0,61	0,66	4,17	82,74	79,31	16,67
82,11	0,50	0,83	0,71	0,78	0,60	0,64	2,00	82,78	79,28	5,45
84,21	0,48	0,65	0,81	0,71	0,54	0,66	1,31	82,88	79,39	0,80
86,21	0,53	0,79	0,75	0,77	0,61	0,55	1,15	82,95	79,36	0,02
88,21	0,52	0,70	0,77	0,78	0,57	0,62	1,11	83,06	79,46	0,03
90,31	0,64	0,79	0,82	0,80	0,60	0,57	1,13	82,69	79,45	0,03
92,31	13,38	0,62	0,71	0,81	0,57	0,60	1,01	82,46	78,97	0,03
94,31	28,62	0,63	0,70	0,88	0,56	0,69	0,98	81,59	78,16	0,68
96,41	32,76	0,71	0,72	0,73	0,57	0,58	1,05	81,74	77,82	2,75
98,51	33,24	0,88	0,86	0,78	0,59	0,68	1,02	81,52	77,78	3,31
100,51	34,27	0,67	0,73	0,79	0,57	0,71	1,08	81,55	77,62	3,54
102,52	34,42	0,90	0,83	0,80	0,58	0,67	1,21	81,52	77,91	3,64
104,61	35,48	25,35	0,81	0,85	0,60	0,61	1,04	79,58	76,20	5,39
106,61	34,91	35,03	0,75	0,83	0,53	0,59	1,10	79,66	76,14	10,36
108,62	35,01	35,46	0,79	0,84	0,55	0,62	1,02	79,64	76,22	12,41
110,71	35,16	37,17	0,79	0,79	0,59	0,61	1,09	79,52	75,98	13,29
112,72	35,89	36,76	0,74	0,72	0,60	0,71	1,08	79,47	75,91	13,56
116,82	34,92	37,63	0,78	0,80	0,59	0,67	1,06	79,53	76,19	13,77
118,91	36,31	36,23	8,69	0,85	0,60	0,68	1,10	76,83	73,80	14,75
120,92	36,55	35,40	45,58	0,81	0,61	0,61	1,08	71,26	69,12	29,83
122,92	36,49	35,07	57,86	0,86	0,53	0,60	1,16	69,27	67,64	44,92
125,02	38,12	34,92	57,75	0,86	0,59	0,63	1,03	69,52	67,46	51,21
127,11	39,75	34,92	57,69	0,82	0,52	0,61	1,08	69,30	67,30	53,45
129,12	39,57	34,79	57,71	0,89	0,57	0,64	1,21	69,41	67,59	54,22
131,22	39,63	34,73	57,69	0,83	0,61	0,61	1,03	69,30	67,48	54,41
133,32	37,88	34,53	54,95	28,43	0,64	0,70	1,09	66,38	65,15	56,60
135,42	37,94	34,54	54,99	27,86	0,59	0,61	1,02	66,41	65,17	59,54
137,52	37,99	34,71	54,97	27,32	0,56	0,71	1,07	66,48	65,04	60,53
139,52	37,97	34,73	54,90	27,06	0,59	0,65	0,98	66,37	65,05	60,84
141,61	38,00	34,71	55,01	26,97	0,57	0,69	1,08	66,54	64,96	60,96
143,62	38,15	34,64	54,76	26,82	0,60	0,64	1,01	66,58	65,22	60,98
145,62	37,54	34,38	54,01	26,20	21,74	0,63	1,02	65,47	64,32	61,44
147,72	37,45	34,40	53,50	25,87	32,08	0,60	1,05	65,28	63,86	63,14
149,72	37,53	34,53	53,47	25,91	31,67	0,75	0,99	65,08	63,78	63,85

T (s)	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Colector	Paa	Q (m³/h)
	P19 (m)	P0(m)	P1(m)	P2(m)	P3(m)	P4(m)	P5(m)	P21(m)	P22(m)	
151,82	37,53	34,22	53,47	25,81	31,41	0,67	0,99	64,92	64,02	64,07
153,92	37,57	34,37	53,45	25,71	31,19	0,73	1,10	65,31	64,03	64,08
156,02	35,55	34,15	50,01	24,80	29,43	26,65	1,02	61,23	61,00	66,30
158,12	35,46	34,46	49,50	25,18	29,18	31,29	1,06	60,70	60,57	71,00
160,22	35,66	34,35	49,53	25,20	29,22	31,20	1,12	60,89	60,44	72,67
162,32	35,68	34,42	49,45	25,28	29,03	31,15	1,07	61,01	60,56	73,26
164,32	35,80	34,36	49,54	25,17	29,00	31,01	1,04	60,82	60,31	73,44
166,32	34,52	33,50	45,49	24,12	27,95	28,49	5,15	56,34	57,08	75,12
168,32	35,17	34,39	39,30	26,12	28,87	26,69	32,04	49,57	51,33	84,90
170,42	33,87	32,85	36,16	25,08	27,61	25,60	26,91	45,54	48,24	92,78
172,52	34,85	32,37	33,73	25,98	26,90	26,11	29,22	43,10	45,84	99,98
174,62	35,18	32,62	33,76	26,34	27,05	26,47	30,26	42,99	46,08	102,99
176,72	34,81	32,63	33,29	26,12	26,89	26,27	29,21	42,48	45,69	104,15
178,82	34,30	31,85	32,84	25,60	26,57	26,05	28,48	41,86	45,10	105,06
180,82	33,96	32,25	32,60	25,66	27,01	25,91	29,45	41,66	44,97	105,78
182,92	33,82	32,34	32,39	25,62	28,66	25,74	29,50	41,43	44,85	106,26
184,92	33,53	32,21	31,89	25,60	28,41	25,60	28,99	41,17	44,53	106,59
186,92	33,31	32,26	31,55	25,52	28,21	25,56	29,04	40,72	44,11	107,11
189,13	33,19	32,34	31,31	25,78	28,10	25,59	29,32	40,51	43,97	107,35
191,22	33,88	33,01	31,90	26,57	28,66	26,22	28,55	41,35	44,46	107,43
193,22	39,26	38,82	41,10	32,21	31,86	32,83	12,37	52,15	53,44	102,56

2.10.7.5. Prueba de estanqueidad.

Leyenda:

- T(min): Tiempo de registro de los datos en minutos
- Colector: Presión registrada en el colector, en mca.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante, en mca.

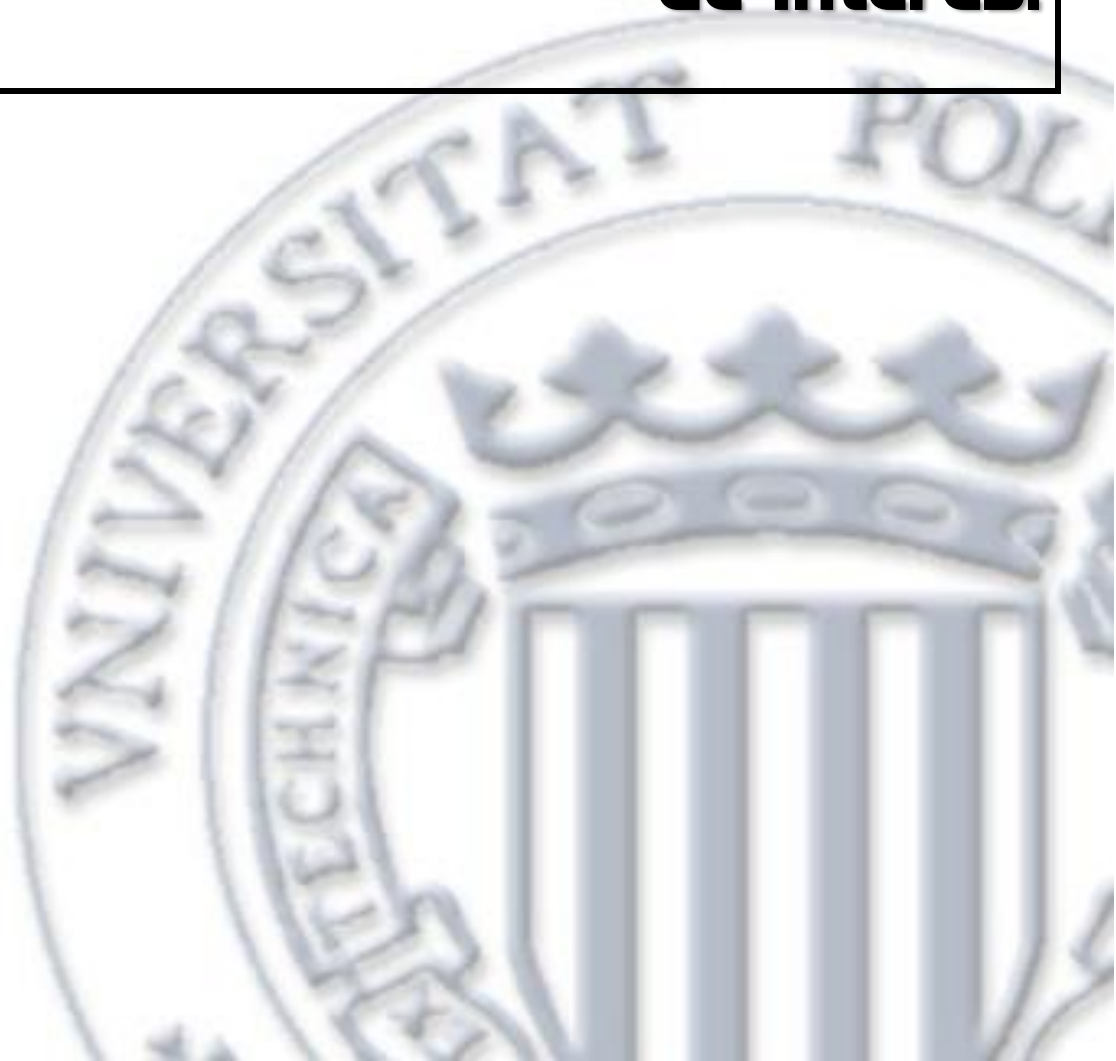
T (min)	Colector	Paa	T (min)	Colector	Paa	T (min)	Colector	Paa	T (min)	Colector	Paa
	P21 (m)	P22(m)		P21 (m)	P22(m)		P21 (m)	P22(m)		P21 (m)	P22(m)
0,00	71,00	70,85	14,48	64,06	63,91	31,31	58,37	58,21	45,89	54,39	54,26
0,08	70,95	70,77	14,65	63,97	63,83	31,48	58,33	58,17	46,05	54,37	54,23
0,25	70,83	70,68	14,82	63,91	63,78	31,64	58,27	58,13	46,22	54,34	54,18
0,42	70,71	70,54	14,98	63,86	63,71	31,81	58,22	58,07	46,39	54,26	54,18
0,58	70,58	70,44	15,15	63,76	63,62	31,98	58,17	58,02	46,56	54,28	54,10
0,75	70,48	70,33	15,32	63,70	63,58	32,15	58,11	57,99	46,72	54,22	54,06
0,92	70,38	70,20	15,49	63,65	63,52	32,31	58,06	57,95	46,89	54,14	54,01
1,08	70,27	70,10	15,66	63,59	63,44	32,48	58,02	57,88	47,06	54,13	53,98
1,25	70,16	70,01	15,82	63,53	63,40	32,65	57,98	57,84	47,23	54,08	53,93
1,42	70,04	69,88	15,99	63,47	63,32	32,82	57,92	57,79	47,39	54,04	53,89
1,58	69,96	69,79	16,16	63,41	63,25	32,99	57,88	57,74	47,56	54,02	53,84
1,75	69,86	69,69	16,33	63,34	63,19	33,15	57,83	57,69	47,73	53,96	53,82
1,92	69,76	69,59	16,49	63,28	63,13	33,32	57,77	57,64	47,90	53,92	53,77
2,09	69,65	69,50	16,66	63,23	63,07	33,49	57,74	57,59	48,06	53,95	53,78
2,26	69,56	69,39	16,83	63,17	63,00	33,66	57,68	57,55	48,23	53,86	53,70
2,42	69,45	69,30	16,99	63,08	62,95	33,83	57,65	57,49	48,40	53,80	53,63
2,59	69,35	69,21	17,16	63,04	62,89	33,99	57,58	57,45	48,57	53,75	53,62
2,76	69,26	69,12	17,33	62,98	62,84	34,16	57,53	57,40	48,73	53,72	53,58
2,92	69,17	69,02	17,50	62,94	62,77	34,33	57,49	57,35	48,90	53,67	53,53
3,09	69,08	68,92	17,67	62,89	62,75	34,50	57,44	57,31	49,07	53,64	53,50
3,26	68,98	68,84	17,83	62,83	62,66	34,66	57,40	57,25	49,24	53,60	53,45
3,43	68,89	68,74	18,00	62,75	62,59	34,83	57,36	57,21	49,40	53,56	53,42
3,60	68,78	68,65	18,17	62,70	62,53	35,00	57,30	57,16	49,57	53,53	53,38
3,76	68,71	68,58	18,34	62,65	62,48	35,17	57,24	57,10	49,74	53,48	53,34
3,93	68,63	68,49	18,50	62,59	62,43	35,34	57,20	57,06	49,91	53,43	53,31
4,10	68,53	68,39	18,67	62,55	62,38	35,50	57,15	57,02	50,07	53,40	53,27
4,27	68,45	68,29	18,84	62,45	62,29	35,67	57,10	56,98	50,24	53,35	53,23
4,43	68,37	68,21	19,01	62,40	62,24	35,84	57,06	56,93	50,41	53,32	53,18
4,60	68,28	68,13	19,17	62,33	62,18	36,01	57,01	56,87	50,58	53,29	53,15

T (min)	Colector	Paa	T (min)	Colector	Paa	T (min)	Colector	Paa	T (min)	Colector	Paa
	P21 (m)	P22(m)		P21 (m)	P22(m)		P21 (m)	P22(m)		P21 (m)	P22(m)
4,77	68,20	68,05	19,34	62,27	62,12	36,17	56,97	56,83	50,74	53,25	53,10
4,94	68,13	67,96	19,51	62,22	62,06	36,34	56,91	56,79	50,91	53,22	53,06
5,10	68,05	67,88	19,68	62,15	62,00	36,51	56,87	56,71	51,08	53,16	53,04
5,27	67,96	67,80	19,84	62,10	61,96	36,68	56,82	56,68	51,25	53,14	52,99
5,44	67,88	67,71	20,01	62,05	61,90	36,85	56,78	56,65	51,41	53,09	52,95
5,61	67,79	67,65	20,18	62,01	61,86	37,01	56,73	56,60	51,58	53,06	52,92
5,78	67,72	67,56	20,35	61,97	61,81	37,18	56,69	56,55	51,75	53,02	52,88
5,94	67,62	67,47	22,75	61,92	61,77	37,35	56,63	56,52	51,92	52,98	52,82
6,11	67,54	67,38	22,92	61,02	60,89	37,52	56,58	56,46	52,08	52,95	52,80
6,28	67,48	67,32	23,09	60,98	60,84	37,68	56,53	56,41	52,25	52,92	52,75
6,44	67,40	67,25	23,26	60,90	60,79	37,85	56,49	56,37	52,42	52,87	52,72
6,61	67,32	67,17	23,42	60,87	60,70	38,02	56,45	56,32	52,58	52,83	52,69
6,78	67,26	67,08	23,59	60,79	60,66	38,18	56,40	56,27	52,75	52,78	52,65
6,95	67,15	67,00	23,76	60,74	60,60	38,35	56,36	56,22	52,92	52,73	52,63
7,11	67,10	66,94	23,92	60,68	60,54	38,52	56,30	56,17	53,09	52,72	52,57
7,28	67,02	66,86	24,09	60,64	60,48	38,69	56,27	56,12	53,25	52,68	52,53
7,45	66,94	66,79	24,26	60,59	60,45	38,85	56,22	56,08	53,42	52,62	52,50
7,62	66,86	66,71	24,43	60,53	60,39	39,02	56,17	56,03	53,59	52,61	52,46
7,78	66,79	66,63	24,59	60,47	60,34	39,19	56,12	55,99	53,75	52,58	52,43
7,95	66,71	66,56	24,76	60,43	60,30	39,36	56,08	55,95	53,92	52,54	52,39
8,12	66,64	66,49	24,93	60,38	60,24	39,53	56,02	55,91	54,09	52,51	52,38
8,29	66,56	66,42	25,10	60,33	60,19	39,69	55,97	55,86	54,26	52,46	52,33
8,45	66,50	66,35	25,27	60,28	60,13	39,86	55,93	55,80	54,42	52,42	52,28
8,62	66,43	66,27	25,43	60,24	60,09	40,03	55,88	55,75	54,59	52,38	52,23
8,79	66,33	66,20	25,60	60,16	60,01	40,19	55,84	55,71	54,76	52,34	52,19
8,96	66,28	66,13	25,77	60,07	59,94	40,36	55,81	55,65	54,93	52,30	52,15
9,12	66,21	66,04	25,94	60,01	59,88	40,53	55,78	55,61	55,10	52,27	52,12
9,29	66,14	65,98	26,10	59,97	59,83	40,69	55,70	55,56	55,26	52,24	52,10
9,46	66,05	65,91	26,27	59,91	59,78	40,86	55,67	55,53	55,43	52,21	52,06
9,63	65,99	65,84	26,44	59,86	59,72	41,03	55,63	55,49	55,60	52,15	52,01
9,79	65,91	65,76	26,60	59,79	59,67	41,20	55,59	55,44	55,77	52,12	51,98
9,96	65,84	65,70	26,77	59,75	59,62	41,37	55,55	55,40	55,93	52,08	51,93
10,13	65,77	65,64	26,95	59,70	59,57	41,53	55,49	55,34	56,10	52,05	51,90
10,30	65,71	65,57	27,12	59,64	59,51	41,70	55,46	55,32	56,27	52,01	51,86
10,46	65,63	65,48	27,28	59,61	59,47	41,87	55,42	55,27	56,44	51,96	51,82
10,63	65,57	65,42	27,45	59,54	59,42	42,04	55,37	55,23	56,60	51,93	51,78
10,80	65,50	65,36	27,62	59,49	59,35	42,20	55,34	55,18	56,77	51,91	51,75
10,96	65,45	65,29	27,79	59,44	59,31	42,37	55,28	55,13	56,94	51,86	51,71
11,13	65,38	65,22	27,96	59,39	59,26	42,54	55,25	55,10	57,10	51,83	51,68
11,30	65,28	65,13	28,12	59,34	59,20	42,71	55,19	55,06	57,27	51,79	51,64
11,47	65,22	65,09	28,29	59,29	59,14	42,87	55,15	55,02	57,44	51,73	51,59
11,63	65,14	65,02	28,46	59,22	59,09	43,04	55,11	54,95	57,61	51,74	51,57
11,80	65,07	64,93	28,63	59,19	59,05	43,21	55,05	54,88	57,78	51,69	51,53
11,97	65,01	64,88	28,79	59,13	58,99	43,38	55,03	54,88	57,94	51,65	51,49
12,14	64,95	64,82	28,96	59,08	58,95	43,54	54,99	54,84	58,11	51,64	51,47
12,31	64,89	64,75	29,13	59,03	58,88	43,71	54,98	54,75	58,28	51,61	51,44
12,47	64,83	64,69	29,29	58,98	58,83	43,88	54,90	54,75	58,44	51,53	51,39
12,64	64,76	64,62	29,46	58,93	58,77	44,05	54,85	54,72	58,61	51,52	51,38
12,81	64,69	64,56	29,63	58,87	58,75	44,21	54,82	54,66	58,78	51,47	51,32
12,98	64,62	64,48	29,80	58,82	58,68	44,38	54,78	54,64	58,95	51,43	51,29
13,14	64,57	64,42	29,97	58,77	58,62	44,55	54,72	54,58	59,11	51,40	51,25
13,31	64,49	64,36	30,13	58,74	58,58	44,71	54,69	54,53	59,28	51,35	51,22
13,48	64,42	64,29	30,30	58,67	58,54	44,88	54,65	54,51	59,45	51,31	51,18
13,65	64,37	64,20	30,47	58,62	58,49	45,05	54,60	54,46	59,62	51,29	51,15
13,81	64,31	64,16	30,64	58,57	58,44	45,22	54,56	54,43	59,78	51,26	51,11
13,98	64,23	64,09	30,80	58,52	58,38	45,38	54,53	54,39	59,95	51,21	51,09
14,15	64,17	64,02	30,97	58,48	58,34	45,55	54,49	54,35	60,12	51,18	51,04
14,32	64,11	63,96	31,14	58,42	58,28	45,72	54,46	54,31			



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Anejo 3.
Otros ensayos hidráulicos
de interés.



3.1. Introducción.

En este anejo se presentan ensayos hidráulicos de elementos constitutivos de los hidrantes multiusuario que pueden clarificar algunos de los problemas encontrados en los ensayos anteriores y que permitirán justificar las soluciones adoptadas en el Capítulo 3.

3.2. Problema de corrosión en colector de acero galvanizado para hidrante de riego de 2" (50mm). LIR Valencia. Abril 2006.

Se procede a evaluar el estado de los colectores de acero galvanizado que constituyen los hidrantes multiusuario de riego, por lo problemas que vienen ocasionado en el funcionamiento de las instalaciones.

3.2.1. Objeto del informe.

Evaluar la idoneidad del acero galvanizado electrolítico, como material para conformar los colectores de los hidrantes multiusuario de riego.

3.2.2. Descripción del colector evaluado.

El colector evaluado tiene las siguientes características (Fotografía 44):

- Material: Acero
- Revestimiento: Galvanizado Electrolítico.
- Diámetro Nominal (DN): 2" (50 mm)
- Número de conexiones: 10 + 1 para ventosa
- Diámetro Conexiones tomas: $\frac{3}{4}$ "
- Diámetro conexión ventosa: 1 1/4"
- Tipo conexión red principal: Roscada.
- Tipo conexión a tomas: Roscada.

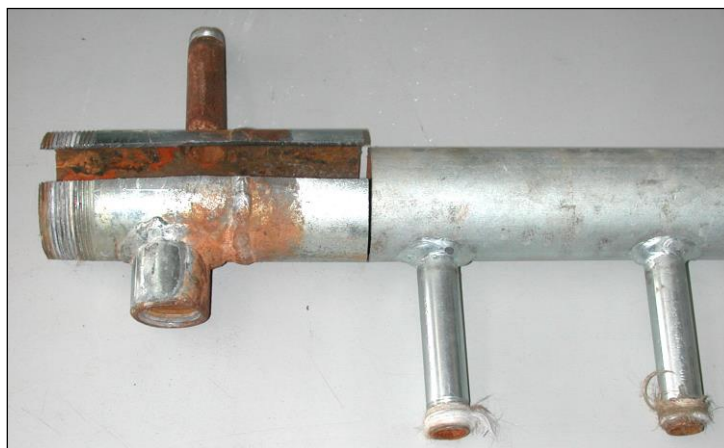


Fotografía 44: Colector completo

3.2.3. Evaluación del colector.

3.2.3.1. Evaluación exterior.

Tras una inspección visual del colector, se aprecia una soldadura transversal próxima a la primera conexión de las tomas de riego y de la ventosa, se aprecia externamente una corrosión exterior en dicha zona (Fotografía 45 y Fotografía 46), así como en las conexiones roscadas, lo cual es normal ya que estas se suelen realizar posteriormente al proceso de galvanizado.



Fotografía 45: Estado soldadura exterior.



Fotografía 46: Estado soldadura exterior.

3.2.3.2. Evaluación interior

Para la inspección de la parte interna se procede a realizar un corte al colector (Fotografía 47, Fotografía 48 y Fotografía 49).

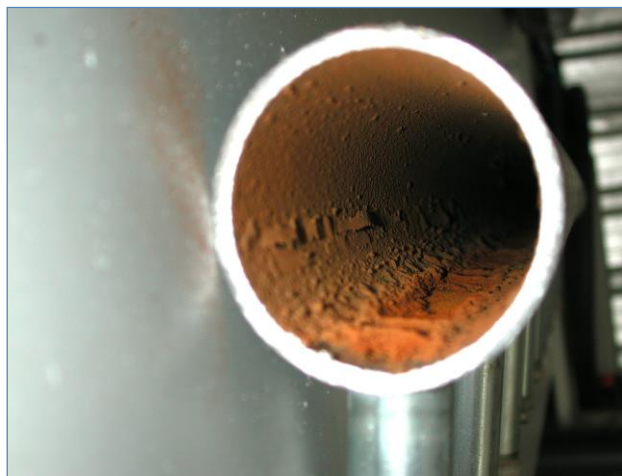
El estado del colector en su parte interna es lamentable encontrado un alto grado de corrosión en toda la sección evaluada, apreciando una merma grave del espesor como consecuencia del proceso de corrosión, habiendo desaparecido el galvanizado en toda la zona evaluada.



Fotografía 47: Estado interior zona seccionada



Fotografía 48: Estado interior zona seccionada. Detalle.



Fotografía 49: Estado interior zona no seccionada. Detalle.

3.2.4. Conclusiones.

El estado del colector indica que no es apto para su utilización como componente de los hidrantes multiusuario de riego, ya que el alto nivel de corrosión encontrado hace que se desprendan porciones de oxido que pueden dañar los elementos de medición y de riego instalados aguas abajo del colector.

No cumple las normativas UNE EN 14267, 1074-6 y 1074-1 (AEN/CTN19 2001a; AEN/CTN68 2005; AEN/CTN19 2005b) la cual en su epígrafe 4.10 y 4.11 establece que los materiales seleccionados como revestimiento de los elementos del hidrantes deben ser resistentes, tanto en su interior como en su exterior, a la corrosión y el envejecimiento.

El colector de acero evaluado, por su proceso de galvanizado a través de baños electrolíticos, no consigue en su parte interna, suministrar un correcto revestimiento a la corrosión, haciéndolo desaconsejable para su utilización en hidrantes para riego.

3.3. Informe sobre los contadores de chorro múltiple instalados en el Hidrante 1. LIR Valencia. Junio 2007.

Se ensayan los contadores “modificados” en sustitución de los originales que configuraban el Hidrante 1 (Apartado 2.1) para comprobar su comportamiento bajo caudales máximos.

3.3.1. Metodología

Los contadores de 20, 25, 32 y 40 mm de diámetro nominal se sometieron a caudales crecientes, por encima de los caudales máximos recomendados. Los tres primeros se bloquearon a partir de un determinado caudal. El contador de 40 mm no llegó a bloquearse, en parte, debido a la resistencia que ofrece al paso del agua, la tubería instalada aguas abajo.

Estas pruebas volvieron a realizarse el viernes, día 29 de junio, con resultados similares tal y como se detalla en el apartado correspondiente a resultados.

3.3.2. Resultados.

Los caudales a partir de los cuales los contadores quedaron bloqueados fueron los siguientes:

Tabla 55: Resultados ensayos día 28 de mayo

Diámetro nominal contador (mm)	Caudal de Bloqueo (m ³ /h)
20	9,0
25	12,6
32	20,0

Tabla 56: Resultados ensayos día 29 de junio

Diámetro nominal contador (mm)	Caudal de Bloqueo (m ³ /h)
20	8,8
25	13,1
32	21,0

Las diferencias son debidas a que el cierre gradual se efectúa con válvulas de esfera situadas aguas abajo, afectando al caudal circulante solo en la fase final de cierre y en condiciones muy difíciles de repetibilidad. En cualquier caso el error no supera el 2%.

3.3.3. Conclusiones

En las condiciones de instalación en hidrante los contadores volumétricos ensayados corren grave riesgo de bloquearse cuando pasen por ellos caudales elevados. En la puesta en marcha de la instalación, o posteriormente, tras rotura o incidencia haya que ponerlos en funcionamiento de nuevo.

Los abajo firmantes, proponen como solución más económica y además con un alto grado de fiabilidad y eficiencia la instalación de placas orificio en el extremo aguas arriba de las válvulas hidráulicas que controlan la apertura y cierre de cada parcela.

Con estos dispositivos, si se quiere hacer pasar un caudal muy superior al nominal, la pérdida introducida por los mismos, será tal que lo impedirá. Además presentan la ventaja de provocar un pérdida de carga muy baja a los caudales nominales o de uso.

A continuación se expone como afectaría la instalación de la placa orificio al funcionamiento de cada una de las tomas en parcela.

3.3.3.1. Placa orificio con una relación de diámetros de 0,75

Tabla 57: Comportamiento para placa orificio de ratio 0,75

DN	Diámetro orificio (mm)	QN (m ³ /h)	Q (m ³ /h) Δh =1 mca	Q (m ³ /h) Δh =25 mca	Δh Q Bloqueo (mca)
15	11,25	< 1,0	1,15	5,8	26,5
20	15,00	2,1	2,04	10,0	18,5
25	18,75	3,5	5,32	18,6	17,0
32	24,00	5,0	8,04	26,0	17,0

Siendo:

- QN: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q Δh =1 mca: Caudal , en m³/hora que produce una pérdida de 1 mca en la placa orificio.
- Q Δh =25 mca: Caudal , en m³/hora que produce una pérdida de 25 mca en la placa orificio.
- Δh Q Bloqueo: Pérdida que se produce en la placa orificio para el caudal de bloqueo, en mca.

3.3.3.2. Placa orificio con una relación de diámetros de 0,7

Tabla 58: Comportamiento para placa orificio de ratio 0,7

DN	Diámetro orificio (mm)	QN (m ³ /h)	Q (m ³ /h) $\Delta h = 1$ mca	Q (m ³ /h) $\Delta h = 25$ mca	Δh Q Bloqueo (mca)
15	10,5	< 1,0		4,88	> 30
20	14,0	2,1	2,13	8,68	25,5
25	17,5	3,5	3,30	13,56	23,5
32	22,4	5,0	5,44	22,50	22,1

Siendo:

- QN: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q $\Delta h = 1$ mca: Caudal , en m³/hora que produce una pérdida de 1 mca en la placa orificio.
- Q $\Delta h = 25$ mca: Caudal , en m³/hora que produce una pérdida de 25 mca en la placa orificio.
- Δh Q Bloqueo: Pérdida que se produce en la placa orificio para el caudal de bloqueo, en mca.

Para la obtención de los valores correspondientes al contador de diámetro nominal de ½" (20 mm²²), se ha utilizado a través de ábacos de ajuste.

Los criterios de cálculo se basan en el funcionamiento hidráulico de las placas orificio, habiendo obtenido los coeficientes de contracción para unas condiciones de funcionamiento distintas. El coeficiente de contracción depende del número de Reynolds y por tanto de las condiciones particulares de cada ensayo.

En caso de adoptarse esta solución las placas orificio deberían calibrarse en banco de ensayo para que los caudales nominales no superen la pérdida de carga preestablecida.

²² En contador de 20 mm, no ha podido ser ensayado en el laboratorio al no aparecer en la configuración del Hidrante 1 suministrada y ensayada.

3.4. Ensayo sobre contadores de chorro múltiple, de GECONTA-WEHRLE para su instalación en hidrantes de riego. LIR Valencia. Julio de 2007.

Se analizaron los siguientes modelos de contadores de GECONTA – WEHRLE:

Tabla 59: Características contadores ensayados.

MODELO	Diámetro Nominal (mm)	Qn (m ³ /h)	Descripción
WFAMH	32	6	Contador original instalado en el hidrante.
RMM	32	6	Contador con el cuerpo similar al anterior pero con diferente relojería
MTKHWK	32	6	Cuerpo y relojería distinta a la anteriores, aislamiento por pieza de latón.

Se ensayan los contadores para comprobar su comportamiento ante los caudales máximos previstos de funcionamiento en los hidrantes multiusuarios instalados en las Comunidades de Regantes.

3.4.1. Metodología

Los contadores de DN 32 se sometieron a caudales crecientes, por encima de los caudales máximos recomendados, en tres posiciones distintas.

1. Posición horizontal del contador y su relojería, tal y como recomienda el fabricante.



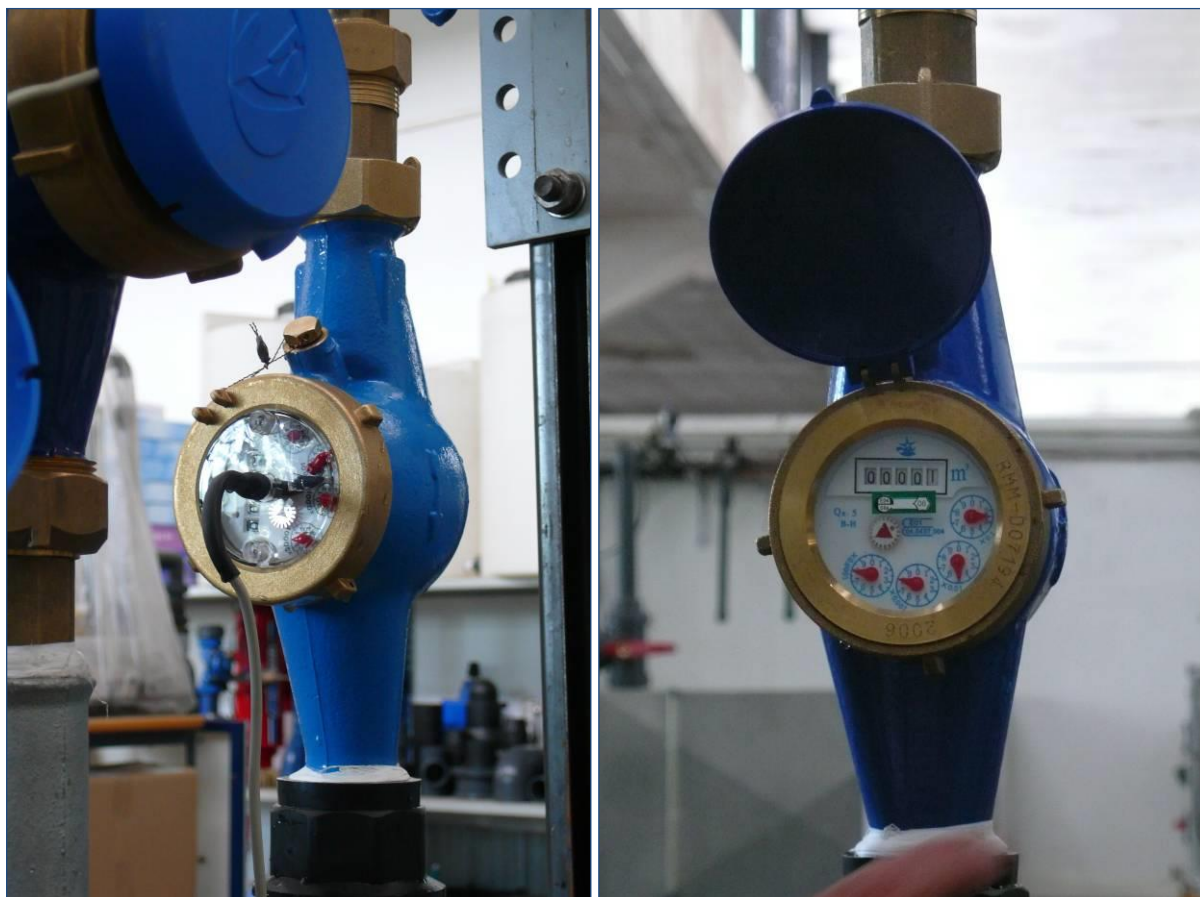
Fotografía 50: Contador Wehrle Modelo RMM en posición horizontal

2. Posición horizontal del contador girando la relojería 90° colocándola en posición vertical.



Fotografía 51: Contador Wehrle Modelo MTKHWK en posición horizontal, girado 90°.

3. Posición vertical del contador y relojería, tal y como se instalarán en el hidrante.



Fotografía 52: Contador Wehrle Modelo MTKHWK y RMM en posición vertical.

3.4.2. Resultados.

Los dos primeros se bloquearon a partir de un determinado caudal, para las posiciones horizontal girado y vertical, no sucediendo lo mismo para el tercer modelo que no se bloquea para ninguna posición.

Los caudales a partir de los cuales los contadores quedaron bloqueados o el caudal máximo de ensayo según las distintas posiciones fueron los siguientes:

Tabla 60: Resultados ensayos

MODELO	Posición	Diámetro (mm)	Q_{max} (m ³ /h)	Q_{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)
WFAMH	Horizontal	32	12	No bloqueo a 23,4
WFAMH	Horizontal 90º	32	12	Bloqueo 18
WFAMH	Vertical	32	12	Bloqueo 20
RMM	Horizontal	32	12	No bloqueo 23,4
RMM	Horizontal 90º	32	12	Bloqueo 16,2
RMM	Vertical	32	12	Bloqueo 18
MTKHWK	Horizontal	32	12	No Bloqueo 23,4
MTKHWK	Horizontal 90º	32	12	No Bloqueo 23,4
MTKHWK	Vertical	32	12	No Bloqueo 29,52

Siendo:

- Q_n : Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max} : Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora

Indicar que para los caudales máximos ensayados el contador MTKHWK no se bloquea, aunque la transmisión magnética se ralentiza enormemente, ya que se esta sobrepasando el caudal máximo del mismo, reduciendo posteriormente el caudal, el contador recupera adecuadamente la transmisión y contrastando el valor del caudal medido por el contador (dentro del rango del caudal nominal), la medición es adecuada.

3.4.3. Conclusiones

En las condiciones de instalación en hidrante los contadores volumétricos de los modelos WFAMH y RMM ensayados corren grave riesgo de bloquearse cuando pasen por ellos caudales elevados (superiores al máximo del contador) y su posición sea vertical y horizontal girado. En la puesta en marcha de la instalación, o posteriormente, tras rotura o incidencias que haya que ponerlos en funcionamiento de nuevo.

El modelo MTKHWK sometido a las condiciones de instalación del hidrante no se bloquea por lo que se recomienda su instalación en sustitución de los modelos anteriores, o el cambio de la posición del contador dentro de la configuración del hidrante.

3.5. Ensayo de contadores de chorro múltiple de GECONTA-WEHRLE modelo MTK-HWK de diámetros 20 y 25 mm, en su instalación en hidrantes de riego. LIR valencia. Julio de 2007.

Se analizan los siguientes modelos de contadores de GECONTA – WEHRLE:

Tabla 61: Características contadores ensayados.

MODELO	Diámetro (mm)	Qn (m ³ /h)	Descripción
MTKHWK	20	2,5	Cuerpo y relojería distinta a la anteriores, aislamiento por pieza de latón.
MTKHWK	25	3,5	Cuerpo y relojería distinta a la anteriores, aislamiento por pieza de latón.

Se ensayan los contadores para comprobar su comportamiento ante los caudales máximos previstos de funcionamiento en hidrantes multiusuario instalados en Comunidades de Regantes.

3.5.1. Metodología

Los contadores de 20 y 25 mm de diámetro nominal se sometieron a caudales crecientes, por encima de los caudales máximos recomendados, en tres posiciones distintas.

1. Posición horizontal del contador y su relojería, tal y como recomienda el fabricante.
2. Posición horizontal del contador girando la relojería 90° colocándola en posición vertical.



Fotografía 53: Contador Wehrle Modelo MTKHWK en posición horizontal, girado 90°.

3. Posición vertical del contador y relojería, tal y como se instalarán en el hidrante.

3.5.2. Resultados.

Para cualquier posición, ninguno de los contadores ensayados se bloquearon para los caudales de prueba.

Los caudales máximos de ensayo según las distintas posiciones fueron los siguientes:

Tabla 62: Resultados ensayos

MODELO	Posición	Diámetro (mm)	Q_{max} (m ³ /h)	Q_{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)
MTKHVK	Horizontal	20	5	No Bloqueo 10,15
MTKHVK	Horizontal 90º	20	5	No Bloqueo 10,04
MTKHVK	Vertical	20	5	No Bloqueo 13,14
MTKHVK	Horizontal	25	7	No Bloqueo 18,54
MTKHVK	Horizontal 90º	25	7	No Bloqueo 18,54
MTKHVK	Vertical	25	7	No Bloqueo 18,07

Siendo:

- Q_n : Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max} : Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora

Indicar que para los caudales máximos ensayados los contadores MTK-HVK no se bloquean, aunque la transmisión magnética se ralentiza enormemente, ya que se está sobrepasando el caudal máximo del mismo. Reduciendo posteriormente el caudal, los contadores recuperan adecuadamente la transmisión y el valor del caudal medido por el contador (dentro del rango del caudal nominal) es adecuado.

3.5.3. Conclusiones

Los modelos MTKHVK sometidos a las condiciones de instalación del hidrante, y en cualquier posición no se bloquean por lo que se recomienda su instalación en sustitución de los modelos anteriores.

3.6. Informe sobre los contadores Multijet para su instalación en hidrantes de riego. Laboratorio Parets del Vallés (Barcelona). Julio 2010.

Se probaron los siguientes modelos de contadores Multijet:

Tabla 63: Características contadores ensayados.

MODELO	Diámetro (mm)	Qn (m ³ /h)	Descripción
MS 1"1/2	40	10	Contador de chorro múltiple multijet. Nº Serie 06-63272
MS 1"1/2	40	10	Contador de chorro múltiple multijet. Nº Serie 10-76116
MJ 3/4	20	2,5	Contador de chorro múltiple multijet. Nº Serie 08-521935
MJ 3/4	20	2,5	Contador de chorro múltiple multijet. Nº Serie 08-521948

Se ensayan dos contadores de DN 20 mm, elegidos al azar de un lote de 240 contadores, y otros dos contadores de DN 40 mm, elegidos al azar de un lote de 11 contadores.

El objetivo del ensayo es comprobar el comportamiento de los contadores trabajando a los caudales máximos de funcionamiento previstos en hidrantes para riego, cuando puedan funcionar sin instalación de riego aguas abajo.

La instalación de los contadores para el ensayo se realiza tal y como se instalará en campo, vertical y con válvula de seccionamiento aguas abajo desde la que se regulará el caudal circulante por el contador.

3.6.1. Metodología

Los contadores de 40 y 20 mm de diámetro nominal se sometieron a caudales crecientes, por encima de los caudales máximos recomendados, en posición vertical, hasta llegar al caudal que provoca el bloqueo del contador. En el caso de que se produzca el bloqueo se procede a reducir el caudal hasta el caudal nominal para comprobar si se desbloquea y se comprueba el caudal registrado por el contador.



Fotografía 54: Contador DN 40. Modelo MS 1"1/2 N° Serie 06-63272 y 10-76116 en posición vertical



Fotografía 55: Contador DN 20. Modelo MJ 3/4 N° Serie 08-521935 y 08-521948.

3.6.2. Resultados.

En la siguiente tabla se muestran los caudales a partir de los que los contadores quedaron bloqueados o el caudal máximo de ensayo según el contador ensayado:

Tabla 64: Resultados ensayos

MODELO	DN (mm)	Q _{max} (m ³ /h)	Paa (kPa)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Desb. Q _n	ε (%) (Q _{CEM} /Q)
MS 1"1/2 06-63272	40	20	300	38,8 No bloqueo	-	-
MS 1"1/2 10-76116	40	20	300	39,3 No bloqueo	-	-
MJ 3/4 08-521935	20	5	500	10,7 Bloqueo	SI	1,35

MODELO	DN (mm)	Q _{max} (m ³ /h)	Paa (kPa)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Desb. Qn	ε (%) (Q _{CEM} /Q)
MJ ¾" 08-521948	20	5	500	8,5 Bloqueo	SI	-1,42

Siendo:

- DN: Diámetro nominal en mm.
- Q_n: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Paa: Presión aguas arriba del contador en bares.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora
- Desb Qn: Indica si de desbloqueo del contador cuando se reduce el caudal al nominal.
- ε: Error relativo en medición del caudal nominal después del bloqueo y vuelta al caudal nominal.

Indicar que para los caudales máximos ensayados los contadores de 40 mm no se bloquean, aunque la transmisión magnética se ralentiza, ya que se está sobrepasando el caudal máximo del mismo. Por otro lado aunque si se produce bloqueo a caudales casi dos veces el máximo de los contadores de 20 mm, el desbloqueo desaparece reduciendo el caudal, los contadores recuperan adecuadamente la transmisión y contrastando el valor del caudal medido por el contador (dentro del rango del caudal nominal), la medición es adecuada.

3.6.3. Conclusiones

En las condiciones de instalación en hidrante los contadores volumétricos de los modelos estudiados no deben tener problemas en la medición y registro de volúmenes de agua consumidos en régimen permanente, solo los contadores de 20 mm pueden bloquearse cuando pasen por ellos caudales elevados (superiores al máximo del contador), en la puesta en marcha de la instalación a salida libre, o posteriormente como consecuencia de la rotura de la tubería hasta parcela, este problema desaparece debido a que el contador recupera el conteo para valores de funcionamiento normales.

3.7. Informe sobre los contadores volumétricos, de BAR-METERS en su instalación en hidrantes de riego. NLHIR Valencia. Diciembre de 2011.

Se probaron los siguientes modelos de contadores BAR METERS:

Tabla 65: Características contadores ensayados.

MODELO	Diámetro (mm)	Qn (m ³ /h)	Código Hidrante	Descripción
MT-KD-P	40	10	3L-027-120	Contador chorro múltiple original instalado en el hidrante.
MT-KD-P	40	10	1L-048-036	Contador chorro múltiple original instalado en el hidrante.

Se ensayan dos contadores de DN 40 mm, suministrados por la Comunidad de Regantes elegidos de los instalados en hidrantes de campo.

El objetivo del ensayo es comprobar el comportamiento de los contadores trabajando a los caudales y presiones máximas de funcionamiento previstos en hidrantes para riego.

3.7.1. Metodología

Los contadores instalados en posición horizontal y en condiciones similares a las de campo, se sometieron a caudales crecientes, por encima de los caudales máximos recomendados, a diferentes presiones de funcionamiento verificando el no bloqueo de los contadores.

3.7.2. Resultados.

El primer contador se bloquea para cualquier caudal a presiones superiores a 5 bares. Ambos se bloquean para caudales dos veces superiores al Caudal máximo recomendado para el contador, en ambos casos el bloqueo es permanente aunque se vuelva a los caudales nominales del contador.

Las condiciones de funcionamiento a partir de las cuales los contadores quedaron bloqueados fueron los siguientes:

Tabla 66: Resultados ensayos

MODELO	Código Hidrante	Diámetro (mm)	Q _{max} (m ³ /h)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)
MT-KD-P	3L-027-120	40	20	Bloqueo Q _{CEM} ≥ 41,3

MODELO	Código Hidrante	Diámetro (mm)	Q_{max} (m ³ /h)	Q_{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)
MT-KD-P	1L-048-036	40	20	Bloqueo $Q_{CEM} \geq 43,2$

Siendo:

- Q_n : Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max} : Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora
- P_{aa} (bar): Presión registrada aguas arriba del contador en bares.

En todos los casos el bloqueo es permanente, no recuperando la medición a caudales o presiones menores a las de bloqueo, solo se recupera la medición después de parar la instalación y vuelta a ponerla en marcha sin llegar a las condiciones de bloqueo.

3.7.3. Conclusiones

Los resultados obtenidos, y debido a que el primer contador (3L-027-120) se bloquea a presiones bajas (inferiores a la PN nominal), no son extrapolables al resto de contadores MT-KD-P, sería imprescindible el ensayo de un número mayor de contadores elegidos al azar de entre los instalados en campo. Si que parece que en las condiciones de ensayo los contadores volumétricos ensayados corren grave riesgo de bloquearse cuando pasen por ellos caudales elevados (superiores al máximo del contador). Situación que puede suceder en la puesta en marcha de la instalación, o posteriormente, tras rotura o incidencias que haya que ponerlos en funcionamiento de nuevo con la instalación vacía.

3.8. Informe sobre los contadores WaterTech, su instalación en hidrantes de riego. NLHIR Valencia Julio de 2012.

Se ensayan seis contadores WaterTech Beta-Mj-Sdc de chorro múltiple, de los diámetros nominales, DN 25, 32 y 40 mm, y suministrados por la empresa peticionaria de los ensayos.

El objetivo del ensayo es comprobar el comportamiento de los contadores trabajando a los caudales máximos de funcionamiento previstos en hidrantes para riego, cuando puedan funcionar sin instalación de riego aguas abajo.

La instalación de los contadores para el ensayo se realiza tal y como se instalará en campo, vertical y con válvula de seccionamiento aguas abajo desde la que se regulará el caudal circulante por el contador.

3.8.1. Descripción de los contadores ensayados.

Se suministran los contadores de chorro múltiple con las siguientes características:

Tabla 67: Características de los contadores ensayados

Contador	MODELO	Diámetro (mm)	Qn (m ³ /h)	Descripción
A	Beta-Mj-Sdc 1" ½	40	10	Contador de chorro múltiple. Nº Serie 12-001517
B	Beta-Mj-Sdc 1" ½	40	10	Contador de chorro múltiple. Nº Serie 12-001514
C	Beta-Mj-Sdc 1" ¼	30	6	Contador de chorro múltiple. Nº Serie 12-000932
D	Beta-Mj-Sdc 1" ¼	30	6	Contador de chorro múltiple. Nº Serie 12-000933
E	Beta-Mj-Sdc 1"	25	3,5	Contador de chorro múltiple. Nº Serie 12-000096
F	Beta-Mj-Sdc 1"	25	3,5	Contador de chorro múltiple. Nº Serie 12-000097

3.8.2. Ensayos realizados.

1. Error de medida para caudal nominal del contador
2. Pérdidas de carga del contador para caudal nominal.
3. Bloqueo del contador a caudales elevados, y recuperación de la medición a caudales de trabajo.
4. Error de medida para caudal nominal del contador, después del bloqueo.

3.8.3. Resultados

3.8.3.1. Error de medida para caudal nominal del contador.

Se calcula el error de medida para cada contador antes de proceder al ensayo de bloqueo, verificando si los errores de medida están dentro de los valores recomendados. La medida real se realiza a través del depósito de pesada del banco de ensayos.

Los resultados obtenidos se observan en la siguiente tabla:

Tabla 68: Error relativo a caudal nominal antes del bloqueo.

Contador	DN	Q _n (m ³ /h)	V (l)	T _{medio} (s)	Q _m (m ³ /h)	Q _{BAS} (m ³ /h)	ε (%)
A	40	10	200	73,00	9,86	9,84	0,16
B	40	10	200	73,59	9,78	9,73	0,47
C	30	6	100	59,09	6,09	6,03	0,95
D	30	6	100	63,94	5,63	5,88	-4,20
E	25	3,5	60	55,31	3,25	3,52	-11,23
F	25	3,5	50	53,03	3,4	3,42	-0,47

Siendo:

- DN: Diámetro nominal en mm.
- Q_n: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- V: Volumen contabilizado por el contador en l.
- T_{medio}: Tiempo medio de recogida del volumen del contador en segundos.
- Q_m: Caudal medio registrado por el contador, en m³/hora.
- Q_{BAS}: Caudal de obtenido por la bascula del banco, en m³/hora.
- ε(%): Error relativo en porcentaje.

Excepto el contador E todos los contadores muestran errores dentro de los valores permitidos.

3.8.3.2. Pérdidas de carga del contador para caudal nominal.

Se registran las presiones aguas arriba y abajo del contador.

Tabla 69: Pérdidas de carga en función del caudal.

Contador	Paa (mca)	Pab (mca)	Δh (mca)	Q(m ³ /h)
A	60,47	59,38	1,09	9,84
B	56,47	55,47	1,00	9,73
C	44,99	43,81	1,18	6,03
D	74,23	71,79	2,44	5,88
E	73,5	72,07	1,43	3,66
F	61,15	59,51	1,64	3,43

Las pérdidas son elevadas para el contador D, confirmándose en la repetición del ensayo a caudal nominal y muestran valores diferentes para contadores de calibres similares.

3.8.3.3. Comprobación del bloqueo del contador a caudales elevados.

En la siguiente tabla se muestran los caudales a partir de los que los contadores quedaron bloqueados o el caudal máximo de ensayo según el contador ensayado:

Tabla 70: Resultados ensayo bloqueo

CONTADOR	DN (mm)	Q_{max} (m ³ /h)	Q_{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q_{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)
A	40	20	47,5 Bloqueo	Desbloqueo a 20,52
B	40	20	47,5 Bloqueo	Desbloqueo a 24,12
C	32	12	30,6 Bloqueo	Desbloqueo a 10,44
D	32	12	28,3 Bloqueo	Desbloqueo a 8,82
E	25	7	19,8 Bloqueo	Desbloqueo a 6,48
F	25	7	22,32 No Bloqueo	-

Siendo:

- DN: Diámetro nominal en mm.
- Q_n : Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max} : Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora
- Q_{CEM} (Desbloqueo) : Caudal al que se desbloquea el contador cuando se reduce el caudal después de haber sido bloqueado.

Indicar que todos los contadores se bloquean pero a caudales anormalmente elevados (superiores en más de dos veces el máximo), y todos recuperan la medición de caudal cercano a el máximo

3.8.3.4. Error de medida para caudal nominal del contador, después del bloqueo

Se calcula el error de medida para cada contador después de proceder al ensayo de bloqueo, verificando si los errores de medida están dentro de los valores recomendados.

Los resultados obtenidos se observan en la siguiente tabla:

Tabla 71: Error relativo a caudal nominal después del bloqueo.

	Contador	V (l)	T_{medio} (s)	Q_m (m ³ /h)	Q_{BAS} (m ³ /h)	ϵ (%)
Inicial	A	200	73,00	9,86	9,84	0,16
Final	A	200	73,37	9,815	9,76	0,56
Inicial	B	200	73,59	9,78	9,73	0,47
Final	B	200	74,06	9,72	9,60	1,25

	Contador	V (l)	T _{medio} (s)	Q _m (m ³ /h)	Q _{BAS} (m ³ /h)	ε (%)
Inicial	C	100	59,09	6,09	6,03	0,95
Final	C	100	59,28	6,07	6,07	0,04
Inicial	D	100	63,94	5,63	5,88	-4,20
Final	D	100	61,53	5,85	5,88	-0,64
Inicial	E	60	55,31	3,25	3,42	-11,23
Final	E	50	52,27	3,44	3,66	-2,14
Inicial	F ²³	50	53,03	3,4	3,52	-0,47

Siendo:

- V: Volumen contabilizado por el contador en l.
- T_{medio}: Tiempo medio de recogida del volumen del contador en segundos.
- Q_m: Caudal medio registrado por el contador, en m³/hora.
- Q_{BAS}: Caudal de obtenido por la bascula del banco, en m³/hora.
- ε(%): Error relativo en porcentaje.

En algunos el error disminuye y en otros aumenta, incluso el contador E adquiere errores dentro de los valores permitidos. Ante estos resultados se repitieron algunos de las mediciones encontrando valores distintos pero con las mismas conclusiones.

3.8.4. Conclusiones

En las condiciones de instalación en hidrante, los contadores volumétricos de los modelos estudiados no deben tener problemas en la medición y registro de volúmenes de agua consumidos en régimen permanente, todos los contadores pueden bloquearse cuando pasen por ellos caudales elevados (superiores al máximo del contador), en la puesta en marcha de la instalación a salida libre, o posteriormente como consecuencia de la rotura de la tubería hasta parcela, este problema desaparece debido a que el contador recupera el contaje para valores de funcionamiento normales.

El contador E de DN 25 mm muestra un error inicial elevado, ajustándose después de elevar el caudal circulante, la repetición de las mediciones muestra la misma tendencia, lo que puede ser debido a un contador defectuoso.

²³ No se calcula el error después del bloqueo porque en este contador no se produjo bloqueo del mismo.

3.9. Informe sobre los contadores retirados de los hidrantes multiusuario de una Comunidad de Regantes. NLHIR Valencia. Octubre de 2012.

Se ensayan 15 contadores de chorro múltiple de los diámetros nominales, DN 25, 30 y 40 mm (5 de cada DN), y elegidos por personal de la UPV aleatoriamente de los retirados de los hidrantes multiusuario de una Comunidad de Regantes.

El objetivo del ensayo es comprobar el estado, averiguar el motivo de su deficiente funcionamiento y su comportamiento trabajando a los caudales máximos de funcionamiento previstos en hidrantes para riego, cuando puedan funcionar sin instalación de riego aguas abajo.

La instalación de los contadores para el ensayo se realiza tal y como estaban instalados en campo, vertical y con válvula de seccionamiento aguas abajo desde la que se regulará el caudal circulante por el contador.

3.9.1. Selección de la muestra a ensayar.

La elección de los equipos a ensayar se realiza de la siguiente forma:

1. Los contadores se encuentran almacenados en la sede de la C.R. en cajas apiladas en columnas de hasta 10 cajas, en cada caja se agrupan contadores de un hidrante.
2. Se procede a numerar las columnas hasta un total de 45.
3. Se elige la columna aleatoriamente.
4. Se elige la caja aleatoriamente.
5. Se sacan los contadores y se elige uno aleatorio.
6. Se repite el proceso (paso 3, 4 y 5) hasta completar el número de contadores a elegir que el solicitante estimó en, 5 DN 40mm, 10 DN 30 mm y 10 DN 25 mm.

Como restricción general a la elección de contadores se establece:

- No elegir aquellos que por su inspección exterior no garanticen estar en condiciones de cumplir con su función metrológica.
- Puedan presentar indicios de manipulación.
- Presenten agua en el mecanismo
- Presenten un deterioro exterior o interior evidente.

En concreto se desechan contadores por los siguientes criterios.

1. Obturación muy importante del filtro-estabilizador del flujo, colocado a la entrada del contador, se detectan obturaciones por elementos solidos como arenas etc, de hasta el 95%.

2. No disponer de filtro-estabilizador del flujo, colocado a la entrada del contador.
3. Presentar rotura en el precinto del fabricante.
4. Se desechan también contadores de DN que ya se ha llegado al número total a seleccionar. Estos no se contabilizan en el cómputo de contadores seleccionados.

Los resultados de la selección son:

Tabla 72: Tabla de contadores elegidos y rechazados para el ensayo.

DN	40	30	25	Total
Nº Total disponible	625	757	799	2181
Muestra seleccionada	7	14	48	69
% Muestra Seleccionada	1,12	1,85	6,00	3,16
Muestra elegida	5	10	10	25
% Muestra elegida sobre el total	0,8	1,32	1,25	1,14
% Muestra Ensayada sobre le total	0,8	0,66	0,63	0,69
Muestra desechada	2	4	38	44
% Muestra desechada sobre el total	0,32	0,53	4,76	2,01
% Muestra desechada sobre los seleccionados	28,57	28,57	79,2	63,77
Muestra desechada por obturaciones	2	4	19	25
Muestra desechada por ausencia de filtro	0	0	17	17
Muestra desechada por precinto roto	0	0	2	2

3.9.2. Descripción de los contadores ensayados.

Se suministran los contadores de chorro múltiple con las siguientes características:

Contador	DN (mm)	Qn (m ³ /h)	Descripción	Número de serie	Volumen ²⁴ (m ³)
40A	40	10	Contador de chorro múltiple.	0808-24841	898
40B	40	10	Contador de chorro múltiple.	0808-26331	1
40C	40	10	Contador de chorro múltiple.	0808-24913	1
40D	40	10	Contador de chorro múltiple.	0808-24515	1
40E	40	10	Contador de chorro múltiple.	0709-001373	1
30A	30	5	Contador de chorro múltiple.	0808-023709	148
30C	30	5	Contador de chorro múltiple.	0808-024276	2

²⁴ Lectura inicial de contador en m³

Contador	DN (mm)	Qn (m ³ /h)	Descripción	Número de serie	Volumen ²⁴ (m ³)
30F	30	5	Contador de chorro múltiple.	0808-023965	1
30I	30	5	Contador de chorro múltiple.	0408-012241	1
30J	30	5	Contador de chorro múltiple.	0408-012955	2
30G	30	5	Contador de chorro múltiple.	0408-013311	837
25B	25	3,5	Contador de chorro múltiple.	0408-010905	2
25C	25	3,5	Contador de chorro múltiple.	0808-022859	0-1
25D	25	3,5	Contador de chorro múltiple.	0408-011169	0-1
25E	25	3,5	Contador de chorro múltiple.	0808-021625	2
25G	25	3,5	Contador de chorro múltiple.	0808-021808	1



Fotografía 1: Detalles de la instalación del contador.

3.9.3. Ensayos realizados.

1. Error de medida para caudal nominal del contador
2. Pérdidas de carga del contador para caudal nominal.
3. Bloqueo del contador a caudales elevados, y recuperación de la medición a caudales normales de trabajo.

3.9.4. Resultados

3.9.4.1. Error de medida para caudal nominal del contador.

Se calcula el error de medida para cada contador antes de proceder al ensayo de bloqueo, verificando si los errores de medida están dentro de los valores recomendados. La medida real se realiza a través del depósito de pesada del banco de ensayos.

Los resultados obtenidos se observan en la siguiente tabla:

Tabla 73: Error relativo a caudal nominal antes del bloqueo.

Contador	DN	Q _n (m ³ /h)	V (l)	T _{medio} (s)	Q _m (m ³ /h)	Q _{BAS} (m ³ /h)	ε (%)
40A	40	10	100	47,77	7,54	10,02	-24,8
40B	40	10	100	48,09	7,49	9,99	-25,1
40C	40	10	100	53,00	6,79	9,74	-30,2
40D	40	10	100	46,94	7,67	9,94	-22,8
40E	40	10	100	51,57	6,98	9,56	-27,0
30A	30	5	100	∞	0,00	4,72	-100,0
30C	30	5	100	93,75	3,84	5,13	-25,1
30F	30	5	100	∞	0,00	4,54	-100,0
30I	30	5	100	98,22	3,67	4,80	-23,6
30J	30	5	100	∞	0,00	4,81	-100,0
30G	30	5	100	94,23	3,82	4,87	-21,6
25B	25	3,5	100	126,66	2,84	3,82	-25,5
25C	25	3,5	100	∞	0,00	3,37	-100,0
25D	25	3,5	100	137,44	2,62	3,45	-24,1
25E	25	3,5	100	136,37	2,64	3,33	-20,7
25G	25	3,5	100	135,98	2,65	3,36	-21,2

Siendo:

- DN: Diámetro nominal en mm.
- Q_n: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- V: Volumen contabilizado por el contador en l.
- T_{medio}: Tiempo medio de recogida del volumen del contador en segundos.
- Q_m: Caudal medio registrado por el contador, en m³/hora.
- Q_{BAS}: Caudal de obtenido por la bascula del banco, en m³/hora.
- ε(%): Error relativo en porcentaje.

Todos los contadores no cumplen metrológicamente, el error en medida que presentan es muy superior al permitido en las normas para contadores nuevos de esta categoría, no siendo aptos para su uso en riego. Algunos de los contadores ensayados están parados o se pararon durante el ensayo y no registran medición (Q_m = ∞).

3.9.4.2. Pérdidas de carga del contador para caudal nominal.

Se registran las presiones aguas arriba y abajo del contador.

Tabla 74: Pérdidas de carga en función del caudal.

Contador	Paa (mca)	Pab (mca)	Δh (mca)	Q(m ³ /h)
40A	49,11	46,17	2,94	10,02
40B	52,82	49,87	2,95	9,99
40C	56,15	54,84	1,31	9,74
40D	49,09	47,24	1,85	9,94
40E	52,85	50,55	2,30	9,56
30A	50,17	46,23	3,94	4,72
30C	50,04	44,92	5,12	5,13
30F	50,06	45,06	5,00	4,54
30I	46,60	42,83	3,77	4,80
30J	47,22	43,17	4,05	4,81
30G	58,08	54,15	3,93	4,87
25B	44,12	41,64	2,48	3,82
25C	48,60	46,34	2,26	3,37
25D	61,71	59,31	2,40	3,45
25E	58,60	56,63	1,97	3,33
25G	58,69	56,75	1,94	3,36

Las pérdidas son elevadas para algunos contadores, muy superiores a las obtenidas para contadores nuevos²⁵, lo que puede indicar junto con los errores obtenidos, que muchos contadores presentan un deterioro interno importante.

3.9.4.3. Comprobación del bloqueo del contador a caudales elevados.

En la siguiente tabla se muestran los caudales a partir del cual los contadores quedaron bloqueados o el caudal máximo de ensayo sin bloqueo:

Tabla 75: Resultados ensayo bloqueo

CONTADOR	DN (mm)	Q _{max} (m ³ /h)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q _{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)
40A	40	20	43,6 No Bloqueo	-
40B	40	20	Fuga mecanismo	Fuga mecanismo

²⁵ En ensayo "Hidrante8" de diciembre de 2008 se ensayaron estos contadores en hidrante multiusuario obteniendo errores globales de entre 2 y 3% y pérdidas globales considerando todos los elementos del hidrante inferiores a 5 m. Apartado, 2.8.

CONTADOR	DN (mm)	Q _{max} (m ³ /h)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q _{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)
40C	40	20	Fuga mecanismo	Fuga mecanismo
40D	40	20	46,44 No Bloqueo	-
40E	40	20	42,48 Bloqueo	Desbloqueo a 32,4
30A	30	10	Parado	Parado
30C	30	10	21,24 Bloqueo	No
30F	30	10	Parado	Parado
30I	30	10	13,32 Bloqueo	No
30J	30	10	Parado	Parado
30G	30	10	12,24 Bloqueo	No
25B	25	7	9,00 Bloqueo	No
25C	25	7	Parado	Parado
25D	25	7	11,88 Bloqueo	No
25E	25	7	15,48 Bloqueo	No
25G	25	7	16,20 Bloqueo	No

Siendo:

- DN: Diámetro nominal en mm.
- Q_n: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora. Parado indica que no se realizó la prueba porque el mecanismo está bloqueado desde un inicio y no registra ninguna medición.
- Q_{CEM} (Desbloqueo): Caudal al que se desbloquea el contador cuando se reduce el caudal después de haber sido bloqueado. **No** indica que el caudal no se desbloqueó ni siquiera por debajo del Q_n.

Indicar que todos los contadores de DN 30 y 25 se bloquean pero a caudales anormalmente elevados (superiores en más de dos veces el máximo) o están dañados, y solo uno de DN 40 se bloquea pero recupera la medición al reducir el caudal.

3.9.5. Conclusiones

El estado de los contadores retirados no es apto para su utilización en hidrantes de riego por varios motivos.

1. La cantidad y motivos por los que muchos contadores fueron desechados para el ensayo, indica unas condiciones de funcionamiento o instalación no adecuadas. No es admisible que muchos contadores presenten altas obturación de los filtros o ausencia de los mismos. Este hecho indica que han podido ser manipulados.

2. Los errores en metrología y altas pérdidas de carga son anormalmente superiores a los encontrados para contadores nuevos y en ningún caso aceptables, siendo muy superiores al 5% que indica la norma, esto indica que las deficiencias de instalación han podido provocar daños estructurales en muchos contadores, y posiblemente vistos los problemas que han presentado muchos contadores en el ensayo, los componentes internos de estos estén muy deteriorados

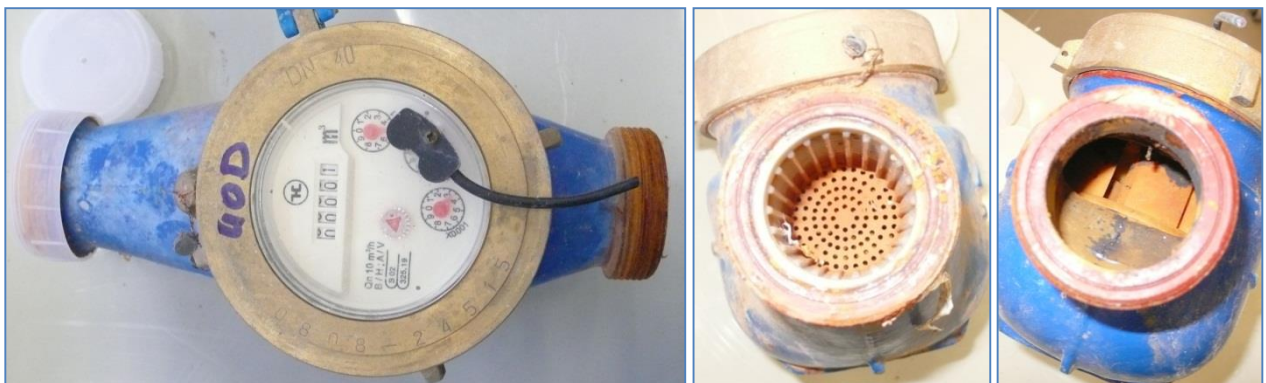
En las condiciones de instalación en hidrante, los contadores volumétricos de los modelos estudiados no son aptos para la medición y registro de volúmenes de agua consumidos en régimen permanente. Todos los contadores excepto los de DN40 pueden bloquearse cuando pasen por ellos caudales elevados (superiores al máximo del contador), en la puesta en marcha de la instalación a salida libre, o posteriormente como consecuencia de la rotura de la tubería hasta parcela, no desapareciendo el problema cuando por el contador vuelvan a circular caudales de funcionamiento normales.

3.9.6. Galería fotográfica.

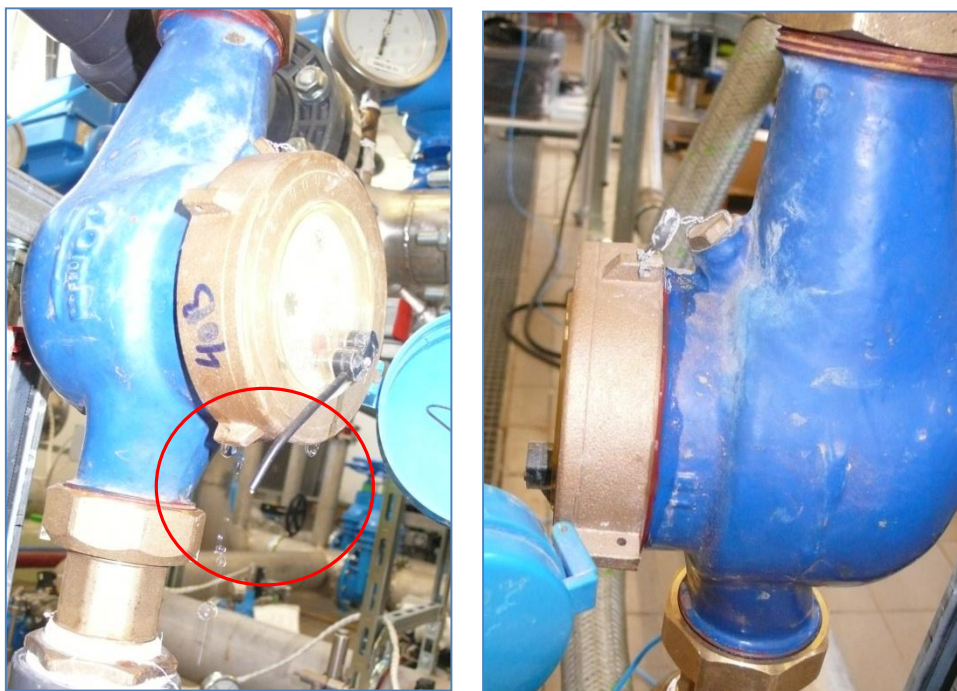
3.9.6.1. Contadores DN 40.



Fotografía 56: Estado exterior contador 40B

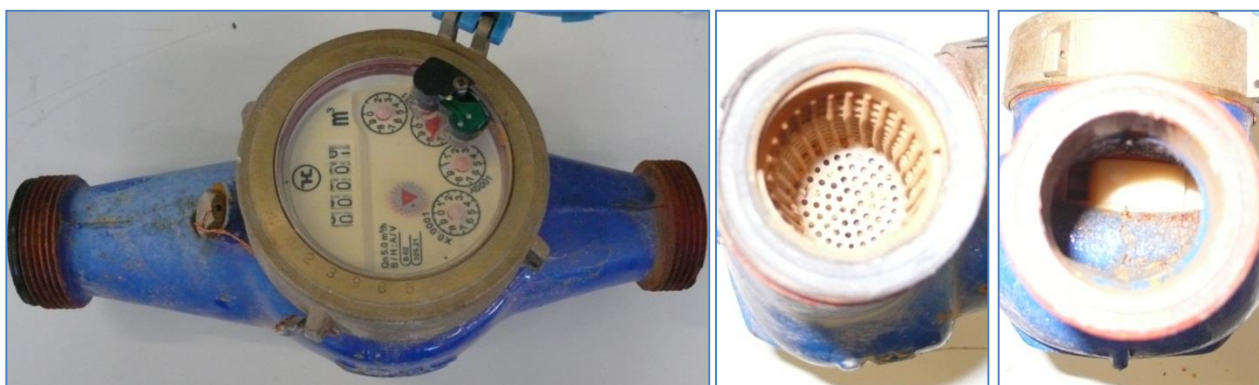


Fotografía 57: Estado exterior contador 40D. Presenta restos de arenas sobre la rosca y oxidación interior.



Fotografía 58: Detalle fuga mecanismos contador 40B y 40C.

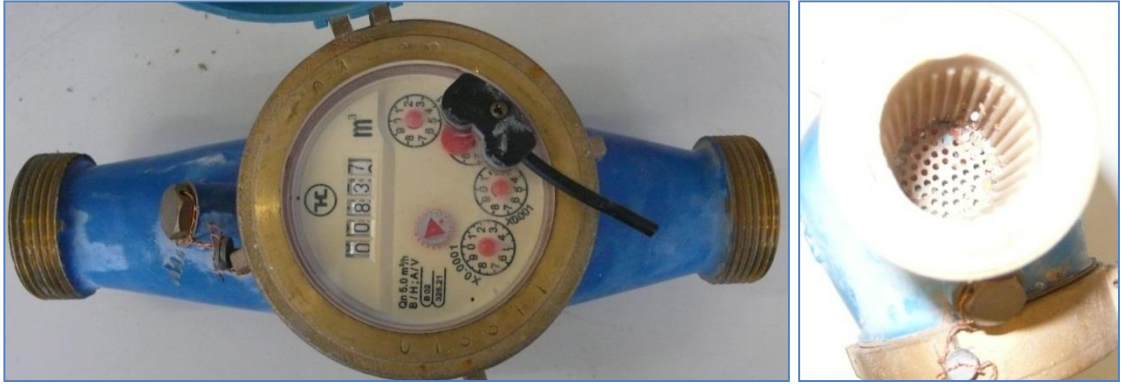
3.9.6.2. Contadores DN 30.



Fotografía 59: Estado exterior contador 30F. Presenta oxidación interior y restos de obturación en el filtro.



Fotografía 60: Estado exterior contador 30I. Presenta restos de obturación en el filtro.



Fotografía 61: Estado exterior contador 30G. Presenta restos de obturación en el filtro.

3.9.6.3. Contadores DN 25.



Fotografía 62: Estado exterior contador 25B. Presenta restos de obturación en el filtro.



Fotografía 63: Estado exterior contador 25C. Presenta restos de obturación en el filtro.



Fotografía 64: Estado exterior contador 25D. Presenta restos de obturación en el filtro.

3.10. Medición de caudales transitorios en tomas de riego de hidrantes multiusuario. Noviembre 2012.

Se mide el caudal circulante por tomas de riego en hidrantes multiusuario en el proceso de puesta en riego o arranque de la instalación.

El objetivo del ensayo es comprobar los valores de caudal máximo transitorio que circula por la toma de riego en el arranque de la instalación.

Se miden caudales para tomas con contadores de 25, 30 y 40 mm, seleccionando una toma de cada calibre de entre las accesibles en ese cabezal, donde la instalación del sistema de medida sea posible, la toma este dada de alta y con instalación de riego en parcela.

3.10.1. Materiales y métodos

3.10.1.1. Medición del caudal.

La medición del caudal se realiza por contador de ultrasonidos portátil, instalado en la tubería de toma a parcela, en las condiciones de instalación recomendadas para cada diámetro. En el siguiente cuadro se resumen las características principales del contador:

Tabla 76: Características caudalímetro de ultrasonidos utilizado

Contador DN	Externo Variable
Fabricante	Dynasonics
Modelo	TFXP Portátil
Temperatura Ambiente	-40...+85 °C
Velocidad Mínima (m/s)	0,0003
Error Máximo %	±0,01
Tipo de señal	Analógica 4-20 mA



3.10.1.2. Medición de la presión.

La medición de la presión se realiza a nivel aproximado con los manómetros instalados en los colectores de los hidrantes. Los datos leídos únicamente se utilizan para comprobar la estabilidad de las presiones durante el registro de caudal. Los manómetros instalados son de rango 0 a 6 bares de Clase 1,6 (error de 1,6%)

3.10.2. Datos tomas ensayadas.

Todas las tomas ensayadas pertenecen a hidrantes de la red analizada, los datos de las mismas son:

Tabla 77: Características tomas ensayadas.

Toma	DN contador (mm)	Qn(m ³ /h)	DN tubería ²⁶	espesor (mm)
25	25	3,5	40	2,8
30	30	5	50	3,4
40	40	10	63	4,3

3.10.3. Ensayos realizados.

1. Registro del caudal circulante por cada toma en el proceso de puesta en riego de la toma.

3.10.4. Resultados

3.10.4.1. Toma DN 25.

Los resultados obtenidos se observan en la siguiente tabla:

Tabla 78: Resultados medición toma DN 25

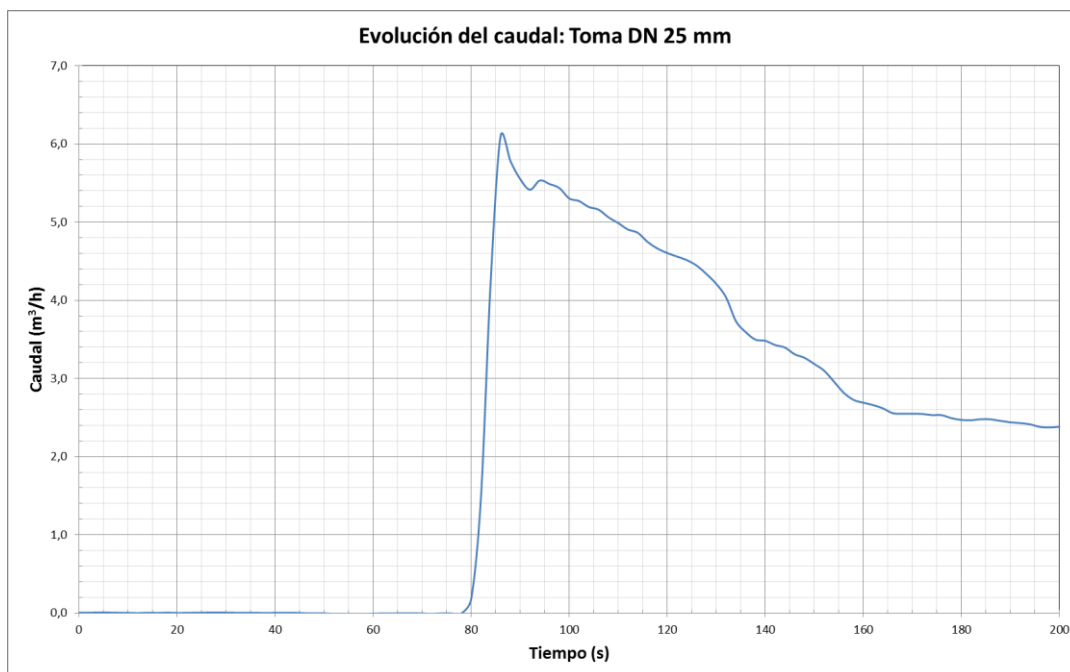
Toma	DN	Qn (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	P _{max} (mca)	P _{min} (mca)	Q _T (m ³ /h)	Q _P (m ³ /h)	Q _T /Q _P
25	25	3,5	7	35	26	6,1	2,4	2,54

Siendo:

- DN: Diámetro nominal contador de la toma.
- Q_n: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- P_{max}: Presión máxima leída en el manómetro del hidrante, en mca.
- P_{min}: Presión mínima leída en el manómetro del hidrante, en mca.
- Q_T: Caudal transitorio máximo registrado en el proceso de puesta en riego, en m³/hora.
- Q_P: Caudal permanente registrado en el proceso de puesta en riego, en m³/hora.
- Q_T/Q_P: Relación entre el caudal transitorio y permanente registrado.

La evolución del caudal se visualiza en la siguiente gráfica:

²⁶ Las tuberías a parcelas son de PE100.



Gráfica 20: Evolución del caudal durante el periodo de ensayo. Toma DN 25



Fotografía 65: Detalle instalación en Toma 25.

3.10.4.2. Toma DN 30.

Los resultados obtenidos se observan en la siguiente tabla:

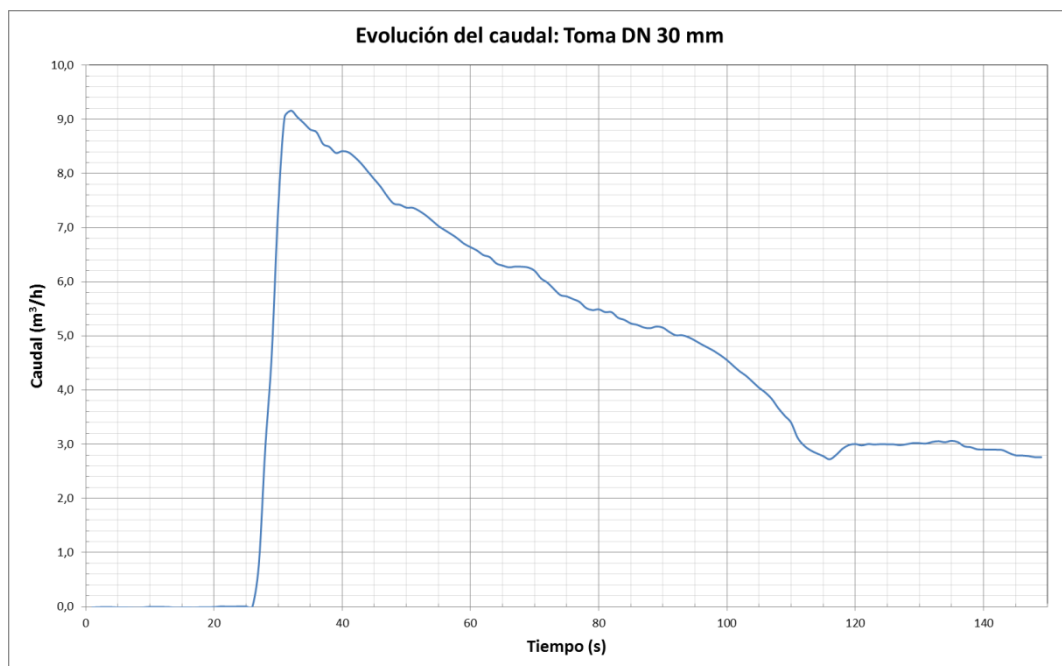
Tabla 79: Resultados medición toma DN 30

Toma	DN	Q _n (m³/h)	Q _{max} (m³/h)	P _{max} (mca)	P _{min} (mca)	Q _T (m³/h)	Q _P (m³/h)	Q _T /Q _P
30	30	5,0	10	40	24	9,2	3,0	3,07

Siendo:

- DN: Diámetro nominal contador de la toma.
- Q_n : Caudal nominal del contador, en $m^3/hora$.
- Q_{max} : Caudal máximo del contador, en $m^3/hora$.
- P_{max} : Presión máxima leída en el manómetro del hidrante, en mca.
- P_{min} : Presión mínima leída en el manómetro del hidrante, en mca.
- Q_T : Caudal transitorio máximo registrado en el proceso de puesta en riego, en $m^3/hora$.
- Q_p : Caudal permanente registrado en el proceso de puesta en riego, en $m^3/hora$.
- Q_T/Q_p : Relación entre el caudal transitorio y permanente registrado.

La evolución del caudal se visualiza en la siguiente gráfica:



Gráfica 21: Evolución del caudal durante el periodo de ensayo. Toma DN 30



Fotografía 66: Detalles instalación en Toma 30.

3.10.4.3. Toma DN 40.

Los resultados obtenidos se observan en la siguiente tabla:

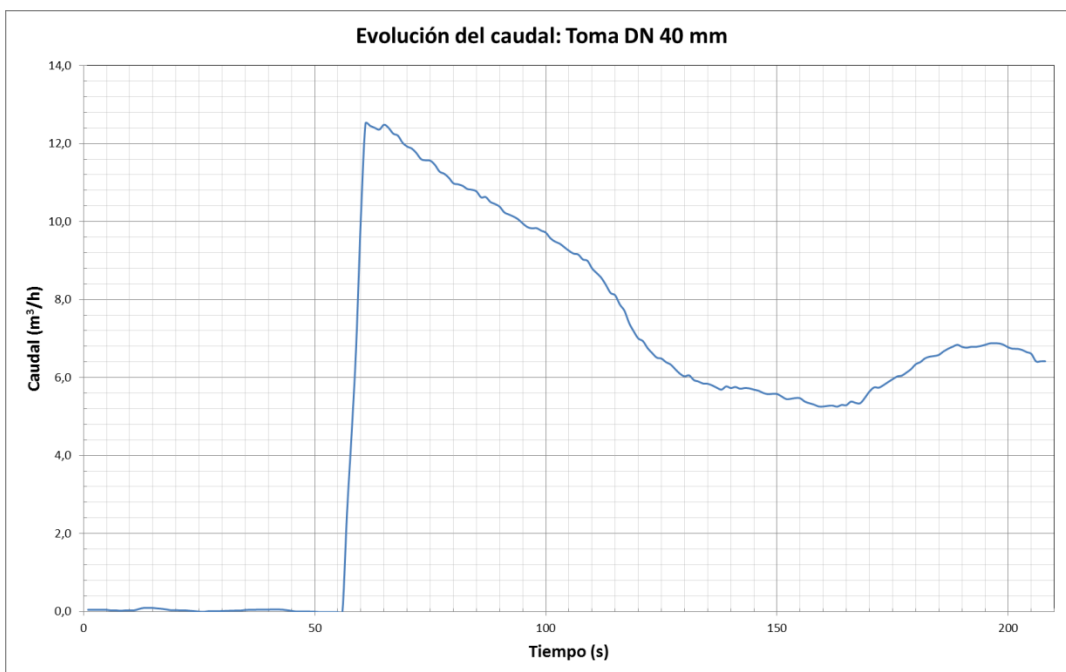
Tabla 80: Resultados medición toma DN 40

Toma	DN	Q _n (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	P _{max} (mca)	P _{min} (mca)	Q _T (m ³ /h)	Q _P (m ³ /h)	Q _T /Q _P
40	40	10,0	20,0	50	25	12,5	6,4	1,95

Siendo:

- DN: Diámetro nominal contador de la toma.
- Q_n: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- P_{max}: Presión máxima leída en el manómetro del hidrante, en mca.
- P_{min}: Presión mínima leída en el manómetro del hidrante, en mca.
- Q_T: Caudal transitorio máximo registrado en el proceso de puesta en riego, en m³/hora.
- Q_P: Caudal permanente registrado en el proceso de puesta en riego, en m³/hora.
- Q_T/Q_P: Relación entre el caudal transitorio y permanente registrado.

La evolución del caudal se visualiza en la siguiente gráfica:



Gráfica 22: Evolución del caudal durante el periodo de ensayo. Toma DN 40



Fotografía 67: Hidrante con toma de 40 mm ensayado.



Fotografía 68: Detalles instalación en Toma 40 mm. Instalación en parcela.

3.10.5. Conclusiones

La evolución de los caudales en la puesta en riego de las tomas, muestra que el caudal máximo transitorio es elevado, pudiendo alcanzar el caudal máximo del contador. El valor alcanzado dependerá de las condiciones de instalación (desniveles) y de la presión en la toma en el momento de la puesta en funcionamiento.

Se observa una amplia variación de la presión a lo largo de los ensayos lo que provoca variaciones en los caudales registrados, introduciendo incertidumbre en el caudal permanente de las tomas.

Los caudales máximos registrados en muchos casos pueden ser tres veces más elevados que el caudal en régimen permanente, lo que puede conducir a caudales instantáneos muy superiores a los caudales nominales de las tomas.

3.11. Verificación del estado de los contadores de DN 15, 20, 25, 30, 40 y 50 mm, en su instalación en hidrantes multiusuario en una la Comunidad de Regantes. NLHIR Valencia. Febrero 2015.

Se ensayan 52 contadores de chorro múltiple y 4 de tipo Woltman, elegidos por personal de la UPV aleatoriamente de las distintas zonas de riego y actualmente en uso de los hidrantes multiusuario de la CR.

El objetivo del ensayo es comprobar el estado metrológico de los contadores así como el comportamiento de los contadores trabajando a los caudales máximos de funcionamiento previstos en hidrantes para riego, cuando puedan funcionar sin instalación de riego aguas abajo o gradientes de presión elevados.

La instalación de los contadores para el ensayo se realiza tal y como se instalará en campo, vertical y con válvula de seccionamiento aguas abajo desde la que se regulará el caudal circulante por el contador.

3.11.1. Selección de la muestra a ensayar.

La elección y cantidad de los equipos a ensayar para cada calibre se realiza según norma UNE ISO 2859 “Procedimientos de muestreo para inspección por atributos”(AEN/CTN66 2012). Como parámetros de selección se considera un tipo de inspección reducida con Nivel II, en base a estos parámetros y el número de elementos de cada lote los elementos a ensayar se observan en la siguiente tabla:

Tabla 81: Tamaño de muestra a ensayar

DN	Qn (m ³ /h)	Elementos Lote ²⁷	Letra Código de la muestra Nivel II	Tamaño de la muestra a ensayar para una Inspección reducida ²⁸
15(1/2")	1,5	232	G	13
20(3/4")	2,5	171	G	13
25(1")	3,5	177	G	13
30(1"1/4)	6	109	F	8
40(1"1/2)	10	79	E	5
W50	15	61	E	5

En las siguientes tablas se listan los contadores elegidos por DN, indicando lectura actual y número de serie.

²⁷ Cantidad total de contadores instalados en la CR, datos proporcionados por la CR.

²⁸ Se selecciona un nivel reducido ya que los contadores han debido de seguir un plan de inspección en fabrica, tal y como marca las normas, y se considera suficiente este nivel de inspección para extrapolar los resultados al resto de la población.

Tabla 82: Contadores elegidos DN15

Contador	Modelo	Hidrante	Lectura Contador (m ³)	Nº Serie	Seleccionados
15_1	Multijet Plástico	CR	19,7903	882591	UPV
15_2	Multijet Plástico	CR	273,1958	59235	UPV
15_3	Multijet Plástico	CR	0,34725	882553	UPV
15_4	Multijet Plástico	CR	0,3574	882563	UPV
15_5	Multijet Plástico	321	2,4835	59290	UPV
15_6	Multijet Plástico	321	3,1535	59369	UPV
15_7	Multijet Plástico	26	0,0000	59277	UPV
15_8	Multijet Plástico	26	0,0000	59368	UPV
15_9	Multijet Plástico	65	0,0000	59246	UPV
15_10	Multijet Plástico	65	0,0000	59254	UPV
15_11	Multijet Plástico	65	0,0000	59242	UPV
15_12	Multijet Plástico	-	5,2000	59324	CR
15_13	Multijet Plástico	-	1,6000	59306	CR

Tabla 83: Contadores elegidos DN20

Contador	Modelo	Hidrante	Lectura Contador (m ³)	Nº Serie	Seleccionados
20_1	Multijet Plástico	CR	888,57650	578217	UPV
20_2	Multijet Plástico	CR	7,82750	578318	UPV
20_3	Multijet Plástico	62	3,27685	620583	UPV
20_4	Multijet Plástico	60	158,57470	578266	UPV
20_5	Multijet Plástico	60	10,43145	578207	UPV
20_6	Multijet Plástico	1-1	0,21395	621515	UPV
20_7	Multijet Plástico	1-1	5,22025	621563	UPV
20_8	Multijet Plástico	1-1	95,78975	621528	UPV
20_9	Multijet Plástico	1-18	0,58570	578188	UPV
20_10	Multijet Plástico	1-18	14,08625	578179	UPV
20_11	Multijet Plástico	25	0,00000	578302	UPV
20_12	Multijet Plástico	29	0,00000	578240	UPV
20_13	Multijet Plástico	34	0,00000	578281	UPV

Tabla 84: Contadores elegidos DN25

Contador	Modelo	Hidrante	Lectura Contador (m ³)	Nº Serie	Seleccionados
25_1	Multijet Plástico	100	672,66650	95114	UPV
25_2	Multijet	60	0,89830	86151	UPV
25_3	Multijet	60	1145,22970	86167	UPV
25_4	Multijet	1-1	0,56145	86676	UPV
25_5	Multijet Plástico	1-13	249,12715	94907	UPV
25_6	Multijet Plástico	1-13	197,53070	94818	UPV
25_7	Multijet	1-18	20,51025	86838	UPV
25_8	Multijet	29	0,00	86761	UPV
25_9	Multijet	35	0,00	86265	UPV
25_10	Multijet	35	0,00	86281	UPV
25_11	Multijet	35	0,00	86185	UPV
25_12	Multijet	35	0,00	86246	UPV
25_13	Multijet	-	1,0500	86119	CR

Tabla 85: Contadores elegidos DN30

Contador	Modelo	Hidrante	Lectura Contador (m ³)	Nº Serie	Seleccionados
30_1	Multijet	100	1,33340	329621	UPV
30_2	Multijet	62	0,40080	329962	UPV
30_3	Multijet	1-13	3,78755	24761	UPV
30_4	Multijet	1-13	2,22575	24771	UPV
30_5	Multijet	1-13	1,9507	24900	UPV
30_6	Multijet	26	0,30	329978	UPV
30_7	Multijet	25	0,50	330030	UPV
30_8	Multijet	29	2,50	329877	UPV

Tabla 86: Contadores elegidos DN40

Contador	Modelo	Hidrante	Lectura Contador (m ³)	Nº Serie	Seleccionados
40_1	Multijet	CR	1,2535	76955	UPV

Contador	Modelo	Hidrante	Lectura Contador (m ³)	Nº Serie	Seleccionados
40_2	Multijet	100	672,6665	76903	UPV
40_3	Multijet	1-3	122,4060	77079	UPV
40_4	Multijet	-	13,00	77086	CR
40_5	Multijet	-	0,15	76898	CR

Tabla 87: Contadores elegidos DN50

Contador	Modelo	Hidrante	Lectura Contador (m ³)	Nº Serie	Seleccionados
50_1	Woltman WMR	60	1622,4865	52030	UPV
50_2	Woltman WMR	1-1	0,24115	52040	UPV
50_3	Woltman WMR	1-3	5,3340	52413	UPV
50_4	Woltman WMR	26	2,00	52039	UPV



Fotografía 69: Detalles de la instalación del contador.

3.11.2. Ensayos realizados.

1. Error de medida para caudal de transición (Q_t), nominal (Q_n) y máximo (Q_{max}) del contador.

2. Bloqueo del contador a caudales elevados con flujo descendente, y recuperación de la medición a caudales de trabajo.
3. Bloqueo del contador a caudales elevados con flujo ascendente, y recuperación de la medición a caudales de trabajo.

3.11.3. Resultados.

3.11.3.1. Error de metrológico del los contadores para Q_t , Q_n , y Q_{max} .

Se calcula el error de medida para cada contador antes de proceder al ensayo de bloqueo, verificando si los errores de medida están dentro de los valores recomendados. La medida real se realiza a través del depósito de pesada del banco de ensayos. El caudal registrado por el contador se obtiene de comparación fotográfica de las lecturas durante el proceso de ensayo.

Como normativa de referencia se elige la norma UNE EN 14268 "Técnicas de Riego: Contadores de agua de riego" (AEN/CTN68 2006), indicando un error máximo admisible a lo largo del rango de medición de $\pm 5\%$, aunque el fabricante en su documentación técnica especifica $\pm 5\%$ de Q_{min} a Q_t y un $\pm 2\%$ hasta Q_{max} . (Ministerio Obras Públicas y Urbanismo 1989; AEN/CTN82 2012)

3.11.3.2. Metrología contadores Chorro Múltiple DN15.

El resumen de los resultados obtenidos se observan en la siguientes tablas:

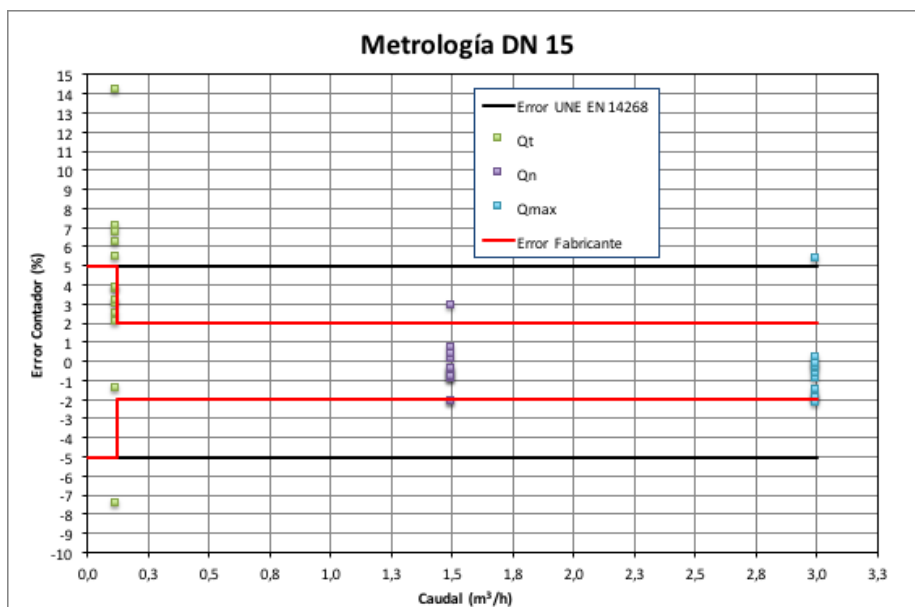
Tabla 88: Resultados metrología DN 15.

Contador	$\epsilon (Q_t)$ (%)	$\epsilon (Q_n)$ (%)	$\epsilon (Q_{max})$ (%)
15_1	6,76	-0,44	5,37
15_2	3,02	-2,14	-1,87
15_3	7,05	0,10	-0,10
15_4	6,21	-0,54	0,18
15_5	-1,39	0,70	-1,93
15_6	-7,49	-0,88	-0,94
15_7	3,78	-0,65	-0,65
15_8	14,20	-2,12	-1,52
15_9	3,11	-0,92	-0,43
15_10	5,40	-0,82	-0,33
15_11	2,05	0,37	-0,13
15_12	2,49	2,94	-2,20
15_13	3,80	-0,42	-1,93

Siendo:

- $\epsilon (Q_t)$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal de transición de 120 l/h.
- $\epsilon (Q_n)$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal nominal de 1,5 m³/h.
- $\epsilon (Q_{max})$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal máximo de 3,0 m³/h.

Todos los contadores para este DN presentan una buena metrología para Qn y Qmax, solo 6 contadores presentarían errores superiores a los fijados por la norma para Qt.



Gráfica 23: Distribución de errores Contador DN 15

3.11.3.3. Metrología contadores Chorro Múltiple DN20.

Tabla 89: Resultados metrología contadores DN 20.

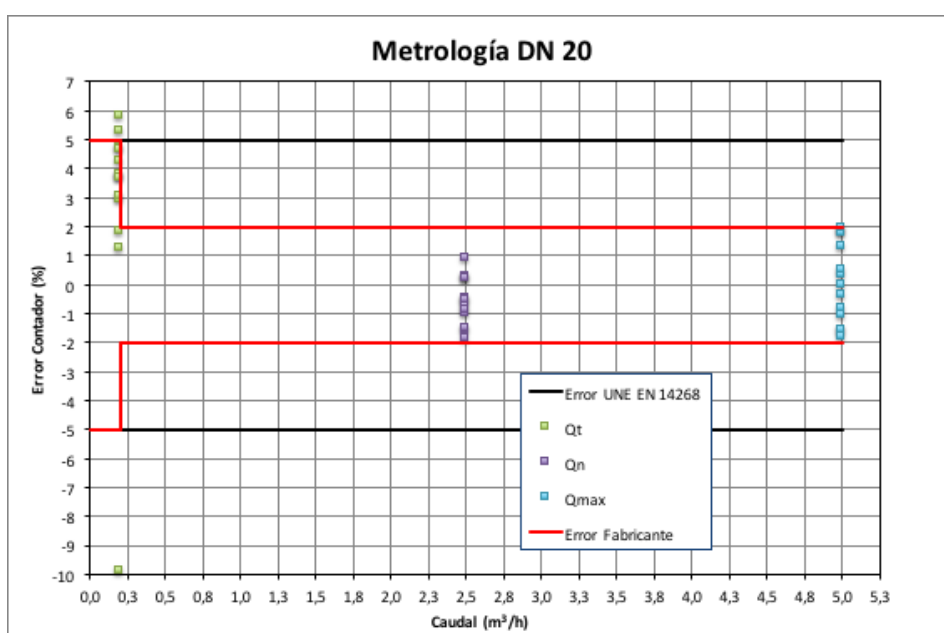
Contador	$\epsilon (Q_t)$ (%)	$\epsilon (Q_n)$ (%)	$\epsilon (Q_{max})$ (%)
20_1	2,93	0,22	-0,35
20_2	4,70	-0,59	1,31
20_3	5,29	-1,60	-0,04
20_4	3,02	0,29	1,82
20_5	4,67	-1,88	0,30
20_6	4,28	-0,78	-1,07
20_7	3,75	-0,50	-0,82
20_8	5,80	0,22	1,79
20_9	3,78	-1,50	-1,55
20_10	-9,90	-0,98	0,50
20_11	1,26	-0,51	-1,58

Contador	$\epsilon (Q_t)$ (%)	$\epsilon (Q_n)$ (%)	$\epsilon (Q_{max})$ (%)
20_12	3,70	0,90	1,97
20_13	1,85	-0,88	-1,78

Siendo:

- $\epsilon (Q_t)$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal de transición de 200 l/h.
- $\epsilon (Q_n)$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal nominal de 2,5 m³/h.
- $\epsilon (Q_{max})$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal máximo de 5,0 m³/h.

Todos los contadores para este DN presentan en general una buena metrología para Q_n y Q_{max} , solo 3 contadores presentarían errores superiores a los fijados por las normas para Q_t y 1 para Q_{max} .



Gráfica 24: Distribución de errores Contador DN 20

3.11.3.4. Metrología contadores Chorro Múltiple DN25.

Tabla 90: Resultados metrología contadores DN 25.

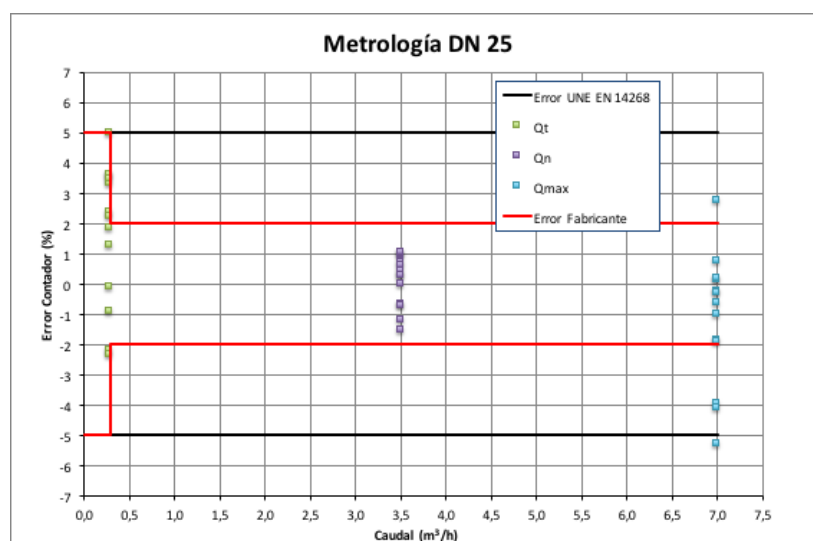
Contador	$\epsilon (Q_t)$ (%)	$\epsilon (Q_n)$ (%)	$\epsilon (Q_{max})$ (%)
25_1	-2,20	-0,69	-0,64
25_2	3,60	0,41	-1,88
25_3	-0,92	-1,19	-5,30
25_4	1,84	0,96	-3,96
25_5	1,29	0,69	-4,12
25_6	3,32	0,27	0,13
25_7	-2,33	-1,55	-0,27

25_8	-0,12	0,26	-0,31
25_9	3,60	0,61	0,16
25_10	2,38	1,00	0,76
25_11	4,99	1,03	2,75
25_12	2,24	-0,02	-1,92
25_13	3,44	-0,72	-1,02

Siendo:

- $\epsilon (Q_t)$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal de transición de 280 l/h.
- $\epsilon (Q_n)$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal nominal de 3,5 m³/h.
- $\epsilon (Q_{max})$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal máximo de 7,0 m³/h.

Todos los contadores para este DN presentan una buena metrología para Q_n, Q_{max} y Q_t. Señalar que con el contador 25-1 no se pudo finalizar el ensayo después de varias repeticiones a Q_{max} ya que presentaba bloqueo a este caudal, lo que hace pensar que el contador esta defectuoso o dañado.



Gráfica 25: Distribución de errores Contador DN 25

3.11.3.5. Metrología contadores Chorro Múltiple DN30.

Tabla 91: Resultados metrología contadores DN 30.

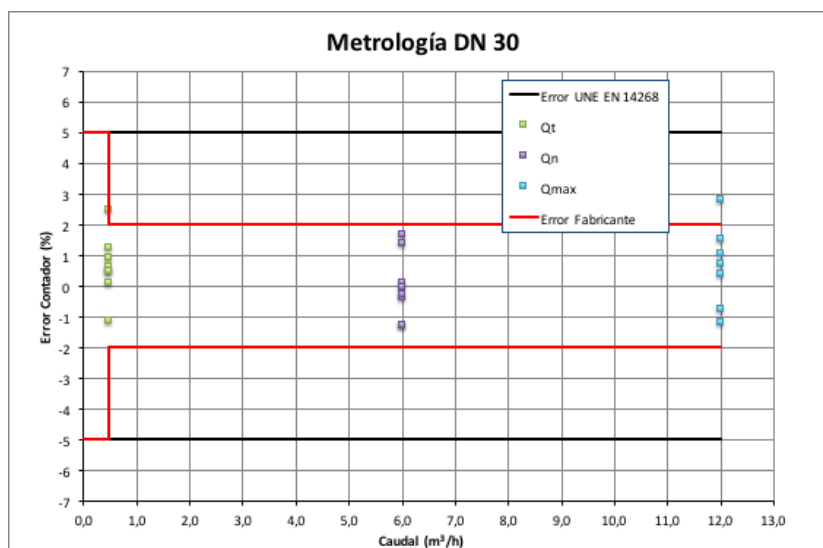
Contador	$\epsilon (Q_t)$ (%)	$\epsilon (Q_n)$ (%)	$\epsilon (Q_{max})$ (%)
30_1	0,46	-1,32	-1,19
30_2	2,44	1,34	1,49
30_3	-1,15	-0,40	0,35
30_4	1,21	-0,28	100,00
30_5	0,09	1,66	2,80

Contador	$\epsilon (Q_t)$ (%)	$\epsilon (Q_n)$ (%)	$\epsilon (Q_{max})$ (%)
30_6	0,61	0,10	0,70
30_7	0,87	-0,08	1,05
30_8	0,44	-1,29	-0,75

Siendo:

- $\epsilon (Q_t)$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal de transición de 480 l/h.
- $\epsilon (Q_n)$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal nominal de 6,0 m³/h.
- $\epsilon (Q_{max})$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal máximo de 12,0 m³/h.

Todos los contadores para este DN presentan una buena metrología para Q_n , Q_{max} y Q_t . Al igual que con el DN25 los contadores 30-2/3/4 no se pudo finalizar después de varias repeticiones en ensayo a Q_{max} ya que presentaba bloqueo a Q_{max} , lo que hace pensar que estos contadores están defectuosos o dañados.



Gráfica 26: Distribución de errores Contador DN 30.

3.11.3.6. Metrología contadores Chorro Múltiple DN40.

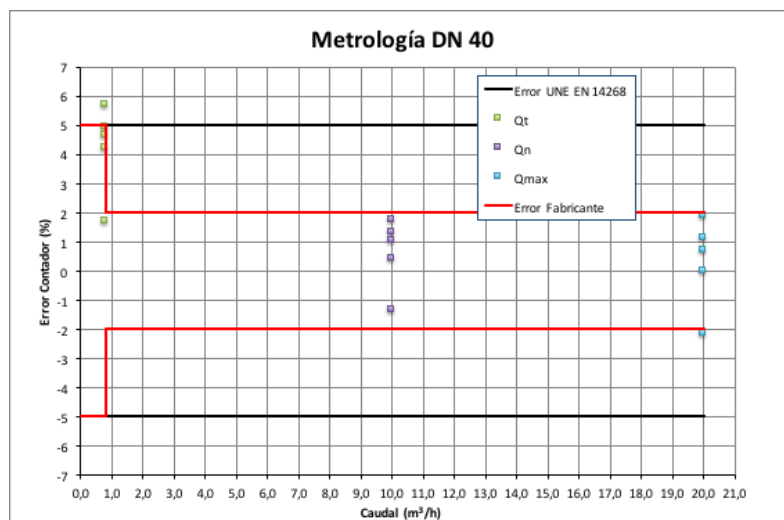
Tabla 92: Resultados metrología contadores DN 40.

Contador	$\epsilon (Q_t)$ (%)	$\epsilon (Q_n)$ (%)	$\epsilon (Q_{max})$ (%)
40_1	4,64	-1,32	-2,17
40_2	4,95	1,34	1,12
40_3	5,69	0,44	0,00
40_4	4,22	1,02	0,69
40_5	1,70	1,73	1,88

Siendo:

- $\epsilon (Q_t)$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal de transición de 800 l/h.
- $\epsilon (Q_n)$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal nominal de 10,0 m³/h.
- $\epsilon (Q_{max})$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal máximo de 20,0 m³/h.

Todos los contadores para este DN presentan una buena metrología para Q_n, Q_{max} y Q_t. Solo 1 presenta un error ligeramente superior para Q_t.



Gráfica 27: Distribución de errores Contador DN 40.

3.11.3.7. Metrología contadores Woltman DN50.

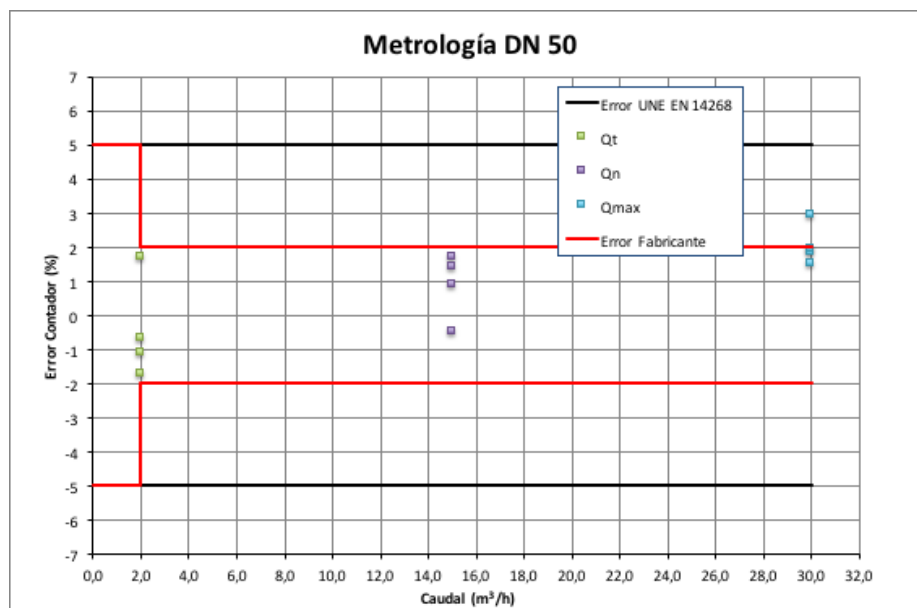
Tabla 93: Resultados metrología contadores DN 50.

Contador	$\epsilon (Q_t)$ (%)	$\epsilon (Q_n)$ (%)	$\epsilon (Q_{max})$ (%)
50_1	-0,69	0,91	1,84
50_2	-1,09	1,72	1,51
50_3	1,68	1,40	2,95
50_4	-1,70	-0,50	1,92

Siendo:

- $\epsilon (Q_t)$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal de transición de 3000 l/h.
- $\epsilon (Q_n)$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal nominal de 15,0 m³/h.
- $\epsilon (Q_{max})$ (%): Error relativo en porcentaje para el caudal máximo de 30,0 m³/h.

Todos los contadores para este DN presentan una buena metrología para Q_n, Q_{max} y Q_t.



Gráfica 28: Distribución de errores Contador DN 50.

3.11.3.8. Comprobación del bloqueo del contador a caudales elevados con flujo descendente (montaje en campo).

En las siguientes tablas y apartados se muestran los caudales a partir de los cuales los contadores quedaron bloqueados o el caudal máximo de ensayo según el contador.

Bloqueo contadores DN15.

Tabla 94: Resultados ensayo bloqueo contadores DN15

CONTADOR	Q_{\max} (m ³ /h)	Q_{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q_{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)
15_1	3	6,26 No Bloqueo	-
15_2	3	6,59 No Bloqueo	-
15_3	3	6,77 No Bloqueo	-
15_4	3	6,12 No Bloqueo	-
15_5	3	6,30 No Bloqueo	-
15_6	3	4,92 Bloqueo	Si 1,02
15_7	3	6,02 Bloqueo	No
15_8	3	5,90 Bloqueo	No
15_9	3	5,94 Bloqueo	No
15_10	3	5,83 Bloqueo	No
15_11	3	6,16 No Bloqueo	-

CONTADOR	Q_{max} (m ³ /h)	Q_{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q_{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)
15_12	3	5,76 Bloqueo	Si 1,44
15_13	3	6,48 No Bloqueo	-

Siendo:

- Q_{max} : Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora. Po indica que no se realizo la prueba porque el mecanismo esta bloqueado desde un inicio y no registra ninguna medición.
- Q_{CEM} (Desbloqueo) : Caudal al que se desbloquea el contador cuando se reduce el caudal después de haber sido bloqueado. No indica que el contador no se desbloqueo ni siquiera por debajo del Q_n .

Indicar que el 46% de los contadores se bloquean pero a caudales anormalmente elevados (superiores en más de dos veces el máximo), y solo dos de los bloqueados recupera la metrología pero a caudal inferior al nominal.

Bloqueo contadores DN20.

Tabla 95: Resultados ensayo bloqueo contadores DN20

CONTADOR	Q_{max} (m ³ /h)	Q_{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q_{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)
20_1	5	10,55 Bloqueo	Si 2,16
20_2	5	10,22 No Bloqueo	-
20_3	5	10,44 No Bloqueo	-
20_4	5	10,20 No Bloqueo	-
20_5	5	10,08 Bloqueo	Si 3,60
20_6	5	10,44 No Bloqueo	-
20_7	5	10,19 Bloqueo	Si 3,24
20_8	5	10,58 No Bloqueo	-
20_9	5	10,26 Bloqueo	Si 4,32
20_10	5	9,04 Bloqueo	Si 3,28
20_11	5	8,64 Bloqueo	Si 3,96
20_12	5	9,58 Bloqueo	Si 2,34
20_13	5	9,36 Bloqueo	Si 2,23

Siendo:

- Q_{max} : Caudal máximo del contador, en $m^3/hora$.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en $m^3/hora$. Po indica que no se realizo la prueba porque el mecanismo esta bloqueado desde un inicio y no registra ninguna medición.
- Q_{CEM} (Desbloqueo) : Caudal al que se desbloquea el contador cuando se reduce el caudal después de haber sido bloqueado. **No** indica que el contador no se desbloqueo ni siquiera por debajo del Q_n .

Indicar que el 61% de los contadores se bloquean pero a caudales anormalmente elevados (superiores en más de dos veces el máximo), y todos recuperan la medición a caudales próximos al Q_n .

Bloqueo contadores DN25.

Tabla 96: Resultados ensayo bloqueo contadores DN25

CONTADOR	Q_{max} (m^3/h)	Q_{CEM} (Bloqueo) (m^3/h)	Q_{CEM} (Desbloqueo) (m^3/h)
25_1	7	6,98 Bloqueo	Si 0,72
25_2	7	14,83 Bloqueo	Si 1,58
25_3	7	13,90 Bloqueo	Si 1,44
25_4	7	12,71 Bloqueo	Si 1,15
25_5	7	7,02 Bloqueo	Si 1,08
25_6	7	13,32 Bloqueo	Si 1,08
25_7	7	14,76 Bloqueo	Si 1,30
25_8	7	12,06 Bloqueo	Si 0,83
25_9	7	14,08 Bloqueo	Si 1,08
25_10	7	12,92 Bloqueo	Si 1,80
25_11	7	12,78 Bloqueo	Si 1,66
25_12	7	12,60 Bloqueo	Si 1,51
25_13	7	12,52 Bloqueo	Si 1,62

Siendo:

- Q_{max} : Caudal máximo del contador, en $m^3/hora$.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en $m^3/hora$. Po indica que no se realizo la prueba porque el mecanismo esta bloqueado desde un inicio y no registra ninguna medición.
- Q_{CEM} (Desbloqueo) : Caudal al que se desbloquea el contador cuando se reduce el caudal después de haber sido bloqueado. **No** indica que el contador no se desbloqueo ni siquiera por debajo del Q_n .

Indicar que el 100% de los contadores se bloquean pero a caudales anormalmente elevados (superiores en más de dos veces el máximo), y todos recuperan la medición a caudales muy por debajo del Q_n . Dos contadores se bloquean a caudales igual o inferiores al Q_{max} .

Bloqueo contadores DN30.

Tabla 97: Resultados ensayo bloqueo contadores DN30

CONTADOR	Q_{max} (m ³ /h)	Q_{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q_{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)
30_1	12	15,98 Bloqueo	Si 2,41
30_2	12	11,99 Bloqueo	Si 2,27
30_3	12	11,99 Bloqueo	Si 2,52
30_4	12	14,15 Bloqueo	Si 1,69
30_5	12	15,12 Bloqueo	Si 2,09
30_6	12	14,80 Bloqueo	Si 1,91
30_7	12	14,04 Bloqueo	Si 2,52
30_8	12	15,08 Bloqueo	Si 1,87

Siendo:

- Q_{max} : Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora. Po indica que no se realizó la prueba porque el mecanismo está bloqueado desde un inicio y no registra ninguna medición.
- Q_{CEM} (Desbloqueo) : Caudal al que se desbloquea el contador cuando se reduce el caudal después de haber sido bloqueado. No indica que el contador no se desbloqueo ni siquiera por debajo del Q_n .

Indicar que el 100% de los contadores se bloquean y a caudales cercanos al máximo, y todos recuperan la medición a caudales muy por debajo del Q_n . De estos, la mitad se bloquean antes de alcanzar Q_{max} .

Bloqueo contadores DN40.

Tabla 98: Resultados ensayo bloqueo contadores DN40

CONTADOR	Q_{max} (m ³ /h)	Q_{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q_{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)
40_1	20	39,24 Bloqueo	Si 12,02
40_2	20	40,00 No Bloqueo	-
40_3	20	40,32 Bloqueo	Si 12,96
40_4	20	40,48 No Bloqueo	-

CONTADOR	Q_{max} (m ³ /h)	Q_{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q_{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)
40_5	20	40,25 No Bloqueo	-

Siendo:

- Q_{max} : Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora. Po indica que no se realizó la prueba porque el mecanismo está bloqueado desde un inicio y no registra ninguna medición.
- Q_{CEM} (Desbloqueo) : Caudal al que se desbloquea el contador cuando se reduce el caudal después de haber sido bloqueado. **No** indica que el contador no se desbloqueó ni siquiera por debajo del Q_n .

Indicar que el 40% de los contadores se bloquean pero a caudales anormalmente elevados (superiores en más de dos veces el máximo), y todos recuperan la medición a caudales por encima del Q_n .

Bloqueo contadores DN50.

Tabla 99: Resultados ensayo bloqueo contadores DN50

CONTADOR	Q_{max} (m ³ /h)	Q_{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q_{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)
50_1	30	61,56 No Bloqueo	-
50_2	30	61,56 No Bloqueo	-
50_3	30	62,64 No Bloqueo	-
50_4	30	63,00 No Bloqueo	-

Siendo:

- Q_{max} : Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora. Po indica que no se realizó la prueba porque el mecanismo está bloqueado desde un inicio y no registra ninguna medición.
- Q_{CEM} (Desbloqueo) : Caudal al que se desbloquea el contador cuando se reduce el caudal después de haber sido bloqueado. **No** indica que el contador no se desbloqueó ni siquiera por debajo del Q_n .

Ningún contador se bloquea.

3.11.3.9. Comprobación del bloqueo del contador a caudales elevados con flujo ascendente (recomendaciones del fabricante).

Se eligen varios contadores de los que en el anterior apartado tenían problemas de bloqueo, se repite el ensayo pero con flujo ascendente. En las siguientes tablas y apartados se muestran los caudales de bloqueo o el caudal máximo de ensayo según el contador.

Bloqueo contadores DN15.**Tabla 100: Resultados ensayo bloqueo contadores DN15**

CONTADOR	Q _{max} (m ³ /h)	Flujo descendente		Flujo Ascendente	
		Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q _{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q _{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)
15_2	3	6,59 No Bloqueo	-	7,2 No Bloqueo	-
15_6	3	4,92 Bloqueo	Si 1,02	6,01 Bloqueo	Si 0,72
15_9	3	5,94 Bloqueo	No	6,01 Bloqueo	No

Siendo:

- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora. Po indica que no se realizó la prueba porque el mecanismo está bloqueado desde un inicio y no registra ninguna medición.
- Q_{CEM} (Desbloqueo) : Caudal al que se desbloquea el contador cuando se reduce el caudal después de haber sido bloqueado. **No** indica que el contador no se desbloqueó ni siquiera por debajo del Qn.

Se mantiene la misma tendencia independientemente del sentido del flujo, sí que parece que se aumenta ligeramente el valor del caudal al que aparece el bloqueo.

Bloqueo contadores DN20.**Tabla 101: Resultados ensayo bloqueo contadores DN20**

CONTADOR	Q _{max} (m ³ /h)	Flujo descendente		Flujo Ascendente	
		Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q _{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q _{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)
20_1	5	10,55 Bloqueo	Si 2,16	10,98 Bloqueo	Si 1,8
20_3	5	10,44 No Bloqueo	-	11,52 No Bloqueo	-
20_5	5	10,08 Bloqueo	Si 3,60	10,80 Bloqueo	Si 2,16

Siendo:

- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora. Po indica que no se realizó la prueba porque el mecanismo está bloqueado desde un inicio y no registra ninguna medición.
- Q_{CEM} (Desbloqueo) : Caudal al que se desbloquea el contador cuando se reduce el caudal después de haber sido bloqueado. **No** indica que el contador no se desbloqueó ni siquiera por debajo del Qn.

Se mantiene la misma tendencia independientemente del sentido del flujo.

Bloqueo contadores DN25.**Tabla 102: Resultados ensayo bloqueo contadores DN25**

CONTADOR	Q_{max} (m ³ /h)	Flujo descendente		Flujo Ascendente	
		Q_{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q_{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)	Q_{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q_{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)
25_4	7	12,71 Bloqueo	Si 1,15	14,4 Bloqueo	No
25_6	7	13,32 Bloqueo	Si 1,08	2,88 Bloqueo	No
25_11	7	12,78 Bloqueo	Si 1,66	13,86 Bloqueo	Si 1,44

Siendo:

- Q_{max} : Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora. Po indica que no se realizó la prueba porque el mecanismo está bloqueado desde un inicio y no registra ninguna medición.
- Q_{CEM} (Desbloqueo) : Caudal al que se desbloquea el contador cuando se reduce el caudal después de haber sido bloqueado. **No** indica que el contador no se desbloqueó ni siquiera por debajo del Q_n .

Se mantiene la misma tendencia independientemente del sentido del flujo.

Bloqueo contadores DN30.**Tabla 103: Resultados ensayo bloqueo contadores DN30**

CONTADOR	Q_{max} (m ³ /h)	Flujo descendente		Flujo Ascendente	
		Q_{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q_{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)	Q_{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q_{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)
30_5	12	15,12 Bloqueo	Si 2,09	14,40 Bloqueo	Si 1,08
30_7	12	14,04 Bloqueo	Si 2,52	17,28 Bloqueo	Si 1,94

Siendo:

- Q_{max} : Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora. Po indica que no se realizó la prueba porque el mecanismo está bloqueado desde un inicio y no registra ninguna medición.
- Q_{CEM} (Desbloqueo) : Caudal al que se desbloquea el contador cuando se reduce el caudal después de haber sido bloqueado. **No** indica que el contador no se desbloqueó ni siquiera por debajo del Q_n .

Se mantiene la misma tendencia independientemente del sentido del flujo.

Bloqueo contadores DN40.**Tabla 104: Resultados ensayo bloqueo contadores DN40**

CONTADOR	Q _{max} (m ³ /h)	Flujo descendente		Flujo Ascendente	
		Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q _{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)	Q _{CEM} (Bloqueo) (m ³ /h)	Q _{CEM} (Desbloqueo) (m ³ /h)
40_1	20	39,24 Bloqueo	Si 12,02	44,64 No Bloqueo	Si 12,02
40_3	20	40,32 Bloqueo	Si 12,96	43,56 No Bloqueo	Si 12,96

Siendo:

- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- Q_{CEM} (Bloqueo): Caudal medido con contador CEM al que se bloquea el contador o hasta el máximo que ha circulado en el ensayo, en m³/hora. Po indica que no se realizó la prueba porque el mecanismo está bloqueado desde un inicio y no registra ninguna medición.
- Q_{CEM} (Desbloqueo) : Caudal al que se desbloquea el contador cuando se reduce el caudal después de haber sido bloqueado. **No** indica que el contador no se desbloqueó ni siquiera por debajo del Qn.

En este caso el flujo ascendente evita el bloqueo.

3.11.4. Conclusiones

De la verificación de los contadores realizada se observa que los contadores metrológicamente están en buen estado.

Sí que es necesario sustituir los contadores de DN25 y DN30 ya que se han encontrado un número importante de los mismos que se bloquean a caudales por debajo del máximo o ligeramente superior, lo que los hace inadecuados para su cometido dentro de los hidrantes donde están instalados.

Los contadores de DN 40 y 50 no tienen problemas de bloqueo ya que en el caso de tenerlo recuperan a caudales superiores al nominal.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

**Anejo 4. Pliego de
condiciones técnicas
particulares para el diseño y
selección de hidrantes
multiusuario para riego.**

4.1. Objetivos del pliego.

El objeto de este pliego es su uso como base para determinar las Prescripciones Técnicas Particulares de Obra Civil e Instalaciones que regirán en la redacción de proyectos, construcción de las obras, puesta en marcha y pruebas de funcionamiento en los que se incluyan hidrantes multiusuario en Redes de Distribución de Agua a Presión.

4.2. Tipología del hidrante.

El hidrante definido en este pliego es de los denominados “multiusuarios”. El hidrante debe constar de una válvula general de corte, sistema de retención de sólidos que pueda llevar el agua en suspensión, válvula reguladora de presión, cuando ésta sea necesaria (Tipo 3 y 4), colector de distribución con un número de salidas entre 4 y 10, con diámetros de 20 a 100 mm, con sistema de medición de los volúmenes de agua consumidos, válvula hidráulica de corte con solenoide para su actuación remota (Tipo 1 y 3) y piloto limitador de caudal (Tipo 2 y 4), así como ventosas para la eliminación de aire y todas las piezas auxiliares, conexiones y tubos necesarios para la configuración completa del hidrante.

Según la norma UNE EN 14267:2004²⁹ (AEN/CTN68 2005) el hidrante se clasifica, por su función:

Tipo 1: Corte y medición.

Tipo 2: Corte, medición y limitación de caudal.

Tipo 3: Corte, medición y regulación de presión.

Tipo 4: Corte, medición, limitación de caudal y regulación de presión.

El hidrante irá en el interior de una caseta de hormigón prefabricado de las dimensiones adecuadas al diámetro nominal del colector, apoyada sobre una solera de hormigón armado de dimensiones adecuadas para la citada caseta.

4.2.1. Caudales recomendados.

En la siguiente tabla se proporciona una relación de caudales máximos recomendados para los distintos tamaños de hidrante, este caudal garantizará que las pérdidas carga totales estén dentro de los valores indicados en la norma UNE EN 14267(AEN/CTN68 2005), así como que la velocidad no supere valores superiores a 3 m/s.

²⁹ Norma UNE EN 14267 “Técnicas de Riego: Hidrantes para Riego”

El caudal indicado es aproximado y podrá variar en función de los elementos generales seleccionados y el tamaño de las tomas a instalar.

Tabla 105: Intervalo de caudales recomendados en función del tipo y DNB del hidrante³⁰

DNB	Velocidad Máxima (m/s)	Caudales Recomendados (m ³ /h) ³¹	
		Tipo 1	Tipo 2, 3, 4
80 mm (3")	3,0	27-45	45
100 mm (4")	3,0	40-70	70
150 mm (6")	2,5	70-135	135
200 mm (8")	2,5	165-190	190

4.3. Descripción de los equipos a instalar.

4.3.1. Elementos generales del hidrante.

4.3.1.1. Colectores, materiales de unión y accesorios.

1. Los colectores serán de polietileno (PE) o de polipropileno (PP) cumpliendo los requisitos establecidos en la norma UNE 53943(AEN/CTN53 2009a). Esta norma establece las características y el control de la construcción que deben cumplir las baterías de estos materiales con uniones termosoldadas para la centralización de contadores de agua. La norma incluye los materiales que deben utilizarse y los ensayos que deben realizarse.
2. Se recomienda la adopción de polipropileno (PP) cuando el hidrante vaya a estar sometidos, por las condiciones climáticas y de instalación a temperaturas superiores a 40°C y a esfuerzos mecánicos importantes.
3. En el caso de colectores de PE se debe emplear únicamente PE 100. Los elementos de este material, tubos y accesorios, deben ser conformes a los requisitos que corresponden a la norma UNE- EN 12201 (AEN/CTN53 2003a, 2003b, 2003c).
4. En el caso de colectores de polipropileno debe emplearse únicamente PP-R o PP-H. Los elementos de este material, tubos y accesorios, deben ser conformes a los requisitos que corresponden a la norma UNE EN ISO 15874 (AEN/CTN53 2004a, 2004b, 2004c)

³⁰ Los valores resaltados en negrita son obtenidos por pérdidas de carga como parámetro límite. El resto de valores el parámetro límite es la velocidad máxima.

³¹ Los valores obtenidos son considerando diferentes configuraciones para los distintos DNP de las tomas, en los hidrantes de tipo 1 el valor más bajo corresponde a considerar tomas de DNP 30 en el hidrante, donde los contadores de la mayoría de los fabricantes tienen pérdidas de más de 3 mca para el QN, para el resto de DNP se puede ir a los valores mayores del intervalo.

5. La configuración del colector, según la norma UNE 53943 (AEN/CTN53 2009) será tipo candelabro inserto roscado. Realizando la unión de las salidas al colector preferiblemente por soldadura de encaje o socket, y soldadura a tope por solape con accesorios elípticos MKM, evitando inserción de parte del tubo de la toma dentro del colector generando resaltes.
6. Los colectores serán de diámetro nominal 90, 110, 160 o 200 mm dependiendo de los caudales demandados por las tomas en ellos conectadas. (Apartado 4.2.1)
7. La dimensión mínima del colector, según la dirección del eje hidráulico, será de 1100 mm, siendo la distancia mínima entre ejes de toma de 240 mm.
8. En cada altura habrá como máximo dos tomas colocadas a 180º.
9. Las tomas de salida podrán ser de DNP 20, 30, 40, 50, 65, 80 o 100 mm ($\frac{3}{4}$ ", 1", 1"¼, 1"½, 2", 2"½, 3" y 4").
10. Las tomas de mayor diámetro deberán localizarse en la parte superior del colector, mientras que las de menor se instalarán hacia abajo según sea menor el diámetro de la salida.
11. Las salidas de DNP 20 a 40 serán mediante unión roscada.
12. Las salidas de DNP 50 serán mediante rosca unión roscada o acople para brida ranurada³².
13. Las salidas de DNP 65 en adelante serán mediante brida convencional o brida ranurada.
14. La separación entre tomas debe permitir la instalación en línea de todos los elementos situados aguas abajo: válvula de corte, contador volumétrico³³ y válvula hidráulica con solenoide. Por tanto la separación entre ejes de salida puede ser sensiblemente superior al valor mínimo establecido por la norma.
15. La unión entre colector y el tubo de alimentación o elemento en el extremo aguas abajo del mismo se realizará mediante bridas que cumplan la norma UNE-EN 1092-1, UNE-EN 1092-2, o UNE-EN ISO 15874-3 ((AEN/CTN19 2015, 1998 ; AEN/CTN53 2004c).
16. En la parte superior del colector se localizará una toma termosoldada con salida rosca hembra de $\frac{3}{4}$ " ó 1" para la instalación de una válvula ventosa.
17. El número total de salidas no será nunca superior a 12, aunque lo habitual será un colector estándar con 10 salidas.
18. En el proyecto de obra, para cada hidrante, se debe especificar el diámetro del colector y el número y diámetro de tomas que debe tener en una tabla como la que a continuación se expone.

³² También denominada Vitaulic.

³³ En el caso de contadores volumétricos de 2" la distancia mínima vertical entre tomas debe ser de 340 mm. En el caso de contadores Woltman de 50 mm de 280 mm, y si es de 65 de 320 mm.

Tabla 106: Características colector. Dimensiones y número de tomas.

DNB	Número y tipo de tomas (DNP)							
	100 (4")	80 (3")	65 (2 ½")	50 (2")	40 (1 ½")	30 (1 ¼")	25 (1")	20 (¾")
80 mm	-	-	-	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i
100 mm	-	-	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i
150 mm	-	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i
200 mm	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i	X _i

X_i : Diámetro de toma válido para el DN del hidrante.

- : Diámetro de toma no válido para el DN del hidrante.

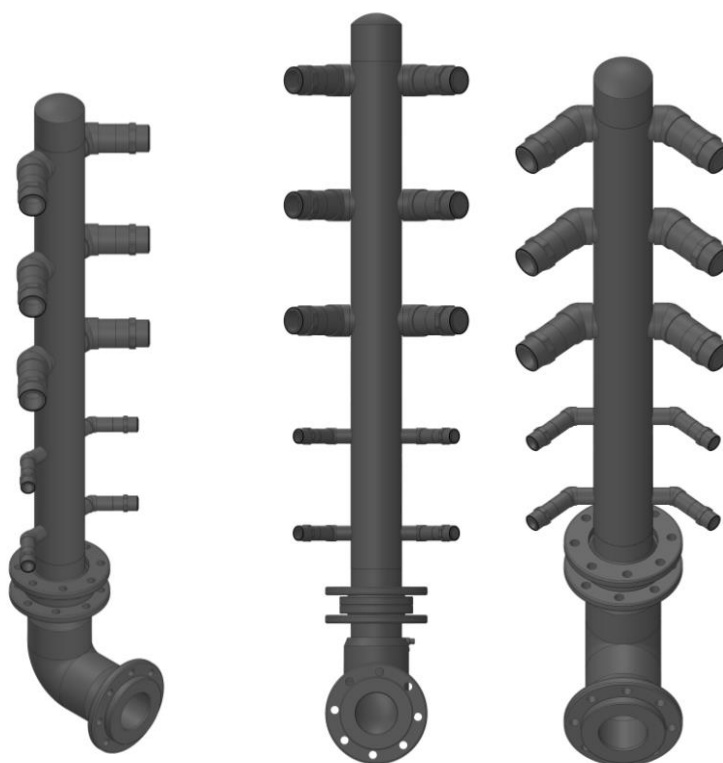


Figura 1: Ejemplo de configuración de colector en PP o PE100 con 10 tomas y DNB 100.

19. El tubo que conecte la tubería de la red de distribución al hidrante deberá ser de chapa de acero galvanizado en caliente, o con protección exterior e interior mediante pintura epoxi, o tubería de PE 100 de presión de trabajo mínima de 1,0 MPa.
20. Los tubos de PE 100 deberán cumplir la Norma UNE EN 12201-1 y UNE EN 12201-2 (AEN/CTN53 2003a, 2003b), y estar certificada por organismo competente.
21. El tubo de diámetro nominal coincidente con el del colector del hidrante al que abastece se instalará en posición vertical y deberá sobresalir un mínimo de 30 cm sobre la solera del hidrante.
22. La unión con el primer elemento del hidrante se realizará mediante unión embreada.

23. Los portabridas y las bridas locas de acero cumplirán las especificaciones de la norma UNE-EN 1092-1 (AEN/CTN19 2015).
24. El tubo de unión debe estar convenientemente anclado al terreno, por debajo de la zona de apoyo de la solera del hidrante, y no debe transmitir esfuerzos ni de flexión, ni normales al hidrante.
25. El anclaje en el codo de 90º entre el tramo que conecte a la tubería de la red y el tubo de entrada al hidrante deberá estar anclado al terreno, mediante un dado de las suficientes dimensiones de hormigón armado, capaz este de transmitir al terreno los esfuerzos generados en dicho codo para una presión 1,4 veces la PMA.³⁴
26. La instalación de los tubos y accesorios de PE se harán según lo establecido en la UNE 53394-2006 IN (AEN/CTN53 2006a).
27. Los medios de unión de los distintos elementos que componen el hidrante podrán ser de PE100, PP-R y PVC.
28. El primer elemento a instalar en cada una de las tomas será un codo de 45º de tal forma que las ramas de cada una de las tomas formen para cada altura un ángulo de 90º entre si.³⁵
29. En el caso del que el material sea de PE 100 los elementos de unión y accesorios deberán cumplir todo lo explicitado en la Norma UNE 12201-1 y 12201-3 (AEN/CTN53 2003a, 2003c). Las uniones se realizarán mediante soldadura a tope o mediante manguitos electro soldables. Para la unión con otros elementos como válvulas, contadores y otros dispositivos la unión podrá realizarse mediante rosca witworth gas. Cuando el DN sea igual o mayor a 90 mm la unión con válvulas y/o contadores se realizará mediante bridas normalizadas.
30. En el caso de que los medios de unión y accesorios sean de PVC serán conformes a la norma UNE-EN ISO 1452-1, 1452-2 (AEN/CTN53 2010b, 2010c) en los referente a tubos y la UNE-EN ISO 1452-3 (AEN/CTN53 2011a) en lo que se refiere a accesorios. La unión entre accesorios y elementos de unión de PVC-U podrá realizarse mediante soldadura química (encolado) y mediante unión roscada o embreada para transición con otro material.
31. La instalación de accesorios y elementos de unión de PVC-U se hará conforme a la UNE-ENV 1452-6 (AEN/CTN53 2002b)“PVC. Práctica recomendada para su instalación”.
32. Los tubos de conexión entre los diferentes elementos que conforman el hidrante al que hace referencia este pliego serán de PE 100 (UNE EN 12201(AEN/CTN53 2003a)) o PVC-U (UNE-EN ISO 1452 (AEN/CTN53 2010b)), siendo la presión de trabajo mínima de los mismos de 1,0 MPa.

³⁴ PMA: Presión máxima admisible.

³⁵ Si las conexiones en el colector se han fabricado a 180º, si en el colector se han configurado las tomas con codo de 45º no será necesario la colocación de los mismos. (Hidrante 10 Apartado 2).

33. En ambos casos la tubería debe tener Marca de Calidad. En caso contrario no debe ser aceptada por la contrata. En cualquier caso la Dirección de Obra rechazará todo material que pudiendo tener Certificación según las normas UNE-EN ó ISO no lo tuviera.

4.3.1.2. Válvulas de maniobra generales.

La válvula general de corte o maniobra será de compuerta o mariposa con cierre elástico. La válvula debe cumplir los requisitos impuestos en la norma UNE-EN 1074-1 (AEN/CTN19 2001b).

La válvula de corte, preferentemente de compuerta, deberá ser del mismo diámetro nominal que el colector del hidrante.

La válvula deberá ir marcada, de manera visible y durable indicando:

- DN
- Identificación de los materiales de la carcasa.
- PN
- Identificación del año de fabricación

Materiales de la válvula:

- Cuerpo: Fundición dúctil EN-GJS-500-7
- Tapa: Fundición dúctil EN-GJS-500-7
- Eje: Acero inoxidable AISI- 420 (X20cr13)
- Cierre: Fundición dúctil En-GJS-500-7 totalmente revestido interior y exteriormente de EPDM
- Recubrimiento del cuerpo y tapa: Recubrimiento interior y exterior epoxi aplicado electrostáticamente.

El sistema de calidad del fabricante debe ser conforme con los requisitos de la norma UNE-EN ISO 9001 (AEN/CTN66 2008). El sistema de calidad debe estar aprobado por un organismo de certificación competente de terceras partes.³⁶

La dirección de Obra podrá rechazar aquellas partidas que no cumplan lo especificado en el párrafo anterior, siendo responsabilidad del contratista la sustitución por otras que sean conformes.

³⁶ Organismo acreditado según la Norma UNE-EN ISO/IEC 17021 (AEN/CTN66 2011)

4.3.1.3. Elementos de filtración. Filtros cazapiedras.

Los filtros cazapiedras que se colocarán en los hidrantes serán del tipo “filtro en Y”, “cesta vertical”, o “tapa lateral”, con conexiones por bridas, con tapa estanca PN-16 bar, con salida roscada para descarga de presión.

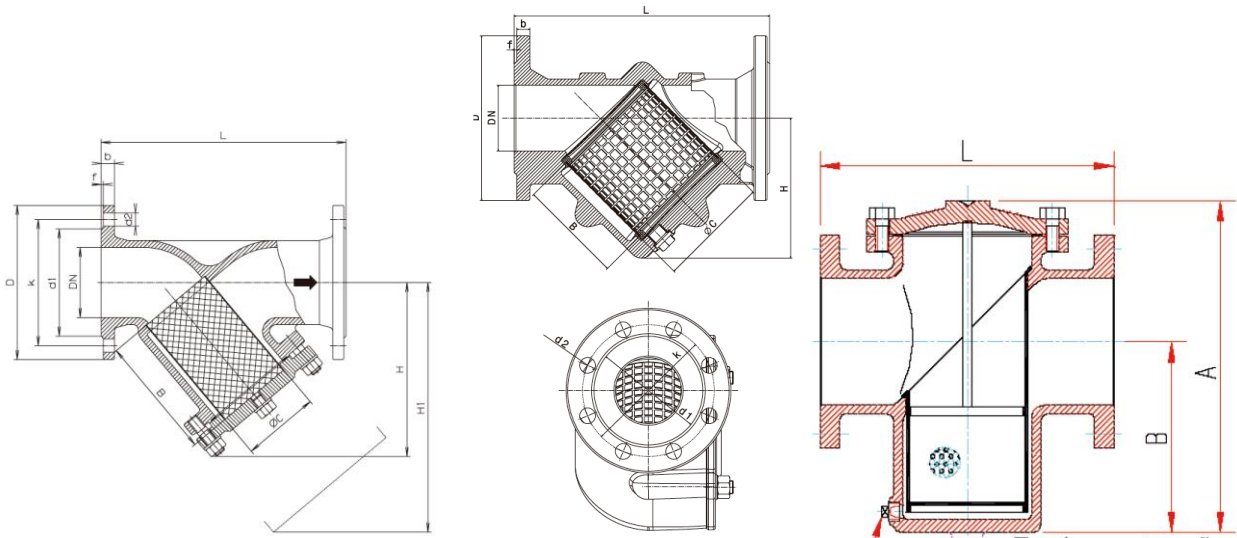


Figura 2: Tipos de Filtros Cazapiedras. En Y, cesta lateral y cesta superior.(Regaber 2015; HAWLE 2015)

El cuerpo y la tapa serán de fundición GG25, la malla de acero inoxidable AISI 304, tornillería en acero cincado y junta de EPDM.

Las características estándar de la malla serán para DN 50-80 mm: orificio de 1,5 mm de diámetro y 33 % de área de flujo libre, y para DN > 80 mm orificio de 3 mm de diámetro y 40 % de área de flujo libre.

El filtro se colocará horizontal y con la cesta hacia abajo. Debiéndose disponer de suficiente espacio para el desmontaje de la tapa y la sustitución o limpieza si fuera necesario de la malla interior.

La unión del filtro cazapiedras con el resto de los elementos que componen el hidrante multiusuario se realizará mediante bridas normalizadas.

Se podrá optar por otra disposición siempre que retenga las partículas y sea fácilmente accesible para su mantenimiento.

El fabricante debe suministrar con la documentación técnica las gráficas que relacionen los caudales circulantes con las pérdidas de carga entre extremos para el grado de filtración adoptado.

4.3.1.4. Elementos de regulación. Válvulas hidráulicas generales reductoras de presión.

Las válvulas hidráulicas de control de presión (reguladoras de presión) se instalarán en aquellas situaciones en que la presión aguas arriba del hidrante sea muy superior a la estrictamente necesaria aguas abajo del mismo, y la no regulación condicione un funcionamiento anómalo de los elementos de medida (contadores) y válvulas de cierre y/o obligue a adoptar Presiones de trabajo (PN) de los tubos que conectan el hidrante con las parcelas objeto del riego superiores a las normales de trabajo para el sistema de riego adoptado.

Materiales de la válvula:

- Cuerpo: Fundición dúctil
- Disco del diafragma: Fundición dúctil
- Diafragma: Elastómero
- Eje de accionamiento: Acero inoxidable (SST304)
- Asiento del disco de cierre: Bronce o acero inoxidable.
- Cierre estanco: mediante junta tórica de material elastomérico.
- Guía de cierre: Fundición dúctil.

La protección interna a la corrosión se garantizará mediante imprimación con pintura epoxi debiendo cumplir lo establecido en el apartado 4.10 de la Norma UNE-EN 1074-1(AEN/CTN19 2001a) y en la norma UNE-EN ISO 46281 "Pinturas y barnices. Evaluación de la degradación de recubrimientos."(AEN/CTN48 2004)

El sistema de control del fabricante debe ser conforme a los requisitos de la norma UNE-EN ISO 9001(AEN/CTN66 2008). Se recomienda a su vez que el sistema de la calidad esté aprobado por un organismo de certificación competente de terceras partes.

De manera análoga la protección externa a la corrosión se garantizará mediante imprimación con pintura epoxi debiendo cumplir lo establecido en el apartado 4.11 de la norma UNE-EN 1074-2(AEN/CTN19 2001b).

En la documentación técnica el fabricante debe incluir el coeficiente de caudal de la válvula K_v , caudales máximos y mínimos dentro de los que la válvula produce una regulación efectiva, así con la variación de presión admisible, cuando la regulación es de presión.

La regulación se realizará mediante piloto de bronce de 2 ó 3 vías, según los casos, capaz de regular la presión calibrada en estática.

Los tubos de comando hidráulico serán de cobre o acero inoxidable, de diámetro interior superior a 1/4", debiendo disponer de un filtro de mallas autolimpiante en la conexión de aguas arriba de la válvula y de las correspondientes válvulas de aguja de 1/2" para regular los tiempos mínimos y máximos de regulación.

Las válvulas hidráulicas de control (regulación de caudal ó presión) deben cumplir lo especificado en la Norma UNE-EN 1074-5(AEN/CTN19 2001d).

Esta norma especifica los requisitos generales de diseño, los requisitos de funcionamiento, así como los métodos de evaluación de la conformidad de válvulas de control, cualesquiera que sean su tipo y materiales.

El marcado de las especificaciones deberá cumplir lo establecido en el punto 7 de la norma UNE EN 1074-1 (AEN/CTN19 2001a) indicando de manera explícita:

- Diámetro nominal (DN)
- Identificaciones de los materiales de la carcasa
- Presión nominal (PN)
- Identificación del fabricante
- Identificación de fabricación
- Norma aplicable. En este caso EN 1074-5

Esta norma es de aplicación prioritaria frente a cualquier otra norma de producto o ensayo. En parte de la norma establece los requisitos de aplicación en las válvulas de control de DN igual o inferior a DN 2000 y PFA³⁷ entre 6 bar y 25 bar.

En el caso que contempla este pliego las válvulas de control serán de tipo hidráulico de simple o doble cámara accionadas mediante eje solidario a disco sobre diafragma de material elastomérico y cierre por disco de asiento.

No se recomiendan las válvulas hidráulicas de membrana para funciones de control del caudal y/o presión.

³⁷ PMA: Presión máxima admisible. Norma UNE-EN 1074-1

El fabricante deberá indicar los valores máximos y mínimos del caudal para los que se produce la regulación efectiva de presión, o rangos de presión diferencial para los que se produce la regulación efectiva de caudal.

El conjunto del hidrante deberá cumplir lo establecido en la norma UNE EN 14267 “Hidrantes de Riego” en lo que se refiere a la pérdida de carga máxima admisible para los tipos 3 o 4, cuando el diámetro de la válvula de control coincida con el del colector del hidrante.

En el caso de que por cuestiones de regulación la válvula sea de igual o menor diámetro nominal la pérdida podrá exceder los valores máximos establecidos por la citada Norma, garantizando, en cualquier caso que a válvula abierta la presión aguas abajo sea mayor siempre que la requerida.

En caso de que la válvula no esté certificada por entidad independiente el Director de Obra podrá exigir a la contrata que se realice un ensayo de la válvula de control por laboratorio independiente. El ensayo debe incluir la caracterización hidráulica de la válvula y la verificación de las condiciones de regulación, garantizando que para todo el rango de caudales la válvula regule de forma estable. En el caso de válvulas reductoras de presión se ensayará la misma en condiciones de estaticidad comprobando que a caudal nulo la válvula es capaz de regular la presión calibrada.

Cuando la válvula no disponga de Certificado o Marca de Calidad otorgado por Organismo Competente la realización de los citados ensayos serán preceptivos, pudiendo La Dirección de Obra decidir si la válvula se ensaya independientemente o como parte de hidrante multiusuario completo.

4.3.1.5. Ventosas y accesorios generales.

En la parte superior del colector de distribución del hidrante deberá instalarse una válvula ventosa de 1 o 2”, dependiendo del caudal distribuido. La ventosa deberá tener efecto cinético y automático. Entre la misma y el colector deberá instalarse una válvula de corte, normalmente de tipo bola o esfera.

Las válvulas ventosas de 2” deberán tener una capacidad de purga superior a 150 m³/hora a una presión de 1,6 MPa y 100 m³/hora a 1,0 MPa. El área del orificio de purga debe ser de 12 mm².

El rango de presión de trabajo de la ventosa deberá ser el correspondiente a las presiones que ésta soportará en explotación.

Las válvulas ventosas podrán ser con cuerpo de fundición dúctil o de material plástico.

En caso de ser de material plástico, las características de los componentes de las mismas serán:

- Cuerpo y tapa: Nylon reforzado
- Tira de goma: EPDM
- Codo de drenaje: Polipropileno.
- Tornillería: Acero inoxidable SAE 304
- Cubierta junta: Nylon reforzado
- Junta de la base. Nylon reforzado
- Guía: Nylon reforzado
- Flotador: Polipropileno expandido
- Junta tórica: Buna-N
- Base: Nylon reforzado.

En caso de ser de fundición dúctil, las características de los componentes de las mismas serán:

- Cuerpo y tapa: Fundición dúctil ASTM A 536-60-18
- Tira de goma: EPDM
- Codo de drenaje: Polipropileno.
- Tornillería: Acero inoxidable A 304
- Cubierta junta: Nylon reforzado
- Junta de la base. Nylon reforzado
- Guía: Nylon reforzado o acero inoxidable A304
- Flotador: Polipropileno expandido o acero inoxidable A303
- Juntas tóricas: Buna-N
- Base: Nylon reforzado o fundición dúctil ASTM A 536.

En caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme a la norma UNE-EN 10204 (AEN/CTN36 2006) de todos los elementos metálicos y Certificado de Calidad de Producto del resto de los materiales conforme a la normativa especificada en el presente pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario, el fabricante aportará con el primer envío 3 elementos completos o 3 probetas de tamaño suficiente de cada uno de los materiales de los que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa contratista pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Producto conforme la norma UNE-EN 1074-4 (AEN/CTN19 2001c) aportará los resultados de los ensayos obtenidos con cada envío de las válvulas

ventosas, en caso contrario el fabricante deberá poseer el Certificado de Calidad ISO 9001 y realizará los ensayos que se especifican en la norma UNE EN 1074-4. Siendo estos los siguientes:

- Resistencia mecánica
 - Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión.
 - Resistencia del obturador a la presión diferencial.
- Estanqueidad.
 - Estanquidad de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión:
 - a Estanquidad a la presión interior
 - b Estanquidad a la presión exterior
 - Estanquidad del asiento:
 - a Estanquidad del asiento a una presión diferencial elevada.
 - b Estanquidad del asiento a una presión diferencial baja.
 - Características neumáticas:
 - a Función de salida de aire
 - b Función de entrada de aire
 - c Función de desgasificación
 - Resistencia a la fatiga
 - a Resistencia a la fatiga con función de entrada y/o salida de aire
 - b Resistencia a la fatiga con función de desgasificación.
 - c Ensayo de apertura después de un cierre prolongado.

Las válvulas ventosas deberán estar marcadas de manera visible e indeleble con la siguiente información mínima:

- PN
- Identificación del fabricante
- Norma aplicada (En este caso UNE EN 1074-4 o ISO equivalente)

4.3.1.6. Sistema de automatización, control, registro y accionamiento.

Indicar que el emisor de pulso debe garantizar y mantener la metrología del contador, deben evitarse interferencias electromagnéticas, y que los solenoides deben de recibir la tensión suficiente para su adecuada respuesta.

4.3.1.7. Otros.

El hidrante constara de manómetro de rango adecuado para la presión nominal del mismo, conectado en la toma del colector habilitada para tal efecto, en el caso de disponer de valvulería de regulación se dispondrá de otro manómetro aguas arriba de la misma. El manómetro estará aislado por válvula de corte.

Se podrá disponer en dicha toma de filtro de anillas o mallas de 1" y de un grado de filtración de 100 a 120 µm. Esta toma de presión se utilizará como conexión general del tubo de comando para la actuación de las electroválvulas instaladas en cada una de las tomas.

4.3.2. Elementos de las tomas a parcela.

4.3.2.1. Materiales de unión y accesorios.

En lo que se refiere a los elementos de unión y accesorios, estos serán de PE, PVC o PP-R y es de aplicación todo lo explicitado en el 4.3.1.1

4.3.2.2. Válvulas de maniobra.

A la salida del codo de 45º aguas abajo de la toma del colector se instalarán válvulas de corte de paso total. Para tomas con diámetros comprendidos entre 20 y 63 mm las válvulas serán de esfera de PVC, de paso total, para diámetros superiores serán de mariposa tipo "wafer" o compuerta con cierre elástico y unión mediante bridas. Ambos tipos de válvulas cumplirán los requisitos generales expuestos en la norma UNE-EN ISO 1452-1 (AEN/CTN19 2001a)

Las válvulas de PVC deberán cumplir todo lo especificado en la norma UNE-EN-ISO 1452-4 (AEN/CTN19 2001c)

Conforme a Norma las válvulas deben cumplir los requisitos y características que a continuación se exponen:

A. Características generales

Aspecto

Cuando se efectúe el examen visual a simple vista, las superficies internas y externas de válvulas deben ser lisas, estar limpias y no presentar arañazos, cavidades ni otros defectos superficiales que pudieran impedir su conformidad con esta parte de la norma UNE-EN ISO 1452 (AEN/CTN53 2010b, 2010d).

Cada extremo debe ser perpendicular a su eje.

Color

El color de los cuerpos de las válvulas moldeadas por inyección debe ser gris en toda la pared.

Opacidad

La pared de la válvula debe ser opaca y no debe transmitir más del 0.2 % de luz visible cuando se mide de acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7686 (AEN/CTN53 2006e)

B. Características geométricas

Medición de las dimensiones

Las dimensiones se deben medir conforme a la Norma UNE-EN ISO 3126 (AEN/CTN53 2005b).

Diámetros nominales

El diámetro nominal, DN de una válvula se debe corresponder y designar por el diámetro exterior nominal de los tubos para el que se ha diseñado.

Dimensiones de las válvulas

Dimensiones de las uniones.

Dimensiones de las embocaduras y de los extremos macho para válvulas para unión por encolado.

Las dimensiones de la embocadura deben ser las mismas que para las embocaduras de los tubos y accesorios y se deben ajustar a la norma UNE-EN ISO 1452-2 (AEN/CTN53 2010c)

La longitud de los extremos macho debe ser al menos igual a la longitud de las embocaduras correspondientes.

Dimensiones de las embocaduras y de los extremos macho para válvulas para la unión por junta de estanquidad.

Las dimensiones de la embocadura deben ser las mismas que para las embocaduras de los tubos y accesorios y se deben ajustar a la norma UNE-EN ISO 1452-2 (AEN/CTN53 2010c)

Los diámetros de los extremos macho se deben ajustar a la Norma UNE-EN ISO 1452-2 (AEN/CTN53 2010c) y las longitudes deben ser las mismas que las de los accesorios que se ajustan a la Norma UNE-EN ISO 1452-3 (AEN/CTN53 2011).

Cotas de conexión para válvulas para unión por brida

Las cotas de conexión de bridas montadas sobre válvulas deben ser conformes a la Norma UNE-EN ISO 1452-3 (AEN/CTN53 2011)

C. Clasificación y condiciones de servicio

Clasificación

Las válvulas se deben clasificar de acuerdo a su presión nominal PN, y a la serie S del tubo de conexión para el que se han diseñado.

En el caso particular de los hidrantes multiusuario a los que afecta este pliego la presión nominal mínima deberá ser de 1.0 MPa.

Determinación de la presión de servicio admisible para agua de hasta 45°C

La presión de servicio admisible de las válvulas, PFA, para temperaturas de hasta 24 °C debe ser igual a la presión nominal.

Para determinar la presión de servicio admisible de las válvulas para temperaturas comprendidas entre los 25 °C y los 46 °C se debe aplicar a la presión nominal un coeficiente de reducción adicional f_T como indica la siguiente ecuación:

$$PFA = f_T \times PN$$

Este coeficiente se establece en el capítulo correspondiente de las Normas UNE-EN ISO 16135, 16136, o 16139 (AEN/CTN19 2007a, 2007b, 2007c) según proceda.

D. Características mecánicas.

Resistencia de los cuerpos de las válvulas a la presión interna

Los cuerpos de las válvulas, donde se puede aplicar la presión hidrostática, se deben someter a ensayo conforme al procedimiento y a los parámetros de ensayo indicado en el capítulo correspondiente de las normas UNE-EN ISO 16135, 16136, o 16139, (AEN/CTN19 2007a, 2007b, 2007c) según proceda, utilizando el equipo de ensayo que se ajuste a las Normas UNE-EN ISO 1167-1 y 1167-3 (AEN/CTN53 2006c, 2008)

Ensayo de aplastamiento

Los componentes de las válvulas moldeadas por inyección, sobre las que no se puede aplicar presión hidrostática, se deben someter a ensayo conforme a la norma UNE-EN 802 (AEN/CTN53 1995b). Los componentes de las válvulas sometidas a ensayo no se deben romper cuando experimenten una deformación del 20%

Durabilidad

La válvula se debe ajustar al capítulo correspondiente de las Normas ISO 16135, ISO 16136, o 16139 según proceda (AEN/CTN19 2007a, 2007b, 2007c).

E. Características físicas

Cuando se someten a ensayo conforme con los métodos especificados en la Tabla 107, utilizando los parámetros indicados, los componentes de PVC-U moldeados por inyección, tales como los cuerpos de las válvulas, deben tener unas características físicas que se ajusten a los requisitos indicados en la Tabla 107.

Tabla 107: Características físicas válvulas PVC-U.

Característica	Requisito	Parámetros de ensayo		Método de ensayo
Temperatura de reblandecimiento Vicat (VST)	≥ 74 °C	Se debe ajustar a la Norma UNE-EN ISO 2507-2		UNE-EN ISO 2507-1
Efectos del calentamiento	Los componentes no deben mostrar ninguna ampolla o signo de delaminación de la línea de soldadura. Ningún defecto superficial en la zona del punto de inyección debe penetrar más del 50% el espesor de pared en ese punto. Fuera del área del punto de inyección no debe producirse ningún defecto superficial.	Temperatura de ensayo: Periodo de ensayo: $e \leq 3$ $3 < e \leq 10$ $10 < e \leq 20$ $20 < e \leq 30$ $30 < e \leq 40$ $40 < e$ Número de probetas	150 ± 2 °C 15 min 30 min 60 min 140 min 220 min 240 min 3	Método A de la Norma UNE-EN ISO 580 (Estufa de aire)

F. Características químicas

Las características químicas se deben ajustar a las requeridas para los tubos en la Norma UNE-EN ISO 1452-2 (AEN/CTN53 2010c).

G. Juntas de Estanquidad

Las juntas de estanquidad se deben ajustar a la Norma UNE-EN ISO 1452-2 (AEN/CTN53 2010c).

H. Adhesivos

Los adhesivos se deben ajustar a la Norma UNE-EN ISO 1452-2 (AEN/CTN53 2010c).

I. Requisitos de comportamiento

Cuando las válvulas conformes a esta parte de la norma UNE-EN ISO 1452 se unan entre sí o a otros componentes conformes a otras partes de la Norma UNE-EN ISO 1452-2, el conjunto de válvulas y sus uniones deben ser conformes a la Norma UNE-EN ISO 1452-5 (AEN/CTN53 2011b).

Marcado

El marcado mínimo exigido se debe ajustar a lo expuesto a continuación:

- Número de la norma internacional
- Nombre del fabricante y/o marca comercial
- Diámetro nominal DN
- Material
- Presión nominal PN

- Diámetro nominal de la brida³⁸
- Información del fabricante³⁹
- Uso previsto

Marcado adicional.

Las válvulas conformes con esta parte de la Norma UNE-EN ISO 1452, que sean certificados por una tercera parte, se pueden marcar en consecuencia.

La Dirección de Obra deberá exigir a la Contrata que todas las válvulas de PVC-U conforme a la Norma UNE-EN-ISO 1452 tengan certificados de calidad otorgados por Organismo competente.

4.3.2.3. Elementos de medición de caudal.

Todo tipo de contador debe cumplir lo establecido en la norma UNE-EN 14154 (AEN/CTN82 2012a, 2012b, 2012c) en cada una de sus tres partes

1. Requisitos generales
2. Instalación y condiciones de uso
3. Métodos de ensayo y equipamiento

Según la citada norma el contador de agua debe estar clara e indeleblemente marcado con la siguiente información, agrupada o distribuida por la carcasa, el dial del dispositivo indicador, una placa de identificación o sobre la tapa del contador si no es separable.

- Unidad de medida (metro cúbico)
- Valor numérico de Q_3
- Ratio Q_3/Q_1 (precedido por "R", esto es "R160")
- El ratio Q_2/Q_1 , cuando difiere de 1,6.
- La presión máxima admisible cuando difiere de 1 MPa
- El sentido del flujo
- La letra V o H, si el contador solo puede funcionar en la posición vertical u horizontal.
- La clase de la temperatura, cuando difiere de $\Delta P 63$ ⁴⁰

³⁸ Solo para válvulas con bridas

³⁹ Para proporcionar trazabilidad, se deben dar los siguientes detalles:

- El periodo de producción, año y mes, en cifras o en código.
- Nombre o código del lugar de producción, si el fabricante produce en diferentes lugares, a nivel nacional y/o internacional

- La clase de sensibilidad a irregularidades en el campo de velocidad⁴¹.
- El nombre o marca del fabricante
- El año de fabricación (últimos dos dígitos) y un número de serie
- El nivel de severidad del entorno climático y mecánico
- La clase CEM

A su vez y dado que los contadores se utilizan para la medida del volumen consumido en sistemas de riego, estos serán conformes a la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005).

En caso a haber alguna discrepancia con la norma UNE EN 14154 se cumplirán los requisitos y condiciones de funcionamiento más restrictivas.

El fabricante debe indicar los materiales con los que se ha construido el contador adecuándose a las condiciones de uso y diseño, y cumpliendo los requisitos establecidos en las normas anteriormente citadas.

En particular deben tenerse en cuenta las siguientes condiciones:

- Todas las partes del contador en contacto con el agua que pasa a través de él deben fabricarse con materiales que son convencionalmente conocidos como no-tóxicos, no-contaminantes y biológicamente inertes.
- El contador de agua completo debe fabricarse con materiales resistentes a la corrosión interna y externa o que estén protegidos por un tratamiento superficial adecuado.
- El dispositivo indicador del contador de agua debe protegerse mediante una ventana transparente. También se puede suministrar una tapa de forma adecuada como protección adicional.
- El contador de agua debe incorporar dispositivos para eliminar los efectos de la condensación cuando exista riesgo de formación de la condensación en la cara interna de la ventana del dispositivo indicador del contador de agua.

Salvo situaciones excepcionales justificadas en el proyecto de obra la presión máxima admisible de los contadores (PMA) será de 1,0 MPa.⁴²

⁴⁰ La pérdida máxima de presión dentro de las Condiciones Nominales de Funcionamiento (CNF) no debe sobrepasar los 63 kPa.

⁴¹ Esta información puede darse en documento separado.

⁴² Si la presión aguas arriba del hidrante es superior a 1,0 MPa y en parcela las presiones requeridas son inferiores a 0,6 MPa se instalará una válvula general reductora de presión (apartado 4.3.1.4 del presente pliego) por lo que no es previsible que la PMA supere los 1,0 MPa.

El paso del contador debe ser tal que no sea necesario filtrar el agua que atraviesa el contador instalado en el hidrante.

A su vez no debe sufrir daños por la inversión accidental del flujo que pudiera producirse.

El elemento del contador que muestra el número entero de metros cúbicos consumidos no debe estar en contacto con el agua. Todos los elementos del equipo deben tener al menos un nivel de protección IP67.

El error máximo admisible (EMA) viene indicado en la Norma UNE-EN 14154 y debe ser inferior, dependiendo el rango del caudal que esté pasando por el contador.

Si $Q_1 \leq Q \leq Q_2$ el EMA debe ser menor del 5%⁴³

Si $Q_2 \leq Q \leq Q_4$ el EMA debe ser menor del 2%

Según la norma UNE-EN 14267 la clase metrológica de todos los contadores debe ser: Clase B lo que supone que:

$$\frac{Q_3}{Q_1} \geq 25$$

Siendo el rango de caudales para todos los contadores:

$$\frac{Q_4}{Q_3} \geq 1.25$$

Instalación de contadores en hidrante

Todos los contadores se instalarán en posición horizontal, independiente del tipo y diámetro.

Para garantizar la estabilidad del flujo se respetarán tramos rectos de tubería aguas arriba y abajo del contador. Aguas arriba la longitud de tramo recto deberá ser al menos de 10 veces el diámetro nominal del contador. Aguas abajo la longitud de tramo recto deberá ser al menos 5 veces el diámetro nominal del contador.

Solo podrán reducirse estas distancias si el fabricante del contador ofrece documentación escrita indicando explícitamente las distancias a respetar para garantizar la estabilidad del flujo. En caso contrario se respetarán las distancias anteriormente indicadas.

⁴³ Q₁: Caudal mínimo – Q₂: Caudal de transición – Q₃: Caudal máximo permanente. Q₄: Caudal de sobrecarga.

Agua arriba del tramo recto se instalará una válvula de maniobra de paso total, de esfera cuando el diámetro nominal sea igual o inferior a 63 mm (2") y de mariposa o compuerta para diámetros superiores.

Las ramas con contador que se conecten en cada una de las salidas disponibles en el colector del hidrante deberán ir convenientemente apoyadas y ancladas para que no se transmita ningún tipo de esfuerzo axial, ni de flexión.

Los contadores deberán disponer hasta diámetro 50 mm de conexión roscada con racor tres piezas en uno de sus extremos para facilitar su montaje y desmontaje para verificación o sustitución.

La separación mínima vertical entre ejes de ramas de contadores debe ser tal, que con la tapa abierta quede suficiente espacio para su manipulación y permita una lectura cómoda y clara.

Los contadores funcionarán siempre totalmente llenos de líquido y a presión superior a la mínima establecida por la norma, e instalados siempre que se a posible a un nivel inferior al del resto de la conducción aguas abajo.

Se evitarán los golpes de ariete, los arranques y las paradas bruscas de caudal, así como los suministros de caudales y presiones anormales fuera de los garantizados en las especificaciones técnicas. Si se prevén caudales transitorios excepcionalmente altos se deberán instalar aquellos dispositivos que reduzcan dichos caudales.

Contadores chorro múltiple.

Se instalarán contadores de chorro múltiple cuando el caudal de toma sea igual o inferior a 15 m³/hora.

El rango de diámetros nominales estará comprendido entre 20 y 50 mm. En todos los casos la conexión de sus extremos será mediante rosca macho según se define en el apartado 4.2.2 de la norma UNE EN 14154 (AEN/CTN82 2012a).

La rosca debe cumplir con la norma UNE-EN ISO 228-1, Clase B (AEN/CTN19 2003).

Contadores de tipo Woltman

Se instalarán cuando los caudales de toma sean superiores a 15 m³/hora. Dada la naturaleza del hidrante multiusuario definido en el presente pliego no se prevén caudales superiores a 60 m³/hora por toma, por lo que los calibres de este tipo de contadores estarán comprendidos entre 50 y 100 mm.

En todos ellos la unión será mediante bridas.

En estos casos la altura del contador con tapa abierta supera los 320 mm lo que se tendrá que tener en consideración a la hora de establecer la separación vertical entre tomas del colector del hidrante multiusuario.

En cualquier caso se cumplirán todos los requisitos y condiciones expuestos en los apartados anteriores relativos a los contadores.

Válvulas volumétricas o hidrantes.

Los requisitos generales y métodos de ensayo vienen definidos en la norma UNE 68 074 (AEN/CTN68 1986).

Se entiende, según la norma, como válvula volumétrica aquellas dotadas de un contador y de un mecanismo de cierre que permiten suministrar volúmenes de agua prefijados, independientemente del caudal instantáneo que por ellas circule.

El hidrante sería la combinación de dos elementos en el mismo cuerpo: una válvula hidráulica de doble cámara y contador tipo Woltman.

Al tratarse de la combinación de una válvula hidráulica y un contador tipo Woltman le son de aplicación todas las normas expuestas en los apartados anteriores y en particular las normas UNE EN 14154, 1074-1, 1074-5 y 14268 (AEN/CTN82 2012a; AEN/CTN19 2001a, 2001d ; AEN/CTN68 2006)

4.3.2.4. Electroválvulas y válvulas hidráulicas de regulación.

Aguas abajo de los contadores de cada rama y cumpliendo las longitudes mínimas de tramos rectos indicadas en el apartado Elementos de medición de caudal.4.3.2.3, se instalará un codo de 90º tras el cual en posición vertical se instalarán válvulas hidráulicas de diafragma actuadas mediante solenoide tipo latch de 3 vías. Todas las válvulas hidráulicas deberán disponer en su conexión directa a la cámara de una válvula de tres vías de tal forma que pueda actuarse la misma de forma manual, durante el ensayo de la válvula o durante labores de mantenimiento, preferiblemente se instalara la posición de abierto a la posición aguas abajo de la válvula, en el caso de que se deje libre se conectara un tubo de comando de longitud suficiente como para descargar el agua de la cámara al exterior de la caseta del hidrante

Las válvulas serán de material plástico, de bronce o fundición, preferentemente nodular o dúctil.

El diámetro de la válvula debe coincidir con el diámetro nominal del contador instalado en la misma rama aguas arriba.

Estas válvulas deben cumplir los requisitos y características que hacen referencias las normas UNE EN 1074-1 y 1074-2 (AEN/CTN19 2001a, 2001b)

Los tubos de comando hidráulico serán de PP y su diámetro interior mínimo será de 6 mm.

En el caso de que estas válvulas actúen como elementos de control: válvulas limitadoras de caudal deberán cumplir con todo lo expuesto en la Norma UNE EN 1074-5 (AEN/CTN19 2001d)

Para conseguir la limitación de caudal se deberá instalar en el extremo aguas arriba una placa orificio calibrada para el diámetro nominal de la válvula, caudal a calibrar y presión diferencial de control.

La función de limitación de caudal debe ser ensayada en el conjunto del hidrante en laboratorio independiente antes de su puesta en obra.

Las válvulas de control de caudal deben ensayarse según se indica en el anexo A de la Norma UNE EN 1074-5 (AEN/CTN19 2001d). Los valores obtenidos deben estar dentro de las tolerancias definidas en la documentación del fabricante.

4.3.2.5. Tuberías a parcela. Salida de las tomas del hidrante.

Las tuberías desde las salidas del hidrante multiusuario hasta cada una de las parcelas que abastece se solucionarán mediante tubos de PVC-U o PEAD (PE100). El diámetro de los tubos debe ser función del caudal requerido en parcela. La velocidad inferior debe ser mayor que 0,3 m/s, para evitar sedimentos y que determinados sólidos en suspensión pudieran quedar retenidos en codos, válvulas o cambios de dirección, o derivaciones.

El diámetro interior y por tanto la velocidad de circulación deben ser tales que se minimicen las pérdidas entre hidrante e inicio de parcela cumpliendo la restricción de velocidad mínima establecida en el párrafo anterior.

Tuberías de PVC-U

Las tuberías de poli cloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) cumplirán las especificaciones de la Norma UNE-EN ISO 1452-1 y 2 (AEN/CTN53 2010b, 2010c)

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la norma UNE EN ISO 1452-1 y 2 (AEN/CTN53 2010b, 2010c) para los diámetros y presiones de proyecto no será necesario realizar un control de calidad de la tubería de PVC-U, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario la Dirección de Obra tendrá facultad para rechazar dichos tubos. No obstante, si el fabricante poseyera Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor, y siempre que la Dirección de Obra lo autorice, se realizará el control expuesto en el presente pliego. Cumplirá las especificaciones indicadas en el presente pliego y aportará con el primer envío 3 unidades completas o 3 probetas de tamaño suficiente de cada tipo de tubería que no aporte el Certificado correspondiente, para que la empresa contratista pueda realizar los ensayos que considere oportunos para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Características generales

Aspecto

Las superficies internas y externas de los tubos deben ser lisas, limpias y exentas de ranuras, cavidades y otros defectos superficiales.

Cada extremo del tubo debe cortarse limpiamente y perpendicular a su eje.

El color de los tubos debe ser gris o azul y uniforme en todo el espesor de la pared.

Uniones

Las uniones se realizarán mediante soldadura química (encolado). Para ello los tubos deben tener un extremo liso y otro abocardado. Las dimensiones del tramo abocardado serán conformes a la norma UNE EN 1452 (AEN/CTN53 2010b)

Resistencia mínima requerida

La resistencia mínima requerida, tal como se define en la Norma UNE EN 1452-1 (AEN/CTN53 2010b) será de al menos 25 MPa. En ensayo se efectuará conforme a la Norma UNE EN ISO 1167 -1 y 2 (AEN/CTN53 2006b, 2006c)

Densidad

La densidad del tubo a 23 °C medida de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 1183-1-2-3 (AEN/CTN53 2013, 2005a, 2000), debe estar comprendida entre los siguientes límites:

$$1350 \text{ kg/m}^3 \leq \rho \leq 1460 \text{ kg/m}^3$$

Opacidad

La pared del tubo será opaca y no transmitirá más del 0.2% de la luz visible medida de acuerdo al método descrito en la Norma UNE-EN ISO 7686 (AEN/CTN53 2006e).

Características geométricas

Diámetros

El diámetro exterior nominal, el diámetro exterior medio y la ovalación se medirán de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 3126 (AEN/CTN53 2005b) y estarán dentro de las tolerancias dadas en la tabla 1 de la Norma UNE EN 1452-2 (AEN/CTN53 2010c).

Espesor de la pared

El espesor de la pared nominal debe ser conforme con la tabla 2 de la Norma UNE EN 1452-2 (AEN/CTN53 2010c).

Características mecánicas.

Resistencia al impacto

Los tubos resistirán sin rotura ni fuga el esfuerzo hidrostático inducido por la presión hidrostática interna ensayado de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 1167-1 y 2 (AEN/CTN53 2006b, 2006c).

Características físicas

El tubo debe tener unas características físicas conforme con los requisitos dados en la siguiente tabla:

Tabla 108: Características físicas PVC-U y pruebas de ensayo.

Características	Requisitos	Método de ensayo
Temperatura de reblandecimiento Vicat	≥ 80 °C	UNE-EN 727 (AEN/CTN53 1995a)
Retracción longitudinal	Máximo 5%	UNE-EN ISO 2505 (AEN/CTN53 2006d)
Grado de gelificación	Sin ataque en ningún punto de la superficie de la probeta	UNE-EN 580 (AEN/CTN53 2003d)

Características químicas

El tubo de PVC no contendrá más de 1 ppm de monómero de cloruro de vinilo determinado por medio de cromatografía en fase gaseosa con “espacio de cabeza” de acuerdo con el método de la Norma UNE-EN ISO 6401 (AEN/CTN53 2009b).

Uniones

Las uniones se realizarán mediante encolado (soldadura química).

Los tubos con extremos lisos destinados a utilizarse en uniones por encolado no deben tener ningún canto vivo.

Las embocaduras se someterán a los siguientes controles geométricos conforme con la norma UNE-EN ISO 1452-2 (AEN/CTN53 2010c)

- Diámetro interior medio de la embocadura
- Ovalación máxima admitida
- Profundidad mínima de embocamiento
- Longitud de entrada de embocadura y de la zona de estanquidad.

Marcado

Los elementos de marcado estarán impresos o marcados directamente sobre el tubo a intervalos máximos de 1 m de forma que sea legible después del almacenamiento, exposición a la intemperie e instalación. La legibilidad se ha de mantener durante la vida de los productos. El marcado no debe producir fisura u otro tipo de defectos.

Si se utiliza el sistema de impresión, el color de la información impresa debe ser diferente del color base del tubo. El tamaño debe ser tal que sea fácilmente legible sin aumento.

Marcado mínimo requerido:

- Número de la Norma UNE-EN ISO
- Nombre del fabricante y/o marca comercial
- Material
- Diámetro exterior nominal DN x espesor de pared e_n .
- Presión nominal PN.
- Información del fabricante: un nombre o código para la ciudad de fabricación y el periodo de fabricación, año, en cifras, o en código.
- Uso previsto

Los tubos que se ajustan a esta parte de la Norma UNE-EN ISO 1452, que sean certificados por una tercera parte, se pueden marcar en consecuencia.

Tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PE 100)

La calidad del polietileno, tanto para las tuberías como para los accesorios, debe ser igual o superior a lo especificado en la siguiente tabla:

Características	Requisitos	Método de ensayo
Resistencia a la tracción en uniones por fusión a tope	Tipo de rotura: dúctil	UNE-ISO 13953 (AEN/CTN53 2011c)
Resistencia a la propagación lenta de fisuras.	Sin fallo durante el ensayo	UNE-EN ISO 13479 (AEN/CTN53 2010a)
Resistencia a la intemperie: -Tiempo de inducción a la oxidación. -Alargamiento en la rotura -Resistencia hidrostática a 80° C	≥ 20 minutos ≥ 350 % Sin fallo	UNE-EN 728 (AEN/CTN53 1997) UNE-EN ISO 6259-1 (AEN/CTN53 2002a) UNE-EN ISO 1167-1 y 2 (AEN/CTN53 2006b, 2006c)

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad de Producto emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme las normas UNE-EN 12201-1 y 2 (AEN/CTN53 2003a, 2003b), en el caso de los tubos y conforme a las normas UNE-EN 12201-2 (AEN/CTN53 2003b) y UNE-EN 12201-3 (AEN/CTN53 2003c) en el caso de los accesorios, no será necesario realizar un control de calidad de los mismos.

El Director de Obra podrá rechazar cualquier partida que no posea Certificado de Calidad de Producto, no obstante si el fabricante poseyera Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Autoridad Competente, la Dirección de Obra podrá autorizar dicho material, debiendo el fabricante enviar 3 elementos completos o probetas de tamaño suficiente para que la empresa contratista realice los ensayos necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

Aspecto

Se examinarán todos los tubos y accesorios visualmente sin aumentos, las superficies interna y externa de los tubos y accesorios, presentando un aspecto liso, limpio, libre de grietas, cavidades u otros defectos superficiales.

Características geométricas

El diámetro exterior medio, ovalación y espesor de los tubos se medirán de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 3126 (AEN/CTN53 2005b) y cumplirán lo especificado en las tablas 1 y 2 de la norma UNE-EN 12201-2 (AEN/CTN53 2003b).

Las características geométricas de los tubos se medirán de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 3126 (AEN/CTN53 2005b) y cumplirán lo especificado en el apartado 6 de la norma UNE-EN 12201-2 (AEN/CTN53 2003b).

Características mecánicas y físicas

Los tubos cumplirán los requisitos especificados a continuación.

Ensayos	Requisitos	Método de ensayo
Resistencia hidrostática a 80 °C	Sin fallo	UNE-EN ISO 1167-1, 2 (AEN/CTN53 2006b, 2006c)
Alargamiento a la rotura	≥ 350 %	UNE-EN ISO 6259-1 (AEN/CTN53 2002a)
Índice de fluidez en masa MFR	Cambio del MFR tras la transformación del ± 20%	UNE-EN ISO 1133-1 (AEN/CTN53 2012)
Tiempo de inducción a la oxidación	≤ 20 min	UNE-EN 728 (AEN/CTN53 1997)

Marcado

Todos los tubos estarán marcados de forma permanente y legible, de tal modo que el marcado no produzca puntos de iniciación de fisuras u otros tipos de fallo y que el almacenamiento, exposición a la intemperie, manipulación, instalación y uso normales no afecten la legibilidad de dicho marcado.

La frecuencia de marcado de los tubos será como mínimo de una vez por metro lineal y contendrá la siguiente información:

- Número de la Norma
- Identificación del fabricante
- Dimensiones (DN x e_n)
- Serie SDR
- Material y designación
- Presión, en bar
- Periodo de producción (fecha o código)

4.4. Obra civil.

4.4.1.1. Cimentación.

Se realizará una compactación adecuada del terreno, con la colocación de material granular para un correcto drenaje, y que evite asientos diferenciales. Terminado por un zuncho perimetral sobre el que se colocará la caseta.

4.4.1.2. Caseta de alojamiento de las instalaciones.

De dimensiones adecuadas para el alojamiento de las instalaciones hidráulicas y que permita el mantenimiento y manejo de la instalación, se proyecta en placas de hormigón prefabricado de 6 cm de espesor, de planta interior de 1,5 x 1,5 m, como mínimo y una altura interior de 2,25 m. Dispondrá de ventilación y doble puerta para el acceso.

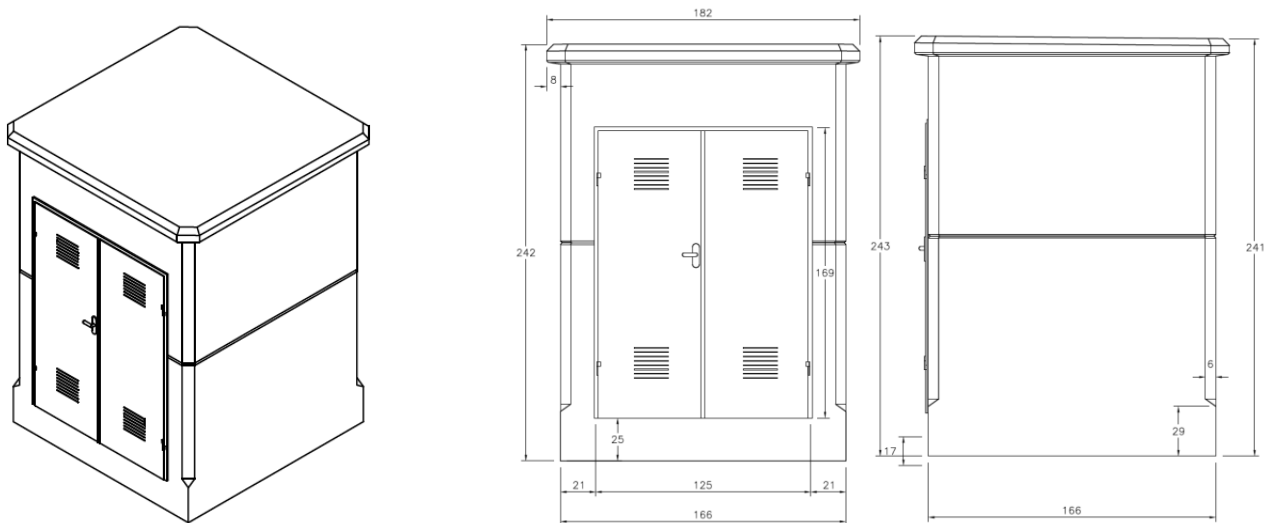


Figura 3: Vistas caseta recomendada hidrante tipo "Costella". Vistas alzado y lateral.

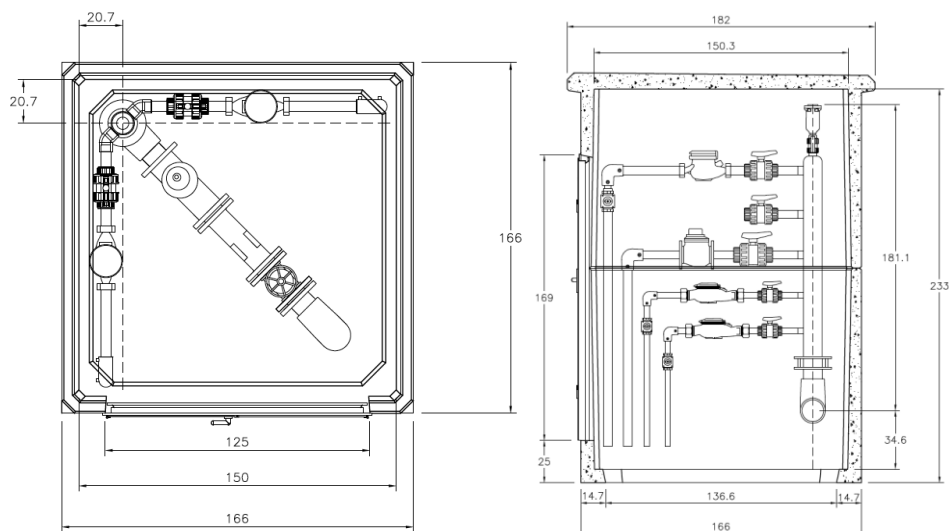


Figura 4: Secciones caseta recomendada hidrante tipo "Costella". Sección planta y lateral.

4.4.1.3. Elementos de anclaje.

Se colocarán a las paredes del hidrante railes de sujeción con escuadras que sustentarán y anclaran los elementos hidráulicos, evitando que sean los accesorios y tuberías los que soporten los esfuerzos a los que estén sometidos.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Anejo 5.

**Ensayos hidráulicos de
hidrantes multiusuario con
configuración propuesta.
Tipo "Costella".**

5.1. Resultados ensayos hidráulicos Hidrante Tipo "Costella".

5.1.1. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. Datos registrados.

Leyenda:

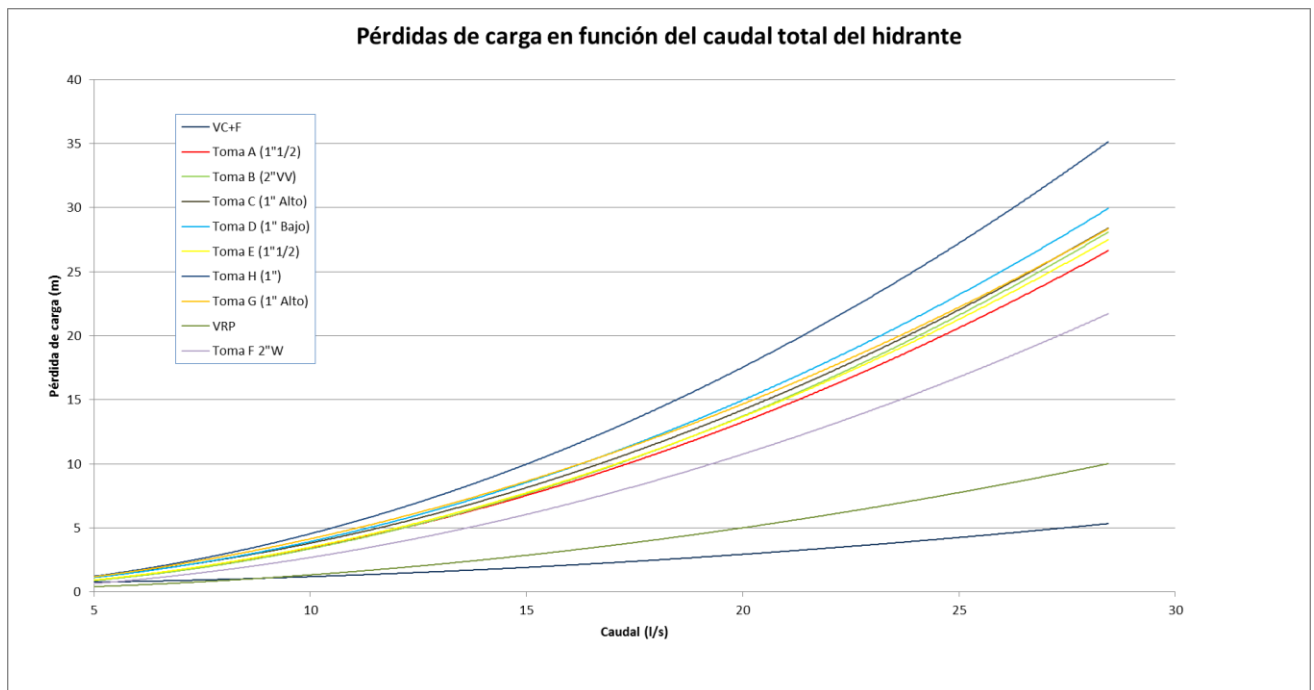
- TOMA: Toma ensayada
- Volumen (l): Volumen visualizado en el contador en litros.
- Tiempo (s): Tiempo registrado para el volumen del contador en segundos.
- Q: Caudal circulante por el contador Volumen/Tiempo, en l/s.
- Q_{toma} : Caudal medio registrado por el contador, en l/s y m^3/h .
- Q_{CEM} : Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayos, en m^3/h .
- ΔhN : Pérdidas de carga de la toma en m.
- VRP: Válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.
- Error (%): Error relativo en porcentaje.

TOMA	Volumen (l)	Tiempo (s)	Q(l/s)	Q_{toma} (l/s)	Q_{toma} (m^3/h)	Q_{CEM} (m^3/h)	ΔhN (mca)
A	100	31,03	3,22	3,24	11,67	64,37	10,67
	100	30,69	3,26				
B	100	23,42	4,27	4,28	15,42	64,44	10,92
	100	23,27	4,30				
C	50	52,96	0,94	0,94	3,40	64,40	11,54
	50	53,05	0,94				
D	50	51,08	0,98	0,98	3,52	64,37	12,07
	50	51,17	0,98				
E	100	34,95	2,86	2,84	10,21	64,37	11,04
	100	35,58	2,81				
F	100	24,59	4,07	4,07	14,65	64,37	8,59
	100	24,55	4,07				
G	50	46,7	1,07	1,07	3,86	64,40	11,96
	50	46,52	1,07				
H	60	55,08	1,09	1,09	3,92	64,44	14,08
	60	55,15	1,09				
VC+Filtro	-	-	-	-	-	-	2,43
VRP	-	-	-	-	-	-	4,07
				Total	66,65	64,40	
				Error (%)	3,50		

5.1.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante. Datos registrados

Caudal (l/s)	Toma A ΔhN (mca)	Toma B ΔhN (mca)	Toma C ΔhN (mca)	Toma D ΔhN (mca)	Toma E ΔhN (mca)	Toma H ΔhN (mca)	Toma G ΔhN (mca)	Toma F ΔhN (mca)	VC+F Δh (mca)	VRP Δh (mca)
4,56	0,77	0,8	0,94	0,95	0,77	1,04	0,91	0,51	0,74	0,33
6,42	1,37	1,39	1,55	1,6	1,34	1,82	1,64	1,03	0,91	0,49
7,3	1,92	1,91	2,12	2,21	1,9	2,55	2,31	1,45	0,98	0,74
8,28	2,4	2,39	2,63	2,75	2,41	3,21	2,91	1,84	1,05	0,92
9,34	2,9	2,86	3,13	3,27	2,9	3,84	3,48	2,21	1,15	1,09
10,48	3,63	3,58	3,91	4,1	3,66	4,81	4,34	2,8	1,25	1,37
12,87	5,55	5,48	5,94	6,24	5,61	7,28	6,54	4,41	1,62	2,08
13,83	6,35	6,35	6,87	7,21	6,48	8,4	7,47	5,08	1,68	2,44
14,85	7,35	7,37	7,92	8,34	7,55	9,71	8,55	5,9	1,85	2,84
15,61	8,13	8,17	8,79	9,23	8,36	10,76	9,45	6,54	1,96	3,15
16,66	9,28	9,42	10,04	10,53	9,56	12,27	10,69	7,5	2,18	3,58
17,69	10,32	10,61	11,25	11,79	10,66	13,82	11,92	8,43	2,37	3,96
18,49	11,3	11,65	12,3	12,89	11,67	15,07	12,9	9,2	2,55	4,34
19,02	11,96	12,33	12,97	13,63	12,37	15,93	13,58	9,77	2,66	4,62
20,51	14,08	14,45	15,07	15,83	14,55	18,6	15,63	11,43	3,03	5,35

Caudal (l/s)	Toma A $\Delta hN(mca)$	Toma B $\Delta hN(mca)$	Toma C $\Delta hN(mca)$	Toma D $\Delta hN(mca)$	Toma E $\Delta hN(mca)$	Toma H $\Delta hN(mca)$	Toma G $\Delta hN(mca)$	Toma F $\Delta hN(mca)$	VC+F $\Delta h(mca)$	VRP $\Delta h(mca)$
22,01	15,99	16,66	17,22	18,16	16,52	21,37	17,69	13,07	3,43	6,04
23,51	18,34	19,1	19,56	20,63	18,89	24,25	19,92	14,86	3,82	6,88
24,21	19,37	20,23	20,67	21,8	19,95	25,63	20,96	15,74	4	7,25
26,16	22,29	23,36	23,67	24,98	22,95	29,48	23,91	18,05	4,56	8,34
27,5	24,44	25,83	26,07	27,5	25,24	32,42	26,15	19,98	4,97	9,23
28,45	26,66	28,25	28,4	29,98	27,49	35,22	28,39	21,81	5,41	10,03
27,26	24,68	25,94	26,22	27,65	25,49	32,42	26,24	20,04	5,04	9,2
25,96	22,34	23,43	23,78	25,07	23,07	29,34	23,85	18,16	4,54	8,4
24,13	19,37	20,34	20,76	21,88	20,01	25,52	20,87	15,82	4,1	7,28
23,5	18,35	19,19	19,61	20,67	18,98	24,13	19,75	14,9	3,79	6,98
22,01	16,26	16,89	17,39	18,25	16,79	21,31	17,56	13,16	3,49	6,09
20,55	14,02	14,57	15,12	15,81	14,49	18,49	15,31	11,36	3,04	5,33
19,02	12,11	12,52	13,1	13,69	12,5	15,94	13,33	9,79	2,76	4,58
17,47	10,25	10,56	11,17	11,64	10,62	13,54	11,43	8,29	2,42	3,88
15,94	8,54	8,69	9,25	9,65	8,81	11,25	9,58	6,84	2,13	3,18
14,02	6,68	6,81	7,28	7,6	6,9	8,83	7,63	5,37	1,84	2,55
12,48	5,25	5,32	5,74	5,99	5,42	6,97	6,07	4,21	1,57	2
9,94	3,48	3,48	3,78	3,94	3,55	4,59	4,03	2,74	1,26	1,33
8,23	2,37	2,37	2,6	2,71	2,41	3,11	2,79	1,84	1,06	0,91
5,32	0,93	0,96	1,11	1,12	0,95	1,27	1,12	0,65	0,69	0,47



5.1.3. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.

Leyenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- TOMA: Estado de la toma sobre la que se actúa.
- VRP: Válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.

Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo "Costella".

T (s)	Presión (mca)											Q (l/s)	TOMA
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	VC+F	Paa	VRP		
	P3	P4(mca)	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P19	P20	P22		
5589,53	1	0,88	0,8	0,84	1,63	2,52	1,72	1,8	82,99	84,17	83,76	0	
5590,03	1	0,88	0,8	0,84	1,63	2,42	1,73	1,8	82,99	84,17	83,76	0,02	
5590,53	1	0,88	0,8	0,84	1,63	2,28	1,73	1,8	83	84,18	83,76	0,02	
5591,03	1	0,88	0,8	0,84	1,63	2,14	1,73	1,8	83	84,19	83,77	0,03	
5591,53	1	0,88	0,8	0,84	1,63	1,99	1,73	1,8	83,01	84,2	83,78	0,03	
5592,03	1	0,88	0,8	0,84	1,63	1,87	1,72	1,8	83,01	84,21	83,78	0,03	
5592,53	1	0,88	0,8	0,84	1,63	1,76	1,72	1,8	83,01	84,21	83,77	0,03	
5593,03	1	0,88	0,8	0,84	1,63	1,69	1,71	1,8	83,01	84,21	83,77	0,02	
5593,62	1	0,88	0,8	0,84	1,63	1,65	1,71	1,8	83,01	84,2	83,77	0,02	
5594,14	1	0,87	0,8	0,84	1,63	1,6	1,7	1,8	83,01	84,2	83,76	0,02	
5594,64	1,01	0,87	0,8	0,85	1,63	1,58	1,7	1,81	83,02	84,2	83,77	0,01	
5595,14	1,01	0,87	0,8	0,85	1,63	1,58	1,7	1,81	83,02	84,2	83,77	0,01	
5595,64	1,01	0,87	0,8	0,85	1,63	1,59	1,7	1,81	83,03	84,2	83,78	0,01	
5596,14	1,01	0,87	0,8	0,85	1,64	1,61	1,7	1,81	83,03	84,2	83,78	0,01	
5596,64	1,01	0,87	0,8	0,85	1,64	1,63	1,7	1,81	83,02	84,2	83,79	0,01	
5597,14	1,01	0,87	0,8	0,85	1,64	1,65	1,7	1,81	83,02	84,2	83,79	0,01	
5597,64	1,01	0,87	0,8	0,85	1,64	1,66	1,7	1,82	83,02	84,21	83,79	0,01	
5598,14	1,01	0,87	0,8	0,85	1,65	1,68	1,7	1,82	83,02	84,21	83,79	0,01	
5598,64	1,01	0,87	0,8	0,85	1,65	1,7	1,7	1,82	83,03	84,22	83,8	0,01	
5599,14	1,01	0,87	0,8	0,85	1,65	1,71	1,7	1,82	83,03	84,23	83,81	0,01	
5599,64	1,01	0,87	0,8	0,84	1,65	1,72	1,7	1,83	83,04	84,24	83,81	0,01	
5600,14	1,01	0,87	0,8	0,84	1,65	1,72	1,7	1,83	83,04	84,25	83,81	0,01	
5600,64	1,01	0,88	0,8	0,84	1,65	1,73	1,7	1,82	83,04	84,26	83,81	0,01	
5601,14	1,01	0,88	0,8	0,84	1,65	1,72	1,71	1,82	83,05	84,27	83,81	0,01	
5601,64	1,01	0,88	0,8	0,84	1,64	1,72	1,71	1,82	83,04	84,26	83,79	0,01	
5602,14	1,01	0,88	0,8	0,85	1,64	1,72	1,71	1,81	83,03	84,25	83,78	0,01	
5602,64	1,01	0,88	0,8	0,85	1,64	1,72	1,72	1,81	83,02	84,23	83,76	0,01	
5603,14	1,01	0,88	0,8	0,85	1,64	1,72	1,72	1,8	83,01	84,21	83,75	0,01	
5603,64	1,01	0,88	0,8	0,85	1,63	1,72	1,72	1,8	83	84,19	83,74	0,01	
5604,14	1,01	0,88	0,8	0,85	1,63	1,71	1,72	1,79	82,99	84,18	83,73	0,01	
5604,64	1,27	0,88	0,8	0,85	1,63	1,71	1,72	1,79	82,92	84,11	83,66	0,01	Abre A
5605,14	2,86	0,88	0,8	0,85	1,63	1,71	1,71	1,79	82,66	83,87	83,41	0,02	
5605,64	6,46	0,88	0,8	0,85	1,63	1,71	1,71	1,79	82,22	83,47	82,99	0,07	
5606,14	12,07	0,89	0,8	0,85	1,63	1,71	1,7	1,79	81,67	82,96	82,45	0,18	
5606,64	19,31	0,89	0,8	0,85	1,63	1,71	1,7	1,79	81,04	82,39	81,83	0,38	
5607,14	27,59	0,9	0,8	0,85	1,63	1,71	1,7	1,79	80,39	81,81	81,19	0,66	
5607,64	36,26	0,91	0,8	0,85	1,63	1,71	1,7	1,79	79,77	81,26	80,58	1,03	
5608,14	44,74	0,91	0,8	0,85	1,64	1,71	1,7	1,79	79,21	80,77	80,03	1,46	
5608,64	52,54	0,92	0,8	0,85	1,64	1,71	1,7	1,8	78,74	80,35	79,56	1,93	
5609,14	59,32	0,92	0,81	0,85	1,64	1,71	1,71	1,8	78,37	80,03	79,19	2,43	
5609,64	64,89	0,93	0,81	0,86	1,64	1,7	1,71	1,8	78,09	79,8	78,91	2,92	
5610,14	69,17	0,93	0,81	0,86	1,64	1,7	1,71	1,81	77,91	79,65	78,73	3,38	
5610,64	72,2	0,93	0,81	0,86	1,64	1,7	1,72	1,81	77,8	79,57	78,63	3,8	
5611,14	74,1	0,94	0,81	0,86	1,64	1,71	1,72	1,81	77,76	79,54	78,59	4,17	
5611,64	75,04	0,93	0,81	0,86	1,65	1,71	1,72	1,81	77,77	79,56	78,6	4,47	
5612,15	75,22	0,93	0,81	0,86	1,65	1,71	1,72	1,81	77,82	79,61	78,66	4,72	
5612,75	74,71	0,93	0,81	0,85	1,65	1,71	1,72	1,81	77,9	79,68	78,74	4,94	
5613,29	73,92	0,93	0,82	0,85	1,66	1,71	1,72	1,81	77,97	79,75	78,82	5,07	
5613,84	72,75	0,92	0,82	0,85	1,66	1,71	1,73	1,81	78,06	79,83	78,91	5,17	
5614,34	71,76	0,92	0,82	0,84	1,66	1,71	1,73	1,8	78,12	79,88	78,98	5,21	
5614,93	70,68	0,92	0,82	0,84	1,66	1,71	1,73	1,8	78,19	79,94	79,04	5,23	Qmax(A)
5615,43	69,94	0,92	0,81	0,84	1,66	1,71	1,73	1,8	78,22	79,97	79,08	5,22	
5615,93	69,37	0,92	0,81	0,84	1,66	1,71	1,73	1,8	78,25	79,99	79,1	5,2	
5616,45	69,03	0,92	0,81	0,84	1,66	1,71	1,73	1,8	78,26	80	79,11	5,19	
5617,04	68,69	0,92	0,81	0,84	1,66	1,71	1,73	1,8	78,26	80	79,11	5,15	
5617,64	68,6	0,92	0,82	0,84	1,66	1,71	1,73	1,8	78,25	79,99	79,1	5,13	
5618,14	68,61	0,92	0,82	0,84	1,66	1,71	1,73	1,8	78,23	79,98	79,09	5,11	
5618,64	68,66	0,92	0,82	0,84	1,65	1,71	1,73	1,8	78,22	79,97	79,08	5,1	
5619,14	68,69	0,92	0,82	0,84	1,65	1,71	1,73	1,8	78,22	79,96	79,07	5,1	
5619,64	68,44	0,92	0,82	0,84	1,65	1,71	1,74	1,8	78,24	79,98	79,09	5,1	
5620,14	67,16	0,92	0,82	0,85	1,65	1,71	1,74	1,8	78,37	80,09	79,22	5,09	
5620,64	64,05	0,92	0,82	0,85	1,65	1,71	1,74	1,8	78,67	80,35	79,51	5,07	
5621,14	58,95	0,92	0,82	0,85	1,64	1,71	1,74	1,8	79,11	80,75	79,95	5,01	
5621,67	52,15	0,91	0,82	0,85	1,64	1,71	1,74	1,8	79,67	81,25	80,51	4,88	
5622,25	42,53	0,9	0,82	0,85	1,64	1,71	1,74	1,79	80,42	81,92	81,25	4,63	
5622,84	32,34	0,9	0,82	0,86	1,64	1,71	1,74	1,79	81,17	82,59	82	4,25	
5623,34	24,11	0,89	0,82	0,86	1,64	1,71	1,74	1,79	81,76	83,12	82,57	3,86	
5623,84	16,62	0,89	0,82	0,86	1,64	1,71	1,74	1,8	82,26	83,57	83,08	3,43	
5624,34	10,16	0,88	0,82	0,86	1,64	1,71	1,73	1,8	82,68	83,95	83,49	2,96	
5624,84	4,92	0,88	0,82	0,86	1,64	1,71	1,73	1,8	83	84,23	83,8	2,49	
5625,34	0,95	0,88	0,82	0,86	1,64	1,71	1,73	1,8	83,23	84,43	84,02	2,03	Cierra A
5625,84	-1,82	0,88	0,82	0,87	1,64	1,71	1,73	1,8	83,37	84,56	84,16	1,6	
5626,34	-3,51	0,88	0,82	0,87	1,64	1,71	1,73	1,8	83,43	84,62	84,23	1,21	
5626,84	-4,29	0,88	0,82	0,87	1,65	1,71	1,73	1,8	83,44	84,62	84,25	0,86	
5627,34	-4,36	0,88	0,82	0,87	1,65	1,7	1,73	1,8	83,4	84,59	84,23	0,56	

T (s)	Presión (mca)											Q (l/s)	TOMA
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	VC+F	Paa	VRP		
	P3	P4(mca)	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P19	P20	P22		
5627,84	-3,92	0,88	0,82	0,86	1,65	1,7	1,73	1,8	83,34	84,53	84,17	0,32	
5628,34	-3,16	1	0,81	0,86	1,66	1,7	1,73	1,8	83,2	84,4	84,04	0,13	Abre B
5628,84	-2,23	1,93	0,81	0,86	1,66	1,7	1,73	1,8	82,86	84,07	83,69	0	
5629,34	-1,26	4,37	0,81	0,86	1,66	1,7	1,73	1,8	82,27	83,54	83,11	-0,03	
5629,84	-0,35	8,57	0,81	0,86	1,66	1,7	1,73	1,81	81,46	82,8	82,31	0,04	
5630,34	0,44	14,41	0,82	0,85	1,66	1,71	1,73	1,81	80,47	81,91	81,32	0,25	
5630,84	1,07	21,45	0,82	0,85	1,66	1,71	1,74	1,81	79,36	80,92	80,22	0,59	
5631,34	1,54	29,18	0,82	0,85	1,66	1,71	1,74	1,81	78,21	79,89	79,08	1,06	
5631,84	1,84	37,02	0,83	0,85	1,66	1,71	1,74	1,81	77,09	78,9	77,97	1,63	
5632,34	1,99	44,49	0,83	0,84	1,67	1,72	1,75	1,8	76,06	77,99	76,95	2,26	
5632,84	2,02	51,22	0,84	0,84	1,67	1,72	1,75	1,8	75,16	77,19	76,06	2,94	
5633,34	1,97	56,94	0,84	0,84	1,67	1,72	1,75	1,8	74,41	76,54	75,33	3,62	
5633,84	1,85	61,52	0,84	0,84	1,68	1,72	1,75	1,79	73,84	76,03	74,76	4,26	
5634,34	1,69	64,95	0,84	0,84	1,68	1,72	1,75	1,79	73,43	75,67	74,35	4,86	
5634,84	1,52	67,28	0,85	0,84	1,68	1,72	1,75	1,79	73,17	75,45	74,09	5,39	
5635,34	1,36	68,65	0,85	0,84	1,68	1,72	1,74	1,78	73,03	75,33	73,95	5,84	
5635,84	1,21	69,23	0,85	0,84	1,67	1,71	1,74	1,78	73	75,31	73,92	6,2	
5636,34	1,09	69,19	0,85	0,83	1,67	1,71	1,74	1,78	73,04	75,35	73,96	6,49	
5636,84	1	68,72	0,85	0,83	1,67	1,71	1,74	1,78	73,13	75,44	74,04	6,7	
5637,34	0,93	67,98	0,85	0,84	1,67	1,71	1,73	1,78	73,25	75,55	74,16	6,84	
5637,84	0,89	67,12	0,85	0,84	1,66	1,71	1,73	1,78	73,37	75,66	74,28	6,94	
5638,34	0,87	66,24	0,85	0,84	1,66	1,71	1,73	1,79	73,49	75,76	74,39	6,98	
5638,84	0,87	65,43	0,85	0,84	1,66	1,71	1,73	1,79	73,59	75,85	74,49	7	Qmax(B)
5639,34	0,88	64,73	0,85	0,84	1,65	1,7	1,72	1,8	73,67	75,92	74,57	6,99	
5639,84	0,9	63,8	0,85	0,84	1,65	1,7	1,72	1,81	73,82	76,04	74,72	6,97	
5640,34	0,93	61,66	0,85	0,84	1,65	1,7	1,72	1,82	74,27	76,45	75,18	6,93	
5640,84	0,96	57,76	0,85	0,84	1,65	1,7	1,73	1,82	75,11	77,2	76,01	6,85	
5641,34	0,98	52,17	0,85	0,84	1,65	1,7	1,73	1,82	76,26	78,25	77,15	6,69	
5641,84	1	45,26	0,85	0,84	1,65	1,7	1,74	1,82	77,58	79,45	78,45	6,42	
5642,34	1,02	37,56	0,85	0,84	1,65	1,7	1,74	1,82	78,94	80,68	79,8	6,05	
5642,84	1,04	29,65	0,85	0,84	1,66	1,7	1,74	1,82	80,24	81,85	81,07	5,58	
5643,34	1,05	22,03	0,84	0,84	1,66	1,71	1,75	1,81	81,38	82,88	82,2	5,02	
5643,84	1,05	15,11	0,84	0,84	1,66	1,71	1,75	1,81	82,34	83,73	83,14	4,41	
5644,34	1,05	9,17	0,83	0,84	1,67	1,71	1,75	1,8	83,08	84,37	83,86	3,77	
5644,84	1,05	4,35	0,83	0,84	1,67	1,71	1,74	1,8	83,6	84,83	84,38	3,13	
5645,34	1,04	0,71	0,82	0,85	1,68	1,71	1,74	1,8	83,93	85,1	84,7	2,53	Cierra B
5645,84	1,04	-1,82	0,82	0,85	1,68	1,71	1,74	1,8	84,09	85,23	84,85	1,97	
5646,34	1,04	-3,36	1,11	0,85	1,68	1,71	1,74	1,8	84,09	85,22	84,86	1,47	Abre C
5646,84	1,03	-4,06	2,87	0,85	1,68	1,71	1,74	1,8	83,94	85,06	84,71	1,04	
5647,34	1,03	-4,12	6,72	0,86	1,68	1,71	1,74	1,8	83,67	84,8	84,44	0,7	
5647,84	1,03	-3,7	12,64	0,86	1,68	1,71	1,74	1,8	83,32	84,46	84,09	0,45	
5648,36	1,02	-2,99	20,2	0,87	1,68	1,7	1,74	1,8	82,93	84,09	83,7	0,3	
5648,95	1,02	-1,96	30,55	0,87	1,68	1,7	1,74	1,79	82,45	83,64	83,23	0,25	
5649,45	1,02	-1,07	39,48	0,88	1,67	1,7	1,74	1,79	82,09	83,29	82,86	0,28	
5650,04	1,01	-0,1	49,69	0,89	1,67	1,7	1,74	1,79	81,71	82,93	82,49	0,4	
5650,54	1,01	0,57	57,25	0,89	1,67	1,71	1,74	1,79	81,45	82,69	82,24	0,55	
5651,04	1,01	1,09	63,64	0,9	1,67	1,71	1,74	1,79	81,26	82,51	82,05	0,72	
5651,54	1,01	1,45	68,73	0,9	1,66	1,71	1,74	1,79	81,13	82,39	81,92	0,89	
5652,04	1,01	1,66	72,5	0,9	1,66	1,7	1,74	1,79	81,05	82,31	81,84	1,05	
5652,54	1,01	1,75	75,03	0,9	1,66	1,7	1,74	1,79	81,02	82,27	81,8	1,21	
5653,04	1,01	1,75	76,47	0,9	1,66	1,7	1,74	1,79	81,02	82,27	81,8	1,34	
5653,54	1,01	1,67	77,03	0,9	1,66	1,7	1,75	1,79	81,05	82,28	81,83	1,44	
5654,04	1,01	1,54	76,91	0,9	1,66	1,7	1,75	1,78	81,09	82,32	81,87	1,52	
5654,54	1,01	1,39	76,32	0,9	1,66	1,69	1,74	1,78	81,13	82,37	81,92	1,58	
5655,04	1,01	1,24	75,44	0,9	1,66	1,69	1,74	1,78	81,18	82,42	81,97	1,62	
5655,54	1,01	1,1	74,43	0,9	1,66	1,69	1,74	1,78	81,22	82,47	82,02	1,64	Qmax(C)
5656,04	1,01	0,97	73,42	0,9	1,66	1,69	1,74	1,79	81,26	82,51	82,06	1,64	
5656,54	1,01	0,87	72,49	0,9	1,66	1,69	1,74	1,79	81,28	82,54	82,09	1,64	
5657,04	1,01	0,8	71,7	0,9	1,66	1,69	1,74	1,79	81,3	82,56	82,11	1,63	
5657,54	1,01	0,75	71,08	0,9	1,66	1,69	1,74	1,8	81,31	82,57	82,12	1,62	
5658,04	1,01	0,72	70,64	0,9	1,66	1,69	1,73	1,8	81,31	82,57	82,13	1,61	
5658,54	1,01	0,72	70,18	0,91	1,66	1,7	1,73	1,8	81,31	82,57	82,13	1,59	
5659,04	1,01	0,72	68,61	0,9	1,66	1,7	1,73	1,8	81,36	82,62	82,18	1,58	
5659,54	1,01	0,74	65,1	0,9	1,66	1,7	1,73	1,8	81,47	82,73	82,3	1,56	
5660,04	1,01	0,76	59,58	0,9	1,66	1,71	1,73	1,8	81,64	82,89	82,46	1,53	
5660,54	1,01	0,78	52,38	0,89	1,66	1,71	1,73	1,8	81,85	83,09	82,67	1,49	
5661,04	1,01	0,81	44,09	0,88	1,66	1,71	1,73	1,8	82,07	83,31	82,89	1,42	
5661,54	1,01	0,83	35,34	0,88	1,66	1,71	1,73	1,8	82,31	83,54	83,12	1,32	
5662,04	1,01	0,84	26,74	0,87	1,66	1,71	1,73	1,8	82,53	83,76	83,34	1,2	
5662,54	1,01	0,86	18,79	0,86	1,66	1,71	1,74	1,8	82,73	83,96	83,54	1,06	
5663,04	1,01	0,87	11,83	0,85	1,66	1,71	1,74	1,8	82,89	84,12	83,7	0,9	
5663,54	1,01	0,88	6,09	0,85	1,66	1,71	1,74	1,8	83,02	84,24	83,82	0,73	
5664,04	1,01	0,88	1,65	0,85	1,66	1,71	1,74	1,79	83,12	84,33	83,91	0,57	Cierra C
5664,54	1,01	0,89	-1,52	1,38	1,66	1,71	1,74	1,79	83,15	84,36	83,94	0,41	Abre D
5665,04	1,01	0,89	-3,54	3,55	1,66	1,71	1,74	1,79	83,08	84,3	83,87	0,27	

Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo "Costella".

T (s)	Presión (mca)											Q (l/s)	TOMA
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	VC+F	Paa	VRP		
	P3	P4(mca)	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P19	P20	P22		
5665,54	1,01	0,88	-4,57	7,8	1,67	1,7	1,74	1,79	82,93	84,15	83,73	0,18	
5666,04	1,01	0,88	-4,82	13,99	1,67	1,7	1,74	1,79	82,72	83,94	83,52	0,13	
5666,54	1,01	0,87	-4,5	21,64	1,68	1,7	1,74	1,8	82,47	83,7	83,27	0,14	
5667,04	1	0,87	-3,78	30,14	1,68	1,7	1,74	1,8	82,19	83,43	83	0,2	
5668,31	1	0,86	-3,24	35,37	1,69	1,7	1,74	1,8	82,03	83,27	82,84	0,25	
5668,82	1	0,86	-1,86	47,17	1,69	1,7	1,74	1,8	81,68	82,93	82,5	0,44	
5669,34	1,01	0,85	-0,54	57,42	1,7	1,7	1,74	1,8	81,39	82,65	82,22	0,67	
5669,87	1,01	0,84	0,52	65,38	1,7	1,7	1,74	1,8	81,18	82,46	82,02	0,92	
5670,39	1,01	0,84	1,26	70,82	1,71	1,7	1,74	1,8	81,05	82,33	81,88	1,15	
5670,95	1,01	0,85	1,7	74,18	1,71	1,7	1,74	1,8	80,99	82,26	81,8	1,37	
5671,45	1,01	0,85	1,79	74,65	1,71	1,71	1,74	1,8	81	82,26	81,8	1,49	
5671,95	1,01	0,85	1,77	72,92	1,71	1,71	1,74	1,8	81,09	82,34	81,87	1,57	
5672,45	1,01	0,85	1,68	68,61	1,71	1,71	1,74	1,8	81,26	82,5	82,03	1,63	
5672,95	1,01	0,85	1,54	61,95	1,7	1,71	1,74	1,81	81,48	82,72	82,25	1,64	Qmax(D)
5673,45	1,01	0,85	1,37	53,56	1,7	1,71	1,74	1,81	81,75	82,97	82,51	1,61	
5673,95	1,01	0,86	1,2	44,18	1,69	1,71	1,75	1,81	82,03	83,24	82,78	1,55	
5674,45	1,01	0,85	1,05	34,54	1,69	1,71	1,75	1,81	82,3	83,51	83,05	1,44	
5674,95	1,01	0,85	0,91	25,29	1,68	1,71	1,76	1,81	82,55	83,76	83,3	1,31	
5675,45	1,01	0,85	0,8	16,94	1,68	1,71	1,76	1,81	82,77	83,97	83,51	1,14	
5675,95	1,01	0,85	0,72	9,82	1,87	1,7	1,76	1,81	82,91	84,11	83,66	0,95	
5676,45	1,01	0,85	0,67	4,11	3,25	1,7	1,76	1,81	82,84	84,06	83,6	0,77	Cierra D
5676,95	1,01	0,85	0,64	-0,15	6,57	1,71	1,75	1,81	82,59	83,83	83,36	0,62	Abre E
5677,47	1,01	0,85	0,64	-1,47	8,47	1,71	1,75	1,81	82,44	83,7	83,22	0,58	
5678,04	1,01	0,85	0,64	-4,96	20,44	1,72	1,75	1,8	81,57	82,91	82,39	0,58	
5678,54	1,01	0,85	0,66	-5,49	28,67	1,73	1,75	1,8	81,02	82,42	81,85	0,73	
5679,04	1,01	0,85	0,68	-5,3	37,24	1,74	1,75	1,8	80,48	81,93	81,32	0,97	
5679,54	1	0,85	0,71	-4,6	45,57	1,75	1,75	1,8	79,98	81,48	80,83	1,3	
5680,04	1	0,85	0,73	-3,61	53,21	1,76	1,75	1,8	79,55	81,1	80,41	1,69	
5680,54	1	0,85	0,75	-2,5	59,81	1,77	1,76	1,8	79,21	80,78	80,06	2,11	
5681,04	1	0,85	0,77	-1,39	65,2	1,77	1,76	1,8	78,95	80,55	79,81	2,54	
5681,54	1	0,85	0,78	-0,38	69,32	1,77	1,76	1,8	78,77	80,38	79,63	2,96	
5682,04	1	0,85	0,78	0,46	72,21	1,78	1,76	1,8	78,66	80,28	79,53	3,34	
5682,54	1	0,85	0,79	1,12	73,99	1,78	1,76	1,8	78,62	80,24	79,48	3,68	
5683,04	1	0,85	0,79	1,58	74,84	1,77	1,76	1,81	78,62	80,24	79,48	3,97	
5683,54	1	0,85	0,79	1,86	74,96	1,77	1,76	1,81	78,66	80,28	79,51	4,21	
5684,04	1	0,85	0,79	1,98	74,54	1,77	1,76	1,82	78,71	80,34	79,57	4,39	
5684,54	1	0,84	0,79	1,97	73,77	1,77	1,76	1,82	78,78	80,41	79,63	4,52	
5685,04	1	0,85	0,78	1,87	72,62	1,77	1,76	1,83	78,88	80,5	79,72	4,61	
5685,54	1	0,85	0,78	1,71	70,23	1,77	1,76	1,83	79,11	80,72	79,94	4,65	
5686,04	1	0,85	0,78	1,52	65,95	1,76	1,76	1,83	79,55	81,13	80,37	4,65	Qmax(E)
5686,54	1	0,85	0,78	1,33	59,77	1,76	1,76	1,83	80,14	81,69	80,96	4,58	
5687,04	1	0,85	0,78	1,15	52,1	1,75	1,76	1,83	80,81	82,32	81,63	4,44	
5687,54	1	0,85	0,78	0,99	43,51	1,74	1,76	1,82	81,49	82,94	82,3	4,21	
5688,04	1	0,85	0,78	0,86	34,64	1,74	1,76	1,82	82,11	83,51	82,92	3,9	
5688,54	1	0,85	0,78	0,76	26,06	1,73	1,76	1,81	82,64	83,99	83,44	3,53	
5689,04	1,01	0,85	0,78	0,7	18,24	1,72	1,76	1,81	83,06	84,36	83,87	3,11	
5689,56	1,01	0,85	0,78	0,67	11,49	1,71	1,76	1,85	83,34	84,61	84,16	2,68	
5690,15	1,01	0,85	0,78	0,66	5,05	1,71	1,75	3,06	83,32	84,56	84,14	2,16	
5690,65	1,01	0,85	0,78	0,67	1,12	1,7	1,75	6,08	82,91	84,18	83,74	1,78	Cierra E
5691,15	1,02	0,85	0,78	0,69	-1,57	1,7	1,74	11,19	82,22	83,53	83,06	1,51	Abre F
5691,65	1,02	0,85	0,78	0,72	-3,16	1,7	1,74	18,09	81,32	82,7	82,17	1,37	
5692,15	1,02	0,85	0,78	0,75	-3,85	1,7	1,74	26,26	80,31	81,77	81,15	1,38	
5692,65	1,02	0,85	0,78	0,77	-3,84	1,7	1,74	35,06	79,26	80,82	80,11	1,55	
5693,15	1,02	0,85	0,78	0,8	-3,33	1,71	1,74	43,85	78,26	79,92	79,11	1,85	
5693,65	1,02	0,85	0,78	0,82	-2,51	1,71	1,74	52,12	77,37	79,12	78,22	2,26	
5694,15	1,01	0,85	0,78	0,83	-1,54	1,71	1,74	59,46	76,62	78,45	77,46	2,75	
5694,65	1,01	0,85	0,77	0,85	-0,54	1,71	1,75	65,61	76,02	77,92	76,86	3,27	
5695,15	1,01	0,85	0,77	0,85	0,38	1,71	1,75	70,46	75,59	77,54	76,43	3,8	
5695,65	1,01	0,85	0,77	0,86	1,17	1,71	1,75	74,01	75,3	77,29	76,14	4,31	
5696,15	1,01	0,85	0,77	0,86	1,79	1,71	1,75	76,35	75,14	77,15	75,98	4,77	
5696,65	1,01	0,85	0,77	0,86	2,24	1,71	1,75	77,65	75,09	77,12	75,92	5,17	
5697,15	1,01	0,85	0,77	0,86	2,53	1,71	1,75	78,1	75,12	77,15	75,95	5,51	
5697,65	1,01	0,85	0,77	0,85	2,66	1,71	1,76	77,91	75,19	77,24	76,03	5,78	
5698,15	1,01	0,85	0,77	0,85	2,68	1,7	1,76	77,28	75,3	77,35	76,15	5,98	
5698,65	1,01	0,85	0,77	0,85	2,61	1,7	1,76	76,39	75,43	77,47	76,28	6,12	
5699,17	1	0,85	0,77	0,85	2,48	1,7	1,76	75,39	75,55	77,59	76,4	6,22	
5699,67	1	0,85	0,78	0,85	2,32	1,7	1,76	74,39	75,66	77,7	76,52	6,26	
5700,26	1	0,85	0,78	0,85	2,11	1,7	1,75	73,33	75,77	77,79	76,63	6,28	
5700,76	1,01	0,85	0,78	0,85	1,95	1,7	1,75	72,6	75,84	77,85	76,7	6,27	Qmax(F)
5701,26	1,01	0,85	0,78	0,85	1,81	1,7	1,75	72,04	75,89	77,89	76,75	6,25	
5701,86	1,01	0,86	0,78	0,85	1,67	1,7	1,75	71,59	75,92	77,91	76,79	6,22	
5702,36	1,01	0,86	0,78	0,85	1,59	1,7	1,75	71,36	75,94	77,92	76,8	6,19	
5702,86	1,01	0,86	0,78	0,85	1,54	1,7	1,75	71,25	75,94	77,92	76,81	6,16	
5703,36	1,01	0,86	0,78	0,85	1,51	1,7	1,75	71,21	75,94	77,92	76,81	6,14	
5703,86	1,01	0,86	0,78	0,85	1,5	1,69	1,75	71,21	75,93	77,91	76,8	6,12	

T (s)	Presión (mca)											Q (l/s)	TOMA
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	VC+F	Paa	VRP		
	P3	P4(mca)	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P19	P20	P22		
5704,36	1,01	0,86	0,78	0,85	1,51	1,69	1,75	71,17	75,93	77,9	76,8	6,11	
5704,86	1,01	0,86	0,78	0,85	1,53	1,69	1,75	71,02	75,94	77,91	76,82	6,1	
5705,36	1,01	0,85	0,78	0,85	1,55	1,69	1,75	70,45	76,02	77,97	76,9	6,1	
5705,86	1,01	0,85	0,78	0,84	1,59	1,69	1,75	68,5	76,33	78,25	77,22	6,09	
5706,36	1,01	0,85	0,78	0,84	1,62	1,69	1,76	64,55	76,97	78,83	77,85	6,04	
5706,86	1,01	0,85	0,79	0,84	1,65	1,69	1,76	58,64	77,87	79,65	78,75	5,93	
5707,36	1,01	0,85	0,79	0,84	1,67	1,69	1,76	51,19	78,93	80,62	79,79	5,73	
5707,86	1,02	0,85	0,79	0,83	1,69	1,7	1,76	42,79	80,02	81,62	80,88	5,43	
5708,37	1,02	0,85	0,79	0,83	1,71	1,7	1,76	34,09	81,06	82,56	81,9	5,03	
5708,95	1,02	0,85	0,79	0,83	1,72	1,7	1,75	24,05	82,14	83,53	82,96	4,45	
5709,47	1,02	0,85	0,79	0,83	1,72	1,71	1,87	16,55	82,85	84,16	83,66	3,91	
5709,97	1,01	0,85	0,79	0,83	1,72	1,71	3,09	10,15	83,32	84,57	84,12	3,34	
5710,47	1,01	0,85	0,79	0,83	1,71	1,71	6,27	5,01	83,56	84,76	84,34	2,78	
5710,97	1,01	0,85	0,79	0,83	1,71	1,72	11,54	1,16	83,57	84,75	84,34	2,27	Cierra F
5711,47	1,01	0,85	0,78	0,84	1,7	1,72	18,57	-1,47	83,42	84,58	84,18	1,83	Abre G
5712,06	1,01	0,85	0,78	0,84	1,69	1,72	28,52	-3,22	83,07	84,23	83,83	1,41	
5712,56	1,01	0,85	0,78	0,84	1,68	1,72	37,3	-3,73	82,71	83,87	83,47	1,17	
5713,06	1,01	0,85	0,78	0,85	1,68	1,72	45,89	-3,58	82,33	83,5	83,09	1,02	
5713,56	1,01	0,85	0,78	0,85	1,68	1,72	53,8	-2,99	81,95	83,14	82,72	0,95	
5714,06	1,01	0,85	0,79	0,85	1,68	1,71	60,68	-2,12	81,62	82,83	82,39	0,94	
5714,58	1,01	0,85	0,79	0,85	1,68	1,71	66,33	-1,14	81,33	82,56	82,12	0,99	
5715,15	1,01	0,85	0,79	0,86	1,68	1,71	71,39	0,03	81,07	82,32	81,86	1,1	
5715,65	1,01	0,85	0,79	0,86	1,68	1,7	74,23	0,9	80,93	82,18	81,72	1,2	
5716,15	1,01	0,85	0,79	0,85	1,68	1,7	75,95	1,63	80,84	82,1	81,63	1,32	
5716,65	1,01	0,85	0,79	0,85	1,68	1,7	76,75	2,18	80,8	82,06	81,59	1,43	
5717,15	1,01	0,86	0,79	0,85	1,68	1,7	76,82	2,56	80,8	82,06	81,58	1,53	
5717,65	1,01	0,86	0,79	0,85	1,68	1,7	76,35	2,78	80,83	82,08	81,61	1,62	
5718,15	1,01	0,86	0,79	0,84	1,68	1,71	75,56	2,86	80,87	82,12	81,65	1,69	
5718,65	1,01	0,86	0,79	0,84	1,68	1,71	74,59	2,84	80,92	82,16	81,7	1,74	
5719,15	1,01	0,86	0,79	0,84	1,68	1,72	73,59	2,75	80,98	82,22	81,76	1,77	
5719,65	1,01	0,86	0,79	0,84	1,68	1,72	72,65	2,6	81,03	82,27	81,81	1,79	
5720,15	1,01	0,86	0,79	0,84	1,69	1,72	71,84	2,43	81,07	82,32	81,86	1,8	Qmax(G)
5720,65	1,01	0,86	0,79	0,85	1,69	1,72	71,18	2,26	81,1	82,36	81,89	1,79	
5721,15	1	0,86	0,79	0,85	1,69	1,72	70,71	2,1	81,13	82,39	81,92	1,78	
5721,65	1	0,85	0,79	0,85	1,69	1,72	70,13	1,96	81,16	82,42	81,95	1,77	
5722,15	1	0,85	0,79	0,85	1,69	1,72	68,27	1,85	81,25	82,51	82,04	1,76	
5722,65	1	0,85	0,79	0,85	1,69	1,72	64,47	1,76	81,41	82,67	82,2	1,73	
5723,15	1,01	0,85	0,79	0,86	1,69	1,72	58,71	1,7	81,62	82,87	82,4	1,69	
5723,65	1,01	0,85	0,79	0,86	1,69	1,72	51,39	1,67	81,86	83,1	82,65	1,62	
5724,15	1,01	0,85	0,79	0,86	1,69	1,72	43,09	1,66	82,11	83,34	82,9	1,53	
5724,65	1,01	0,85	0,79	0,86	1,69	1,72	34,44	1,66	82,36	83,59	83,15	1,42	
5725,15	1,01	0,85	0,79	0,86	1,69	1,72	26,03	1,68	82,59	83,81	83,38	1,28	
5725,65	1,01	0,85	0,79	0,86	1,68	1,71	18,31	1,69	82,79	84,01	83,59	1,11	
5726,15	1,01	0,85	0,79	0,85	1,68	1,71	11,64	1,72	82,96	84,17	83,76	0,93	
5726,65	1,01	0,85	0,79	0,85	1,68	1,92	6,18	1,74	83,07	84,28	83,87	0,74	
5727,15	1,02	0,85	0,79	0,85	1,68	3,32	2	1,76	83,07	84,29	83,89	0,57	Cierra G
5727,65	1,02	0,85	0,79	0,85	1,68	6,55	-0,93	1,77	82,97	84,2	83,79	0,42	Abre H
5728,15	1,02	0,86	0,79	0,84	1,68	11,64	-2,76	1,79	82,79	84,02	83,61	0,31	
5728,65	1,02	0,86	0,79	0,84	1,68	18,22	-3,64	1,79	82,54	83,78	83,37	0,26	
5729,15	1,02	0,86	0,79	0,84	1,68	25,77	-3,77	1,8	82,25	83,51	83,08	0,27	
5729,65	1,02	0,85	0,79	0,84	1,68	33,68	-3,37	1,8	81,96	83,22	82,79	0,34	
5730,15	1,01	0,85	0,79	0,84	1,68	41,44	-2,62	1,8	81,68	82,95	82,51	0,46	
5730,65	1,01	0,85	0,79	0,84	1,69	48,59	-1,68	1,8	81,44	82,71	82,26	0,6	
5731,15	1,01	0,85	0,79	0,84	1,69	54,81	-0,69	1,8	81,23	82,51	82,05	0,77	
5731,65	1,01	0,85	0,79	0,84	1,69	59,91	0,25	1,79	81,07	82,35	81,88	0,95	
5732,15	1,01	0,85	0,79	0,84	1,69	63,84	1,07	1,79	80,95	82,23	81,76	1,13	
5732,65	1,01	0,85	0,79	0,84	1,69	66,62	1,74	1,79	80,87	82,14	81,67	1,3	
5733,15	1,01	0,85	0,79	0,84	1,68	68,36	2,23	1,79	80,82	82,09	81,62	1,44	
5733,65	1,01	0,85	0,79	0,84	1,68	69,22	2,55	1,79	80,8	82,07	81,59	1,57	
5734,15	1,01	0,85	0,79	0,84	1,68	69,39	2,73	1,79	80,79	82,06	81,59	1,67	
5734,65	1,01	0,85	0,79	0,84	1,68	69,05	2,77	1,79	80,81	82,07	81,61	1,75	
5735,15	1,01	0,85	0,79	0,84	1,68	68,38	2,72	1,79	80,83	82,09	81,63	1,81	
5735,65	1,02	0,85	0,79	0,84	1,68	67,52	2,61	1,79	80,87	82,12	81,66	1,84	
5736,15	1,02	0,85	0,79	0,84	1,68	66,61	2,46	1,78	80,9	82,16	81,7	1,86	
5736,65	1,02	0,85	0,79	0,84	1,68	65,72	2,29	1,78	80,94	82,19	81,73	1,87	
5737,15	1,01	0,85	0,79	0,84	1,68	64,79	2,12	1,78	80,98	82,23	81,77	1,87	Qmax(H)
5737,65	1,01	0,86	0,79	0,84	1,68	63,02	1,97	1,78	81,05	82,3	81,84	1,86	
5738,15	1,01	0,86	0,79	0,84	1,68	59,66	1,84	1,78	81,18	82,43	81,98	1,85	
5738,72	1,01	0,86	0,8	0,84	1,68	54,58	1,74	1,79	81,37	82,62	82,18	1,81	
5739,26	1,01	0,86	0,8	0,84	1,68	46,62	1,66	1,79	81,67	82,92	82,47	1,74	
5739,76	1,01	0,86	0,8	0,84	1,68	39,03	1,62	1,79	81,94	83,19	82,74	1,65	
5740,26	1,01	0,86	0,8	0,84	1,68	31,16	1,6	1,79	82,21	83,46	83,01	1,54	
5740,76	1,02	0,86	0,8	0,84	1,68	23,53	1,6	1,79	82,47	83,71	83,26	1,4	
5741,26	1,02	0,86	0,79	0,84	1,68	16,55	1,61	1,79	82,7	83,93	83,48	1,24	
5741,76	1,02	0,86	0,79	0,84	1,68	10,53	1,62	1,79	82,89	84,12	83,67	1,05	

T (s)	Presión (mca)											Q (l/s)	TOMA
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	VC+F	Paa	VRP		
	P3	P4(mca)	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P19	P20	P22		
5742,26	1,02	0,86	0,79	0,84	1,68	5,62	1,64	1,79	83,04	84,27	83,82	0,86	
5742,76	1,02	0,86	0,79	0,84	1,68	1,87	1,67	1,79	83,15	84,37	83,93	0,67	Cierra H
5743,26	1,01	0,85	0,79	0,85	1,68	-0,76	1,69	1,79	83,22	84,45	84,01	0,49	
5743,76	1,01	0,85	0,79	0,85	1,68	-2,38	1,71	1,79	83,25	84,48	84,05	0,33	
5744,26	1,01	0,85	0,79	0,85	1,68	-3,16	1,73	1,79	83,26	84,49	84,07	0,19	
5744,76	1,01	0,86	0,79	0,85	1,68	-3,27	1,74	1,79	83,24	84,48	84,06	0,08	
5745,26	1,01	0,86	0,79	0,85	1,67	-2,9	1,75	1,79	83,22	84,46	84,04	0	

5.1.4. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego.

Legenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- TOMA: Estado de la toma sobre la que se actua.
- VRP: Válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.

T (s)	Presión (mca)											Q (l/s)	TOMA
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	VC+F	Paa	VRP		
	P3	P4	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P19	P20	P22		
386,1	1,01	0,88	0,76	0,82	1,67	1,7	1,75	1,8	83,76	84,97	84,57	0,01	
386,6	1,01	0,88	0,76	0,82	1,67	1,7	1,75	1,8	83,76	84,96	84,57	0,01	
387,1	1,01	0,88	0,75	0,82	1,67	1,7	1,74	1,8	83,74	84,95	84,57	0,01	
387,6	1,01	0,88	0,75	0,82	1,67	1,7	1,74	1,8	83,73	84,93	84,56	0,01	
388,1	1,01	0,88	0,75	0,82	1,67	1,7	1,74	1,79	83,71	84,93	84,55	0,01	
388,6	1,02	0,88	0,75	0,82	1,67	1,7	1,74	1,79	83,7	84,92	84,54	0,01	
389,1	1,02	0,88	0,75	0,82	1,67	1,7	1,74	1,79	83,69	84,91	84,53	0,01	
389,6	1,02	0,88	0,74	0,82	1,73	1,7	1,74	1,79	83,63	84,87	84,48	0,01	Abre E
390,1	1,02	0,88	0,74	0,82	2,05	1,7	1,74	1,79	83,27	84,55	84,14	0,01	
390,6	1,02	0,88	0,74	0,82	2,72	1,7	1,74	1,79	82,39	83,76	83,27	0,05	
391,1	1,02	0,87	0,75	0,82	3,72	1,7	1,73	1,79	80,96	82,47	81,85	0,17	
391,6	1,02	0,87	0,75	0,82	4,99	1,7	1,73	1,79	79,05	80,77	79,97	0,42	
392,1	1,02	0,87	0,75	0,82	6,41	1,71	1,73	1,78	76,82	78,77	77,76	0,83	
392,6	1,01	0,87	0,75	0,82	7,87	1,71	1,73	1,78	74,45	76,65	75,41	1,41	
393,1	1,01	0,87	0,76	0,82	9,28	1,71	1,73	1,78	72,09	74,55	73,09	2,14	
393,6	1,01	0,87	0,76	0,82	10,57	1,7	1,73	1,78	69,9	72,6	70,92	2,98	
394,1	1,01	0,87	0,76	0,83	11,67	1,7	1,73	1,78	67,97	70,89	69,01	3,89	
394,6	1,01	0,87	0,76	0,83	12,56	1,7	1,73	1,77	66,36	69,47	67,42	4,83	
395,1	1,01	0,87	0,76	0,83	13,24	1,71	1,73	1,77	65,11	68,36	66,18	5,76	
395,6	1,01	0,87	0,76	0,83	13,7	1,71	1,74	1,77	64,2	67,56	65,28	6,63	
396,1	1,01	0,87	0,76	0,83	13,98	1,71	1,74	1,77	63,61	67,05	64,7	7,41	
396,6	1,01	0,87	0,76	0,83	14,11	1,71	1,74	1,77	63,29	66,78	64,39	8,1	
397,1	1,01	0,87	0,76	0,83	14,11	1,71	1,74	1,77	63,2	66,7	64,3	8,68	
397,6	1,01	0,87	0,76	0,83	14,03	1,72	1,74	1,77	63,27	66,77	64,37	9,14	
398,1	1,01	0,87	0,76	0,83	13,9	1,72	1,75	1,78	63,45	66,94	64,55	9,49	
398,6	1,01	0,87	0,76	0,83	13,73	1,72	1,75	1,78	63,69	67,16	64,79	9,74	
399,1	1,01	0,87	0,75	0,83	13,56	1,71	1,75	1,79	63,96	67,41	65,05	9,91	
399,6	1,01	0,87	0,75	0,83	13,34	1,71	1,75	1,79	64,28	67,68	65,36	10,01	
400,1	1,01	0,87	0,75	0,83	12,8	1,71	1,75	1,8	64,92	68,25	65,99	10,05	Qmax(E)
400,6	1,01	0,87	0,75	0,83	11,8	1,71	1,75	1,8	66,21	69,4	67,26	10,01	
401,1	1,01	0,87	0,75	0,83	10,41	1,71	1,75	1,8	68,19	71,19	69,21	9,87	
401,6	1,01	0,87	0,75	0,83	8,82	1,7	1,75	1,8	70,74	73,51	71,74	9,57	
402,1	1,01	0,87	0,75	0,83	7,16	1,7	1,75	1,8	73,67	76,18	74,65	9,1	
402,6	1,01	0,87	0,75	0,83	5,56	1,7	1,75	1,8	76,74	78,98	77,7	8,47	
403,1	1,01	0,87	0,75	0,83	4,13	1,7	1,74	1,8	79,75	81,73	80,68	7,69	
403,6	1,01	0,87	0,75	0,83	2,92	1,71	1,74	1,8	82,51	84,26	83,42	6,81	
404,1	1,01	0,87	0,75	0,83	1,96	1,71	1,74	1,8	84,91	86,45	85,79	5,86	
404,6	1,01	0,87	0,75	0,83	1,26	1,71	1,74	1,84	86,78	88,17	87,65	4,89	Abre F
405,1	1,01	0,87	0,75	0,83	0,79	1,71	1,74	2,09	87,63	88,97	88,48	3,96	
405,6	1,01	0,87	0,75	0,83	0,54	1,71	1,74	2,6	86,96	88,4	87,81	3,25	
406,1	1,01	0,87	0,76	0,83	0,46	1,71	1,75	3,35	84,62	86,36	85,49	3	
406,6	1,01	0,86	0,76	0,83	0,51	1,71	1,75	4,29	80,75	82,95	81,67	3,3	

T (s)	Presión (mca)											Q (l/s)	TOMA
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	VC+F	Paa	VRP		
	P3	P4	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P19	P20	P22		
407,1	1,02	0,86	0,76	0,83	0,64	1,71	1,75	5,34	75,7	78,49	76,68	4,12	
407,6	1,02	0,86	0,76	0,83	0,83	1,71	1,76	6,43	69,91	73,37	70,94	5,36	
408,1	1,01	0,86	0,77	0,82	1,04	1,71	1,76	7,48	63,81	67,98	64,92	6,89	Cierra E
408,6	1,01	0,86	0,77	0,82	1,25	1,72	1,76	8,43	57,84	62,69	59,01	8,58	
409,1	1,01	0,86	0,77	0,82	1,43	1,72	1,76	9,25	52,32	57,79	53,55	10,27	
409,6	1,01	0,86	0,77	0,81	1,59	1,72	1,76	9,91	47,5	53,51	48,79	11,88	
410,1	1,01	0,86	0,77	0,81	1,71	1,72	1,76	10,42	43,52	49,98	44,86	13,31	
410,6	1,01	0,86	0,76	0,81	1,79	1,72	1,76	10,77	40,44	47,24	41,82	14,52	
411,1	1,01	0,86	0,76	0,81	1,85	1,72	1,75	10,97	38,24	45,28	39,65	15,48	
411,6	1,01	0,86	0,76	0,81	1,87	1,72	1,75	11,07	36,83	44,02	38,27	16,2	
412,1	1,01	0,86	0,76	0,82	1,87	1,72	1,75	11,07	36,11	43,37	37,56	16,68	
412,6	1,01	0,86	0,76	0,82	1,85	1,72	1,75	11,01	35,93	43,2	37,39	16,96	
413,1	1,01	0,86	0,76	0,82	1,82	1,72	1,74	10,91	36,14	43,38	37,61	17,08	
413,6	1,01	0,87	0,76	0,83	1,79	1,72	1,74	10,79	36,62	43,8	38,09	17,08	Qmax(F)
414,1	1,01	0,87	0,76	0,83	1,75	1,72	1,74	10,66	37,25	44,35	38,72	16,98	
414,6	1,01	0,87	0,76	0,84	1,72	1,71	1,74	10,54	37,93	44,95	39,4	16,84	
415,1	1,01	0,87	0,76	0,84	1,69	1,71	1,74	10,44	38,58	45,53	40,05	16,67	
415,6	1,01	0,87	0,76	0,84	1,67	1,71	1,73	10,36	39,15	46,05	40,63	16,5	
416,1	1,01	0,87	0,76	0,84	1,65	1,7	1,73	10,29	39,62	46,47	41,1	16,34	
416,6	1,01	0,87	0,76	0,84	1,64	1,7	1,73	10,25	39,97	46,78	41,46	16,21	
417,1	1,01	0,87	0,76	0,84	1,63	1,7	1,74	10,23	40,2	47	41,7	16,11	
417,6	1	0,87	0,76	0,85	1,63	1,7	1,74	10,22	40,33	47,11	41,83	16,04	
418,1	1	0,87	0,76	0,85	1,63	1,7	1,74	10,22	40,37	47,16	41,87	16	
418,62	1	0,87	0,76	0,85	1,63	1,7	1,74	10,24	40,35	47,14	41,85	15,98	
419,21	1	0,87	0,77	0,85	1,64	1,7	1,75	10,26	40,25	47,05	41,75	15,99	
419,71	1,01	0,87	0,77	0,86	1,65	1,71	1,75	10,28	40,14	46,96	41,64	16,01	
420,21	1,01	0,87	0,77	0,86	1,65	1,71	1,75	10,29	40,01	46,85	41,51	16,03	
420,71	1,01	0,87	0,77	0,86	1,66	1,71	1,75	10,3	39,91	46,76	41,41	16,07	
421,21	1,01	0,87	0,77	0,85	1,66	1,71	1,75	10,29	39,85	46,7	41,34	16,1	
421,71	1,01	0,87	0,77	0,85	1,67	1,72	1,74	10,26	39,88	46,71	41,36	16,12	
422,21	1,01	0,86	0,77	0,85	1,67	1,72	1,74	10,2	40,02	46,81	41,49	16,14	
422,71	1,01	0,86	0,77	0,85	1,68	1,72	1,74	10,07	40,36	47,08	41,82	16,14	
423,21	1,02	0,86	0,77	0,84	1,68	1,71	1,74	9,74	41,22	47,78	42,66	16,11	
423,71	1,02	0,86	0,76	0,84	1,68	1,71	1,74	9,05	43,2	49,47	44,61	15,94	
424,21	1,02	0,86	0,76	0,83	1,68	1,71	1,74	8,05	46,56	52,4	47,94	15,39	
424,71	1,02	0,87	0,76	0,83	1,68	1,71	1,74	6,87	51,17	56,44	52,49	14,41	
425,21	1,02	0,87	0,76	0,82	1,68	1,71	1,74	5,65	56,65	61,28	57,91	13,02	
425,71	1,02	0,87	0,76	0,82	1,68	1,71	1,74	4,47	62,57	66,52	63,75	11,33	
426,21	1,01	0,87	0,76	0,82	1,68	1,71	1,74	3,42	68,48	71,77	69,59	9,46	
426,73	1,01	0,87	0,76	0,82	1,68	1,71	1,74	2,54	74,01	76,68	75,05	7,53	
427,31	1,01	0,87	0,75	0,82	1,68	1,71	1,74	1,74	79,76	81,78	80,71	5,3	
427,81	1,01	0,87	0,75	0,82	1,67	1,71	1,74	1,28	83,6	85,2	84,5	3,62	Cierra F
428,31	1,01	0,87	0,75	0,82	1,67	1,71	1,74	0,99	86,53	87,79	87,37	2,18	
428,81	1,01	0,87	0,74	0,82	1,67	1,71	1,74	0,85	88,54	89,57	89,36	1	
429,31	1,01	0,87	0,74	0,82	1,67	1,71	1,75	0,83	89,73	90,61	90,53	0,11	
429,81	1,01	0,87	0,74	0,83	1,67	1,71	1,99	0,9	90,14	90,96	90,93	-0,52	Abre G
430,31	1,01	0,87	0,74	0,83	1,67	1,71	2,76	1,03	89,81	90,63	90,59	-0,91	
430,81	1,01	0,87	0,74	0,83	1,67	1,71	4,15	1,18	88,9	89,78	89,69	-1,07	
431,31	1,01	0,87	0,74	0,83	1,67	1,71	6,1	1,35	87,6	88,56	88,4	-1,02	
431,81	1,01	0,87	0,74	0,83	1,67	1,71	8,45	1,51	86,08	87,15	86,89	-0,81	
432,31	1,02	0,87	0,74	0,83	1,67	1,7	11	1,65	84,5	85,69	85,33	-0,45	
432,81	1,02	0,87	0,74	0,83	1,67	1,7	13,58	1,77	83	84,29	83,84	0	
433,31	1,02	0,86	0,74	0,83	1,68	1,7	16,03	1,86	81,66	83,04	82,51	0,51	
433,81	1,02	0,86	0,75	0,83	1,68	1,7	18,22	1,91	80,54	82	81,39	1,05	
434,31	1,02	0,86	0,75	0,83	1,68	1,7	20,07	1,94	79,67	81,19	80,53	1,58	
434,81	1,01	0,86	0,76	0,83	1,68	1,7	21,54	1,95	79,05	80,62	79,92	2,07	
435,32	1,01	0,86	0,76	0,83	1,68	1,7	22,63	1,95	78,67	80,26	79,53	2,51	
435,82	1,01	0,86	0,77	0,83	1,68	1,7	23,36	1,93	78,49	80,08	79,35	2,89	
436,32	1,01	0,87	0,77	0,83	1,68	1,71	23,77	1,91	78,46	80,05	79,32	3,19	
436,82	1,01	0,87	0,77	0,83	1,67	1,71	23,92	1,88	78,55	80,13	79,4	3,43	
437,42	1,01	0,87	0,77	0,82	1,67	1,71	23,83	1,85	78,74	80,31	79,6	3,64	
437,92	1,01	0,87	0,77	0,82	1,67	1,72	23,61	1,83	78,94	80,5	79,8	3,75	
438,42	1,01	0,87	0,77	0,82	1,67	1,72	23,31	1,81	79,15	80,7	80,01	3,81	
438,92	1,01	0,86	0,77	0,82	1,67	1,72	22,97	1,79	79,34	80,88	80,21	3,84	
439,42	1,01	0,86	0,78	0,82	1,66	1,72	22,65	1,79	79,51	81,05	80,39	3,85	Qmax(G)
439,92	1	0,86	0,78	0,82	1,66	1,72	22,35	1,78	79,64	81,18	80,53	3,83	
440,42	1	0,86	0,78	0,82	1,66	1,72	22,1	1,78	79,74	81,28	80,64	3,81	
440,92	1	0,86	0,78	0,82	1,66	1,72	21,91	1,78	79,81	81,34	80,71	3,79	
441,42	1	0,86	0,78	0,83	1,66	1,72	21,78	1,78	79,85	81,38	80,75	3,76	
441,92	1	0,86	0,78	0,83	1,66	1,72	21,71	1,78	79,87	81,4	80,76	3,74	
442,42	1	0,86	0,79	0,84	1,66	1,72	21,68	1,78	79,87	81,39	80,75	3,72	
442,92	1	0,86	0,79	0,84	1,67	1,72	21,68	1,78	79,86	81,36	80,73	3,71	
443,42	1	0,86	0,79	0,84	1,67	1,71	21,72	1,78	79,83	81,34	80,7	3,7	
443,92	1,01	0,86	0,79	0,85	1,67	1,71	21,77	1,78	79,81	81,3	80,67	3,7	
444,42	1,01	0,86	0,79	0,85	1,67	1,71	21,82	1,78	79,78	81,27	80,64	3,7	

Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo "Costella".

T (s)	Presión (mca)											Q (l/s)	TOMA
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	VC+F	Paa	VRP		
	P3	P4	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P19	P20	P22		
444,92	1,01	0,86	0,79	0,85	1,68	1,71	21,87	1,79	79,75	81,24	80,61	3,7	
445,42	1,01	0,87	0,78	0,84	1,68	1,71	21,91	1,79	79,72	81,22	80,58	3,71	
445,92	1,01	0,87	0,78	0,84	1,68	1,71	21,82	1,79	79,74	81,24	80,61	3,72	
446,42	1,02	0,87	0,78	0,84	1,68	1,71	21,17	1,79	79,94	81,42	80,81	3,72	
446,92	1,02	0,87	0,78	0,84	1,68	1,71	19,72	1,79	80,36	81,83	81,23	3,7	
447,42	1,02	0,87	0,78	0,83	1,68	1,71	17,6	1,79	81	82,45	81,88	3,63	
447,92	1,02	0,87	0,77	0,83	1,68	1,71	15,04	1,78	81,81	83,23	82,69	3,51	
448,42	1,02	0,87	0,77	0,83	1,67	1,71	12,29	1,78	82,71	84,1	83,6	3,32	
448,92	1,03	0,87	0,77	0,83	1,67	1,73	9,56	1,78	83,63	85	84,53	3,06	Abre H
449,42	1,03	0,86	0,77	0,83	1,67	2,06	7,03	1,78	84,43	85,77	85,32	2,76	
449,92	1,03	0,86	0,77	0,83	1,67	2,92	4,83	1,78	84,92	86,26	85,81	2,42	
450,42	1,03	0,86	0,76	0,83	1,67	4,32	3,03	1,78	85,1	86,43	85,98	2,09	
450,92	1,03	0,86	0,76	0,83	1,67	6,18	1,65	1,78	84,95	86,28	85,82	1,8	cierra G
451,42	1,03	0,85	0,76	0,83	1,67	8,35	0,68	1,78	84,54	85,89	85,41	1,58	
451,92	1,02	0,85	0,76	0,83	1,67	10,66	0,08	1,78	83,94	85,3	84,81	1,43	
452,42	1,02	0,85	0,77	0,83	1,67	12,95	-0,2	1,78	83,23	84,6	84,1	1,38	
452,92	1,02	0,85	0,77	0,83	1,67	15,06	-0,24	1,78	82,47	83,87	83,35	1,4	
453,42	1,02	0,85	0,77	0,83	1,67	16,92	-0,09	1,77	81,75	83,15	82,62	1,5	
453,92	1,02	0,85	0,77	0,83	1,67	18,45	0,17	1,77	81,09	82,5	81,96	1,66	
454,42	1,01	0,86	0,77	0,83	1,68	19,64	0,49	1,77	80,53	81,95	81,4	1,85	
454,92	1,01	0,86	0,77	0,82	1,68	20,49	0,83	1,77	80,08	81,51	80,95	2,06	
455,42	1,01	0,86	0,78	0,82	1,67	21,04	1,15	1,76	79,75	81,19	80,61	2,27	
455,92	1,01	0,86	0,78	0,82	1,67	21,32	1,43	1,76	79,53	80,98	80,39	2,48	
456,42	1,01	0,86	0,78	0,82	1,67	21,39	1,66	1,76	79,41	80,86	80,26	2,67	
456,92	1,01	0,86	0,78	0,82	1,67	21,3	1,83	1,76	79,37	80,82	80,22	2,83	
457,42	1,01	0,86	0,78	0,82	1,67	21,11	1,94	1,76	79,39	80,85	80,24	2,96	
457,92	1,01	0,86	0,77	0,82	1,67	20,86	2	1,76	79,46	80,92	80,3	3,06	
458,42	1,01	0,86	0,77	0,82	1,67	20,6	2,02	1,76	79,54	81	80,39	3,14	
458,92	1,01	0,86	0,77	0,82	1,66	20,33	2	1,76	79,64	81,1	80,48	3,18	
459,42	1,01	0,87	0,77	0,82	1,66	20,1	1,97	1,77	79,74	81,18	80,58	3,21	
459,92	1,01	0,87	0,77	0,83	1,66	19,9	1,92	1,77	79,83	81,26	80,67	3,22	
460,42	1,01	0,87	0,77	0,83	1,66	19,74	1,86	1,77	79,9	81,33	80,74	3,22	Qmax(H)
460,92	1,01	0,87	0,76	0,84	1,66	19,62	1,8	1,78	79,96	81,39	80,8	3,21	
461,42	1,01	0,87	0,76	0,84	1,66	19,53	1,75	1,78	80	81,43	80,85	3,2	
461,92	1,01	0,87	0,76	0,84	1,66	19,48	1,7	1,78	80,03	81,46	80,89	3,18	
462,42	1,01	0,86	0,76	0,84	1,66	19,45	1,67	1,77	80,04	81,47	80,91	3,16	
462,92	1,01	0,86	0,76	0,85	1,66	19,44	1,65	1,77	80,05	81,48	80,93	3,15	
463,42	1,01	0,86	0,77	0,85	1,67	19,43	1,63	1,77	80,04	81,48	80,93	3,14	
463,92	1,01	0,86	0,77	0,85	1,67	19,37	1,62	1,77	80,04	81,48	80,93	3,13	
464,42	1,01	0,86	0,77	0,85	1,66	19,08	1,63	1,77	80,06	81,5	80,95	3,12	
464,92	1,01	0,86	0,77	0,84	1,66	18,31	1,63	1,77	80,16	81,59	81,05	3,11	
465,42	1,01	0,86	0,78	0,84	1,66	16,96	1,64	1,77	80,36	81,78	81,26	3,08	
465,92	1,01	0,86	0,78	0,84	1,66	15,13	1,65	1,78	80,67	82,07	81,57	3,03	
466,42	1,01	0,86	0,78	0,83	1,66	12,97	1,66	1,78	81,06	82,45	81,96	2,93	
466,92	1,01	0,86	0,78	0,83	1,66	10,67	1,67	1,78	81,51	82,87	82,4	2,78	
467,42	1,01	0,86	0,78	0,82	1,66	8,4	1,67	1,78	81,96	83,3	82,85	2,58	
467,92	1,01	0,86	0,78	0,82	1,66	6,29	1,68	1,79	82,41	83,72	83,29	2,34	
468,42	1,01	0,86	0,78	0,82	1,66	4,45	1,68	1,79	82,82	84,11	83,69	2,05	
468,92	1,01	0,87	0,78	0,81	1,66	2,93	1,68	1,79	83,17	84,44	84,03	1,73	Cierra H
469,42	1,01	0,87	0,77	0,81	1,66	1,77	1,68	1,79	83,46	84,71	84,31	1,41	
469,92	1,01	0,87	0,77	0,81	1,66	0,95	1,68	1,79	83,68	84,92	84,52	1,09	
470,42	1,01	0,87	0,77	0,81	1,66	0,44	1,68	1,78	83,84	85,07	84,68	0,79	
470,92	1,01	0,87	0,77	0,81	1,66	0,18	1,68	1,78	83,94	85,17	84,78	0,52	
471,42	1,04	0,87	0,77	0,81	1,66	0,14	1,68	1,78	83,95	85,18	84,78	0,3	Abre A
471,92	1,26	0,87	0,77	0,82	1,66	0,25	1,68	1,78	83,62	84,88	84,46	0,12	
472,42	1,87	0,87	0,76	0,82	1,66	0,46	1,68	1,77	82,71	84,06	83,55	0,03	
472,92	2,93	0,87	0,76	0,82	1,66	0,73	1,68	1,77	81,14	82,66	82,01	0,06	
473,42	4,4	0,87	0,76	0,82	1,65	1,01	1,68	1,77	78,99	80,75	79,88	0,27	
473,92	6,17	0,87	0,76	0,82	1,65	1,27	1,68	1,77	76,42	78,46	77,35	0,68	
474,42	8,09	0,87	0,76	0,82	1,65	1,51	1,68	1,77	73,63	75,98	74,59	1,3	
474,94	10,04	0,87	0,76	0,82	1,65	1,7	1,68	1,77	70,82	73,49	71,82	2,11	
475,53	12,24	0,87	0,77	0,83	1,65	1,86	1,68	1,78	67,66	70,69	68,7	3,25	
476,03	13,85	0,88	0,77	0,83	1,66	1,94	1,68	1,78	65,36	68,65	66,43	4,3	
476,53	15,2	0,88	0,77	0,83	1,66	1,98	1,68	1,78	63,44	66,95	64,52	5,38	
477,03	16,26	0,88	0,77	0,82	1,66	1,99	1,68	1,78	61,93	65,62	63,03	6,43	
477,53	17,04	0,88	0,78	0,82	1,66	1,97	1,67	1,78	60,83	64,66	61,94	7,42	
478,03	17,55	0,88	0,78	0,82	1,67	1,93	1,67	1,77	60,12	64,03	61,23	8,3	
478,53	17,83	0,87	0,78	0,82	1,67	1,89	1,67	1,77	59,73	63,7	60,84	9,07	
479,05	17,93	0,87	0,78	0,82	1,67	1,84	1,67	1,77	59,61	63,6	60,72	9,7	
479,63	17,86	0,87	0,78	0,82	1,67	1,79	1,67	1,77	59,72	63,71	60,83	10,29	
480,13	17,7	0,87	0,78	0,82	1,67	1,75	1,67	1,77	59,95	63,92	61,06	10,65	
480,63	17,5	0,87	0,78	0,82	1,67	1,72	1,67	1,77	60,25	64,19	61,35	10,9	
481,13	17,26	0,87	0,78	0,82	1,67	1,7	1,68	1,77	60,58	64,48	61,67	11,06	
481,63	17,01	0,87	0,78	0,82	1,67	1,68	1,68	1,78	60,92	64,78	62	11,14	
482,13	16,7	0,87	0,77	0,81	1,67	1,68	1,68	1,78	61,3	65,11	62,38	11,17	Qmax(A)

T (s)	Presión (mca)											Q (l/s)	TOMA
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	VC+F	Paa	VRP		
	P3	P4	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P19	P20	P22		
482,64	16,16	0,87	0,77	0,81	1,67	1,67	1,68	1,78	61,92	65,65	63	11,15	
483,24	14,96	0,87	0,77	0,81	1,67	1,68	1,69	1,78	63,46	67	64,53	11,05	
483,74	13,5	0,87	0,77	0,81	1,67	1,68	1,69	1,78	65,51	68,84	66,57	10,86	
484,24	11,75	0,87	0,77	0,81	1,67	1,69	1,69	1,79	68,16	71,21	69,2	10,53	
484,83	9,46	0,87	0,77	0,81	1,67	1,69	1,69	1,79	71,84	74,53	72,86	9,9	
485,33	7,55	0,87	0,76	0,81	1,67	1,7	1,69	1,79	75,05	77,43	76,05	9,19	
485,83	5,76	0,87	0,76	0,82	1,67	1,7	1,69	1,79	78,16	80,24	79,14	8,33	
486,33	4,18	0,88	0,76	0,82	1,67	1,71	1,69	1,79	80,98	82,79	81,94	7,37	Cierra A
486,83	2,87	0,95	0,76	0,82	1,67	1,71	1,68	1,79	83,19	84,78	84,13	6,33	
487,33	1,84	1,31	0,76	0,82	1,67	1,71	1,68	1,79	84,26	85,76	85,19	5,31	Abre B
487,83	1,09	2,06	0,76	0,83	1,67	1,71	1,68	1,79	83,89	85,45	84,83	4,39	
488,33	0,61	3,18	0,76	0,83	1,67	1,71	1,67	1,78	82,11	83,87	83,06	3,69	
488,83	0,34	4,58	0,76	0,83	1,67	1,71	1,67	1,78	79,14	81,25	80,11	3,3	
489,33	0,26	6,16	0,76	0,83	1,67	1,71	1,67	1,78	75,33	77,88	76,34	3,24	
489,83	0,31	7,78	0,76	0,83	1,67	1,71	1,66	1,78	71,08	74,11	72,13	3,53	
490,33	0,46	9,35	0,77	0,82	1,67	1,72	1,66	1,78	66,73	70,26	67,83	4,13	
490,83	0,66	10,77	0,77	0,82	1,67	1,72	1,66	1,78	62,6	66,6	63,75	4,97	
491,33	0,87	11,99	0,77	0,83	1,67	1,72	1,67	1,78	58,91	63,33	60,1	6	
491,83	1,09	12,98	0,77	0,83	1,67	1,71	1,67	1,78	55,8	60,59	57,03	7,12	
492,33	1,28	13,73	0,77	0,83	1,67	1,71	1,67	1,78	53,37	58,43	54,63	8,27	
492,83	1,44	14,11	0,77	0,83	1,68	1,71	1,68	1,78	51,85	57,06	53,12	9,37	
493,33	1,56	13,92	0,77	0,83	1,68	1,71	1,68	1,78	51,78	56,97	53,05	10,29	
493,83	1,64	13,15	0,77	0,83	1,68	1,71	1,68	1,77	53,35	58,34	54,59	10,77	Qmax(B)
494,33	1,69	11,88	0,77	0,83	1,68	1,71	1,69	1,77	56,4	61,03	57,6	10,72	
494,83	1,71	10,28	0,77	0,83	1,68	1,71	1,69	1,77	60,56	64,74	61,72	10,14	
495,33	1,7	8,5	0,77	0,83	1,68	1,71	1,69	1,77	65,41	69,05	66,51	9,12	
495,83	1,68	6,68	0,77	0,83	1,68	1,71	1,69	1,77	70,49	73,59	71,54	7,81	
496,33	1,65	4,96	0,77	0,83	1,68	1,71	1,69	1,77	75,41	77,99	76,42	6,34	
496,83	1,61	3,43	0,77	0,83	1,68	1,72	1,68	1,77	79,89	81,99	80,85	4,84	
497,33	1,57	2,14	0,77	0,84	1,67	1,72	1,68	1,78	83,7	85,41	84,62	3,41	
497,83	1,54	1,13	0,77	0,84	1,67	1,72	1,68	1,78	86,75	88,13	87,63	2,13	
498,33	1,51	0,39	0,77	0,84	1,67	1,72	1,68	1,78	89	90,14	89,86	1,06	Cierra B
498,83	1,49	-0,09	0,78	0,84	1,67	1,71	1,68	1,78	90,49	91,47	91,33	0,22	
499,33	1,47	-0,35	0,78	0,83	1,67	1,71	1,68	1,78	91,3	92,2	92,13	-0,39	
499,83	1,46	-0,44	0,78	0,83	1,67	1,71	1,68	1,78	91,56	92,42	92,38	-0,78	
500,33	1,45	-0,38	0,78	0,83	1,67	1,71	1,68	1,78	91,39	92,27	92,21	-1	
500,83	1,45	-0,23	0,78	0,83	1,67	1,71	1,68	1,77	90,92	91,84	91,74	-1,06	Abre C
501,35	1,46	-0,03	0,82	0,82	1,67	1,71	1,68	1,77	90,25	91,23	91,07	-1,01	
501,85	1,46	0,19	1,16	0,82	1,68	1,71	1,67	1,77	89,34	90,4	90,17	-0,88	
502,44	1,47	0,45	2,13	0,82	1,68	1,71	1,67	1,77	87,96	89,11	88,79	-0,66	
502,94	1,48	0,64	3,38	0,81	1,68	1,71	1,67	1,77	86,63	87,87	87,48	-0,43	
503,44	1,48	0,8	4,93	0,82	1,69	1,71	1,67	1,77	85,26	86,57	86,11	-0,16	
503,94	1,49	0,91	6,66	0,82	1,69	1,72	1,67	1,77	83,91	85,3	84,77	0,16	
504,44	1,49	0,99	8,44	0,82	1,69	1,72	1,67	1,78	82,67	84,11	83,53	0,5	
504,94	1,49	1,04	10,15	0,83	1,69	1,72	1,67	1,78	81,58	83,07	82,45	0,86	
505,44	1,49	1,05	11,69	0,83	1,69	1,72	1,68	1,78	80,68	82,2	81,55	1,23	
505,94	1,49	1,04	13,02	0,84	1,68	1,73	1,68	1,79	79,98	81,52	80,85	1,59	
506,44	1,49	1,02	14,1	0,84	1,69	1,73	1,67	1,79	79,48	81,03	80,34	1,93	
506,94	1,49	0,99	14,92	0,85	1,69	1,73	1,67	1,79	79,16	80,71	80,02	2,25	
507,44	1,49	0,95	15,48	0,85	1,69	1,72	1,67	1,79	79	80,54	79,85	2,53	
507,94	1,49	0,91	15,82	0,85	1,69	1,72	1,67	1,79	78,95	80,49	79,8	2,78	
508,44	1,49	0,87	15,96	0,85	1,69	1,72	1,67	1,79	79	80,53	79,84	2,98	
508,94	1,49	0,84	15,96	0,85	1,69	1,71	1,67	1,79	79,11	80,62	79,94	3,15	
509,44	1,49	0,82	15,85	0,85	1,69	1,71	1,67	1,78	79,25	80,75	80,08	3,27	
509,94	1,49	0,81	15,67	0,85	1,69	1,7	1,67	1,78	79,4	80,89	80,23	3,37	
510,44	1,49	0,8	15,46	0,85	1,69	1,7	1,68	1,78	79,55	81,03	80,38	3,43	
510,94	1,49	0,79	15,25	0,85	1,69	1,69	1,68	1,77	79,68	81,15	80,5	3,47	
511,44	1,49	0,8	15,04	0,84	1,69	1,69	1,68	1,77	79,78	81,24	80,6	3,49	
511,94	1,48	0,8	14,87	0,84	1,69	1,69	1,69	1,77	79,85	81,32	80,68	3,5	
512,44	1,48	0,81	14,73	0,84	1,69	1,69	1,69	1,77	79,89	81,36	80,72	3,5	Qmax(C)
512,94	1,48	0,81	14,62	0,84	1,68	1,69	1,69	1,77	79,92	81,39	80,75	3,49	
513,44	1,48	0,82	14,55	0,84	1,68	1,69	1,69	1,77	79,92	81,4	80,76	3,48	
513,94	1,48	0,82	14,52	0,84	1,68	1,69	1,69	1,77	79,92	81,4	80,76	3,47	
514,44	1,48	0,83	14,51	0,84	1,68	1,69	1,69	1,77	79,91	81,39	80,75	3,46	
514,94	1,47	0,83	14,52	0,84	1,68	1,69	1,69	1,77	79,89	81,37	80,73	3,46	
515,44	1,47	0,83	14,54	0,83	1,67	1,69	1,69	1,76	79,87	81,34	80,71	3,45	
515,94	1,48	0,83	14,58	0,83	1,67	1,69	1,69	1,76	79,85	81,33	80,7	3,45	
516,44	1,48	0,83	14,59	0,83	1,67	1,69	1,69	1,76	79,85	81,32	80,7	3,45	
516,94	1,48	0,82	14,31	0,83	1,67	1,7	1,68	1,76	79,96	81,43	80,81	3,45	
517,44	1,49	0,82	13,53	0,83	1,66	1,7	1,68	1,77	80,26	81,72	81,12	3,44	
517,94	1,49	0,82	12,28	0,83	1,66	1,7	1,68	1,77	80,77	82,21	81,63	3,39	
518,44	1,49	0,82	10,69	0,83	1,67	1,7	1,68	1,78	81,45	82,86	82,32	3,3	
518,94	1,47	0,82	8,91	0,83	1,67	1,7	1,68	1,78	82,24	83,63	83,11	3,15	
519,44	1,45	0,82	7,09	0,83	1,67	1,7	1,67	1,78	83,07	84,43	83,94	2,93	
519,94	1,41	0,82	5,34	0,83	1,68	1,7	1,67	1,77	83,89	85,22	84,76	2,67	

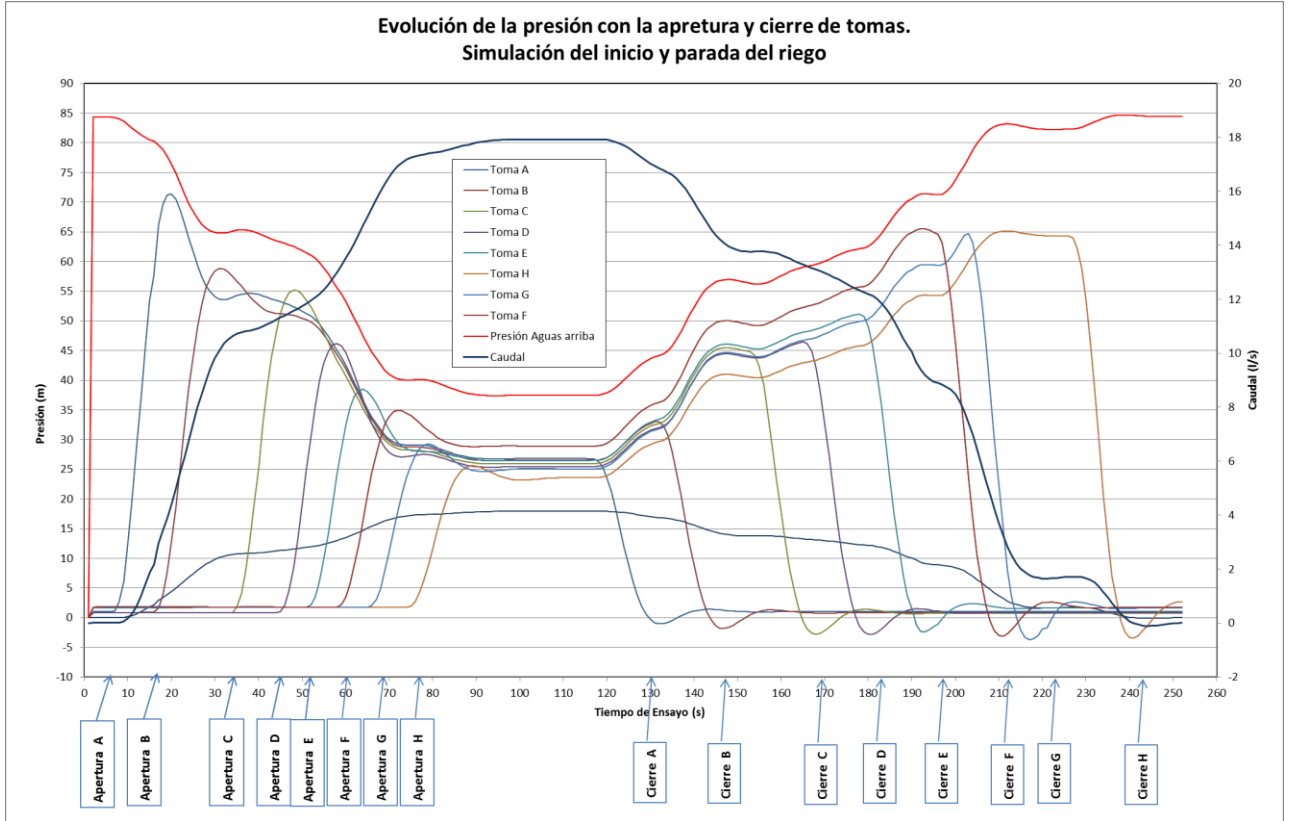
Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo "Costella".

T (s)	Presión (mca)												Q (l/s)	TOMA
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	VC+F	Paa	VRP			
	P3	P4	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P19	P20	P22			
520,44	1,36	0,82	3,76	0,83	1,68	1,7	1,67	1,77	84,64	85,95	85,52	2,35		
520,94	1,3	0,82	2,42	0,83	1,68	1,7	1,67	1,77	85,3	86,59	86,18	2		
521,44	1,24	0,83	1,35	0,82	1,68	1,7	1,66	1,76	85,83	87,1	86,71	1,64	Cierra C	
521,94	1,17	0,83	0,55	0,82	1,68	1,7	1,66	1,76	86,24	87,49	87,11	1,28		
522,44	1,12	0,83	0,01	0,82	1,68	1,71	1,66	1,76	86,52	87,76	87,39	0,94		
522,97	1,07	0,83	-0,3	0,82	1,68	1,71	1,67	1,76	86,69	87,91	87,55	0,63	Abre D	
523,55	1,02	0,83	-0,43	0,81	1,68	1,71	1,67	1,77	86,76	87,97	87,61	0,33		
524,05	1	0,83	-0,39	0,91	1,68	1,71	1,67	1,77	86,71	87,92	87,56	0,13		
524,55	0,98	0,83	-0,26	1,41	1,68	1,71	1,68	1,77	86,45	87,66	87,29	-0,01		
525,18	0,97	0,83	-0,02	2,73	1,69	1,71	1,68	1,77	85,84	87,07	86,68	-0,11		
525,74	0,96	0,83	0,23	4,76	1,69	1,71	1,68	1,77	84,97	86,23	85,81	-0,1		
526,24	0,97	0,83	0,44	6,83	1,69	1,71	1,68	1,77	84,12	85,4	84,96	0,01		
526,74	0,97	0,83	0,62	9,07	1,68	1,71	1,68	1,77	83,22	84,54	84,07	0,19		
527,24	0,98	0,83	0,76	11,31	1,68	1,71	1,68	1,77	82,35	83,7	83,19	0,45		
527,74	0,98	0,83	0,87	13,42	1,68	1,71	1,68	1,77	81,55	82,93	82,39	0,76		
528,24	0,98	0,83	0,94	15,29	1,68	1,71	1,68	1,78	80,86	82,26	81,7	1,11		
528,74	0,99	0,83	0,98	16,86	1,67	1,71	1,67	1,78	80,29	81,72	81,13	1,47		
529,24	0,99	0,83	0,99	18,09	1,67	1,71	1,67	1,78	79,86	81,31	80,7	1,83		
529,74	0,99	0,83	0,98	18,99	1,67	1,71	1,67	1,78	79,56	81,02	80,39	2,17		
530,26	0,99	0,83	0,96	19,59	1,67	1,71	1,67	1,78	79,37	80,85	80,2	2,47		
530,85	0,99	0,83	0,92	19,95	1,68	1,71	1,66	1,78	79,27	80,77	80,1	2,79		
531,35	0,99	0,83	0,88	20,02	1,68	1,71	1,66	1,77	79,27	80,77	80,1	3		
531,85	0,99	0,83	0,85	19,93	1,68	1,71	1,66	1,77	79,32	80,82	80,16	3,17		
532,35	1	0,83	0,81	19,74	1,68	1,71	1,66	1,77	79,4	80,9	80,24	3,29		
532,85	1	0,83	0,79	19,5	1,69	1,72	1,66	1,77	79,5	80,99	80,34	3,38		
533,35	1	0,83	0,77	19,23	1,69	1,72	1,66	1,77	79,6	81,08	80,45	3,43		
533,85	1	0,83	0,76	18,98	1,69	1,72	1,66	1,76	79,7	81,17	80,55	3,46		
534,35	1	0,83	0,75	18,75	1,69	1,72	1,66	1,76	79,78	81,24	80,63	3,47		
534,85	1	0,83	0,75	18,57	1,69	1,72	1,66	1,76	79,84	81,3	80,7	3,47	Qmax(D)	
535,35	1	0,83	0,75	18,43	1,69	1,72	1,67	1,76	79,89	81,35	80,75	3,46		
535,85	1	0,83	0,75	18,34	1,69	1,71	1,67	1,76	79,92	81,37	80,78	3,44		
536,35	1	0,83	0,76	18,29	1,69	1,71	1,68	1,76	79,93	81,38	80,79	3,43		
536,85	1	0,82	0,76	18,27	1,69	1,71	1,68	1,76	79,94	81,38	80,79	3,41		
537,35	0,99	0,82	0,77	18,08	1,69	1,71	1,68	1,76	79,97	81,41	80,82	3,4		
537,85	0,99	0,82	0,78	17,38	1,69	1,71	1,68	1,76	80,13	81,56	80,98	3,39		
538,35	0,99	0,82	0,78	16,1	1,69	1,72	1,68	1,77	80,47	81,88	81,32	3,36		
538,85	0,99	0,83	0,78	14,34	1,69	1,72	1,68	1,77	80,97	82,37	81,82	3,29		
539,35	0,99	0,83	0,79	12,25	1,69	1,72	1,68	1,77	81,6	82,97	82,45	3,17		
539,85	0,99	0,83	0,79	10,01	1,69	1,72	1,68	1,78	82,3	83,65	83,15	3		
540,35	0,99	0,83	0,79	7,77	1,68	1,72	1,68	1,78	83,01	84,34	83,87	2,77		
540,85	0,99	0,83	0,79	5,69	1,68	1,72	1,68	1,78	83,7	85,01	84,56	2,49		
541,35	0,99	0,83	0,79	3,85	1,68	1,72	1,68	1,78	84,32	85,61	85,17	2,17		
541,85	0,99	0,83	0,79	2,32	1,67	1,72	1,68	1,78	84,85	86,12	85,7	1,82		
542,35	0,98	0,83	0,79	1,13	1,67	1,72	1,68	1,78	85,27	86,52	86,12	1,47	Cierra D	
542,85	0,98	0,83	0,78	0,27	1,67	1,71	1,68	1,77	85,57	86,82	86,42	1,12		
543,35	0,98	0,83	0,78	-0,29	1,67	1,71	1,68	1,77	85,77	87,02	86,63	0,8		
543,85	0,98	0,83	0,78	-0,58	1,67	1,71	1,68	1,76	85,88	87,12	86,74	0,52		
544,35	0,98	0,83	0,77	-0,66	1,67	1,71	1,68	1,76	85,91	87,15	86,77	0,29		

5.1.5. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.

Leyenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- VRP: Válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.



T (s)	Presión (mca)												Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	VC+F	Paa	VRP		
	P3	P4	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P19	P20	P22		
5815,02	1,01	0,86	0,8	0,85	1,69	1,69	1,76	1,79	83,1	83,93	83,89	0,01	
5815,53	1	0,86	0,8	0,85	1,69	1,69	1,76	1,8	83,1	83,93	83,9	0,01	
5816,03	1	0,85	0,8	0,85	1,69	1,7	1,76	1,8	83,09	83,93	83,91	0,01	
5816,53	1	0,85	0,8	0,85	1,69	1,7	1,76	1,8	83,09	83,94	83,91	0,01	
5817,13	1	0,85	0,8	0,85	1,69	1,7	1,75	1,81	83,09	83,95	83,91	0,01	
5817,64	1,1	0,85	0,8	0,85	1,69	1,7	1,75	1,81	83,06	83,93	83,88	0,01	
5818,23	2,64	0,86	0,8	0,85	1,69	1,7	1,75	1,81	82,79	83,68	83,61	0,02	
5818,73	6,06	0,86	0,8	0,85	1,69	1,7	1,75	1,81	82,36	83,28	83,18	0,05	
5819,33	12,83	0,87	0,8	0,85	1,69	1,7	1,75	1,81	81,69	82,65	82,51	0,18	
5819,83	20,24	0,87	0,8	0,85	1,69	1,7	1,75	1,81	81,05	82,06	81,88	0,37	
5820,33	28,61	0,88	0,8	0,85	1,69	1,71	1,76	1,8	80,4	81,46	81,25	0,64	
5820,83	37,32	0,89	0,8	0,84	1,69	1,71	1,76	1,8	79,79	80,89	80,65	1	
5821,33	45,77	0,89	0,8	0,84	1,69	1,71	1,76	1,8	79,25	80,39	80,12	1,42	
5821,83	53,5	0,9	0,8	0,84	1,69	1,71	1,76	1,8	78,8	79,97	79,68	1,88	
5822,34	57,64	0,9	0,8	0,84	1,69	1,71	1,76	1,8	78,57	79,76	79,46	2,17	
5822,92	66,27	1,67	0,8	0,84	1,69	1,7	1,77	1,81	77,83	79,08	78,73	2,93	
5823,42	69,56	3,78	0,81	0,85	1,69	1,7	1,77	1,81	76,98	78,31	77,88	3,41	
5823,92	71,2	7,48	0,81	0,85	1,69	1,69	1,77	1,81	75,73	77,17	76,65	3,89	
5824,42	71,41	12,62	0,81	0,85	1,69	1,69	1,78	1,81	74,14	75,71	75,06	4,41	
5824,92	70,46	18,77	0,81	0,85	1,69	1,69	1,78	1,81	72,3	74,04	73,24	4,96	
5825,42	68,69	25,45	0,81	0,85	1,69	1,69	1,77	1,8	70,35	72,25	71,31	5,55	
5825,92	66,42	32,18	0,81	0,85	1,69	1,69	1,77	1,8	68,41	70,49	69,4	6,16	

Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo "Costella".

T (s)	Presión (mca)												Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	VC+F	Paa	VRP		
	P3	P4	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P19	P20	P22		
5826,42	63,95	38,54	0,81	0,85	1,7	1,69	1,77	1,8	66,6	68,84	67,61	6,78	
5826,92	61,52	44,21	0,81	0,85	1,7	1,7	1,76	1,8	65	67,38	66,03	7,39	
5827,42	59,29	48,99	0,81	0,84	1,7	1,7	1,76	1,8	63,65	66,16	64,71	7,98	
5827,92	57,4	52,77	0,81	0,84	1,7	1,7	1,76	1,8	62,6	65,2	63,67	8,52	
5828,42	55,9	55,55	0,81	0,84	1,71	1,7	1,76	1,8	61,82	64,49	62,91	9,02	
5828,92	54,8	57,4	0,81	0,84	1,71	1,7	1,76	1,79	61,3	64,03	62,41	9,45	
5829,42	54,08	58,44	0,82	0,84	1,71	1,71	1,76	1,79	61,02	63,77	62,13	9,81	
5829,92	53,71	58,82	0,82	0,84	1,71	1,71	1,76	1,79	60,91	63,68	62,03	10,11	
5830,42	53,6	58,71	0,82	0,85	1,71	1,71	1,76	1,79	60,95	63,71	62,07	10,34	
5830,92	53,71	58,24	0,82	0,85	1,71	1,71	1,76	1,79	61,08	63,84	62,21	10,51	
5831,42	53,95	57,56	0,88	0,85	1,71	1,7	1,76	1,79	61,26	64,01	62,4	10,64	
5831,92	54,23	56,75	1,74	0,85	1,71	1,7	1,76	1,79	61,42	64,15	62,56	10,72	
5832,42	54,47	55,87	4,02	0,85	1,71	1,71	1,76	1,8	61,49	64,22	62,63	10,77	
5832,92	54,62	54,97	7,84	0,86	1,7	1,71	1,76	1,8	61,44	64,18	62,59	10,81	
5833,42	54,66	54,12	12,95	0,86	1,7	1,71	1,76	1,8	61,28	64,03	62,43	10,84	
5833,92	54,59	53,34	18,95	0,87	1,7	1,71	1,76	1,8	61,02	63,8	62,18	10,88	
5834,44	54,44	52,67	25,36	0,87	1,7	1,71	1,76	1,8	60,7	63,52	61,87	10,93	
5835,03	54,19	52,04	32,95	0,88	1,7	1,71	1,75	1,8	60,28	63,13	61,45	11	
5835,53	53,95	51,67	38,77	0,88	1,7	1,71	1,75	1,8	59,93	62,81	61,11	11,08	
5836,03	53,7	51,41	43,83	0,88	1,7	1,71	1,75	1,8	59,6	62,52	60,78	11,16	
5836,53	53,46	51,26	48	0,88	1,7	1,71	1,75	1,79	59,32	62,26	60,5	11,24	
5837,03	53,24	51,2	51,2	1,02	1,7	1,71	1,75	1,79	59,08	62,03	60,25	11,32	
5837,53	53	51,15	53,41	2,06	1,7	1,71	1,75	1,79	58,83	61,81	60	11,4	
5838,03	52,72	51,06	54,71	4,48	1,7	1,71	1,75	1,78	58,54	61,54	59,71	11,48	
5838,53	52,39	50,92	55,2	8,29	1,7	1,71	1,75	1,78	58,19	61,23	59,36	11,57	
5839,03	52,02	50,73	55,05	13,22	1,7	1,71	1,75	1,78	57,81	60,89	58,98	11,65	
5839,53	51,63	50,48	54,43	18,86	1,71	1,7	1,75	1,78	57,4	60,52	58,56	11,75	
5840,03	51,25	50,21	53,51	24,78	1,72	1,7	1,75	1,78	56,99	60,15	58,15	11,85	
5840,53	50,82	49,86	52,39	30,51	2,11	1,7	1,75	1,78	56,53	59,73	57,69	11,96	
5841,03	50,25	49,35	51,07	35,6	3,5	1,7	1,75	1,78	55,91	59,17	57,07	12,07	
5841,53	49,49	48,62	49,57	39,76	6,09	1,71	1,75	1,78	55,05	58,4	56,22	12,2	
5842,03	48,53	47,69	47,97	42,86	9,76	1,71	1,75	1,77	53,99	57,44	55,16	12,35	
5842,53	47,44	46,61	46,35	44,88	14,2	1,72	1,75	1,77	52,76	56,33	53,94	12,54	
5843,03	46,27	45,47	44,79	45,95	19,07	1,72	1,75	1,77	51,46	55,14	52,65	12,75	
5843,53	45,09	44,32	43,37	46,19	23,98	1,72	1,75	1,79	50,16	53,96	51,36	12,99	
5844,03	43,88	43,15	42,06	45,73	28,54	1,72	1,75	2,21	48,84	52,76	50,05	13,24	
5844,53	42,58	41,9	40,74	44,62	32,39	1,73	1,75	3,48	47,4	51,47	48,63	13,51	
5845,03	41,15	40,52	39,38	42,99	35,32	1,73	1,75	5,73	45,82	50,05	47,07	13,79	
5845,53	39,62	39,05	37,98	41	37,28	1,73	1,75	8,82	44,12	48,52	45,4	14,09	
5846,03	38,06	37,53	36,56	38,83	38,3	1,73	1,75	12,52	42,38	46,94	43,68	14,41	
5846,53	36,54	36,05	35,19	36,65	38,52	1,73	1,75	16,52	40,66	45,39	41,99	14,74	
5847,03	35,12	34,67	33,92	34,6	38,11	1,73	1,76	20,53	39,05	43,92	40,41	15,07	
5847,53	33,84	33,41	32,76	32,76	37,23	1,73	2,08	24,28	37,6	42,59	38,97	15,39	
5848,03	32,7	32,3	31,73	31,17	36,04	1,73	3,08	27,57	36,29	41,4	37,69	15,7	
5848,55	31,72	31,33	30,82	29,85	34,68	1,73	4,85	30,25	35,16	40,37	36,58	15,99	
5849,13	30,75	30,37	29,91	28,63	33,01	1,72	7,88	32,6	34,04	39,34	35,47	16,3	
5849,64	30,12	29,75	29,31	27,9	31,7	1,72	10,91	33,88	33,31	38,67	34,74	16,53	
5850,24	29,58	29,21	28,78	27,35	30,36	1,73	14,81	34,7	32,67	38,09	34,11	16,77	
5850,74	29,29	28,93	28,48	27,12	29,49	1,72	18,03	34,91	32,33	37,79	33,77	16,94	
5851,24	29,13	28,78	28,31	27,06	28,85	1,72	21,01	34,8	32,14	37,62	33,59	17,07	
5851,74	29,08	28,72	28,23	27,12	28,44	1,73	23,62	34,47	32,07	37,57	33,53	17,18	
5852,24	29,1	28,74	28,22	27,25	28,21	1,95	25,76	34	32,08	37,59	33,54	17,25	
5852,74	29,12	28,76	28,21	27,38	28,1	2,75	27,38	33,43	32,1	37,63	33,57	17,3	
5853,24	29,11	28,76	28,19	27,48	28,04	4,23	28,47	32,8	32,09	37,64	33,57	17,34	
5853,74	29,05	28,71	28,11	27,51	28,01	6,34	29,07	32,16	32,03	37,6	33,51	17,37	
5854,24	28,94	28,6	27,99	27,47	27,97	8,89	29,25	31,54	31,9	37,49	33,38	17,4	
5854,74	28,78	28,44	27,83	27,35	27,91	11,69	29,1	30,96	31,72	37,33	33,2	17,42	
5855,24	28,58	28,24	27,62	27,18	27,82	14,51	28,71	30,44	31,49	37,11	32,97	17,45	
5855,74	28,34	28,01	27,39	26,96	27,71	17,17	28,17	30	31,22	36,86	32,71	17,48	
5856,24	28,09	27,77	27,15	26,72	27,57	19,55	27,55	29,63	30,93	36,58	32,42	17,52	
5856,74	27,84	27,52	26,91	26,48	27,41	21,55	26,92	29,34	30,65	36,3	32,14	17,56	
5857,24	27,6	27,3	26,69	26,24	27,25	23,12	26,33	29,13	30,38	36,03	31,87	17,6	
5857,74	27,39	27,1	26,5	26,03	27,1	24,28	25,82	28,98	30,14	35,79	31,62	17,65	
5858,24	27,21	26,92	26,33	25,84	26,95	25,04	25,4	28,89	29,94	35,57	31,41	17,69	
5858,74	27,06	26,78	26,2	25,68	26,82	25,45	25,08	28,84	29,77	35,4	31,24	17,73	
5859,24	26,95	26,67	26,09	25,56	26,71	25,59	24,86	28,82	29,64	35,26	31,11	17,77	
5859,74	26,86	26,59	26,02	25,47	26,62	25,5	24,72	28,82	29,54	35,15	31,01	17,8	
5860,24	26,8	26,53	25,96	25,41	26,54	25,28	24,65	28,84	29,47	35,08	30,94	17,83	
5860,74	26,76	26,49	25,93	25,37	26,49	24,96	24,65	28,86	29,43	35,04	30,89	17,85	
5861,24	26,75	26,48	25,92	25,36	26,45	24,61	24,68	28,88	29,41	35,01	30,87	17,87	
5861,74	26,75	26,47	25,92	25,36	26,43	24,27	24,73	28,9	29,41	35	30,86	17,89	
5862,24	26,75	26,48	25,92	25,37	26,42	23,95	24,8	28,92	29,41	35	30,87	17,9	
5862,74	26,76	26,49	25,93	25,38	26,42	23,69	24,87	28,93	29,42	35	30,88	17,91	
5863,24	26,78	26,5	25,94	25,4	26,42	23,48	24,94	28,93	29,43	35	30,9	17,91	
5863,74	26,79	26,51	25,95	25,41	26,42	23,34	25	28,93	29,44	35,01	30,91	17,92	

T (s)	Presión (mca)													Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	VC+F	Paa	VRP			
	P3	P4	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P19	P20	P22			
5864,24	26,8	26,52	25,96	25,42	26,43	23,25	25,04	28,93	29,45	35,02	30,93	17,92		
5864,74	26,81	26,53	25,96	25,43	26,44	23,22	25,08	28,92	29,46	35,02	30,94	17,92		
5865,24	26,81	26,54	25,97	25,43	26,45	23,22	25,1	28,91	29,46	35,03	30,95	17,92		
5865,74	26,81	26,54	25,97	25,44	26,45	23,25	25,11	28,9	29,46	35,04	30,96	17,92		
5866,24	26,82	26,54	25,97	25,44	26,46	23,3	25,12	28,89	29,47	35,04	30,97	17,91		
5866,74	26,82	26,54	25,97	25,43	26,47	23,35	25,12	28,89	29,47	35,04	30,97	17,91		
5867,24	26,82	26,54	25,97	25,43	26,48	23,41	25,12	28,88	29,47	35,05	30,97	17,91		
5867,74	26,82	26,54	25,96	25,43	26,48	23,46	25,11	28,87	29,47	35,05	30,97	17,91		
5868,24	26,82	26,54	25,96	25,43	26,49	23,51	25,09	28,87	29,46	35,04	30,97	17,91		
5868,74	26,82	26,54	25,96	25,43	26,49	23,55	25,08	28,87	29,46	35,04	30,97	17,91		
5869,24	26,82	26,54	25,96	25,43	26,49	23,58	25,07	28,88	29,46	35,04	30,97	17,91		
5869,74	26,82	26,54	25,96	25,44	26,49	23,59	25,06	28,88	29,46	35,05	30,97	17,91		
5870,24	26,83	26,54	25,96	25,44	26,49	23,61	25,06	28,89	29,46	35,05	30,97	17,91		
5870,74	26,83	26,54	25,96	25,44	26,49	23,61	25,05	28,89	29,46	35,05	30,97	17,91		
5871,24	26,82	26,54	25,96	25,44	26,48	23,61	25,05	28,9	29,45	35,04	30,97	17,92		
5871,74	26,82	26,54	25,95	25,44	26,48	23,6	25,05	28,9	29,45	35,04	30,97	17,92		
5872,24	26,81	26,54	25,95	25,45	26,48	23,59	25,05	28,9	29,44	35,04	30,96	17,92		
5872,74	26,79	26,54	25,95	25,45	26,49	23,58	25,06	28,91	29,43	35,04	30,96	17,92		
5873,24	26,72	26,54	25,96	25,46	26,5	23,57	25,06	28,92	29,44	35,04	30,96	17,92		
5873,74	26,37	26,58	26	25,5	26,54	23,59	25,1	28,96	29,48	35,07	31	17,92		
5874,24	25,39	26,72	26,14	25,64	26,69	23,7	25,24	29,11	29,63	35,2	31,15	17,92		
5874,74	23,63	26,99	26,42	25,91	26,97	23,95	25,51	29,41	29,95	35,47	31,46	17,91		
5875,24	21,18	27,41	26,85	26,33	27,42	24,33	25,94	29,87	30,44	35,89	31,94	17,88		
5875,74	18,24	27,97	27,41	26,87	28	24,83	26,5	30,48	31,09	36,45	32,58	17,84		
5876,24	15,03	28,62	28,08	27,52	28,68	25,43	27,16	31,2	31,86	37,12	33,32	17,77		
5876,74	11,81	29,33	28,81	28,21	29,42	26,08	27,88	31,98	32,69	37,85	34,13	17,69		
5877,24	8,75	30,06	29,54	28,93	30,17	26,75	28,61	32,78	33,54	38,61	34,95	17,6		
5877,74	6,03	30,75	30,25	29,61	30,89	27,38	29,32	33,55	34,36	39,34	35,75	17,49		
5878,24	3,73	31,39	30,89	30,24	31,55	27,97	29,97	34,25	35,1	40,02	36,47	17,37		
5878,74	1,91	31,94	31,45	30,78	32,13	28,48	30,53	34,86	35,75	40,62	37,11	17,26		
5879,24	0,57	32,4	31,91	31,23	32,6	28,89	31	35,36	36,28	41,13	37,64	17,14		
5879,74	-0,33	32,76	32,28	31,58	32,97	29,22	31,37	35,76	36,7	41,53	38,06	17,04		
5880,24	-0,84	33,02	32,54	31,83	33,24	29,46	31,64	36,04	37	41,83	38,37	16,94		
5880,74	-1,03	33,04	32,75	32,03	33,46	29,65	31,85	36,27	37,24	42,08	38,62	16,86		
5881,24	-0,98	32,36	33,05	32,33	33,76	29,92	32,16	36,6	37,59	42,41	38,97	16,78		
5881,74	-0,77	30,67	33,59	32,85	34,3	30,41	32,71	37,19	38,21	42,97	39,6	16,7		
5882,24	-0,45	27,99	34,43	33,67	35,12	31,17	33,55	38,1	39,17	43,84	40,55	16,6		
5882,74	-0,08	24,53	35,54	34,76	36,22	32,16	34,67	39,3	40,44	44,99	41,81	16,47		
5883,24	0,28	20,58	36,85	36,04	37,51	33,34	35,99	40,72	41,94	46,36	43,29	16,3		
5883,74	0,61	16,45	38,27	37,43	38,9	34,61	37,42	42,25	43,56	47,83	44,89	16,1		
5884,24	0,89	12,42	39,69	38,83	40,31	35,89	38,86	43,79	45,19	49,32	46,5	15,86		
5884,74	1,11	8,73	41,05	40,15	41,64	37,1	40,22	45,26	46,73	50,74	48,03	15,61		
5885,24	1,26	5,53	42,26	41,33	42,83	38,18	41,44	46,57	48,12	52,01	49,39	15,34		
5885,74	1,36	2,91	43,28	42,34	43,85	39,1	42,48	47,68	49,29	53,09	50,55	15,07		
5886,24	1,4	0,91	44,1	43,14	44,66	39,83	43,31	48,57	50,23	53,96	51,48	14,82		
5886,74	1,4	-0,49	44,71	43,73	45,27	40,37	43,92	49,23	50,94	54,61	52,17	14,59		
5887,24	1,36	-1,36	45,12	44,14	45,69	40,74	44,34	49,68	51,42	55,06	52,64	14,39		
5887,74	1,31	-1,78	45,36	44,37	45,93	40,95	44,59	49,94	51,7	55,32	52,91	14,21		
5888,24	1,25	-1,84	45,46	44,47	46,04	41,04	44,69	50,05	51,83	55,43	53,03	14,07		
5888,74	1,18	-1,64	45,45	44,46	46,04	41,04	44,68	50,04	51,82	55,43	53,03	13,96		
5889,24	1,12	-1,27	45,37	44,37	45,96	40,96	44,6	49,95	51,73	55,34	52,95	13,88		
5889,74	1,07	-0,82	45,24	44,25	45,83	40,85	44,46	49,81	51,59	55,21	52,82	13,82		
5890,24	1,03	-0,34	45,1	44,1	45,68	40,72	44,31	49,65	51,42	55,04	52,66	13,78		
5890,74	1	0,11	44,94	43,95	45,53	40,59	44,15	49,48	51,24	54,88	52,5	13,77		
5891,24	0,98	0,51	44,78	43,82	45,39	40,47	44,01	49,34	51,08	54,73	52,34	13,76		
5891,74	0,97	0,83	44,11	43,73	45,29	40,39	43,91	49,24	50,98	54,62	52,24	13,77		
5892,24	0,96	1,06	42,3	43,73	45,29	40,39	43,91	49,24	50,97	54,61	52,24	13,77		
5892,75	0,97	1,21	39,17	43,84	45,39	40,49	44,01	49,35	51,09	54,71	52,35	13,78		
5893,35	0,98	1,3	33,92	44,11	45,64	40,74	44,28	49,64	51,39	54,98	52,65	13,76		
5893,85	0,98	1,31	28,7	44,41	45,94	41,01	44,59	49,97	51,74	55,3	52,99	13,74		
5894,35	0,99	1,28	23,15	44,77	46,29	41,34	44,95	50,36	52,15	55,67	53,38	13,7		
5894,85	1	1,22	17,67	45,14	46,66	41,67	45,32	50,76	52,57	56,07	53,8	13,65		
5895,35	1,01	1,14	12,58	45,5	47,02	42	45,69	51,16	52,99	56,46	54,2	13,58		
5895,85	1,02	1,06	8,1	45,82	47,36	42,3	46,03	51,52	53,37	56,82	54,57	13,51		
5896,35	1,02	0,99	4,39	46,1	47,65	42,56	46,32	51,83	53,7	57,14	54,9	13,43		
5896,85	1,03	0,92	1,5	46,32	47,89	42,77	46,55	52,08	53,97	57,4	55,16	13,36		
5897,35	1,03	0,86	-0,57	46,47	48,07	42,93	46,73	52,28	54,18	57,6	55,36	13,29		
5897,85	1,03	0,82	-1,91	46,23	48,21	43,06	46,88	52,44	54,35	57,76	55,53	13,22		
5898,35	1,03	0,79	-2,61	44,84	48,36	43,2	47,03	52,61	54,53	57,92	55,7	13,16		
5898,85	1,03	0,77	-2,8	42,04	48,56	43,38	47,23	52,83	54,75	58,13	55,93	13,1		
5899,35	1,03	0,76	-2,62	37,91	48,81	43,61	47,48	53,1	55,04	58,39	56,23	13,04		
5899,85	1,03	0,77	-2,18	32,8	49,1	43,88	47,79	53,43	55,39	58,7	56,58	12,98		
5900,35	1,03	0,77	-1,59	27,12	49,43	44,18	48,12	53,8	55,77	59,04	56,96	12,91		
5900,85	1,03	0,78	-0,96	21,3	49,77	44,49	48,47	54,17	56,16	59,39	57,36	12,83		
5901,35	1,03	0,8	-0,34	15,73	50,09	44,8	48,8	54,53	56,54	59,73	57,74	12,75		

Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo "Costella".

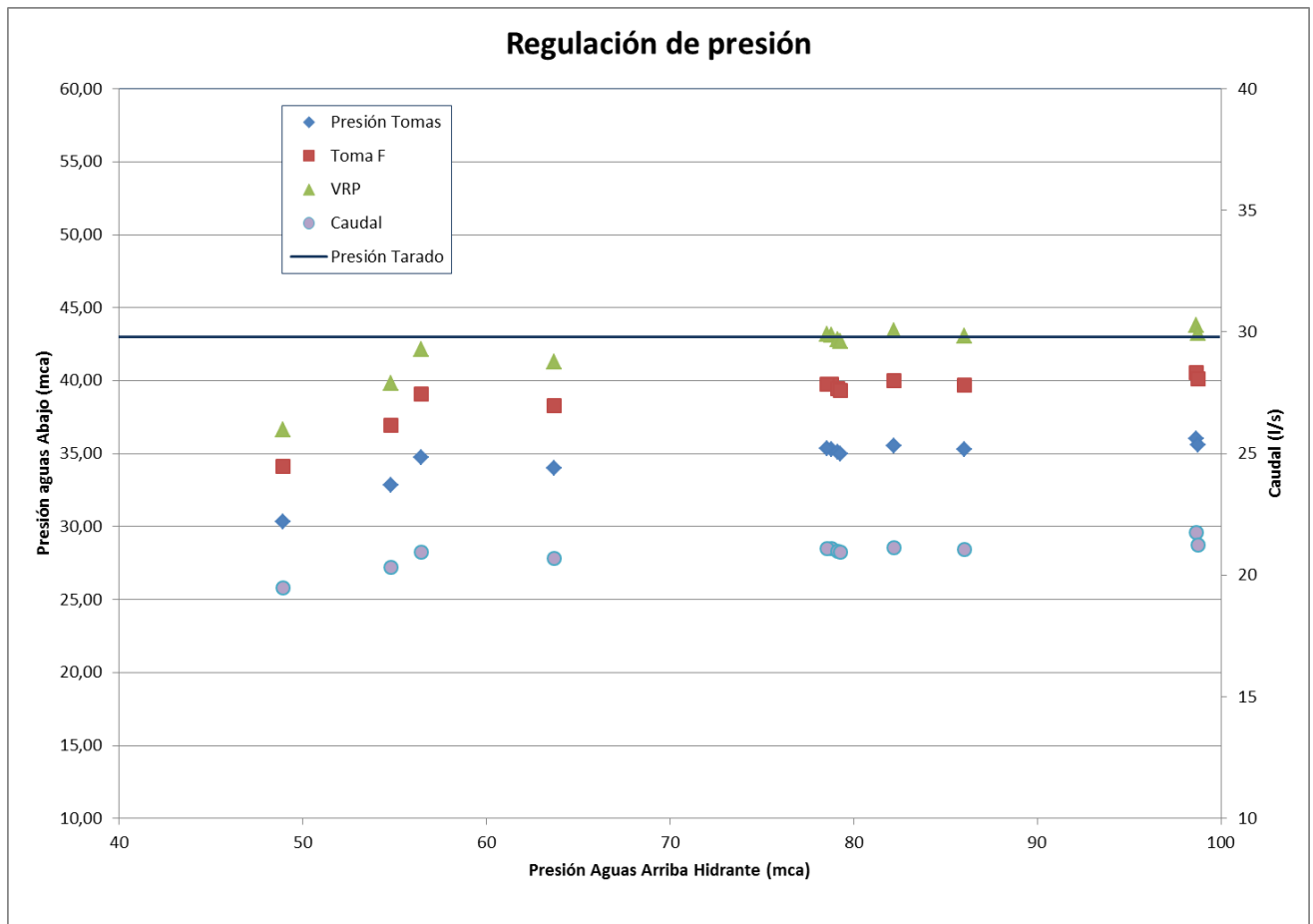
T (s)	Presión (mca)											Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	VC+F	Paa	VRP	
	P3	P4	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P19	P20	P22	
5901,85	1,03	0,81	0,21	10,71	50,4	45,08	49,11	54,86	56,89	60,05	58,09	12,66
5902,35	1,02	0,82	0,66	6,42	50,66	45,32	49,38	55,14	57,2	60,32	58,39	12,57
5902,85	1,02	0,83	1	2,97	50,87	45,52	49,6	55,37	57,45	60,55	58,64	12,48
5903,35	1,02	0,83	1,23	0,39	51,03	45,68	49,77	55,56	57,65	60,72	58,83	12,4
5903,85	1,02	0,84	1,36	-1,37	51,11	45,79	49,9	55,69	57,79	60,85	58,97	12,32
5904,35	1,02	0,85	1,41	-2,41	50,71	45,92	50,04	55,83	57,95	60,99	59,13	12,26
5904,85	1,02	0,85	1,39	-2,85	49,06	46,18	50,33	56,14	58,28	61,28	59,45	12,19
5905,35	1,02	0,85	1,32	-2,83	45,88	46,65	50,86	56,7	58,87	61,82	60,04	12,12
5905,85	1,02	0,85	1,22	-2,48	41,32	47,33	51,61	57,51	59,72	62,58	60,88	12,01
5906,35	1,02	0,85	1,11	-1,93	35,73	48,17	52,56	58,5	60,78	63,54	61,92	11,87
5906,85	1,02	0,85	1,01	-1,28	29,56	49,11	53,61	59,62	61,96	64,61	63,09	11,68
5907,35	1,02	0,85	0,9	-0,62	23,29	50,08	54,69	60,77	63,19	65,72	64,3	11,44
5907,85	1,02	0,85	0,82	0	17,31	51,02	55,75	61,89	64,37	66,79	65,48	11,18
5908,35	1,02	0,85	0,75	0,52	11,93	51,88	56,7	62,9	65,45	67,77	66,54	10,88
5908,85	1,02	0,84	0,7	0,93	7,36	52,62	57,53	63,76	66,39	68,62	67,46	10,58
5909,35	1,02	0,84	0,67	1,23	3,7	53,21	58,2	64,46	67,15	69,31	68,21	10,28
5910,03	1,02	0,84	0,66	1,39	1,45	53,59	58,63	64,88	67,63	69,75	68,68	10,05
5910,61	1,02	0,84	0,66	1,51	-1,15	54,04	59,14	65,36	68,22	70,28	69,25	9,69
5911,16	1,02	0,84	0,68	1,49	-2,28	54,27	59,4	65,53	68,51	70,54	69,53	9,38
5911,75	1,02	0,84	0,7	1,4	-2,39	54,33	59,47	65,47	68,59	70,6	69,59	9,18
5912,25	1,02	0,84	0,71	1,29	-2,05	54,31	59,45	65,28	68,56	70,57	69,57	9,05
5912,75	1,02	0,84	0,73	1,18	-1,48	54,27	59,39	64,93	68,5	70,5	69,5	8,95
5913,32	1,02	0,84	0,74	1,11	-1,07	54,24	59,36	64,62	68,45	70,46	69,46	8,9
5913,82	1,02	0,84	0,76	0,99	-0,2	54,29	59,39	63,17	68,49	70,49	69,49	8,83
5914,35	1,02	0,84	0,77	0,87	0,74	54,83	59,97	58,64	69,11	71,07	70,12	8,75
5914,85	1,02	0,85	0,78	0,81	1,3	55,55	60,77	53,31	69,99	71,88	70,99	8,65
5915,35	1,02	0,85	0,78	0,77	1,74	56,51	61,85	46,61	71,17	72,96	72,15	8,47
5915,85	1,02	0,85	0,78	0,74	2,06	57,63	63,11	39,06	72,54	74,23	73,51	8,21
5916,35	1,02	0,85	0,78	0,73	2,26	58,81	64,39	31,23	74	75,57	74,96	7,87
5916,85	1,02	0,85	0,78	0,73	2,36	60	64,75	23,63	75,48	76,94	76,42	7,45
5917,35	1,02	0,85	0,78	0,74	2,37	61,15	63,17	16,68	76,92	78,25	77,84	6,97
5917,85	1,02	0,85	0,78	0,76	2,31	62,2	59,35	10,66	78,23	79,46	79,13	6,44
5918,35	1,02	0,85	0,77	0,78	2,22	63,1	53,56	5,76	79,36	80,49	80,24	5,88
5918,85	1,02	0,85	0,77	0,8	2,1	63,83	46,3	2,01	80,29	81,34	81,15	5,31
5919,35	1,02	0,85	0,77	0,81	1,98	64,39	38,23	-0,62	81	81,99	81,84	4,74
5919,85	1,02	0,85	0,77	0,83	1,86	64,78	29,98	-2,25	81,5	82,44	82,33	4,21
5920,36	1,02	0,84	0,77	0,84	1,75	65,02	22,1	-3,04	81,82	82,72	82,63	3,71
5920,86	1,01	0,84	0,77	0,85	1,67	65,13	15,01	-3,15	81,98	82,86	82,77	3,26
5921,44	1,01	0,84	0,77	0,85	1,59	65,14	7,94	-2,68	82,01	82,88	82,79	2,8
5921,96	1,01	0,84	0,77	0,85	1,55	65,08	3,38	-1,96	81,94	82,8	82,72	2,48
5922,46	1,01	0,84	0,76	0,85	1,53	64,97	0,06	-1,1	81,81	82,67	82,59	2,23
5922,96	1,01	0,84	0,76	0,84	1,53	64,85	-2,13	-0,21	81,66	82,52	82,43	2,03
5923,46	1,01	0,84	0,76	0,84	1,53	64,72	-3,33	0,61	81,5	82,36	82,26	1,88
5923,96	1,01	0,84	0,76	0,84	1,55	64,61	-3,73	1,31	81,34	82,2	82,1	1,78
5924,46	1,01	0,84	0,76	0,84	1,57	64,5	-3,52	1,87	81,2	82,07	81,97	1,71
5925,16	1,01	0,84	0,77	0,84	1,58	64,43	-3,05	2,2	81,12	81,99	81,88	1,68
5925,66	1,01	0,84	0,77	0,84	1,61	64,35	-1,85	2,56	81,01	81,89	81,78	1,65
5926,21	1,01	0,84	0,77	0,84	1,62	64,34	-1,66	2,59	81	81,88	81,77	1,65
5926,75	1,01	0,84	0,78	0,84	1,64	64,31	-0,32	2,68	80,96	81,84	81,73	1,66
5927,3	1,01	0,84	0,78	0,84	1,66	64,3	0,88	2,6	80,95	81,84	81,73	1,67
5927,82	1,01	0,84	0,78	0,84	1,67	64,31	1,79	2,42	80,97	81,87	81,76	1,69
5928,35	1,01	0,84	0,78	0,84	1,67	64,33	2,31	2,24	81	81,91	81,8	1,7
5928,86	1,01	0,84	0,78	0,84	1,67	64,33	2,57	2,09	81,02	81,94	81,83	1,71
5929,46	1,01	0,84	0,78	0,85	1,66	64	2,69	1,93	81,07	81,99	81,88	1,71
5929,96	1,01	0,84	0,77	0,85	1,66	62,31	2,68	1,82	81,18	82,09	81,99	1,71
5930,46	1,01	0,84	0,77	0,85	1,65	58,74	2,59	1,74	81,37	82,28	82,18	1,7
5930,96	1,01	0,84	0,77	0,85	1,65	53,34	2,45	1,68	81,63	82,53	82,44	1,66
5931,46	1,01	0,84	0,77	0,85	1,65	46,52	2,29	1,64	81,93	82,83	82,74	1,6
5931,97	1,01	0,84	0,76	0,85	1,64	38,84	2,12	1,63	82,24	83,13	83,05	1,51
5932,57	1,01	0,84	0,77	0,85	1,64	29,31	1,93	1,64	82,6	83,48	83,4	1,35
5933,16	1,01	0,84	0,77	0,85	1,64	20,28	1,77	1,65	82,91	83,78	83,72	1,15
5933,66	1,01	0,84	0,77	0,85	1,64	13,63	1,67	1,68	83,11	83,98	83,93	0,96
5934,25	1,01	0,84	0,77	0,86	1,64	7,05	1,59	1,7	83,3	84,16	84,12	0,73
5934,77	1,01	0,84	0,77	0,86	1,64	2,87	1,55	1,73	83,4	84,26	84,22	0,54
5935,35	1,01	0,84	0,78	0,86	1,65	-0,62	1,53	1,75	83,45	84,32	84,28	0,34
5935,86	1,02	0,84	0,78	0,86	1,65	-2,38	1,54	1,76	83,46	84,33	84,29	0,2
5936,46	1,02	0,84	0,78	0,86	1,65	-3,34	1,56	1,77	83,44	84,31	84,27	0,07
5936,96	1,02	0,84	0,78	0,86	1,65	-3,39	1,59	1,78	83,4	84,28	84,22	-0,01
5937,46	1,02	0,84	0,78	0,86	1,65	-2,97	1,62	1,78	83,35	84,23	84,18	-0,06
5937,96	1,02	0,85	0,78	0,85	1,65	-2,25	1,64	1,78	83,31	84,19	84,13	-0,09
5938,44	1,02	0,85	0,78	0,85	1,65	-1,37	1,67	1,78	83,26	84,15	84,08	-0,11
5938,96	1,02	0,85	0,78	0,85	1,65	-0,45	1,69	1,78	83,23	84,11	84,05	-0,1
5939,46	1,02	0,85	0,78	0,85	1,65	0,4	1,7	1,78	83,21	84,09	84,02	-0,09
5939,96	1,02	0,85	0,78	0,84	1,65	1,15	1,71	1,77	83,2	84,07	84,01	-0,07
5940,46	1,01	0,85	0,78	0,84	1,65	1,74	1,71	1,77	83,2	84,06	83,99	-0,05

T (s)	Presión (mca)												Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	VC+F	Paa	VRP		
	P3	P4	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P19	P20	P22		
5940,97	1,01	0,84	0,78	0,84	1,65	2,17	1,71	1,77	83,19	84,05	83,99	-0,03	
5941,55	1,01	0,84	0,78	0,84	1,66	2,49	1,71	1,78	83,2	84,05	83,99	-0,01	
5942,05	1,01	0,84	0,78	0,84	1,66	2,61	1,71	1,78	83,21	84,05	83,99	0	
5942,55	1,01	0,84	0,78	0,84	1,66	2,62	1,71	1,78	83,21	84,05	84	0,02	

5.1.6. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada.

Leyenda:

- Q_{CEM}: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- VRP: Presión aguas debajo de la válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.



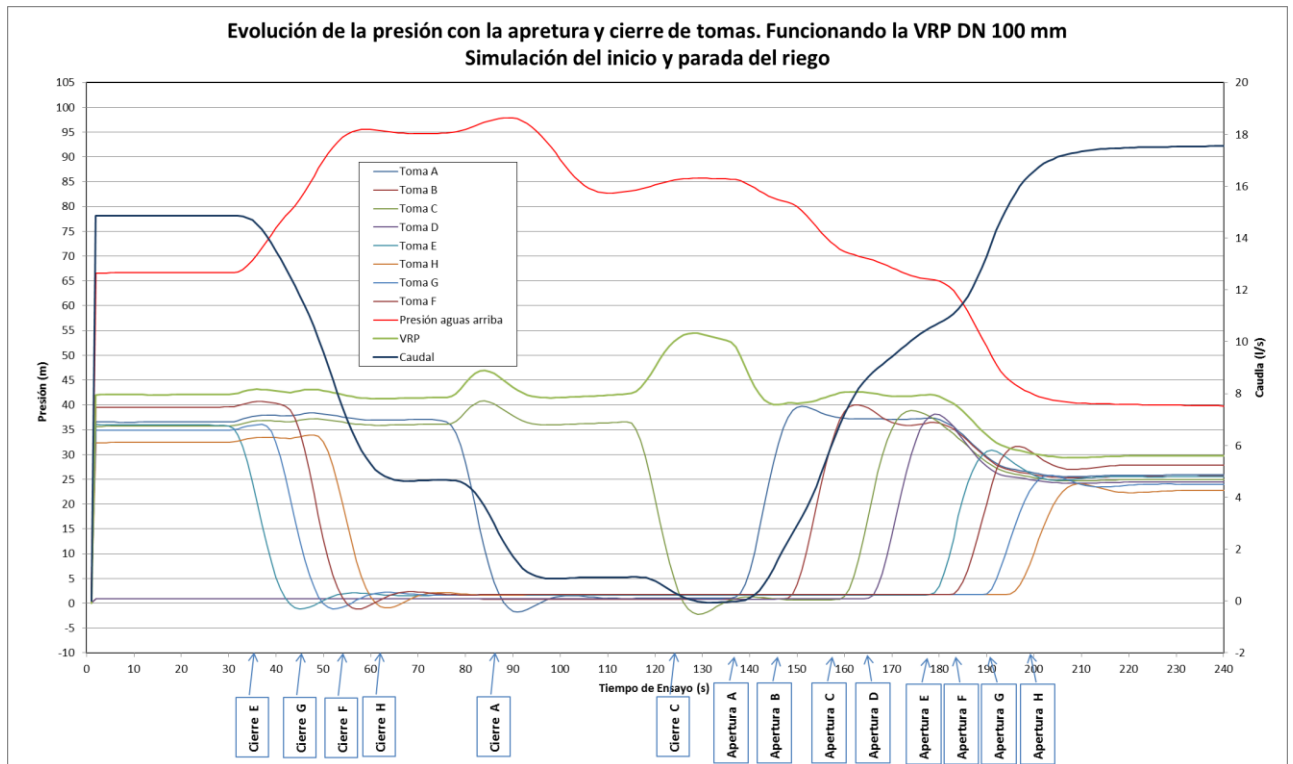
Presión (mca)											Qcem (l/s)
Paa	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	Presión Media Tomas A,B,C,D,E,G,H	VRP	
P20	P3	P4	P5	P6	P7	P16	P17	P18		P22	
98,64	37,59	36,99	36,44	35,57	37,02	32,9	35,53	40,56	36,01	43,82	21,74
82,21	37,09	36,47	35,92	35,08	36,53	32,43	35	39,99	35,50	43,42	21,14
78,78	36,89	36,27	35,73	34,89	36,35	32,26	34,8	39,73	35,31	43,14	21,1
78,58	36,95	36,29	35,77	34,94	36,39	32,28	34,83	39,76	35,35	43,16	21,09
54,82	34,29	33,79	33,24	32,5	33,77	29,99	32,27	36,95	32,84	39,8	20,33
48,95	31,73	31,26	30,66	30,02	31,23	27,73	29,79	34,15	30,35	36,66	19,49
56,48	36,29	35,74	35,21	34,39	35,75	31,73	34,18	39,08	34,76	42,12	20,95

79,15	36,69	36,03	35,49	34,67	36,11	32,01	34,55	39,46		35,08	42,8	21
86,03	36,92	36,18	35,65	34,81	36,33	32,19	34,78	39,69		35,27	43,03	21,07
98,78	37,21	36,56	36,05	35,17	36,65	32,55	35,15	40,1		35,62	43,25	21,23
79,28	36,58	35,9	35,35	34,51	36,02	31,93	34,48	39,34		34,97	42,72	20,96
63,69	35,53	34,98	34,44	33,67	34,97	31,07	33,51	38,29		34,02	41,31	20,71

5.1.7. Comprobación de la regulación de presión ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego con el funcionamiento de la VRP.

Legenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- VRP: Presión aguas abajo válvula reductora de presión.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.



T (s)	Presión (mca)										Q (l/s)
	Toma A P3	Toma B P4	Toma C P5	Toma D P6	Toma E P7	Toma H P16	Toma G P17	Toma F P18	Paa P20	VRP P22	
41,72	36,63	0,86	35,66	0,87	36,04	32,37	34,84	39,5	66,59	42,04	14,86
42,23	36,6	0,86	35,67	0,88	36,02	32,38	34,85	39,51	66,59	42,05	14,87
42,73	36,58	0,87	35,68	0,88	35,99	32,39	34,86	39,52	66,6	42,06	14,87
43,23	36,55	0,87	35,69	0,88	35,97	32,4	34,87	39,53	66,62	42,08	14,87
43,73	36,53	0,87	35,71	0,89	35,96	32,41	34,88	39,54	66,63	42,09	14,87
44,23	36,52	0,87	35,71	0,89	35,95	32,42	34,89	39,55	66,63	42,09	14,87
44,73	36,52	0,87	35,72	0,89	35,95	32,42	34,88	39,55	66,64	42,09	14,86
45,23	36,52	0,87	35,72	0,89	35,95	32,42	34,88	39,55	66,64	42,09	14,86
45,73	36,52	0,87	35,72	0,88	35,96	32,42	34,87	39,55	66,64	42,07	14,86
46,23	36,53	0,87	35,72	0,88	35,97	32,41	34,87	39,54	66,64	42,06	14,86
46,73	36,54	0,87	35,72	0,88	35,98	32,41	34,86	39,54	66,64	42,05	14,86
47,23	36,54	0,87	35,72	0,88	35,98	32,41	34,86	39,54	66,64	42,04	14,85
47,73	36,55	0,87	35,72	0,88	35,99	32,41	34,86	39,54	66,64	42,03	14,85
48,23	36,56	0,87	35,72	0,88	35,99	32,41	34,86	39,54	66,65	42,03	14,85

T (s)	Presión (mca)										Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	Paa	VRP	
	P3	P4	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P20	P22	
48,73	36,57	0,87	35,72	0,88	35,99	32,41	34,86	39,54	66,65	42,03	14,86
49,23	36,58	0,87	35,72	0,88	36	32,42	34,87	39,55	66,66	42,04	14,86
49,73	36,59	0,88	35,72	0,88	36	32,42	34,87	39,55	66,66	42,05	14,86
50,23	36,59	0,88	35,72	0,88	36	32,42	34,88	39,55	66,66	42,06	14,86
50,73	36,58	0,88	35,72	0,88	35,99	32,42	34,88	39,55	66,66	42,07	14,86
51,23	36,58	0,88	35,72	0,88	35,98	32,42	34,89	39,55	66,66	42,08	14,86
51,73	36,57	0,88	35,72	0,88	35,97	32,42	34,89	39,55	66,66	42,09	14,86
52,23	36,55	0,87	35,72	0,88	35,96	32,42	34,9	39,55	66,65	42,09	14,87
52,73	36,54	0,87	35,72	0,88	35,94	32,42	34,9	39,55	66,65	42,1	14,87
53,23	36,54	0,87	35,72	0,88	35,93	32,43	34,9	39,55	66,64	42,1	14,87
53,73	36,53	0,87	35,72	0,88	35,92	32,43	34,9	39,55	66,64	42,1	14,87
54,23	36,53	0,87	35,72	0,88	35,9	32,44	34,9	39,55	66,63	42,11	14,87
54,73	36,54	0,87	35,73	0,87	35,86	32,44	34,9	39,55	66,63	42,11	14,87
55,24	36,55	0,86	35,73	0,87	35,8	32,45	34,9	39,56	66,62	42,11	14,86
55,74	36,57	0,86	35,74	0,87	35,69	32,46	34,91	39,57	66,62	42,12	14,86
56,24	36,64	0,86	35,8	0,87	35,24	32,52	34,98	39,64	66,66	42,19	14,86
56,74	36,85	0,86	35,98	0,87	33,94	32,69	35,17	39,85	66,85	42,39	14,86
57,24	37,13	0,86	36,24	0,87	31,63	32,92	35,43	40,12	67,32	42,66	14,83
57,74	37,41	0,86	36,49	0,87	28,4	33,15	35,68	40,38	68,08	42,9	14,78
58,24	37,65	0,86	36,68	0,87	24,52	33,32	35,88	40,57	69,13	43,06	14,69
58,74	37,81	0,86	36,8	0,86	20,28	33,43	36	40,67	70,36	43,14	14,54
59,24	37,89	0,85	36,84	0,86	16,01	33,47	36,04	40,68	71,69	43,12	14,34
59,74	37,92	0,85	36,83	0,86	11,95	33,46	35,78	40,61	73,04	43,05	14,09
60,24	37,92	0,85	36,79	0,86	8,33	33,44	34,67	40,5	74,37	42,96	13,81
60,74	37,89	0,85	36,74	0,86	5,27	33,39	32,51	40,34	75,67	42,84	13,5
61,24	37,83	0,85	36,66	0,87	2,83	33,33	29,37	40,1	76,9	42,71	13,18
61,74	37,76	0,85	36,57	0,87	1,03	33,26	25,49	39,72	78,03	42,58	12,84
62,24	37,74	0,85	36,55	0,87	-0,18	33,24	21,21	38,96	79,09	42,52	12,5
62,74	37,89	0,85	36,69	0,87	-0,87	33,38	16,84	37,34	80,19	42,66	12,15
63,24	38,09	0,85	36,9	0,87	-1,14	33,58	12,67	34,66	81,46	42,86	11,8
63,74	38,27	0,85	37,09	0,87	-1,08	33,76	8,91	31,03	82,92	43,04	11,43
64,24	38,37	0,85	37,2	0,87	-0,79	33,87	5,71	26,71	84,5	43,13	11,02
64,74	38,38	0,85	37,23	0,87	-0,37	33,88	3,16	22,04	86,14	43,11	10,58
65,24	38,31	0,85	37,18	0,87	0,11	33,62	1,25	17,36	87,75	43,02	10,09
65,74	38,2	0,85	37,1	0,87	0,6	32,62	-0,05	12,93	89,28	42,88	9,59
66,24	38,07	0,85	36,99	0,87	1,04	30,64	-0,8	8,99	90,71	42,71	9,06
66,74	37,91	0,85	36,85	0,87	1,42	27,74	-1,11	5,67	91,97	42,51	8,53
67,24	37,74	0,85	36,69	0,87	1,71	24,14	-1,08	3,04	93,05	42,29	8,01
67,74	37,57	0,86	36,54	0,87	1,91	20,15	-0,8	1,11	93,92	42,08	7,5
68,24	37,41	0,86	36,38	0,87	2,04	16,05	-0,38	-0,19	94,58	41,88	7,02
68,74	37,26	0,86	36,25	0,87	2,09	12,13	0,11	-0,92	95,06	41,7	6,57
69,24	37,14	0,86	36,13	0,87	2,09	8,58	0,61	-1,19	95,36	41,54	6,17
69,74	37,05	0,86	36,04	0,87	2,05	5,56	1,07	-1,12	95,51	41,42	5,82
70,24	36,98	0,86	35,97	0,87	1,99	3,14	1,46	-0,8	95,55	41,34	5,52
70,74	36,93	0,86	35,92	0,87	1,91	1,32	1,77	-0,34	95,51	41,28	5,27
71,24	36,91	0,86	35,9	0,88	1,83	0,08	1,99	0,19	95,41	41,25	5,07
71,74	36,9	0,86	35,9	0,88	1,75	-0,65	2,13	0,72	95,29	41,25	4,92
72,24	36,91	0,86	35,91	0,88	1,68	-0,95	2,19	1,2	95,15	41,26	4,81
72,74	36,93	0,86	35,92	0,88	1,63	-0,93	2,2	1,6	95,03	41,28	4,73
73,24	36,95	0,86	35,94	0,88	1,58	-0,68	2,16	1,91	94,92	41,3	4,68
73,74	36,97	0,86	35,96	0,88	1,56	-0,28	2,1	2,13	94,83	41,33	4,65
74,24	36,99	0,85	35,99	0,88	1,54	0,18	2,02	2,26	94,77	41,35	4,63
74,74	37,02	0,85	36,01	0,88	1,53	0,66	1,93	2,32	94,73	41,38	4,63
75,24	37,03	0,85	36,02	0,87	1,54	1,1	1,85	2,31	94,71	41,4	4,63
75,74	37,04	0,85	36,04	0,87	1,54	1,47	1,78	2,26	94,7	41,42	4,64
76,24	37,05	0,85	36,05	0,87	1,56	1,76	1,72	2,19	94,71	41,43	4,65
76,74	37,04	0,85	36,06	0,87	1,57	1,98	1,67	2,09	94,72	41,45	4,65
77,24	37,01	0,85	36,07	0,87	1,58	2,11	1,64	2	94,74	41,46	4,66
77,74	36,96	0,85	36,09	0,87	1,6	2,17	1,63	1,92	94,76	41,48	4,66
78,24	36,86	0,86	36,1	0,87	1,61	2,18	1,62	1,84	94,78	41,5	4,66
78,74	36,61	0,86	36,14	0,87	1,61	2,15	1,62	1,78	94,82	41,54	4,66
79,24	35,89	0,86	36,27	0,87	1,62	2,09	1,63	1,73	94,9	41,69	4,65
79,74	34,3	0,86	36,68	0,87	1,63	2,01	1,65	1,7	95,05	42,18	4,64
80,24	31,67	0,86	37,56	0,87	1,63	1,93	1,66	1,69	95,28	43,2	4,59
80,74	28,16	0,85	38,61	0,87	1,63	1,85	1,67	1,68	95,58	44,42	4,51
81,24	24,03	0,85	39,56	0,87	1,63	1,78	1,68	1,68	95,93	45,52	4,38
81,74	19,6	0,85	40,28	0,88	1,63	1,72	1,69	1,69	96,29	46,35	4,19
82,24	15,19	0,85	40,68	0,87	1,63	1,68	1,71	1,71	96,65	46,83	3,94
82,74	11,06	0,84	40,77	0,87	1,63	1,65	1,7	1,72	96,98	46,94	3,65
83,24	7,4	0,84	40,59	0,87	1,63	1,63	1,71	1,74	97,26	46,74	3,32
83,74	4,35	0,84	40,2	0,87	1,63	1,63	1,71	1,75	97,5	46,3	2,98
84,24	1,95	0,84	39,66	0,87	1,63	1,63	1,71	1,76	97,69	45,69	2,64
84,74	0,2	0,83	39,05	0,87	1,63	1,63	1,71	1,77	97,82	45	2,31
85,26	-0,95	0,83	38,43	0,87	1,63	1,65	1,71	1,78	97,91	44,29	2
85,76	-1,58	0,83	37,85	0,87	1,63	1,66	1,72	1,79	97,9	43,61	1,73

Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo "Costella".

T (s)	Presión (mca)										Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	Paa	VRP	
	P3	P4	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P20	P22	
86,26	-1,79	0,83	37,32	0,87	1,63	1,67	1,72	1,8	97,74	43,01	1,5
86,85	-1,63	0,83	36,81	0,87	1,63	1,69	1,72	1,8	97,3	42,42	1,27
87,35	-1,27	0,83	36,49	0,87	1,63	1,7	1,72	1,8	96,74	42,04	1,13
87,85	-0,81	0,83	36,25	0,87	1,63	1,7	1,72	1,8	96,04	41,77	1,02
88,35	-0,3	0,83	36,1	0,87	1,63	1,7	1,72	1,8	95,18	41,59	0,95
88,85	0,19	0,83	36,01	0,87	1,63	1,7	1,72	1,79	94,19	41,48	0,9
89,35	0,62	0,83	35,97	0,87	1,63	1,7	1,72	1,79	93,11	41,44	0,87
89,85	0,97	0,83	35,97	0,87	1,63	1,7	1,72	1,79	91,98	41,43	0,86
90,35	1,24	0,83	35,99	0,87	1,64	1,71	1,72	1,79	90,78	41,46	0,86
90,85	1,42	0,83	36,03	0,87	1,64	1,71	1,71	1,79	89,54	41,49	0,86
91,35	1,52	0,83	36,07	0,88	1,64	1,71	1,71	1,79	88,3	41,53	0,87
91,85	1,55	0,83	36,11	0,88	1,64	1,71	1,71	1,79	87,11	41,58	0,88
92,35	1,53	0,83	36,15	0,88	1,64	1,71	1,7	1,79	86,02	41,62	0,89
92,85	1,48	0,83	36,18	0,88	1,64	1,71	1,7	1,79	85,08	41,67	0,9
93,35	1,4	0,83	36,2	0,88	1,64	1,71	1,7	1,79	84,29	41,7	0,91
93,85	1,32	0,83	36,23	0,88	1,63	1,72	1,71	1,79	83,68	41,74	0,91
94,35	1,23	0,83	36,26	0,87	1,63	1,72	1,71	1,78	83,24	41,78	0,92
94,86	1,15	0,82	36,3	0,87	1,63	1,72	1,71	1,78	82,94	41,83	0,92
95,36	1,09	0,82	36,34	0,87	1,63	1,72	1,72	1,78	82,77	41,89	0,92
95,86	1,03	0,82	36,39	0,86	1,63	1,72	1,72	1,78	82,71	41,95	0,92
96,36	1	0,82	36,45	0,86	1,63	1,72	1,72	1,78	82,72	42,02	0,92
96,86	0,97	0,81	36,5	0,86	1,63	1,72	1,73	1,78	82,79	42,08	0,92
97,36	0,96	0,81	36,55	0,86	1,63	1,72	1,73	1,78	82,89	42,13	0,92
97,86	0,96	0,81	36,58	0,86	1,63	1,72	1,73	1,78	83	42,17	0,92
98,36	0,96	0,81	36,31	0,86	1,64	1,72	1,73	1,79	83,13	42,3	0,93
98,86	0,97	0,81	35,15	0,86	1,64	1,72	1,73	1,79	83,3	42,75	0,93
99,36	0,98	0,82	32,87	0,86	1,65	1,72	1,73	1,79	83,52	43,57	0,92
99,86	1	0,82	29,58	0,86	1,65	1,72	1,73	1,79	83,78	44,74	0,9
100,36	1,01	0,82	25,53	0,87	1,66	1,71	1,73	1,79	84,07	46,13	0,85
100,86	1,02	0,83	21,06	0,87	1,66	1,71	1,73	1,79	84,37	47,64	0,77
101,36	1,02	0,83	16,49	0,87	1,67	1,71	1,73	1,79	84,65	49,15	0,68
101,86	1,03	0,83	12,14	0,87	1,67	1,71	1,73	1,79	84,92	50,55	0,57
102,36	1,03	0,84	8,22	0,86	1,67	1,71	1,73	1,79	85,15	51,77	0,45
102,86	1,04	0,84	4,89	0,86	1,67	1,71	1,73	1,79	85,34	52,78	0,34
103,36	1,04	0,84	2,22	0,86	1,66	1,71	1,73	1,79	85,49	53,54	0,24
103,86	1,04	0,84	0,24	0,85	1,66	1,7	1,73	1,79	85,59	54,06	0,15
104,36	1,04	0,83	-1,11	0,85	1,66	1,7	1,73	1,79	85,66	54,36	0,07
104,86	1,03	0,83	-1,89	0,85	1,65	1,7	1,73	1,79	85,7	54,48	0,02
105,37	1,03	0,83	-2,21	0,84	1,65	1,71	1,73	1,79	85,71	54,44	-0,02
105,97	1,03	0,82	-2,13	0,84	1,65	1,71	1,74	1,78	85,7	54,26	-0,05
106,56	1,03	0,82	-1,72	0,84	1,64	1,71	1,74	1,78	85,68	53,99	-0,06
107,06	1,03	0,82	-1,24	0,84	1,64	1,71	1,74	1,78	85,65	53,73	-0,06
107,56	1,03	0,82	-0,71	0,84	1,64	1,71	1,74	1,77	85,62	53,47	-0,06
108,06	1,03	0,82	-0,2	0,84	1,64	1,71	1,74	1,77	85,58	53,22	-0,04
108,56	1,03	0,82	0,26	0,85	1,64	1,71	1,74	1,77	85,56	53,01	-0,03
109,06	1,04	0,82	0,63	0,85	1,64	1,7	1,74	1,77	85,53	52,69	-0,02
109,56	1,27	0,82	0,92	0,85	1,64	1,7	1,74	1,77	85,42	51,71	-0,01
110,06	2,06	0,82	1,11	0,84	1,64	1,7	1,73	1,77	85,18	49,95	0,01
110,56	3,82	0,82	1,22	0,84	1,64	1,7	1,73	1,77	84,79	47,81	0,04
111,06	6,66	0,83	1,26	0,84	1,64	1,7	1,73	1,77	84,3	45,66	0,11
111,56	10,41	0,84	1,25	0,84	1,64	1,7	1,73	1,77	83,75	43,74	0,23
112,06	14,79	0,84	1,2	0,84	1,64	1,7	1,73	1,77	83,18	42,18	0,41
112,56	19,45	0,85	1,12	0,84	1,64	1,7	1,73	1,77	82,63	41,05	0,65
113,06	24,07	0,85	1,03	0,84	1,65	1,7	1,73	1,77	82,14	40,35	0,94
113,56	28,37	0,85	0,94	0,84	1,65	1,7	1,73	1,78	81,72	40,03	1,27
114,06	32,15	0,86	0,85	0,85	1,65	1,7	1,73	1,78	81,38	40,02	1,61
114,56	35,26	0,86	0,78	0,85	1,65	1,71	1,73	1,78	81,13	40,22	1,96
115,06	37,49	1,04	0,72	0,85	1,65	1,71	1,73	1,78	80,88	40,36	2,29
115,56	38,85	1,87	0,68	0,85	1,64	1,71	1,73	1,79	80,53	40,37	2,61
116,06	39,52	3,7	0,65	0,85	1,64	1,71	1,73	1,79	79,98	40,34	2,92
116,56	39,71	6,59	0,64	0,86	1,64	1,72	1,73	1,79	79,21	40,37	3,25
117,06	39,57	10,37	0,64	0,86	1,63	1,72	1,73	1,79	78,25	40,48	3,6
117,56	39,25	14,72	0,65	0,86	1,63	1,72	1,73	1,79	77,15	40,66	3,99
118,06	38,85	19,31	0,67	0,86	1,64	1,71	1,74	1,79	76	40,92	4,42
118,56	38,43	23,83	0,69	0,87	1,64	1,71	1,74	1,79	74,86	41,22	4,89
119,06	38,06	28,01	0,7	0,87	1,64	1,71	1,75	1,78	73,8	41,54	5,37
119,56	37,76	31,66	0,72	0,87	1,64	1,71	1,75	1,78	72,86	41,86	5,87
120,06	37,54	34,67	0,74	0,87	1,65	1,71	1,75	1,78	72,08	42,15	6,35
120,57	37,41	36,99	0,79	0,87	1,65	1,71	1,75	1,78	71,46	42,41	6,8
121,07	37,31	38,61	1,35	0,87	1,65	1,71	1,75	1,78	70,98	42,57	7,22
121,57	37,23	39,57	2,88	0,87	1,65	1,72	1,75	1,78	70,59	42,63	7,59
122,07	37,17	40,01	5,48	0,87	1,66	1,72	1,75	1,77	70,26	42,63	7,91
122,57	37,16	40,03	9,01	0,88	1,66	1,72	1,74	1,77	69,97	42,58	8,19
123,07	37,18	39,77	13,18	0,88	1,66	1,72	1,74	1,77	69,7	42,53	8,43
123,57	37,22	39,32	17,67	0,97	1,67	1,72	1,74	1,78	69,45	42,46	8,64

T (s)	Presión (mca)										Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	Paa	VRP	
	P3	P4	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P20	P22	
124,07	37,24	38,74	22,1	1,67	1,67	1,72	1,74	1,78	69,18	42,35	8,82
124,57	37,21	38,1	26,22	3,36	1,67	1,72	1,73	1,78	68,88	42,2	8,98
125,07	37,17	37,47	29,82	6,06	1,67	1,72	1,73	1,78	68,52	42,04	9,13
125,57	37,12	36,91	32,82	9,6	1,68	1,72	1,73	1,78	68,1	41,9	9,28
126,07	37,08	36,47	35,17	13,72	1,68	1,72	1,73	1,78	67,66	41,79	9,42
126,57	37,07	36,16	36,89	18,08	1,68	1,72	1,73	1,79	67,22	41,73	9,57
127,07	37,07	35,97	38,02	22,38	1,69	1,72	1,73	1,79	66,79	41,72	9,72
127,57	37,09	35,89	38,66	26,38	1,69	1,72	1,74	1,79	66,4	41,74	9,88
128,07	37,13	35,91	38,89	29,89	1,69	1,72	1,74	1,79	66,07	41,79	10,03
128,57	37,18	35,99	38,82	32,8	1,69	1,72	1,74	1,79	65,79	41,86	10,17
129,07	37,23	36,12	38,54	35,07	1,69	1,72	1,74	1,79	65,58	41,94	10,31
129,57	37,28	36,27	38,14	36,7	1,69	1,72	1,74	1,79	65,43	42,03	10,43
130,07	37,32	36,41	37,68	37,73	1,73	1,72	1,74	1,79	65,33	42,09	10,54
130,57	37,25	36,46	37,12	38,17	2,17	1,72	1,74	1,79	65,21	42,04	10,63
131,08	37,02	36,32	36,44	38,06	3,42	1,72	1,74	1,79	64,98	41,79	10,72
131,68	36,55	35,97	35,56	37,38	6,14	1,72	1,74	1,79	64,47	41,3	10,82
132,18	36,07	35,58	34,84	36,55	9,3	1,72	1,74	1,79	63,84	40,82	10,93
132,68	35,55	35,14	34,17	35,59	12,99	1,72	1,74	1,89	63,03	40,3	11,07
133,27	34,79	34,44	33,33	34,27	17,56	1,73	1,74	2,72	61,77	39,52	11,27
133,77	34	33,69	32,54	33,05	21,11	1,73	1,74	4,29	60,43	38,7	11,49
134,27	33,1	32,83	31,69	31,8	24,19	1,73	1,74	6,66	58,86	37,76	11,76
134,77	32,15	31,9	30,81	30,58	26,68	1,73	1,73	9,67	57,12	36,76	12,09
135,27	31,21	30,97	29,96	29,45	28,55	1,73	1,73	13,09	55,3	35,77	12,45
135,77	30,34	30,11	29,19	28,47	29,83	1,73	1,74	16,66	53,48	34,84	12,85
136,29	29,57	29,34	28,51	27,65	30,58	1,73	1,92	20,14	51,73	34,01	13,28
136,88	28,79	28,54	27,81	26,88	30,85	1,73	2,9	23,9	49,79	33,15	13,79
137,48	28,15	27,88	27,22	26,29	30,61	1,73	4,88	26,97	48,07	32,43	14,3
137,98	27,73	27,44	26,83	25,94	30,13	1,73	7,2	28,92	46,81	31,94	14,7
138,48	27,4	27,09	26,51	25,68	29,51	1,73	9,93	30,31	45,74	31,54	15,07
138,98	27,16	26,83	26,26	25,51	28,83	1,86	12,86	31,2	44,84	31,24	15,41
139,48	26,97	26,62	26,05	25,37	28,13	2,46	15,75	31,61	44,1	30,99	15,72
139,98	26,79	26,43	25,86	25,25	27,45	3,68	18,41	31,62	43,47	30,76	15,99
140,48	26,62	26,26	25,68	25,12	26,82	5,48	20,71	31,32	42,93	30,54	16,22
140,98	26,45	26,09	25,5	24,99	26,26	7,74	22,57	30,81	42,47	30,33	16,42
141,48	26,28	25,92	25,32	24,85	25,79	10,27	23,98	30,17	42,07	30,13	16,59
141,98	26,11	25,77	25,16	24,71	25,42	12,88	24,94	29,5	41,72	29,95	16,74
142,48	25,96	25,63	25,01	24,58	25,14	15,4	25,51	28,85	41,42	29,79	16,87
142,98	25,83	25,52	24,89	24,46	24,96	17,69	25,75	28,27	41,17	29,66	16,97
143,48	25,72	25,43	24,79	24,36	24,86	19,66	25,74	27,8	40,97	29,55	17,05
143,98	25,63	25,36	24,72	24,29	24,83	21,26	25,56	27,43	40,79	29,48	17,13
144,48	25,58	25,31	24,67	24,23	24,85	22,48	25,26	27,19	40,66	29,42	17,19
144,98	25,55	25,28	24,64	24,19	24,91	23,32	24,91	27,05	40,54	29,39	17,24
145,48	25,54	25,27	24,63	24,17	24,99	23,84	24,56	26,99	40,46	29,38	17,28
145,98	25,55	25,27	24,63	24,16	25,08	24,08	24,23	27	40,39	29,38	17,31
146,48	25,57	25,29	24,64	24,17	25,18	24,1	23,94	27,07	40,34	29,4	17,34
146,98	25,6	25,32	24,67	24,19	25,26	23,98	23,72	27,16	40,3	29,42	17,37
147,48	25,63	25,35	24,7	24,22	25,34	23,76	23,57	27,28	40,27	29,46	17,39
147,98	25,67	25,39	24,74	24,25	25,4	23,49	23,48	27,4	40,24	29,49	17,41
148,48	25,71	25,42	24,77	24,28	25,45	23,21	23,45	27,52	40,22	29,53	17,43
148,98	25,74	25,46	24,8	24,31	25,48	22,95	23,46	27,62	40,19	29,56	17,44
149,48	25,77	25,49	24,84	24,34	25,5	22,73	23,51	27,71	40,17	29,6	17,45
149,98	25,8	25,51	24,86	24,36	25,51	22,55	23,57	27,78	40,14	29,63	17,46
150,48	25,82	25,54	24,88	24,38	25,52	22,43	23,64	27,83	40,12	29,65	17,47
150,98	25,83	25,55	24,9	24,4	25,52	22,35	23,72	27,86	40,1	29,67	17,48
151,48	25,84	25,56	24,91	24,41	25,51	22,31	23,79	27,88	40,07	29,69	17,49
151,98	25,84	25,57	24,92	24,42	25,5	22,31	23,85	27,89	40,05	29,7	17,49
152,48	25,84	25,57	24,92	24,42	25,49	22,34	23,91	27,89	40,04	29,7	17,5
152,98	25,83	25,57	24,93	24,42	25,48	22,38	23,95	27,88	40,03	29,71	17,5
153,48	25,83	25,57	24,93	24,42	25,47	22,44	23,99	27,87	40,01	29,71	17,51
153,98	25,83	25,57	24,93	24,42	25,47	22,49	24,01	27,85	40	29,71	17,51
154,48	25,84	25,57	24,93	24,42	25,47	22,55	24,02	27,84	39,99	29,72	17,51
155	25,84	25,57	24,93	24,42	25,47	22,6	24,03	27,83	39,98	29,72	17,51
155,57	25,85	25,58	24,93	24,43	25,48	22,65	24,03	27,82	39,96	29,72	17,51
156,09	25,85	25,58	24,93	24,43	25,49	22,68	24,03	27,82	39,95	29,72	17,52
156,59	25,86	25,59	24,93	24,44	25,5	22,69	24,02	27,82	39,93	29,73	17,52
157,09	25,86	25,59	24,94	24,44	25,51	22,7	24,01	27,81	39,92	29,73	17,52
157,59	25,87	25,59	24,94	24,45	25,52	22,71	24	27,82	39,91	29,74	17,53
158,09	25,88	25,6	24,95	24,45	25,53	22,71	23,99	27,82	39,9	29,74	17,53
158,59	25,89	25,6	24,95	24,45	25,54	22,71	23,99	27,83	39,89	29,75	17,53
159,09	25,9	25,61	24,96	24,45	25,55	22,71	23,99	27,84	39,88	29,76	17,54
159,59	25,9	25,61	24,97	24,45	25,55	22,71	23,99	27,85	39,86	29,77	17,54
160,09	25,91	25,62	24,97	24,46	25,55	22,71	23,99	27,86	39,84	29,77	17,55
160,59	25,91	25,62	24,98	24,46	25,55	22,7	23,99	27,86	39,83	29,78	17,55
161,09	25,91	25,62	24,98	24,46	25,55	22,7	24	27,87	39,81	29,78	17,55
161,59	25,91	25,63	24,98	24,47	25,55	22,69	24	27,87	39,79	29,78	17,56

Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo "Costella".

T (s)	Presión (mca)										Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma H	Toma G	Toma F	Paa	VRP	
	P3	P4	P5	P6	P7	P16	P17	P18	P20	P22	
162,09	25,91	25,63	24,98	24,48	25,55	22,69	24	27,87	39,78	29,78	17,56
162,59	25,91	25,63	24,99	24,48	25,55	22,68	24	27,87	39,78	29,78	17,56

5.2. Ensayo Hidrante 10 (H2-5/Tipo3-7/DNB 100-QNB 63-DNP 20x1 25x1 30x2 50x3/PN10). NLIR Valencia. Noviembre 2013.

5.2.1. Clasificación del hidrante según norma UNE EN 14267.

H2-5					
Función		Tipo 3			
NSH		7			
Dimensiones					
Entrada (DNB)		100			
Salidas	DNP	20	25	30	50
	NS _{DN}	1	1	2	3
Presión (bar)		10		Contadores	

La denominación del hidrante según su clasificación será:

H2-5/Tipo3-7/DNB 100-QNB 63-DNP 20x1 25x1 30x2 50x3/PN10

5.2.2. Descripción del hidrante.

5.2.2.1. Válvula de compuerta DN 100.

Descripción.	Válvula de corte de compuerta con asiento elástico.
Función	Aislamiento del hidrante de la red
Fabricante	EUROVALVULAS
Presión nominal (bar)	10/16
Diámetro nominal.	100 mm
Cierre	Compuerta de fundición dúctil recubierta con NBR/EPDM
Otros	Tapa, cuerpo y volante de fundición dúctil.

5.2.2.2. Filtro Cazapiedras DN 100.

Descripción.	Filtro cazapiedras.
Función	Protección del hidrante ante elementos extraños
Fabricante	REGABER. GAER
Modelo	TIPO CESTA
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	100 mm
Otros	Tapa y cuerpo de fundición gris con recubrimiento epoxi de 250 µm. Malla Acero Inoxidable AISI-304 de 3 mm de diámetro.



5.2.2.3. Válvula hidráulica reductora de presión DN 100.

Descripción.	Válvula hidráulica reductora de presión.
Función	Reducir la presión de las tomas de riego del hidrante
Fabricante	DOROT
Modelo	GAL
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	100 mm
Cierre	Membrana

5.2.2.4. Colector PP-H 100 con 10 salidas.

Descripción.	Colector de PP-H unión por brida.
Función	Conexión a las tomas de parcela.
Fabricante	PREZASA - REGABER
Presión nominal (bar)	10
Diámetro nominal.	DN 110 mm SDR11
Otros	<p>10 salidas para tomas a parcela distribuidas longitudinalmente a lo largo del colector, terminadas en un manguito rosca macho.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 de DN 63 mm (2") • 2 de DN 50 mm (1" ½) • 3 de DN 40 mm (1" ¼) • 1 de DN 32 mm (1") • 1 de DN 25 mm (3/4") <p>1 salida en la parte superior DN 63 mm (2"), para colocación de ventosa.</p> <p>1 salida en la parte frontal - lateral DN 25mm (3/4") para la colocación de filtro manómetro y toma de agua para el comando hidráulico de las electroválvulas de las tomas.</p>



5.2.2.5. Ventosa.

Descripción.	Válvula ventosa trifuncional de 2".
Función	Eliminación y admisión de aire del hidrante
Fabricante	HIDROCONTA
Modelo	2" Triple efecto
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	2"
Otros	Aislada mediante válvula de esfera al colector.

5.2.2.6. Tomas a parcela instaladas.

Las tomas constan de válvula de corte de esfera PVC, contador volumétrico, y válvula hidráulica (electroválvula). El caudal nominal del hidrante se calcula en función de los caudales nominales de cada una de las tomas.

$$QN = 63,0 \text{ m}^3/\text{h}$$



Fotografía 2: Detalle del hidrante.

A continuación se caracteriza cada una de las tomas instaladas.

Toma A: Parcela 201, DN 50 mm (2").

- ✓ Válvula de esfera de PVC DN 63 (2") PN 16.
- ✓ Tramo recto de tubería PE100 DN 63 PN 1,0 MPa.
- ✓ Contador Woltman DN 50 mm. Colocación en horizontal.

Descripción.	Contador metálico tipo woltman
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo.
Fabricante	GECONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	50 mm (2")
Origen	Suministrado por GECONTA
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	15 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	30 m ³ /h
Uniones	Brida

- ✓ Tramo recto de tubería de PE100 DN 63 PN 1,0 MPa.
- ✓ Codo 90º de PE100 DN 63 PN 1,0 MPa.
- ✓ Tramo recto de tubería PE100 DN 63 PN 1,0 MPa.
- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	2"- 50 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca
Descripción.	Válvula hidráulica.

- ✓ Enlace de PE rosca macho unión mecánica DN 63 PN 1,6 MPa. Para el desmontaje de la válvula.
- ✓ Tubería a parcela de PE100 DN 63 mm PN 1,0 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 63 mm PN 1,0 MPa.

Toma B y E: Parcelas 198 y 439 DN 30 mm (1"1/2).

- ✓ Válvula de esfera de PVC DN 40 (1"1/2) PN 16.
- ✓ Manguito RH PE100 DN 40 PN 1,0 MPa.
- ✓ Contador chorro múltiple DN 30 mm. Colocación en vertical.

Descripción.	Contador plástico de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	GECONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	30 mm
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	6 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	12 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Tramo recto de tubería de PE100 DN 40 PN 1,0 MPa.
- ✓ Codo 90° de PE100 Electrosoldable DN 40 PN 1,0 MPa.
- ✓ Tramo recto de tubería PE100 DN 40 PN 1,0 MPa.
- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	1"1/2 - 40 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca

- ✓ Enlace de PE rosca macho unión mecánica DN 50 PN 1,6 MPa. Para el desmontaje de la válvula.
- ✓ Tubería a parcela de PE100 DN 50 mm PN 1,0 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 50 mm PN 1,0 MPa.

Toma C: Parcela 284 DN 25 mm (1").

- ✓ Válvula de esfera de PVC DN 32 (1") PN 16.
- ✓ Manguito RH PE100 DN 32 PN 1,0 MPa.
- ✓ Contador chorro múltiple DN 25 mm. Colocación en vertical.

Descripción.	Contador plástico de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	GECONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	25 mm
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	3,5 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	7 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Tramo recto de tubería de PE100 DN 32 PN 1,0 MPa.
- ✓ Codo 90° de PE100 DN 32 PN 1,0 MPa.
- ✓ Tramo recto de tubería PE100 DN 32 PN 1,0 MPa.
- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	1" - 32 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca

- ✓ Enlace de PE rosca macho unión mecánica DN 40 PN 1,6 MPa. Para el desmontaje de la válvula.
- ✓ Tubería a parcela de PE100 DN 40 mm PN 1,0 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 40 mm PN 1,0 MPa.

Toma D: Parcela 285 DN 20 mm (3/4").

- ✓ Válvula de esfera de PVC DN 25 (1") PN 16.
- ✓ Manguito RH PE100 DN 25 PN 1,0 MPa.
- ✓ Contador chorro múltiple DN 20 mm. Colocación en vertical.

Descripción.	Contador plástico de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	GECONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16

Diámetro nominal.	20 mm
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	2,5 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	5 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Tramo recto de tubería de PE100 DN 25 PN 1,0 MPa.
- ✓ Codo 90° de PE100 DN 25 PN 1,0 MPa.
- ✓ Tramo recto de tubería PE100 DN 25 PN 1,0 MPa.
- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	3/4" - 25 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca

- ✓ Enlace de PE rosca macho unión mecánica DN 40 PN 1,6 MPa. Para el desmontaje de la válvula.
- ✓ Tubería a parcela de PE100 DN 40 mm PN 1,0 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 32 mm PN 1,0 MPa.

Toma F y G: Parcela 427 y 127, DN 50 mm (2").

- ✓ Válvula de esfera de PVC DN 63 (2") PN 16.
- ✓ Tramo recto de tubería PE100 DN 63 PN 1,0 MPa.
- ✓ Contador Woltman DN 50 mm. Colocación en horizontal.

Descripción.	Contador metálico tipo woltman
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo.
Fabricante	GECONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	50 mm (2")
Origen	Suministrado por GECONTA
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (QNP)	15 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	30 m ³ /h
Uniones	Brida

- ✓ Tramo recto de tubería de PE100 DN 63 PN 1,0 MPa.
- ✓ Codo 90° de PE100 DN 63 PN 1,0 MPa.
- ✓ Tramo recto de tubería PE100 DN 63 PN 1,0 MPa.
- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	2"- 50 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca
Descripción.	Válvula hidráulica.

- ✓ Enlace con reducción de PE rosca macho unión mecánica DN 63-50 PN 1,6 MPa. Para el desmontaje de la válvula.
- ✓ Tubería a parcela de PE100 DN 50 mm PN 1,0 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 50 mm PN 1,0 MPa.

5.2.3. Ensayos realizados.

1. Comprobación de la metrología a QNP para cada una de las tomas.
2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo.
3. Pérdidas de carga del hidrante, con todas las tomas abiertas.
4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.
5. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada.
6. Rapidez de regulación de presión de la VRP.
7. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.
8. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego. Con y sin funcionamiento de la VRP.
9. Prueba de estanqueidad.

5.2.4. Resultados.

Los datos registrados y su tratamiento se pueden observar en el Apartado 5.2.6.

5.2.4.1. Comprobación de la metrología a QNP para cada una de las tomas.

Con la válvula de maniobra instalada aguas abajo de la toma se regula el caudal circulante para ajustarlo al QNP de la toma. Se verifica el caudal circulante del emisor de pulsos con del registrado por los CEM del banco de ensayos.

Los resultados obtenidos son:

Tabla 109: Hidrante 10. Comprobación metrología de las tomas.

Toma	A	B	C	D	E	F	G ⁴⁴
Parcela	201	198	284	285	439	427	127
QNP (m ³ /h)	15	6	3,5	2,5	6	15	15
Qp(m ³ /h)	14,63	5,93	3,43	2,42	5,84	14,83	15,11
CEM	50	50	25	25	50	50	50
Q _{CEM} (m ³ /h)	15,00	6,03	3,54	2,47	6,03	14,96	14,99
εp(%)	-2,52	-1,69	-3,13	-1,93	-3,18	-0,90	0,75

Siendo:

- QNP: Caudal nominal del contador de la toma, en m³/hora
- Qp: Caudal registrado por el emisor de pulsos del contador, se realiza una medición de al menos 3 pulsos, en m³/hora
- CEM: Contador electromagnético utilizado.
- Q_{CEM}: Caudal contador CEM, medida patrón, en m³/hora
- εp : Error relativo en porcentaje.

Los errores son admisibles y están dentro de los indicados por la normativa aplicable (AEN/CTN68 2006, 2005).

5.2.4.2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo.

Se compara la medida del caudal proporcionada por la esfera de cada uno de los contadores de las tomas, con la medida del caudal realizada con el contador electromagnético patrón del banco de ensayo (CEM100). Para ello se fija el caudal nominal de cada una de las tomas modificando la apertura de una válvula de bola instalada aguas abajo de las mismas y se espera a que se establezca el sistema antes de empezar la medición. Se fija como caudal nominal del hidrante la suma de los caudales nominales de las tomas del hidrante.

Tabla 110: Hidrante 10. Comprobación metrología hidrante.

Toma	QNP (m ³ /h)	Caudal Medido Contador (m ³ /h)
A	15,0	14,74
B	6,0	5,81
C	3,5	4,12

⁴⁴ En esta toma el emisor de pulso no funciono correctamente por lo que la medición de realizo de forma manual.

Toma	QNP (m ³ /h)	Caudal Medido Contador (m ³ /h)
D	2,5	2,67
E	6	6,31
F	15,0	15,51
G	15,0	16,27
Total Hidrante	63,0	65,43

Q _{HIDRANTE}	Q _{CEM}	ε (%)
65,43	62,99	+3,88

Siendo:

- Q_{HIDRANTE}: Caudal total del hidrante, en m³/hora
- Q_{CEM}: Caudal contador CEM, medida patrón, en m³/hora
- ε: Error relativo.

El error producido se encuentra dentro de los valores indicados por la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2006, 2005)

5.2.4.3. Pérdidas de carga del hidrante.

Con las válvulas de cada una de las tomas abiertas, se modifica el caudal circulante por el hidrante registrando la presión aguas arriba del hidrante, en el colector, y aguas abajo de cada una de las 7 tomas del hidrante, registrando también el caudal circulante una vez el sistema se estabiliza.

En este apartado se resumen aquellos resultados para el caudal nominal del hidrante (63,0 m³/h).

Tabla 111: Hidrante 10. Pérdidas de carga hidrante.

ΔhN (Toma A)	ΔhN (Toma B)	ΔhN (Toma C)	ΔhN (Toma D)	ΔhN (Toma E)	ΔhN (Toma F)	ΔhN (Toma G)	Δh VC + Filtro	Δh VRP	Q _{CEM}
4,22	8,02	8,42	8,48	8,38	5,26	4,36	1,55	0,87	62,99

Siendo:

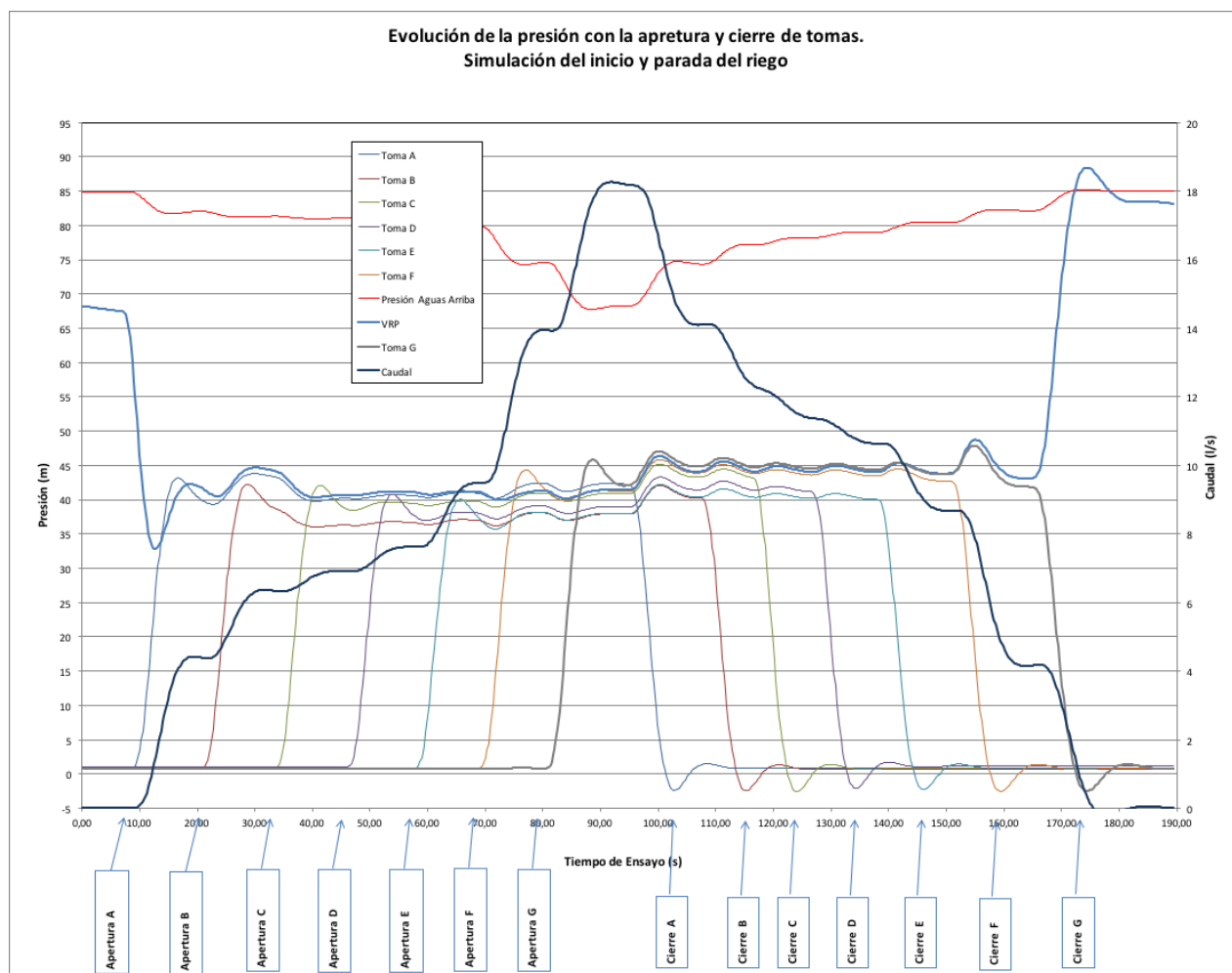
- Q_{CEM}: Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM, en m³/hora
- ΔhN(Toma x): Pérdidas de carga totales entre la medición aguas arriba del hidrante y la medición aguas abajo de la toma X, para el caudal circulante por la toma (ver caudal en tablas apartado anterior), en mca
- Δh(VC + Filtro): Pérdida de carga de la válvula de compuerta DN 100 del hidrante y del filtro cazapiedras, en mca.
- Δh(VRP): Pérdida de carga de la válvula reductora de presión totalmente abierta, en mca.

Según la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005) las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 3 son 0,8 bar (80 KPa, 8 m), por lo que las pérdidas están dentro de las recomendadas por dicha norma.

5.2.4.4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.

El ensayo muestra el comportamiento del hidrante (fluctuaciones de presión y caudal) ante situaciones de apertura y cierre de las tomas.

Consiste en variar la posición de la válvula hidráulica de cada toma de posición de **Abierto** a **Cerrado** o de **Cerrado** a **Abierto**. En la Gráfica 29 se pueden visualizar los resultados obtenidos.

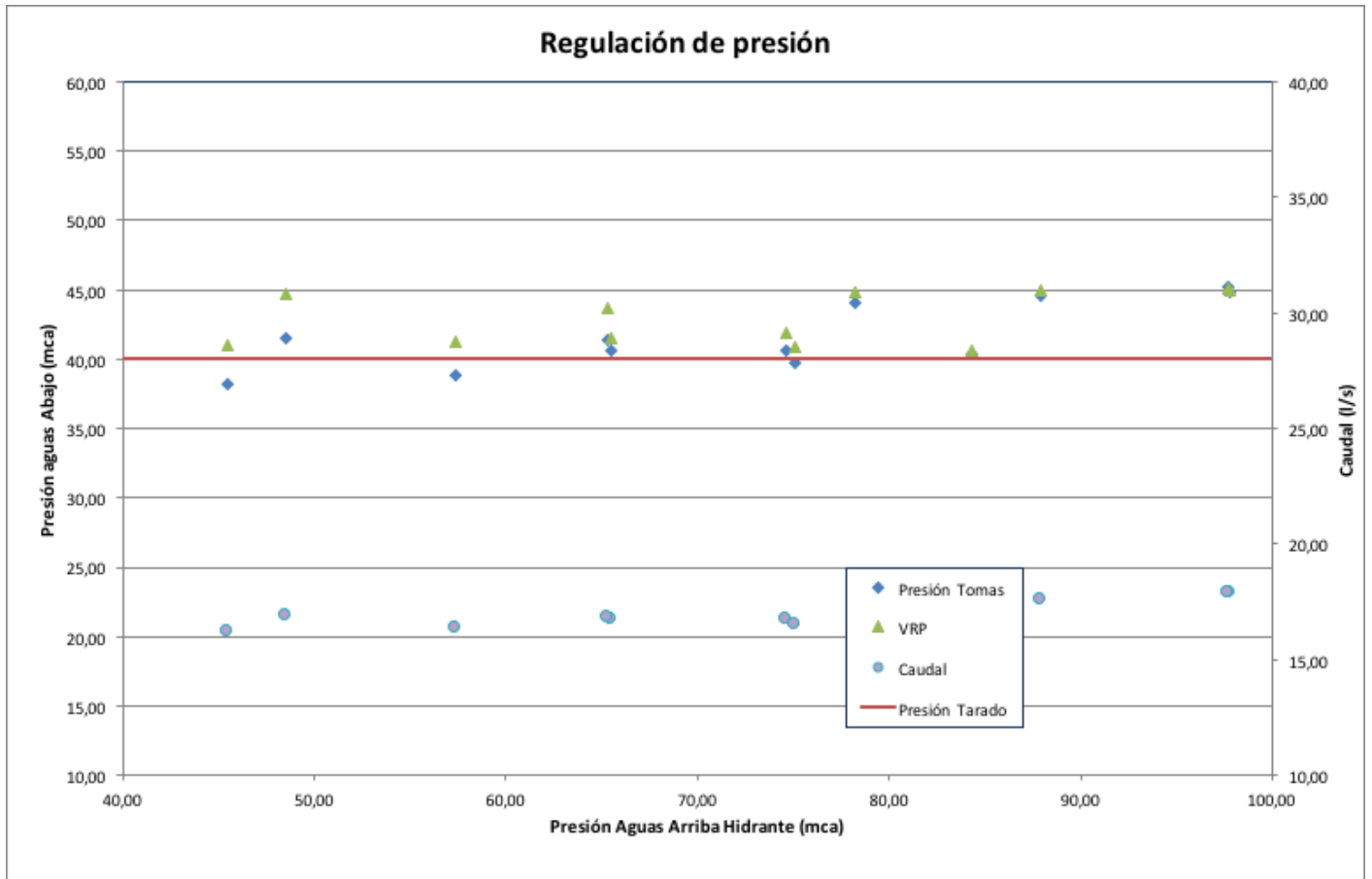


Gráfica 29: Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas de riego.

El hidrante se comporta de forma estable ante estas situaciones de apertura y cierre, no mostrando transitorios importantes en el cierre o apertura de ninguna de las tomas.

5.2.4.5. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada.

Se activa el funcionamiento de la válvula reductora de presión verificando la presión de regulación ante diferentes presiones a la entrada del hidrante, se comprueba la presión en las tomas así como la precisión en la presión regulada. Se tara la válvula a la presión a la que regulara en campo, siendo la presión de tarado de PTR = 4 kg/cm².



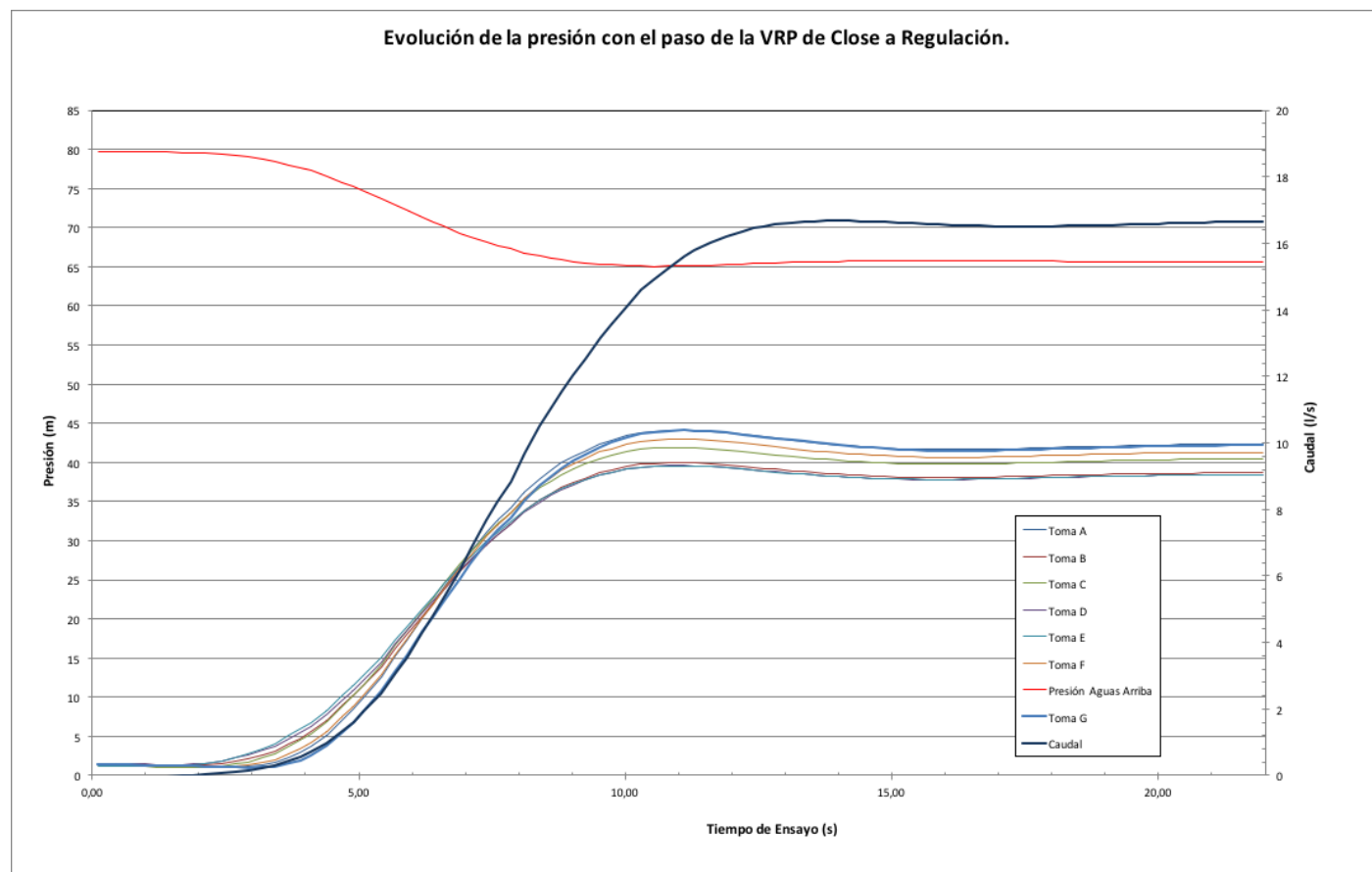
Gráfica 30: Respuesta del hidrante ante la regulación de presión.

La regulación de la válvula reductora es buena y estable, asegurando una presión adecuada en las tomas de riego.

5.2.4.6. Rapidez de regulación de presión de la VRP.

Se comprueba la rapidez y precisión de regulación de la VPR al pasar de cerrada a regulación y de abierta a regulación, actuando sobre la válvula de 3 vías de la válvula.

Cerrada a regulación.



Gráfica 31: Respuesta del hidrante ante la regulación de presión de cerrado a regulación.

Se realizan varias repeticiones obteniendo resultados similares en los tiempos medios de regulación.

Tabla 112: Hidrante 10. Rapidez en la actuación de la VRP de cerrada a regulación.

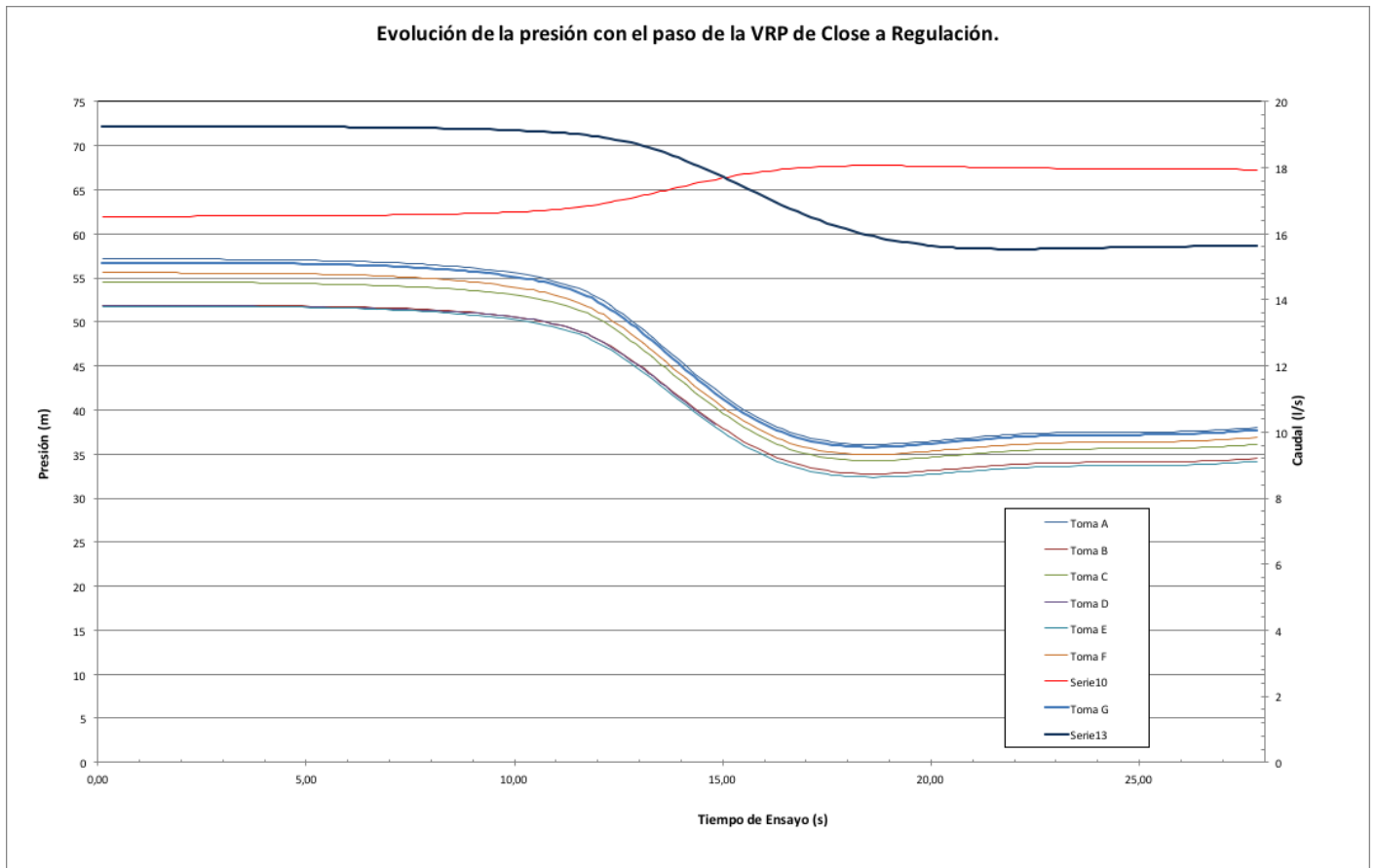
Medida	T1(s)	T2(s)	Paa (mca)	Pab VRP (mca)	Q _{CEM} (m ³ /h)
1	1,69	15,38	65,68	40,99	16,57
2	1,83	16,23	65,95	40,89	16,46
3	8,02	24,01	66,27	40,87	16,28
4	5,05	21,49	66,27	40,88	16,22
5	1,60	13,60	65,81	40,95	16,46
Medias	3,64	18,14	66,00	40,92	16,40
σ	2,85	4,40	0,27	0,05	0,14

Siendo:

- T1: Tiempo desde el comienzo de la maniobra hasta que la válvula comienza a regular, en segundos.
- T2: Tiempo desde el comienzo de la maniobra hasta que la válvula estabiliza la presión de regulación, en segundos.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante desde T2 hasta el final del ensayo, en metros.

- Pab VRP: Presión aguas abajo VRP desde T2 hasta el final del ensayo, en metros
- Q_{CEM} : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM desde T2 hasta el final del ensayo, en m³/hora

Abierta a regulación.



Gráfica 32: Respuesta del hidrante ante la regulación de presión de cerrado a regulación.

Se realizan varias repeticiones obteniendo resultados similares en los tiempos medios de regulación.

Tabla 113: Hidrante 10. Rapidez en la actuación de la VRP de abierta a regulación.

Medida	T1(s)	T2(s)	Paa (mca)	Pab VRP (mca)	Q_{CEM} (m ³ /h)
1	5,60	22,01	67,40	37,34	15,59
2	12,12	25,89	65,76	43,52	16,81
3	12,15	22,98	65,69	43,68	16,88
4	3,91	21,91	66,30	39,89	16,21
5	6,21	17,90	65,54	43,61	16,81
Medias	8,00	22,14	66,14	41,61	16,46
σ	3,87	2,86	0,76	2,88	0,56

Siendo:

- T1: Tiempo desde el comienzo de la maniobra hasta que la válvula comienza a regular, en segundos.
- T2: Tiempo desde el comienzo de la maniobra hasta que la válvula estabiliza la presión de regulación, en segundos.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante desde T2 hasta el final del ensayo, en metros.
- Pab VRP: Presión aguas abajo VRP desde T2 hasta el final del ensayo, en metros
- Q_{CEM} : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el contador CEM desde T2 hasta el final del ensayo, en m³/hora

5.2.4.7. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego.

Con la válvula de esfera del tramo de tubería que simula la tubería a parcela parcialmente cerrada⁴⁵, se procede abrir y cerrar cada toma para comprobar el caudal máximo que puede circular con el resto de tomas cerradas y la VRP en su función de regulación.

Tabla 114: Hidrante 10. Caudal máximo simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego y VRP en regulación.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	P _{aa} (mca)	P _{ab} (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
A	15,0	30	76,81	42,28	12,98	No Bloqueo
B	6,0	12	77,80	38,21	5,19	No Bloqueo
C	3,5	7	78,61	37,82	2,51	No Bloqueo
D	2,5	5	78,85	38,45	2,14	No Bloqueo
E	6	12	77,60	37,92	5,80	No Bloqueo
F	15,0	30	76,36	40,51	13,74	No Bloqueo
G	15,0	30	76,20	41,40	14,79	No Bloqueo

Siendo:

- TOMA: Toma ensayada
- QNP: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- P_{aa}: Presión aguas arriba del hidrante, en mca.
- P_{ab}: Presión aguas debajo de la toma, en mca.
- Q_{CEM} Maximo: Caudal máximo de ensayo medido con contador CEM, en m³/hora

5.2.4.8. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego con la VRP en regulación.

Con la válvula de esfera del tramo de tubería que simula la tubería a parcela totalmente abierta⁴⁶ y la VRP en posición de regulación, se procede abrir y cerrar cada toma para comprobar el caudal máximo que puede circular con el resto de tomas cerradas y presiones altas en el hidrante.

⁴⁵ Esta válvula simula la resistencia que ofrecería la instalación de riego en parcela, la regulación de esta válvula se realizó para que pase, con todas las tomas abiertas el caudal nominal del contador de la toma.

⁴⁶ Simulando el caso de que no haya conectada ninguna instalación de riego.

Tabla 115: Hidrante 10. Caudal máximo simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP en regulación.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	P _{aa} (mca)	P _{ab} (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
A	15,0	30	50,92	10,27	50,84	No Bloqueo
B	6,0	12	76,15	3,61	14,90	No Bloqueo
C	3,5	7	76,85	3,23	8,75	No Bloqueo
D	2,5	5	77,55	2,03	5,77	No Bloqueo
E	6	12	76,19	3,87	14,67	No Bloqueo
F	15,0	30	63,64	29,72	35,95	No Bloqueo
G	15,0	30	49,96	11,60	51,90	No Bloqueo

Siendo:

- TOMA: Toma ensayada
- QNP: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- QSC: Caudal de sobrecarga al que podría llegar el contador, en m³/hora.
- P_{aa}: Presión aguas arriba del hidrante, en mca.
- P_{ab}: Presión aguas debajo de la toma, en mca.
- Q_{CEM} Maximo: Caudal máximo de ensayo medido con contador CEM, en m³/hora

5.2.4.9. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego con la VRP sin regulación.

Con la válvula de esfera del tramo de tubería que simula la tubería a parcela totalmente abierta⁴⁷ y la VRP en posición de abierta, se procede abrir y cerrar cada toma para comprobar el caudal máximo que puede circular con el resto de tomas cerradas y presiones altas en el hidrante.

Tabla 116: Hidrante 10. Caudal máximo simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP sin regulación.

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	QSC (m ³ /h)	P _{aa} (mca)	P _{ab} (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
A	15,0	30	18,75	51,32	15,24	63,36	No Bloqueo
B	6,0	12	7,5	85,70	8,29	24,53	No Bloqueo
C	3,5	7	4,37	89,87	7,97	15,32	No Bloqueo
D	2,5	5	3,12	90,34	4,46	10,35	No Bloqueo
E	6	12	7,5	85,52	9,72	24,74	No Bloqueo
F	15,0	30	18,75	69,13	48,20	46,48	No Bloqueo

TOMA	QNP (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	QSC (m ³ /h)	P _{aa} (mca)	P _{ab} (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
G	15,0	30	18,75	76,42	25,06	77,62	No Bloqueo

Siendo:

- TOMA: Toma ensayada
- QNP: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- QSC: Caudal de sobrecarga al que podría llegar el contador, en m³/hora.
- P_{aa}: Presión aguas arriba del hidrante, en mca.
- P_{ab}: Presión aguas debajo de la toma, en mca.
- Q_{CEM} Maximo: Caudal máximo de ensayo medido con contador CEM, en m³/hora.

5.2.4.10. Prueba de estanqueidad.

Con la Válvula de compuerta de inicio del hidrante y las válvulas de maniobra de cada toma cerradas se somete a los elementos generales del hidrante a una presión hidrostática de aproximadamente de 90 mca, durante 2 horas. La variación de presión producida esta dentro de los valores normales considerando una estanqueidad adecuada del hidrante permitiendo contrastar que el colector cumple con los parámetros de calidad adecuado garantizando su estanqueidad y una adecuada resistencia mecánica.⁴⁸

Tabla 117: Hidrante 10. Estanqueidad de los componentes.

Elemento	Estado
Filtro Cazapiedras	Sin fugas
VRP	Sin fugas
Colector	Sin fugas
Ventosa	Sin fugas
Manómetro	Sin fugas

Al mismo tiempo y aisladas por medio de las válvulas de bola se somete a las tomas a presión registrando la evolución de la presión y detección de fugas, los resultados son:

Tabla 118: Hidrante 10. Estanqueidad de las tomas.

Toma	Conexión Válvula bola	Contador	Conexiones válvula hidráulica.
A	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas

⁴⁸ Los procesos de verificación y característica de los colectores se pueden consultar en el pliego de prescripciones técnicas del hidrante así como en las normas UNE-53943 y UNE-EN-ISO-1167.

Toma	Conexión Válvula bola	Contador	Conexiones válvula hidráulica.
B	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
C	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
D	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
E	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
F	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas
G	Sin fugas	Sin fugas	Sin fugas

5.2.5. Conclusiones

La medición de caudal nominal del hidrante, muestra una buena precisión con respecto a medido en el banco de ensayo, estando dentro de los valores que marca la norma UNE EN 14267 (AEN/CTN68 2005, 2006).

Según la norma UNE EN 14267 las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 3 es 8 mca, estado todos las tomas cerca de este valor, la pérdidas en este caso TIPO 3 no es un valor limitante ya que debido a la instalación de la VRP, el incorporar elementos con pérdidas superiores a las indicadas en la norma puede mejorar el funcionamiento de la VRP. Aunque si bien una pérdidas superiores puede mostrar un error el la elección de los materiales o deficiencia de algún elemento.

El hidrante muestra una buena respuesta ante el cierre y apertura de las diferentes tomas. El comportamiento es similar tanto al cerrar como a la apertura de las tomas, no observándose comportamientos de histéresis ni transitorios preocupantes en ningún caso.

La regulación de presión es buena aunque la válvula puede transmitir presiones elevadas a las tomas a presión estática, lo que no puede asegurar una buena protección de las tomas a parcela si la presión aguas arriba es importante.

En las condiciones de instalación, los contadores no pueden bloquearse en ningún caso incluso sin instalación en parcela (descarga a la atmosfera), comprobando que en posición horizontal no solo se mantiene la metrología sino que garantiza el funcionamiento (no bloqueo) ante caudales anormalmente elevados.

La estanqueidad observada en los componentes del hidrante ensayado es adecuada, tanto en elementos generales como en los elementos de cada toma. La prueba de estanqueidad realizada en fabrica del colector y comprobada en laboratorio garantiza la resistencia mecánica e hidráulica del mismo.

En general el hidrante se comporta adecuadamente cumpliendo todos los objetivos planteados en su desarrollo.

5.2.6. Datos registrados ensayo Hidrante 10.

5.2.6.1. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. Datos registrados.

Leyenda:

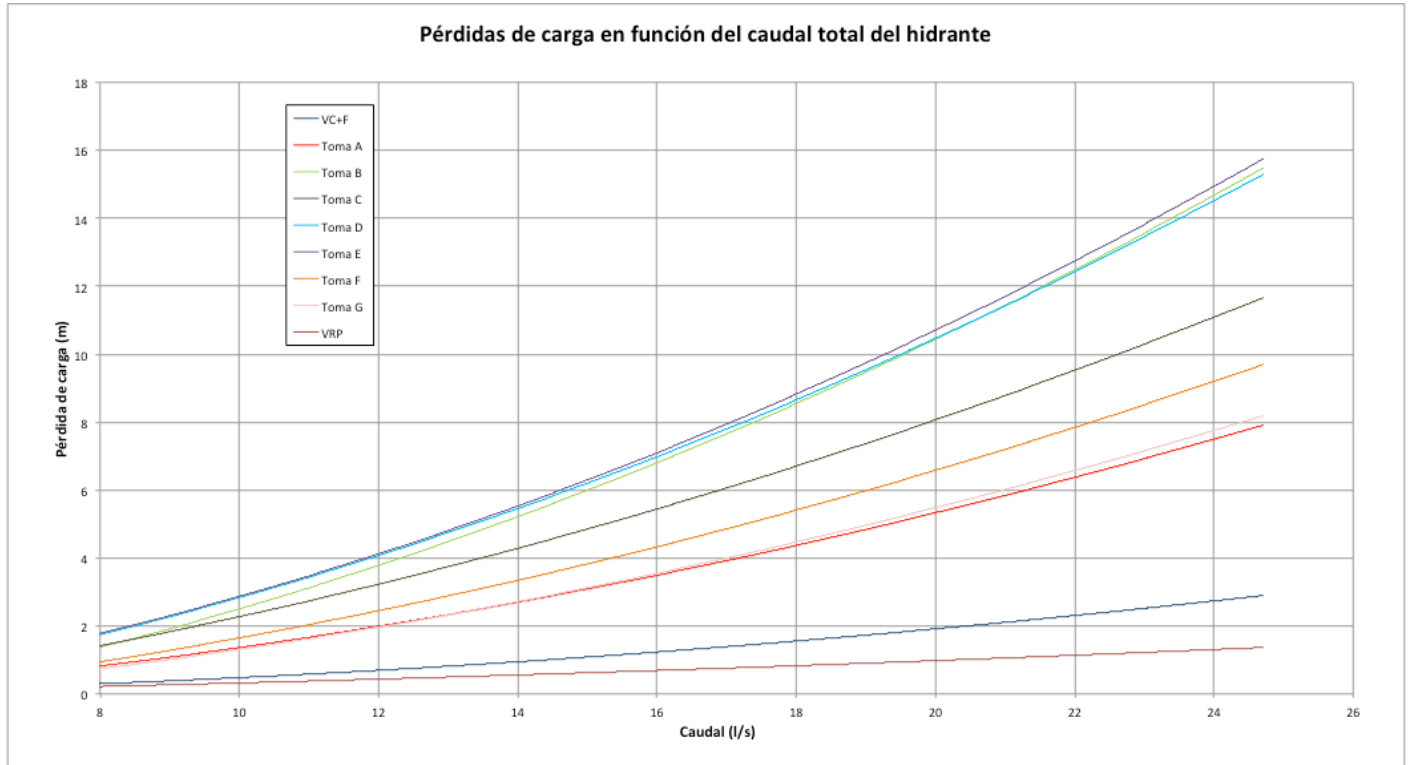
- TOMA: Toma ensayada
- Volumen (l): Volumen visualizado en el contador en litros.
- Tiempo (s): Tiempo registrado para el volumen del contador en segundos.
- Q: Caudal circulante por el contador Volumen/Tiempo, en l/s.
- Q_{toma} : Caudal medio registrado por el contador, en l/s y m^3/h .
- Q_{CEM} : Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayos, en m^3/h .
- ΔhN : Pérdidas de carga de la toma en m.
- VRP: Válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.
- Error (%): Error relativo en porcentaje.

TOMA	Volumen (l)	Tiempo (s)	$Q_{toma}(l/s)$	$Q_{toma}(m^3/h)$	$Q_{CEM}(m^3/h)$	$\Delta hN(mca)$
A	200	48,61	4,09	14,81	62,99	4,22
B	200	124,69	1,61	5,77	62,99	8,02
C	200	173,21	1,15	4,16	62,99	8,42
D	200	266,26	0,74	2,70	62,99	8,48
E	200	94,14	1,75	7,65	62,99	8,38
F	200	46,33	4,31	15,54	62,99	5,26
G	200	44,24	4,52	16,27	62,99	4,36
VC+Filtro	-	-	-	-	-	1,55
VRP	-	-	-	-	-	0,87
Total				65,43	62,99	
Error (%)				3,88		

5.2.6.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante. Datos registrados

Caudal (l/s)	Toma A $\Delta hN(mca)$	Toma B $\Delta hN(mca)$	Toma C $\Delta hN(mca)$	Toma D $\Delta hN(mca)$	Toma E $\Delta hN(mca)$	Toma F $\Delta hN(mca)$	Toma G $\Delta hN(mca)$	VC+F $\Delta hN(mca)$	VRP $\Delta hN(mca)$
24,71	7,80	15,21	11,57	15,01	15,58	9,60	8,09	2,87	1,28
23,39	7,13	13,91	10,61	13,83	14,19	8,72	7,36	2,59	1,24
21,53	6,16	12,04	9,28	12,18	12,37	7,64	6,36	2,19	1,17
20,38	5,57	10,88	8,46	11,03	11,17	6,94	5,76	2,03	1,05
19,26	4,95	9,67	7,59	9,81	9,97	6,15	5,13	1,75	0,93
18,12	4,37	8,54	6,76	8,73	8,86	5,45	4,47	1,53	0,86
17,50	4,10	8,01	6,34	8,21	8,31	5,08	4,18	1,46	0,80
16,34	3,60	6,98	5,63	7,23	7,30	4,44	3,64	1,31	0,65
14,98	3,04	5,90	4,80	6,02	6,22	3,75	3,06	1,09	0,58
13,85	2,56	4,98	4,14	5,18	5,31	3,19	2,58	0,89	0,51
12,91	2,25	4,35	3,65	4,55	4,67	2,82	2,25	0,78	0,51
11,51	1,77	3,40	2,97	3,67	3,75	2,24	1,76	0,63	0,37
10,07	1,36	2,47	2,27	2,87	2,89	1,66	1,33	0,48	0,35
8,54	1,00	1,69	1,67	2,09	2,12	1,14	0,89	0,35	0,25
6,92	0,63	1,00	1,11	1,31	1,34	0,66	0,53	0,24	0,19
9,03	1,10	1,93	1,85	2,37	2,34	1,30	1,02	0,38	0,29
10,54	1,49	2,78	2,48	3,17	3,17	1,84	1,49	0,52	0,31
12,68	2,22	4,27	3,52	4,51	4,57	2,75	2,18	0,76	0,46
14,41	2,88	5,55	4,49	5,72	5,85	3,55	2,91	1,01	0,59
15,55	3,31	6,45	5,16	6,61	6,73	4,11	3,36	1,17	0,67
16,30	3,65	7,11	5,63	7,19	7,38	4,46	3,68	1,32	0,65
17,46	4,20	8,17	6,39	8,16	8,41	5,09	4,27	1,46	0,88

Caudal (l/s)	Toma A $\Delta h_N(\text{mca})$	Toma B $\Delta h_N(\text{mca})$	Toma C $\Delta h_N(\text{mca})$	Toma D $\Delta h_N(\text{mca})$	Toma E $\Delta h_N(\text{mca})$	Toma F $\Delta h_N(\text{mca})$	Toma G $\Delta h_N(\text{mca})$	VC+F $\Delta h_N(\text{mca})$	VRP $\Delta h_N(\text{mca})$
18,62	4,71	9,24	7,15	9,15	9,46	5,85	4,86	1,67	0,87
20,34	5,61	10,98	8,37	11,04	11,18	6,88	5,75	2,03	1,03
21,45	6,17	12,11	9,19	12,18	12,33	7,55	6,34	2,19	1,11
22,62	6,82	13,39	10,11	13,28	13,61	8,34	7,00	2,53	1,15
23,91	7,44	14,58	10,99	14,37	14,80	9,10	7,68	2,71	1,33
24,54	7,74	15,22	11,38	14,87	15,45	9,52	8,02	2,83	1,36



5.2.6.3. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.

Leyenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- VRP: Válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.

T (s)	Presión (mca)									Q (l/s)
	Toma A P3	Toma B P4	Toma C P5	Toma D P6	Toma E P16	Toma F P17	Toma G P18	Paa P22	VRP P20	
0,00	0,90	0,74	0,88	1,03	0,91	0,84	0,83	84,92	68,25	0,01
0,20	0,90	0,74	0,88	1,03	0,91	0,84	0,83	84,92	68,22	0,01
0,41	0,89	0,74	0,87	1,02	0,91	0,84	0,83	84,91	68,20	0,01
0,61	0,89	0,74	0,87	1,02	0,91	0,84	0,83	84,90	68,18	0,01
0,81	0,89	0,74	0,87	1,02	0,91	0,84	0,83	84,90	68,15	0,01
1,11	0,89	0,74	0,87	1,02	0,91	0,84	0,83	84,89	68,12	0,01
1,31	0,89	0,74	0,87	1,02	0,91	0,84	0,83	84,89	68,09	0,01
1,52	0,89	0,74	0,87	1,02	0,90	0,84	0,83	84,88	68,07	0,01
1,81	0,89	0,74	0,87	1,02	0,90	0,83	0,83	84,88	68,03	0,01
2,02	0,89	0,74	0,87	1,03	0,90	0,83	0,83	84,88	68,01	0,01
2,31	0,89	0,75	0,87	1,03	0,90	0,83	0,83	84,87	67,98	0,01
2,61	0,89	0,75	0,87	1,03	0,90	0,83	0,83	84,87	67,94	0,01
2,81	0,89	0,75	0,87	1,03	0,90	0,83	0,83	84,87	67,92	0,01

T (s)	Presión (mca)									Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Paa	VRP	
	P3	P4	P5	P6	P16	P17	P18	P22	P20	
3,11	0,89	0,75	0,87	1,03	0,90	0,84	0,83	84,87	67,89	0,01
3,31	0,89	0,75	0,87	1,03	0,90	0,84	0,83	84,87	67,87	0,01
3,52	0,89	0,75	0,86	1,03	0,90	0,84	0,83	84,87	67,84	0,01
3,81	0,89	0,75	0,86	1,03	0,90	0,84	0,83	84,87	67,81	0,01
4,11	0,89	0,75	0,86	1,03	0,90	0,84	0,83	84,88	67,78	0,01
4,31	0,89	0,75	0,86	1,04	0,90	0,84	0,83	84,88	67,76	0,01
4,61	0,89	0,75	0,86	1,04	0,90	0,84	0,83	84,88	67,72	0,01
4,81	0,89	0,75	0,86	1,04	0,90	0,84	0,83	84,89	67,70	0,01
5,02	0,89	0,75	0,86	1,04	0,90	0,84	0,83	84,89	67,68	0,01
5,22	0,89	0,75	0,86	1,04	0,90	0,85	0,83	84,89	67,66	0,01
5,52	0,89	0,75	0,86	1,04	0,90	0,85	0,82	84,90	67,63	0,01
5,81	0,89	0,75	0,86	1,04	0,89	0,85	0,82	84,91	67,60	0,01
6,11	0,89	0,75	0,87	1,05	0,89	0,85	0,82	84,91	67,57	0,01
6,31	0,90	0,75	0,87	1,05	0,89	0,85	0,82	84,92	67,55	0,01
6,52	0,90	0,75	0,87	1,05	0,89	0,85	0,82	84,92	67,53	0,01
6,81	0,90	0,75	0,87	1,05	0,89	0,85	0,82	84,92	67,51	0,01
7,02	0,90	0,75	0,87	1,05	0,88	0,85	0,82	84,93	67,48	0,01
7,22	0,90	0,75	0,87	1,05	0,88	0,85	0,82	84,93	67,41	0,01
7,52	0,90	0,75	0,87	1,05	0,88	0,85	0,82	84,93	67,08	0,01
7,81	0,90	0,75	0,87	1,05	0,88	0,85	0,82	84,93	66,26	0,01
8,02	0,91	0,75	0,87	1,05	0,88	0,85	0,81	84,93	65,37	0,01
8,31	0,92	0,75	0,87	1,05	0,87	0,85	0,81	84,92	63,54	0,01
8,52	0,93	0,75	0,87	1,05	0,87	0,85	0,81	84,90	62,00	0,01
8,72	0,95	0,75	0,87	1,05	0,87	0,85	0,81	84,86	60,25	0,01
9,02	1,07	0,75	0,87	1,05	0,87	0,84	0,81	84,79	57,29	0,01
9,22	1,24	0,75	0,87	1,05	0,87	0,84	0,81	84,72	55,16	0,01
9,52	1,75	0,75	0,87	1,05	0,87	0,84	0,81	84,59	51,87	0,03
9,72	2,29	0,75	0,87	1,05	0,87	0,84	0,81	84,48	49,68	0,04
10,02	3,43	0,75	0,87	1,05	0,87	0,84	0,82	84,30	46,51	0,08
10,31	4,98	0,75	0,87	1,04	0,87	0,84	0,82	84,10	43,56	0,13
10,52	6,23	0,75	0,86	1,04	0,87	0,83	0,82	83,95	41,76	0,18
10,72	7,63	0,75	0,86	1,04	0,87	0,83	0,82	83,80	40,11	0,25
11,02	10,00	0,75	0,86	1,04	0,87	0,83	0,82	83,57	37,94	0,36
11,22	11,72	0,75	0,86	1,04	0,88	0,83	0,82	83,42	36,72	0,45
11,52	14,47	0,75	0,86	1,04	0,88	0,83	0,82	83,20	35,21	0,61
11,72	16,37	0,75	0,86	1,04	0,88	0,83	0,82	83,05	34,42	0,73
12,02	19,29	0,75	0,86	1,04	0,88	0,83	0,83	82,84	33,56	0,93
12,31	22,21	0,75	0,86	1,04	0,89	0,83	0,83	82,64	33,04	1,14
12,52	24,12	0,75	0,86	1,04	0,89	0,83	0,83	82,52	32,87	1,29
12,81	26,91	0,75	0,86	1,04	0,89	0,83	0,83	82,35	32,85	1,53
13,02	28,68	0,75	0,86	1,04	0,90	0,83	0,83	82,25	32,97	1,69
13,22	30,37	0,75	0,86	1,05	0,90	0,82	0,83	82,16	33,19	1,86
13,42	31,97	0,76	0,86	1,05	0,90	0,82	0,82	82,08	33,49	2,02
13,72	34,18	0,76	0,86	1,05	0,90	0,82	0,82	81,97	34,07	2,27
14,02	36,14	0,76	0,86	1,05	0,90	0,82	0,82	81,89	34,75	2,51
14,22	37,31	0,76	0,86	1,05	0,90	0,82	0,82	81,84	35,25	2,67
14,42	38,36	0,76	0,86	1,04	0,90	0,82	0,82	81,80	35,77	2,83
14,72	39,71	0,76	0,86	1,04	0,90	0,82	0,82	81,76	36,57	3,04
14,92	40,47	0,76	0,86	1,04	0,90	0,82	0,82	81,74	37,10	3,18
15,22	41,41	0,77	0,86	1,04	0,90	0,82	0,82	81,72	37,89	3,38
15,52	42,13	0,77	0,86	1,04	0,89	0,82	0,82	81,71	38,63	3,55
15,72	42,49	0,77	0,86	1,03	0,89	0,82	0,82	81,71	39,09	3,66
16,02	42,87	0,77	0,86	1,03	0,89	0,82	0,82	81,72	39,74	3,81
16,22	43,03	0,77	0,87	1,03	0,89	0,82	0,82	81,73	40,13	3,89
16,52	43,15	0,77	0,87	1,03	0,89	0,82	0,82	81,76	40,65	4,01
16,72	43,16	0,77	0,87	1,03	0,89	0,82	0,82	81,78	40,96	4,08
17,02	43,08	0,77	0,87	1,03	0,89	0,82	0,82	81,81	41,35	4,17
17,22	42,97	0,77	0,87	1,03	0,89	0,82	0,82	81,83	41,57	4,22
17,52	42,76	0,77	0,87	1,03	0,89	0,82	0,82	81,86	41,84	4,28
17,72	42,59	0,77	0,87	1,03	0,89	0,83	0,83	81,88	41,98	4,31
18,02	42,30	0,77	0,87	1,04	0,89	0,83	0,83	81,91	42,13	4,35
18,31	41,99	0,77	0,87	1,04	0,89	0,83	0,83	81,94	42,23	4,38
18,52	41,78	0,77	0,87	1,04	0,90	0,84	0,83	81,96	42,26	4,40
18,72	41,57	0,77	0,87	1,04	0,90	0,84	0,83	81,98	42,27	4,41
18,92	41,36	0,77	0,87	1,04	0,90	0,84	0,83	82,00	42,27	4,42
19,22	41,07	0,77	0,87	1,04	0,90	0,84	0,83	82,03	42,23	4,42
19,42	40,88	0,77	0,87	1,05	0,90	0,85	0,83	82,05	42,19	4,42
19,72	40,63	0,77	0,87	1,05	0,90	0,85	0,84	82,07	42,11	4,42
20,02	40,40	0,77	0,87	1,05	0,90	0,85	0,84	82,09	42,01	4,42
20,22	40,27	0,77	0,87	1,05	0,90	0,85	0,84	82,10	41,94	4,41
20,52	40,10	0,77	0,86	1,05	0,89	0,86	0,84	82,11	41,82	4,40
20,72	40,00	0,77	0,86	1,05	0,89	0,86	0,84	82,11	41,74	4,40
21,02	39,84	0,80	0,86	1,05	0,89	0,86	0,84	82,10	41,58	4,39
21,31	39,69	1,00	0,86	1,05	0,89	0,86	0,84	82,08	41,39	4,38
21,52	39,60	1,29	0,86	1,05	0,89	0,86	0,84	82,05	41,27	4,37
21,81	39,48	2,03	0,86	1,06	0,89	0,86	0,83	82,00	41,08	4,37

Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo "Costella".

T (s)	Presión (mca)									Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Paa	VRP	
	P3	P4	P5	P6	P16	P17	P18	P22	P20	
22,02	39,42	2,74	0,86	1,06	0,89	0,86	0,83	81,97	40,96	4,37
22,22	39,38	3,63	0,86	1,06	0,89	0,86	0,83	81,92	40,85	4,37
22,42	39,35	4,69	0,86	1,06	0,89	0,86	0,83	81,88	40,75	4,38
22,72	39,33	6,58	0,86	1,06	0,88	0,86	0,83	81,81	40,62	4,41
23,02	39,35	8,79	0,86	1,06	0,88	0,86	0,83	81,74	40,53	4,44
23,22	39,38	10,41	0,87	1,06	0,88	0,86	0,83	81,70	40,50	4,47
23,52	39,48	13,01	0,87	1,06	0,88	0,86	0,84	81,63	40,49	4,53
23,72	39,57	14,83	0,87	1,06	0,87	0,86	0,84	81,58	40,52	4,57
23,92	39,69	16,70	0,87	1,06	0,87	0,86	0,84	81,54	40,57	4,62
24,22	39,90	19,53	0,87	1,06	0,87	0,86	0,83	81,48	40,71	4,70
24,52	40,15	22,36	0,87	1,06	0,87	0,86	0,83	81,43	40,89	4,79
24,72	40,34	24,21	0,87	1,06	0,87	0,86	0,83	81,40	41,05	4,86
24,92	40,54	26,01	0,88	1,06	0,87	0,86	0,83	81,37	41,21	4,93
25,22	40,85	28,58	0,88	1,06	0,87	0,85	0,83	81,34	41,49	5,03
25,42	41,07	30,20	0,88	1,06	0,88	0,85	0,83	81,32	41,69	5,11
25,72	41,40	32,45	0,88	1,06	0,88	0,85	0,83	81,29	42,01	5,22
25,92	41,62	33,83	0,88	1,06	0,88	0,85	0,83	81,28	42,22	5,30
26,13	41,83	35,10	0,88	1,05	0,88	0,85	0,83	81,27	42,44	5,37
26,41	42,14	36,80	0,88	1,05	0,88	0,85	0,83	81,26	42,75	5,48
26,61	42,33	37,79	0,88	1,05	0,89	0,84	0,83	81,26	42,96	5,55
26,81	42,52	38,68	0,88	1,05	0,89	0,84	0,83	81,25	43,16	5,62
27,02	42,69	39,45	0,88	1,05	0,89	0,84	0,83	81,25	43,35	5,69
27,22	42,85	40,11	0,88	1,04	0,89	0,84	0,83	81,25	43,53	5,76
27,42	43,00	40,68	0,88	1,04	0,89	0,84	0,83	81,26	43,70	5,82
27,72	43,20	41,34	0,88	1,04	0,89	0,84	0,83	81,26	43,92	5,91
27,92	43,31	41,67	0,88	1,04	0,89	0,83	0,83	81,26	44,06	5,96
28,22	43,46	42,01	0,88	1,04	0,89	0,83	0,83	81,27	44,23	6,03
28,42	43,54	42,15	0,88	1,04	0,89	0,83	0,83	81,27	44,33	6,08
28,72	43,64	42,23	0,88	1,04	0,88	0,83	0,83	81,27	44,45	6,14
28,92	43,69	42,22	0,88	1,04	0,88	0,83	0,83	81,28	44,52	6,17
29,22	43,74	42,12	0,88	1,04	0,88	0,83	0,83	81,29	44,60	6,22
29,42	43,76	42,00	0,88	1,04	0,88	0,83	0,84	81,29	44,63	6,25
29,72	43,78	41,77	0,88	1,04	0,88	0,83	0,84	81,30	44,67	6,28
29,92	43,79	41,59	0,88	1,04	0,88	0,83	0,84	81,30	44,68	6,30
30,22	43,78	41,29	0,88	1,04	0,87	0,83	0,84	81,31	44,69	6,32
30,52	43,76	40,97	0,88	1,04	0,87	0,84	0,84	81,32	44,67	6,34
30,72	43,74	40,75	0,88	1,04	0,87	0,84	0,84	81,32	44,66	6,35
30,92	43,72	40,54	0,88	1,05	0,87	0,84	0,84	81,32	44,64	6,36
31,22	43,68	40,22	0,89	1,05	0,87	0,84	0,84	81,33	44,60	6,36
31,42	43,65	40,02	0,89	1,05	0,87	0,84	0,84	81,33	44,57	6,37
31,63	43,62	39,83	0,89	1,05	0,88	0,84	0,84	81,34	44,54	6,37
31,91	43,57	39,57	0,89	1,05	0,88	0,84	0,84	81,34	44,48	6,37
32,11	43,53	39,41	0,89	1,05	0,88	0,84	0,84	81,35	44,44	6,37
32,31	43,50	39,27	0,89	1,05	0,88	0,84	0,84	81,35	44,41	6,36
32,52	43,47	39,14	0,90	1,05	0,88	0,84	0,84	81,35	44,37	6,36
32,72	43,44	39,02	0,90	1,05	0,88	0,84	0,84	81,36	44,33	6,36
33,02	43,39	38,88	0,90	1,04	0,88	0,84	0,84	81,36	44,27	6,35
33,22	43,37	38,80	0,90	1,04	0,88	0,84	0,84	81,36	44,24	6,35
33,42	43,34	38,73	0,90	1,04	0,88	0,84	0,83	81,36	44,21	6,34
33,72	43,29	38,64	0,92	1,04	0,88	0,84	0,83	81,36	44,15	6,34
33,92	43,24	38,58	1,02	1,04	0,88	0,84	0,83	81,36	44,09	6,33
34,22	43,13	38,48	1,41	1,05	0,89	0,84	0,83	81,35	43,97	6,33
34,42	43,04	38,40	1,88	1,05	0,89	0,84	0,83	81,34	43,87	6,33
34,63	42,93	38,31	2,52	1,05	0,89	0,84	0,83	81,33	43,75	6,33
34,83	42,81	38,22	3,36	1,05	0,89	0,84	0,83	81,31	43,62	6,33
35,11	42,60	38,06	4,96	1,05	0,89	0,84	0,83	81,29	43,40	6,33
35,33	42,45	37,95	6,24	1,05	0,89	0,84	0,83	81,27	43,24	6,33
35,63	42,21	37,78	8,45	1,06	0,89	0,84	0,83	81,24	42,98	6,34
35,92	41,95	37,60	10,94	1,06	0,89	0,84	0,83	81,21	42,70	6,35
36,22	41,70	37,42	13,65	1,06	0,89	0,83	0,83	81,18	42,42	6,37
36,42	41,53	37,30	15,53	1,06	0,89	0,83	0,83	81,16	42,24	6,38
36,63	41,36	37,18	17,45	1,07	0,89	0,83	0,83	81,14	42,06	6,40
36,92	41,12	37,01	20,34	1,07	0,88	0,83	0,83	81,12	41,80	6,42
37,11	40,97	36,91	22,26	1,07	0,88	0,83	0,83	81,10	41,63	6,44
37,42	40,75	36,75	25,06	1,07	0,88	0,83	0,83	81,08	41,40	6,47
37,63	40,62	36,66	26,86	1,08	0,88	0,83	0,83	81,07	41,26	6,49
37,92	40,44	36,53	29,41	1,08	0,88	0,83	0,83	81,05	41,06	6,53
38,13	40,34	36,45	31,00	1,08	0,88	0,83	0,83	81,04	40,95	6,55
38,33	40,24	36,38	32,49	1,08	0,88	0,83	0,83	81,03	40,84	6,57
38,63	40,11	36,29	34,52	1,08	0,88	0,84	0,83	81,02	40,70	6,60
38,92	40,01	36,21	36,30	1,08	0,88	0,84	0,83	81,01	40,59	6,64
39,11	39,95	36,17	37,35	1,08	0,88	0,84	0,83	81,01	40,53	6,66
39,42	39,88	36,12	38,70	1,08	0,88	0,84	0,83	81,00	40,45	6,69
39,63	39,85	36,09	39,46	1,08	0,88	0,85	0,83	81,00	40,42	6,71
39,92	39,81	36,06	40,40	1,08	0,88	0,85	0,82	81,00	40,38	6,74
40,13	39,80	36,05	40,89	1,07	0,88	0,85	0,82	81,00	40,36	6,76

T (s)	Presión (mca)									Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Paa	VRP	
	P3	P4	P5	P6	P16	P17	P18	P22	P20	
40,42	39,79	36,04	41,47	1,07	0,88	0,86	0,82	81,00	40,35	6,79
40,63	39,79	36,04	41,74	1,07	0,88	0,86	0,82	81,00	40,35	6,80
40,92	39,80	36,05	42,00	1,07	0,88	0,86	0,82	81,01	40,36	6,82
41,13	39,81	36,05	42,09	1,07	0,88	0,86	0,82	81,01	40,37	6,84
41,42	39,84	36,07	42,12	1,07	0,88	0,86	0,82	81,01	40,39	6,85
41,72	39,87	36,09	42,03	1,07	0,88	0,86	0,82	81,02	40,42	6,87
41,92	39,90	36,11	41,92	1,07	0,88	0,86	0,82	81,02	40,44	6,88
42,13	39,92	36,12	41,78	1,07	0,88	0,86	0,82	81,02	40,47	6,88
42,42	39,96	36,14	41,52	1,07	0,88	0,86	0,82	81,02	40,50	6,89
42,72	40,00	36,17	41,23	1,08	0,88	0,86	0,82	81,03	40,54	6,90
42,92	40,03	36,18	41,02	1,08	0,88	0,86	0,82	81,03	40,56	6,91
43,13	40,05	36,20	40,80	1,08	0,88	0,85	0,82	81,03	40,58	6,91
43,42	40,09	36,22	40,47	1,08	0,88	0,85	0,82	81,03	40,61	6,91
43,72	40,12	36,24	40,16	1,08	0,88	0,85	0,81	81,04	40,64	6,91
43,92	40,14	36,25	39,95	1,08	0,88	0,85	0,81	81,04	40,66	6,92
44,13	40,15	36,26	39,76	1,09	0,88	0,84	0,81	81,04	40,67	6,92
44,42	40,17	36,27	39,49	1,09	0,89	0,84	0,81	81,05	40,69	6,92
44,63	40,18	36,28	39,33	1,09	0,89	0,84	0,81	81,05	40,70	6,92
44,92	40,19	36,29	39,12	1,09	0,89	0,84	0,81	81,05	40,72	6,92
45,22	40,20	36,29	38,93	1,09	0,89	0,84	0,81	81,06	40,73	6,92
45,42	40,20	36,29	38,83	1,09	0,89	0,83	0,81	81,06	40,74	6,91
45,63	40,21	36,30	38,75	1,09	0,89	0,83	0,81	81,06	40,74	6,91
45,92	40,21	36,30	38,64	1,09	0,89	0,83	0,81	81,07	40,75	6,91
46,13	40,20	36,29	38,58	1,10	0,89	0,83	0,81	81,06	40,74	6,91
46,42	40,18	36,28	38,51	1,19	0,89	0,83	0,81	81,06	40,72	6,91
46,72	40,16	36,26	38,47	1,54	0,89	0,83	0,81	81,05	40,70	6,91
46,92	40,14	36,25	38,46	1,97	0,88	0,82	0,81	81,04	40,69	6,91
47,13	40,13	36,24	38,45	2,57	0,88	0,82	0,82	81,02	40,67	6,91
47,42	40,12	36,24	38,47	3,82	0,88	0,82	0,82	81,00	40,66	6,92
47,72	40,12	36,25	38,51	5,46	0,88	0,82	0,82	80,98	40,66	6,93
47,92	40,13	36,25	38,55	6,76	0,88	0,83	0,82	80,96	40,67	6,94
48,13	40,14	36,27	38,60	8,20	0,88	0,83	0,82	80,94	40,68	6,95
48,42	40,16	36,29	38,68	10,60	0,87	0,83	0,82	80,91	40,70	6,97
48,72	40,19	36,33	38,77	13,20	0,87	0,83	0,82	80,88	40,73	6,99
48,92	40,22	36,35	38,84	15,01	0,87	0,83	0,82	80,86	40,75	7,01
49,13	40,24	36,38	38,91	16,86	0,87	0,83	0,82	80,84	40,78	7,03
49,42	40,29	36,42	39,01	19,66	0,87	0,84	0,83	80,82	40,82	7,06
49,63	40,32	36,45	39,08	21,51	0,87	0,84	0,83	80,80	40,85	7,08
49,83	40,35	36,48	39,14	23,33	0,86	0,84	0,83	80,79	40,88	7,11
50,11	40,39	36,52	39,24	25,96	0,86	0,85	0,83	80,76	40,93	7,15
50,33	40,42	36,55	39,29	27,63	0,86	0,85	0,83	80,75	40,95	7,18
50,63	40,46	36,59	39,37	29,97	0,86	0,86	0,83	80,73	40,99	7,22
50,83	40,49	36,61	39,42	31,42	0,86	0,86	0,83	80,72	41,02	7,24
51,13	40,53	36,65	39,49	33,39	0,86	0,86	0,83	80,71	41,05	7,29
51,42	40,57	36,68	39,54	35,12	0,86	0,87	0,83	80,70	41,08	7,33
51,63	40,59	36,70	39,57	36,14	0,86	0,87	0,83	80,69	41,10	7,35
51,83	40,61	36,71	39,60	37,04	0,86	0,87	0,83	80,68	41,12	7,38
52,13	40,63	36,73	39,63	38,19	0,86	0,87	0,83	80,68	41,14	7,41
52,33	40,65	36,75	39,65	38,83	0,86	0,87	0,83	80,67	41,15	7,44
52,63	40,67	36,76	39,67	39,59	0,87	0,87	0,82	80,67	41,16	7,47
52,92	40,68	36,77	39,68	40,15	0,87	0,87	0,82	80,67	41,17	7,50
53,13	40,69	36,78	39,68	40,42	0,87	0,87	0,82	80,67	41,18	7,51
53,42	40,70	36,79	39,69	40,68	0,87	0,87	0,82	80,67	41,18	7,54
53,63	40,70	36,79	39,68	40,77	0,87	0,87	0,82	80,67	41,18	7,55
53,83	40,71	36,79	39,68	40,81	0,87	0,87	0,82	80,67	41,18	7,56
54,11	40,71	36,79	39,67	40,76	0,87	0,86	0,82	80,67	41,18	7,58
54,33	40,71	36,79	39,67	40,67	0,87	0,86	0,82	80,68	41,18	7,59
54,63	40,71	36,79	39,65	40,48	0,88	0,86	0,82	80,68	41,17	7,60
54,92	40,70	36,78	39,63	40,23	0,88	0,85	0,82	80,69	41,16	7,61
55,22	40,70	36,77	39,61	39,94	0,88	0,85	0,82	80,69	41,15	7,61
55,42	40,69	36,76	39,60	39,73	0,88	0,85	0,82	80,69	41,15	7,62
55,63	40,69	36,75	39,59	39,51	0,88	0,85	0,82	80,70	41,14	7,62
55,92	40,68	36,74	39,57	39,19	0,89	0,84	0,82	80,70	41,13	7,62
56,13	40,67	36,73	39,55	38,98	0,89	0,84	0,81	80,70	41,12	7,62
56,33	40,66	36,72	39,54	38,77	0,89	0,84	0,81	80,70	41,12	7,62
56,63	40,65	36,71	39,52	38,47	0,89	0,83	0,81	80,70	41,11	7,63
56,92	40,64	36,70	39,50	38,20	0,89	0,83	0,81	80,70	41,10	7,63
57,13	40,63	36,69	39,48	38,04	0,89	0,83	0,81	80,70	41,10	7,63
57,42	40,61	36,67	39,47	37,82	0,89	0,83	0,81	80,70	41,09	7,63
57,63	40,60	36,66	39,46	37,69	0,89	0,82	0,81	80,70	41,09	7,62
57,83	40,59	36,65	39,44	37,58	0,89	0,82	0,80	80,70	41,08	7,62
58,11	40,56	36,62	39,41	37,41	0,95	0,82	0,80	80,69	41,05	7,62
58,32	40,52	36,59	39,37	37,31	1,09	0,82	0,80	80,67	41,02	7,62
58,52	40,49	36,55	39,34	37,22	1,36	0,82	0,80	80,65	40,98	7,62
58,72	40,45	36,52	39,30	37,14	1,78	0,82	0,80	80,62	40,94	7,62
58,92	40,41	36,48	39,26	37,07	2,38	0,82	0,80	80,59	40,90	7,63

Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo "Costella".

T (s)	Presión (mca)									Q (l/s)
	Toma A P3	Toma B P4	Toma C P5	Toma D P6	Toma E P16	Toma F P17	Toma G P18	Paa P22	VRP P20	
59,13	40,38	36,45	39,23	37,02	3,16	0,82	0,80	80,56	40,86	7,63
59,33	40,35	36,43	39,20	36,98	4,12	0,82	0,81	80,52	40,82	7,64
59,63	40,32	36,40	39,17	36,95	5,86	0,82	0,81	80,46	40,77	7,66
59,83	40,31	36,39	39,15	36,94	7,22	0,82	0,81	80,42	40,75	7,68
60,13	40,30	36,38	39,15	36,96	9,50	0,82	0,81	80,35	40,72	7,72
60,33	40,31	36,39	39,15	36,98	11,15	0,83	0,81	80,31	40,72	7,76
60,63	40,33	36,41	39,16	37,04	13,76	0,83	0,81	80,25	40,72	7,81
60,83	40,35	36,43	39,18	37,09	15,57	0,84	0,81	80,21	40,73	7,86
61,13	40,39	36,47	39,21	37,18	18,33	0,85	0,82	80,15	40,76	7,94
61,33	40,42	36,50	39,24	37,24	20,16	0,85	0,82	80,12	40,78	7,99
61,53	40,45	36,53	39,27	37,30	21,97	0,85	0,82	80,09	40,81	8,05
61,83	40,51	36,59	39,33	37,41	24,61	0,86	0,82	80,04	40,85	8,15
62,13	40,58	36,65	39,38	37,51	27,10	0,87	0,83	80,01	40,90	8,25
62,42	40,64	36,71	39,44	37,61	29,41	0,87	0,83	79,98	40,95	8,35
62,63	40,68	36,75	39,48	37,68	30,83	0,87	0,83	79,96	40,98	8,42
62,83	40,72	36,79	39,52	37,74	32,16	0,88	0,83	79,94	41,01	8,49
63,13	40,78	36,84	39,57	37,83	33,94	0,88	0,84	79,93	41,05	8,60
63,33	40,82	36,88	39,60	37,88	34,99	0,88	0,84	79,92	41,07	8,67
63,63	40,87	36,93	39,65	37,96	36,37	0,88	0,84	79,91	41,11	8,77
63,83	40,90	36,96	39,68	38,00	37,15	0,88	0,84	79,91	41,13	8,83
64,13	40,94	37,00	39,72	38,06	38,12	0,88	0,84	79,91	41,16	8,93
64,33	40,97	37,02	39,75	38,10	38,65	0,88	0,84	79,91	41,17	8,98
64,53	40,99	37,04	39,77	38,13	39,08	0,88	0,84	79,91	41,19	9,04
64,82	41,02	37,07	39,80	38,17	39,56	0,88	0,84	79,91	41,21	9,12
65,03	41,04	37,08	39,81	38,18	39,79	0,88	0,84	79,92	41,22	9,16
65,33	41,06	37,09	39,83	38,21	39,99	0,88	0,84	79,93	41,23	9,23
65,53	41,06	37,10	39,84	38,21	40,04	0,88	0,84	79,94	41,23	9,27
65,83	41,07	37,11	39,85	38,22	40,03	0,88	0,84	79,95	41,24	9,32
66,13	41,08	37,11	39,86	38,22	39,91	0,87	0,83	79,96	41,24	9,36
66,33	41,08	37,10	39,86	38,22	39,78	0,87	0,83	79,96	41,24	9,38
66,53	41,07	37,10	39,85	38,21	39,63	0,87	0,83	79,97	41,23	9,41
66,83	41,07	37,09	39,85	38,20	39,36	0,87	0,83	79,98	41,23	9,43
67,13	41,05	37,08	39,84	38,18	39,05	0,87	0,83	79,99	41,22	9,45
67,33	41,04	37,07	39,83	38,17	38,84	0,86	0,83	79,99	41,21	9,47
67,53	41,03	37,06	39,82	38,15	38,62	0,86	0,83	79,99	41,20	9,47
67,83	41,02	37,05	39,81	38,13	38,30	0,86	0,83	80,00	41,18	9,48
68,13	41,00	37,03	39,79	38,11	37,99	0,86	0,83	80,00	41,17	9,49
68,33	40,99	37,02	39,78	38,09	37,79	0,86	0,83	80,00	41,16	9,49
68,53	40,97	37,01	39,76	38,08	37,61	0,86	0,83	80,01	41,15	9,49
68,83	40,95	36,99	39,74	38,05	37,35	0,86	0,82	80,01	41,13	9,49
69,13	40,91	36,95	39,70	38,01	37,10	0,90	0,82	79,99	41,09	9,49
69,33	40,86	36,91	39,65	37,96	36,93	0,98	0,82	79,97	41,04	9,49
69,53	40,80	36,85	39,58	37,90	36,77	1,16	0,82	79,92	40,97	9,49
69,74	40,72	36,78	39,51	37,82	36,60	1,48	0,82	79,85	40,89	9,49
70,03	40,60	36,66	39,39	37,70	36,38	2,27	0,82	79,70	40,75	9,49
70,33	40,48	36,55	39,26	37,58	36,18	3,46	0,82	79,49	40,61	9,51
70,53	40,41	36,48	39,19	37,51	36,06	4,49	0,83	79,32	40,52	9,53
70,83	40,31	36,38	39,08	37,40	35,92	6,37	0,83	79,03	40,38	9,58
71,03	40,26	36,32	39,02	37,34	35,85	7,82	0,83	78,81	40,30	9,62
71,33	40,20	36,26	38,95	37,27	35,77	10,26	0,83	78,46	40,18	9,71
71,63	40,17	36,22	38,90	37,22	35,74	12,95	0,84	78,08	40,09	9,82
71,83	40,17	36,21	38,89	37,20	35,74	14,85	0,84	77,83	40,04	9,91
72,13	40,19	36,22	38,90	37,21	35,78	17,80	0,84	77,43	39,98	10,07
72,33	40,23	36,24	38,93	37,22	35,83	19,80	0,84	77,17	39,96	10,19
72,53	40,28	36,27	38,97	37,25	35,89	21,79	0,85	76,91	39,95	10,31
72,83	40,37	36,34	39,05	37,32	36,01	24,75	0,85	76,54	39,96	10,52
73,13	40,49	36,44	39,15	37,41	36,15	27,60	0,85	76,18	39,99	10,75
73,33	40,57	36,51	39,23	37,48	36,26	29,41	0,86	75,95	40,02	10,91
73,53	40,67	36,59	39,32	37,56	36,37	31,15	0,86	75,74	40,06	11,07
73,74	40,77	36,67	39,41	37,64	36,49	32,79	0,86	75,55	40,11	11,23
74,02	40,93	36,80	39,56	37,77	36,67	35,05	0,86	75,28	40,20	11,49
74,22	41,03	36,89	39,66	37,87	36,80	36,43	0,86	75,11	40,26	11,65
74,43	41,14	36,98	39,76	37,96	36,92	37,68	0,87	74,97	40,33	11,82
74,63	41,24	37,07	39,86	38,05	37,04	38,82	0,87	74,84	40,40	11,98
74,83	41,35	37,17	39,96	38,14	37,16	39,84	0,87	74,72	40,47	12,14
75,04	41,45	37,25	40,06	38,23	37,27	40,75	0,87	74,62	40,53	12,30
75,24	41,55	37,34	40,16	38,32	37,38	41,54	0,87	74,54	40,60	12,45
75,54	41,68	37,46	40,29	38,45	37,53	42,52	0,88	74,43	40,70	12,66
75,74	41,77	37,53	40,38	38,52	37,62	43,05	0,88	74,38	40,76	12,80
76,04	41,89	37,64	40,49	38,63	37,74	43,65	0,88	74,32	40,84	12,98
76,24	41,96	37,70	40,56	38,69	37,81	43,94	0,88	74,29	40,89	13,10
76,54	42,05	37,79	40,66	38,78	37,91	44,23	0,88	74,27	40,96	13,26
76,74	42,11	37,84	40,71	38,83	37,96	44,33	0,88	74,27	41,01	13,35
77,04	42,18	37,91	40,78	38,90	38,03	44,38	0,87	74,28	41,06	13,48
77,33	42,24	37,96	40,85	38,96	38,08	44,30	0,87	74,29	41,11	13,59
77,54	42,27	37,99	40,88	38,99	38,11	44,20	0,87	74,31	41,14	13,65

T (s)	Presión (mca)									Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Paa	VRP	
	P3	P4	P5	P6	P16	P17	P18	P22	P20	
77,83	42,32	38,03	40,92	39,02	38,14	43,99	0,87	74,35	41,17	13,73
78,04	42,34	38,05	40,94	39,04	38,16	43,82	0,87	74,37	41,20	13,78
78,24	42,35	38,06	40,96	39,06	38,17	43,63	0,87	74,40	41,21	13,82
78,54	42,37	38,08	40,98	39,08	38,18	43,32	0,87	74,44	41,24	13,87
78,83	42,38	38,09	40,99	39,08	38,18	42,99	0,86	74,47	41,26	13,90
79,04	42,38	38,09	40,99	39,09	38,17	42,77	0,86	74,50	41,26	13,92
79,24	42,38	38,09	40,99	39,09	38,17	42,56	0,86	74,52	41,27	13,93
79,54	42,37	38,09	40,98	39,08	38,15	42,25	0,86	74,56	41,28	13,95
79,74	42,37	38,08	40,98	39,08	38,14	42,06	0,86	74,58	41,28	13,95
80,04	42,35	38,07	40,96	39,07	38,13	41,79	0,86	74,60	41,28	13,96
80,24	42,35	38,07	40,95	39,06	38,11	41,63	0,86	74,61	41,28	13,96
80,54	42,33	38,05	40,93	39,05	38,09	41,41	0,86	74,63	41,27	13,95
80,74	42,30	38,03	40,91	39,03	38,07	41,27	0,87	74,63	41,25	13,95
81,04	42,23	37,97	40,84	38,97	38,00	41,05	0,97	74,60	41,19	13,94
81,33	42,13	37,88	40,73	38,87	37,90	40,84	1,32	74,52	41,08	13,93
81,54	42,04	37,80	40,64	38,79	37,82	40,69	1,74	74,43	40,99	13,93
81,83	41,89	37,67	40,50	38,66	37,69	40,49	2,72	74,23	40,84	13,93
82,04	41,79	37,57	40,40	38,57	37,60	40,37	3,62	74,06	40,74	13,94
82,24	41,69	37,48	40,30	38,48	37,51	40,25	4,72	73,86	40,64	13,96
82,54	41,55	37,35	40,17	38,35	37,38	40,11	6,72	73,51	40,50	14,00
82,83	41,43	37,24	40,04	38,23	37,27	40,00	9,09	73,11	40,38	14,06
83,04	41,36	37,17	39,98	38,17	37,21	39,95	10,85	72,82	40,31	14,12
83,24	41,30	37,11	39,92	38,11	37,15	39,91	12,72	72,52	40,26	14,19
83,44	41,25	37,06	39,87	38,06	37,11	39,89	14,69	72,20	40,21	14,27
83,72	41,20	37,01	39,82	38,01	37,07	39,88	17,75	71,72	40,17	14,41
83,93	41,19	36,98	39,80	37,99	37,05	39,89	19,83	71,40	40,16	14,52
84,13	41,18	36,97	39,79	37,98	37,04	39,92	21,92	71,08	40,16	14,64
84,35	41,18	36,96	39,79	37,97	37,05	39,95	23,99	70,77	40,18	14,77
84,64	41,20	36,97	39,81	37,99	37,07	40,02	27,02	70,32	40,21	14,97
84,93	41,24	36,99	39,85	38,02	37,10	40,10	29,92	69,89	40,27	15,20
85,13	41,28	37,02	39,88	38,04	37,13	40,17	31,75	69,63	40,32	15,35
85,33	41,32	37,05	39,92	38,08	37,17	40,24	33,48	69,38	40,37	15,51
85,54	41,37	37,09	39,96	38,12	37,21	40,31	35,11	69,15	40,43	15,68
85,74	41,42	37,12	40,01	38,16	37,25	40,38	36,62	68,94	40,49	15,84
86,04	41,50	37,19	40,08	38,23	37,32	40,49	38,66	68,66	40,58	16,08
86,24	41,56	37,24	40,14	38,28	37,37	40,57	39,87	68,50	40,65	16,24
86,44	41,62	37,28	40,19	38,33	37,42	40,64	40,96	68,35	40,71	16,40
86,74	41,71	37,35	40,27	38,40	37,49	40,74	42,35	68,17	40,80	16,63
86,94	41,77	37,40	40,32	38,45	37,54	40,81	43,14	68,06	40,86	16,78
87,24	41,85	37,47	40,40	38,52	37,61	40,90	44,10	67,94	40,95	16,99
87,44	41,90	37,52	40,45	38,57	37,65	40,96	44,61	67,88	41,00	17,12
87,74	41,98	37,59	40,53	38,64	37,72	41,03	45,18	67,81	41,08	17,30
88,04	42,05	37,65	40,60	38,70	37,77	41,10	45,56	67,77	41,15	17,47
88,33	42,11	37,70	40,66	38,75	37,82	41,16	45,75	67,75	41,21	17,62
88,54	42,15	37,74	40,70	38,79	37,86	41,20	45,80	67,75	41,25	17,71
88,74	42,18	37,77	40,73	38,82	37,88	41,23	45,79	67,76	41,28	17,79
89,04	42,22	37,81	40,78	38,86	37,92	41,26	45,68	67,79	41,32	17,90
89,24	42,25	37,84	40,80	38,88	37,94	41,28	45,56	67,81	41,34	17,96
89,54	42,28	37,87	40,84	38,91	37,97	41,30	45,31	67,85	41,37	18,04
89,74	42,29	37,89	40,85	38,93	37,98	41,31	45,12	67,88	41,39	18,09
89,94	42,31	37,90	40,87	38,94	38,00	41,32	44,91	67,92	41,40	18,13
90,22	42,32	37,92	40,89	38,96	38,01	41,33	44,57	67,97	41,41	18,18
90,44	42,33	37,93	40,90	38,96	38,02	41,33	44,34	68,00	41,42	18,20
90,74	42,34	37,94	40,91	38,97	38,03	41,33	43,99	68,05	41,42	18,23
91,04	42,34	37,95	40,91	38,98	38,04	41,32	43,66	68,10	41,42	18,25
91,24	42,35	37,95	40,92	38,98	38,04	41,32	43,45	68,13	41,43	18,26
91,44	42,35	37,95	40,92	38,98	38,04	41,31	43,25	68,16	41,42	18,26
91,74	42,35	37,95	40,92	38,98	38,04	41,31	42,98	68,20	41,42	18,27
92,04	42,34	37,95	40,92	38,98	38,04	41,30	42,74	68,23	41,42	18,26
92,24	42,34	37,95	40,91	38,98	38,04	41,29	42,60	68,25	41,41	18,26
92,44	42,34	37,94	40,91	38,98	38,04	41,28	42,48	68,26	41,41	18,26
92,74	42,33	37,94	40,91	38,98	38,04	41,27	42,32	68,28	41,41	18,25
92,94	42,33	37,93	40,91	38,98	38,03	41,27	42,24	68,29	41,41	18,24
93,24	42,32	37,93	40,90	38,98	38,03	41,26	42,15	68,30	41,41	18,23
93,44	42,32	37,92	40,90	38,97	38,03	41,26	42,10	68,31	41,40	18,23
93,74	42,31	37,92	40,90	38,97	38,02	41,25	42,06	68,31	41,41	18,22
93,94	42,30	37,91	40,89	38,97	38,02	41,25	42,04	68,31	41,41	18,21
94,24	42,28	37,91	40,89	38,97	38,02	41,25	42,04	68,31	41,41	18,20
94,44	42,26	37,90	40,89	38,97	38,01	41,25	42,05	68,31	41,41	18,20
94,74	42,22	37,90	40,89	38,97	38,01	41,25	42,08	68,30	41,42	18,19
94,94	42,17	37,90	40,89	38,97	38,01	41,26	42,11	68,30	41,43	18,18
95,15	42,10	37,91	40,90	38,98	38,02	41,27	42,15	68,30	41,44	18,18
95,44	41,86	37,94	40,93	39,01	38,05	41,31	42,24	68,31	41,49	18,17
95,74	41,37	38,02	41,02	39,09	38,14	41,41	42,40	68,35	41,60	18,17
96,04	40,50	38,19	41,20	39,26	38,31	41,60	42,64	68,44	41,81	18,16
96,24	39,68	38,35	41,36	39,42	38,46	41,78	42,86	68,53	42,00	18,16

Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo "Costella".

T (s)	Presión (mca)									Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Paa	VRP	
	P3	P4	P5	P6	P16	P17	P18	P22	P20	
96,44	38,67	38,54	41,57	39,62	38,66	42,00	43,10	68,64	42,24	18,15
96,65	37,47	38,76	41,80	39,85	38,88	42,25	43,38	68,77	42,51	18,13
96,94	35,34	39,14	42,19	40,23	39,26	42,67	43,84	69,03	42,96	18,10
97,24	32,85	39,55	42,61	40,65	39,67	43,12	44,32	69,33	43,45	18,05
97,44	31,03	39,83	42,90	40,94	39,95	43,42	44,65	69,56	43,78	18,01
97,74	28,13	40,24	43,33	41,37	40,36	43,88	45,12	69,93	44,26	17,93
97,94	26,11	40,51	43,60	41,64	40,62	44,17	45,41	70,20	44,57	17,86
98,15	24,06	40,76	43,86	41,90	40,87	44,44	45,69	70,48	44,86	17,79
98,44	20,95	41,10	44,21	42,26	41,22	44,82	46,07	70,91	45,26	17,66
98,74	17,88	41,40	44,52	42,57	41,51	45,14	46,38	71,34	45,60	17,50
98,94	15,90	41,57	44,69	42,75	41,68	45,32	46,56	71,63	45,80	17,39
99,24	13,04	41,78	44,91	42,97	41,89	45,55	46,77	72,05	46,03	17,21
99,44	11,24	41,89	45,02	43,08	42,00	45,66	46,87	72,32	46,15	17,08
99,65	9,54	41,97	45,10	43,17	42,08	45,75	46,95	72,58	46,24	16,95
99,94	7,19	42,05	45,18	43,26	42,16	45,84	47,02	72,95	46,33	16,74
100,24	5,10	42,09	45,21	43,29	42,20	45,87	47,03	73,29	46,35	16,52
100,44	3,86	42,08	45,21	43,29	42,20	45,86	47,01	73,50	46,34	16,37
100,65	2,75	42,06	45,18	43,27	42,18	45,84	46,97	73,69	46,31	16,23
100,85	1,75	42,03	45,14	43,24	42,14	45,80	46,91	73,86	46,26	16,08
101,13	0,49	41,94	45,06	43,16	42,06	45,71	46,80	74,09	46,16	15,87
101,33	-0,21	41,88	44,98	43,09	42,00	45,64	46,71	74,22	46,07	15,73
101,54	-0,80	41,80	44,90	43,01	41,92	45,55	46,62	74,33	45,97	15,59
101,74	-1,28	41,71	44,81	42,93	41,84	45,46	46,51	74,43	45,86	15,46
101,94	-1,67	41,62	44,72	42,84	41,75	45,36	46,40	74,52	45,75	15,34
102,24	-2,07	41,47	44,56	42,70	41,61	45,20	46,23	74,62	45,57	15,16
102,44	-2,24	41,38	44,46	42,60	41,52	45,10	46,11	74,67	45,45	15,05
102,65	-2,33	41,28	44,36	42,50	41,42	44,99	46,00	74,70	45,32	14,94
102,94	-2,36	41,13	44,20	42,35	41,28	44,83	45,83	74,74	45,14	14,80
103,15	-2,31	41,03	44,10	42,26	41,18	44,73	45,72	74,75	45,03	14,71
103,44	-2,14	40,90	43,96	42,12	41,05	44,58	45,56	74,75	44,86	14,59
103,65	-1,99	40,81	43,88	42,04	40,97	44,49	45,47	74,75	44,76	14,52
103,94	-1,71	40,70	43,76	41,92	40,85	44,37	45,34	74,72	44,62	14,43
104,15	-1,50	40,63	43,68	41,85	40,78	44,30	45,26	74,70	44,53	14,38
104,35	-1,28	40,57	43,62	41,79	40,72	44,23	45,19	74,68	44,46	14,33
104,65	-0,93	40,48	43,53	41,70	40,63	44,14	45,09	74,64	44,36	14,27
104,94	-0,58	40,41	43,46	41,63	40,56	44,07	45,02	74,60	44,28	14,21
105,15	-0,35	40,38	43,43	41,59	40,52	44,03	44,98	74,57	44,24	14,19
105,44	-0,02	40,33	43,38	41,54	40,47	43,98	44,93	74,52	44,19	14,15
105,65	0,19	40,31	43,36	41,51	40,45	43,96	44,90	74,50	44,16	14,14
105,94	0,48	40,28	43,33	41,48	40,41	43,93	44,87	74,46	44,14	14,12
106,15	0,65	40,27	43,32	41,47	40,40	43,92	44,86	74,43	44,13	14,11
106,44	0,88	40,26	43,31	41,46	40,38	43,91	44,85	74,40	44,12	14,10
106,65	1,01	40,26	43,31	41,46	40,38	43,90	44,85	74,38	44,13	14,10
106,94	1,18	40,26	43,30	41,46	40,37	43,91	44,85	74,36	44,13	14,10
107,15	1,27	40,27	43,31	41,46	40,37	43,91	44,86	74,35	44,14	14,10
107,44	1,38	40,26	43,31	41,47	40,38	43,92	44,87	74,34	44,15	14,10
107,65	1,43	40,21	43,32	41,48	40,39	43,94	44,89	74,33	44,17	14,11
107,94	1,49	39,97	43,36	41,52	40,43	43,98	44,93	74,34	44,22	14,11
108,24	1,51	39,41	43,43	41,60	40,51	44,07	45,02	74,37	44,32	14,12
108,44	1,52	38,82	43,50	41,67	40,58	44,14	45,10	74,40	44,40	14,12
108,65	1,51	38,03	43,59	41,76	40,66	44,23	45,19	74,45	44,50	14,12
108,85	1,50	37,06	43,68	41,86	40,76	44,33	45,29	74,51	44,61	14,12
109,15	1,47	35,24	43,83	42,01	40,90	44,49	45,45	74,62	44,79	14,12
109,44	1,43	33,06	43,97	42,17	41,05	44,64	45,61	74,76	44,97	14,10
109,65	1,39	31,42	44,07	42,27	41,15	44,74	45,70	74,87	45,08	14,09
109,85	1,35	29,66	44,15	42,36	41,23	44,83	45,80	74,98	45,19	14,07
110,13	1,30	26,86	44,27	42,48	41,35	44,95	45,91	75,17	45,33	14,03
110,35	1,25	24,91	44,33	42,55	41,42	45,02	45,98	75,30	45,41	14,00
110,63	1,19	21,93	44,41	42,63	41,49	45,09	46,05	75,50	45,50	13,94
110,85	1,15	19,93	44,44	42,67	41,53	45,12	46,08	75,63	45,55	13,89
111,15	1,10	16,98	44,47	42,70	41,56	45,15	46,11	75,84	45,58	13,82
111,44	1,04	14,14	44,47	42,71	41,56	45,15	46,10	76,03	45,59	13,73
111,65	1,01	12,33	44,46	42,70	41,56	45,14	46,08	76,16	45,58	13,67
111,94	0,97	9,77	44,42	42,66	41,52	45,09	46,04	76,34	45,54	13,57
112,15	0,94	8,19	44,38	42,62	41,49	45,06	46,00	76,45	45,51	13,50
112,35	0,92	6,71	44,33	42,58	41,45	45,01	45,95	76,56	45,46	13,43
112,65	0,89	4,71	44,26	42,49	41,38	44,93	45,86	76,71	45,37	13,32
112,85	0,87	3,52	44,20	42,43	41,32	44,86	45,79	76,79	45,30	13,25
113,15	0,85	1,96	44,10	42,33	41,23	44,76	45,69	76,91	45,19	13,15
113,46	0,84	0,66	44,00	42,22	41,14	44,65	45,58	77,01	45,07	13,04
113,74	0,83	-0,38	43,89	42,11	41,04	44,54	45,46	77,09	44,95	12,94
113,94	0,82	-0,94	43,83	42,04	40,97	44,47	45,39	77,13	44,87	12,88
114,15	0,82	-1,40	43,76	41,97	40,90	44,40	45,32	77,17	44,79	12,82
114,44	0,82	-1,91	43,66	41,86	40,81	44,29	45,21	77,21	44,67	12,73
114,65	0,83	-2,15	43,60	41,80	40,75	44,23	45,14	77,23	44,59	12,67
114,94	0,83	-2,36	43,51	41,70	40,66	44,14	45,05	77,25	44,49	12,60

T (s)	Presión (mca)									Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Paa	VRP	
	P3	P4	P5	P6	P16	P17	P18	P22	P20	
115,15	0,84	-2,41	43,46	41,65	40,61	44,08	44,99	77,26	44,42	12,55
115,35	0,84	-2,41	43,40	41,59	40,56	44,02	44,93	77,26	44,36	12,51
115,65	0,85	-2,32	43,33	41,52	40,49	43,95	44,86	77,26	44,27	12,45
115,85	0,86	-2,20	43,29	41,48	40,45	43,90	44,81	77,25	44,22	12,42
116,15	0,86	-1,97	43,23	41,42	40,40	43,84	44,75	77,23	44,15	12,37
116,35	0,87	-1,78	43,19	41,38	40,37	43,81	44,72	77,22	44,11	12,35
116,55	0,88	-1,58	43,11	41,36	40,34	43,79	44,69	77,21	44,08	12,33
116,83	0,89	-1,25	42,79	41,34	40,33	43,77	44,68	77,19	44,07	12,30
117,04	0,89	-1,03	42,39	41,35	40,33	43,78	44,69	77,18	44,08	12,28
117,24	0,90	-0,80	41,80	41,37	40,35	43,80	44,71	77,18	44,10	12,27
117,44	0,90	-0,58	41,02	41,40	40,38	43,83	44,74	77,19	44,14	12,25
117,65	0,91	-0,36	40,03	41,44	40,41	43,87	44,78	77,19	44,18	12,24
117,94	0,91	-0,05	38,17	41,51	40,48	43,94	44,85	77,22	44,27	12,23
118,15	0,92	0,15	36,69	41,56	40,53	44,00	44,91	77,24	44,34	12,22
118,35	0,92	0,33	35,05	41,61	40,58	44,05	44,96	77,27	44,40	12,21
118,55	0,92	0,50	33,27	41,67	40,63	44,10	45,02	77,30	44,47	12,19
118,83	0,92	0,72	30,37	41,74	40,70	44,18	45,10	77,36	44,57	12,17
119,04	0,92	0,85	28,33	41,79	40,74	44,23	45,15	77,40	44,64	12,16
119,24	0,92	0,96	26,24	41,83	40,78	44,27	45,19	77,45	44,69	12,14
119,44	0,92	1,05	24,11	41,87	40,82	44,30	45,23	77,50	44,74	12,13
119,74	0,92	1,17	20,90	41,92	40,86	44,35	45,28	77,57	44,81	12,10
119,94	0,92	1,23	18,79	41,94	40,88	44,37	45,30	77,62	44,84	12,07
120,15	0,92	1,27	16,73	41,95	40,89	44,38	45,31	77,67	44,86	12,05
120,44	0,92	1,32	13,75	41,96	40,90	44,39	45,32	77,74	44,89	12,01
120,65	0,92	1,33	11,87	41,96	40,89	44,38	45,32	77,79	44,89	11,99
120,85	0,92	1,34	10,09	41,95	40,88	44,37	45,31	77,84	44,89	11,96
121,05	0,92	1,33	8,42	41,94	40,87	44,36	45,30	77,88	44,88	11,93
121,35	0,91	1,31	6,13	41,91	40,84	44,33	45,26	77,94	44,85	11,89
121,55	0,91	1,29	4,76	41,88	40,82	44,30	45,24	77,98	44,83	11,86
121,85	0,91	1,24	2,94	41,84	40,77	44,26	45,19	78,03	44,78	11,81
122,05	0,91	1,21	1,89	41,80	40,74	44,22	45,15	78,06	44,75	11,78
122,35	0,90	1,15	0,54	41,75	40,69	44,17	45,10	78,09	44,69	11,74
122,55	0,90	1,12	-0,21	41,71	40,66	44,13	45,06	78,12	44,65	11,71
122,85	0,90	1,06	-1,12	41,65	40,60	44,07	45,00	78,14	44,59	11,67
123,05	0,90	1,02	-1,59	41,61	40,57	44,03	44,96	78,16	44,55	11,64
123,35	0,90	0,96	-2,11	41,55	40,52	43,97	44,90	78,18	44,49	11,61
123,55	0,90	0,92	-2,34	41,52	40,48	43,93	44,86	78,19	44,45	11,58
123,85	0,90	0,87	-2,54	41,46	40,43	43,88	44,81	78,20	44,39	11,55
124,15	0,90	0,82	-2,59	41,41	40,39	43,83	44,76	78,21	44,33	11,52
124,35	0,90	0,79	-2,55	41,38	40,36	43,79	44,72	78,21	44,30	11,50
124,55	0,90	0,77	-2,46	41,36	40,33	43,76	44,70	78,22	44,27	11,48
124,74	0,90	0,75	-2,33	41,33	40,31	43,74	44,67	78,22	44,24	11,47
125,05	0,90	0,72	-2,07	41,30	40,28	43,70	44,63	78,22	44,19	11,44
125,35	0,90	0,70	-1,76	41,27	40,25	43,67	44,60	78,22	44,16	11,43
125,65	0,90	0,68	-1,41	41,24	40,23	43,64	44,57	78,22	44,13	11,41
125,85	0,90	0,67	-1,17	41,23	40,22	43,63	44,56	78,22	44,11	11,40
126,05	0,90	0,66	-0,93	41,22	40,21	43,61	44,55	78,22	44,10	11,39
126,35	0,90	0,66	-0,57	41,21	40,20	43,60	44,53	78,21	44,08	11,38
126,55	0,90	0,65	-0,34	41,19	40,19	43,59	44,52	78,21	44,07	11,38
126,85	0,90	0,65	-0,01	41,09	40,19	43,60	44,52	78,21	44,07	11,37
127,05	0,90	0,66	0,20	40,89	40,20	43,61	44,54	78,21	44,08	11,37
127,35	0,90	0,66	0,48	40,32	40,24	43,65	44,58	78,22	44,12	11,36
127,55	0,90	0,66	0,64	39,72	40,27	43,69	44,61	78,23	44,16	11,36
127,76	0,91	0,67	0,79	38,92	40,31	43,73	44,66	78,24	44,21	11,36
128,04	0,91	0,67	0,98	37,37	40,39	43,81	44,74	78,26	44,30	11,35
128,24	0,91	0,68	1,09	36,10	40,44	43,87	44,79	78,29	44,37	11,35
128,44	0,91	0,69	1,18	34,66	40,49	43,93	44,85	78,31	44,43	11,34
128,65	0,91	0,69	1,26	33,07	40,55	43,99	44,91	78,34	44,50	11,33
128,85	0,91	0,70	1,32	31,35	40,60	44,04	44,96	78,37	44,57	11,33
129,15	0,91	0,71	1,38	28,57	40,67	44,12	45,04	78,42	44,66	11,31
129,35	0,91	0,71	1,41	26,62	40,72	44,17	45,09	78,46	44,72	11,30
129,55	0,91	0,72	1,42	24,63	40,76	44,21	45,13	78,50	44,77	11,28
129,85	0,91	0,72	1,42	21,60	40,80	44,26	45,18	78,56	44,83	11,26
130,15	0,91	0,73	1,41	18,58	40,84	44,30	45,22	78,61	44,89	11,23
130,35	0,91	0,74	1,39	16,62	40,85	44,31	45,24	78,65	44,91	11,21
130,55	0,91	0,74	1,36	14,71	40,86	44,32	45,25	78,69	44,93	11,19
130,76	0,91	0,74	1,33	12,87	40,87	44,32	45,25	78,73	44,94	11,17
131,05	0,91	0,75	1,28	10,27	40,86	44,32	45,25	78,78	44,95	11,13
131,26	0,91	0,75	1,24	8,66	40,85	44,30	45,24	78,82	44,94	11,11
131,46	0,91	0,75	1,20	7,16	40,84	44,29	45,22	78,85	44,93	11,08
131,76	0,91	0,76	1,14	5,13	40,80	44,25	45,19	78,89	44,90	11,04
132,05	0,91	0,76	1,08	3,37	40,76	44,21	45,14	78,93	44,86	11,01
132,26	0,92	0,76	1,04	2,34	40,73	44,18	45,11	78,96	44,83	10,98
132,55	0,92	0,76	0,98	1,02	40,68	44,12	45,05	78,99	44,78	10,95
132,76	0,92	0,76	0,94	0,29	40,65	44,08	45,01	79,01	44,74	10,92
132,96	0,92	0,76	0,91	-0,33	40,61	44,04	44,97	79,02	44,69	10,90

Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo "Costella".

T (s)	Presión (mca)									Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Paa	VRP	
	P3	P4	P5	P6	P16	P17	P18	P22	P20	
133,24	0,92	0,76	0,87	-1,07	40,56	43,98	44,91	79,04	44,63	10,87
133,44	0,92	0,76	0,84	-1,44	40,52	43,94	44,87	79,05	44,58	10,85
133,66	0,91	0,76	0,82	-1,72	40,48	43,90	44,83	79,06	44,54	10,83
133,94	0,91	0,76	0,79	-1,99	40,42	43,84	44,76	79,07	44,47	10,80
134,15	0,91	0,75	0,77	-2,08	40,39	43,80	44,72	79,07	44,42	10,78
134,35	0,91	0,75	0,75	-2,10	40,35	43,76	44,68	79,07	44,38	10,76
134,55	0,91	0,75	0,74	-2,07	40,32	43,73	44,65	79,07	44,34	10,75
134,76	0,91	0,75	0,73	-2,00	40,29	43,69	44,61	79,07	44,30	10,73
135,05	0,91	0,75	0,72	-1,81	40,24	43,64	44,56	79,07	44,24	10,72
135,26	0,91	0,74	0,72	-1,64	40,21	43,61	44,53	79,06	44,21	10,70
135,55	0,91	0,74	0,72	-1,35	40,17	43,58	44,49	79,06	44,16	10,69
135,76	0,90	0,74	0,72	-1,14	40,15	43,55	44,47	79,05	44,14	10,68
135,96	0,90	0,74	0,72	-0,91	40,13	43,53	44,45	79,05	44,12	10,67
136,26	0,90	0,74	0,72	-0,57	40,10	43,51	44,42	79,04	44,09	10,66
136,46	0,90	0,74	0,72	-0,33	40,08	43,49	44,40	79,03	44,07	10,66
136,76	0,90	0,74	0,73	0,00	40,07	43,48	44,39	79,02	44,05	10,65
137,05	0,90	0,74	0,74	0,32	40,05	43,46	44,37	79,01	44,04	10,64
137,26	0,90	0,74	0,75	0,52	40,05	43,46	44,36	79,01	44,03	10,64
137,46	0,90	0,74	0,75	0,71	40,04	43,45	44,36	79,00	44,03	10,64
137,66	0,89	0,74	0,76	0,88	40,04	43,45	44,35	79,00	44,02	10,64
137,87	0,89	0,74	0,77	1,03	40,04	43,45	44,35	79,00	44,02	10,64
138,15	0,89	0,74	0,78	1,23	40,01	43,45	44,35	78,99	44,02	10,64
138,35	0,89	0,74	0,78	1,35	39,93	43,47	44,37	79,00	44,04	10,64
138,55	0,89	0,74	0,79	1,44	39,73	43,51	44,40	79,01	44,08	10,64
138,77	0,89	0,74	0,79	1,53	39,39	43,56	44,46	79,03	44,14	10,64
138,98	0,89	0,74	0,80	1,59	38,87	43,64	44,54	79,05	44,22	10,64
139,18	0,89	0,74	0,80	1,64	38,16	43,72	44,63	79,09	44,32	10,63
139,38	0,89	0,74	0,81	1,68	37,26	43,82	44,72	79,13	44,43	10,63
139,59	0,89	0,75	0,81	1,71	36,18	43,92	44,83	79,18	44,55	10,62
139,79	0,89	0,75	0,81	1,72	34,91	44,01	44,93	79,24	44,67	10,62
139,99	0,90	0,75	0,81	1,72	33,48	44,11	45,03	79,30	44,78	10,60
140,20	0,90	0,75	0,81	1,72	31,90	44,20	45,12	79,36	44,89	10,59
140,40	0,90	0,75	0,81	1,70	30,20	44,27	45,20	79,43	45,00	10,56
140,60	0,90	0,75	0,82	1,68	28,39	44,34	45,27	79,50	45,09	10,54
140,80	0,90	0,75	0,82	1,66	26,51	44,40	45,32	79,57	45,16	10,51
141,02	0,90	0,75	0,82	1,63	24,57	44,44	45,37	79,65	45,23	10,47
141,23	0,90	0,75	0,82	1,59	22,60	44,47	45,40	79,72	45,28	10,43
141,43	0,90	0,75	0,81	1,55	20,61	44,48	45,41	79,79	45,32	10,38
141,63	0,90	0,75	0,81	1,51	18,64	44,48	45,41	79,86	45,34	10,33
141,84	0,90	0,75	0,81	1,47	16,70	44,47	45,40	79,93	45,35	10,27
142,04	0,91	0,75	0,81	1,43	14,81	44,45	45,38	79,99	45,35	10,21
142,26	0,91	0,75	0,81	1,39	12,99	44,41	45,35	80,05	45,33	10,15
142,46	0,91	0,75	0,81	1,35	11,24	44,37	45,30	80,11	45,31	10,09
142,66	0,91	0,75	0,81	1,31	9,59	44,31	45,25	80,16	45,27	10,02
142,87	0,91	0,75	0,81	1,27	8,03	44,25	45,19	80,21	45,23	9,95
143,07	0,91	0,75	0,81	1,23	6,58	44,18	45,12	80,25	45,18	9,88
143,27	0,91	0,75	0,81	1,20	5,24	44,11	45,05	80,29	45,12	9,81
143,48	0,91	0,75	0,81	1,17	4,02	44,03	44,97	80,33	45,06	9,73
143,70	0,91	0,75	0,81	1,14	2,92	43,95	44,89	80,36	44,99	9,66
143,90	0,91	0,75	0,81	1,12	1,93	43,86	44,81	80,39	44,92	9,59
144,12	0,91	0,75	0,81	1,09	1,07	43,78	44,73	80,42	44,84	9,52
144,32	0,91	0,75	0,80	1,08	0,31	43,70	44,64	80,44	44,77	9,46
144,52	0,91	0,75	0,80	1,06	-0,34	43,61	44,56	80,46	44,69	9,39
144,74	0,91	0,75	0,80	1,04	-0,88	43,53	44,48	80,47	44,62	9,33
144,95	0,91	0,75	0,80	1,03	-1,32	43,45	44,41	80,49	44,55	9,27
145,15	0,91	0,75	0,80	1,03	-1,66	43,38	44,33	80,50	44,47	9,21
145,37	0,91	0,75	0,80	1,02	-1,93	43,31	44,26	80,51	44,41	9,15
145,57	0,91	0,75	0,80	1,02	-2,11	43,24	44,20	80,51	44,34	9,10
145,79	0,91	0,75	0,80	1,02	-2,22	43,17	44,13	80,51	44,28	9,05
146,01	0,91	0,75	0,79	1,02	-2,27	43,11	44,07	80,52	44,22	9,01
146,21	0,91	0,75	0,79	1,02	-2,26	43,06	44,02	80,52	44,16	8,97
146,41	0,91	0,75	0,79	1,02	-2,20	43,01	43,97	80,51	44,11	8,93
146,63	0,91	0,75	0,79	1,03	-2,09	42,97	43,93	80,51	44,07	8,89
146,84	0,91	0,75	0,79	1,03	-1,96	42,93	43,89	80,51	44,02	8,86
147,05	0,91	0,75	0,79	1,04	-1,79	42,89	43,85	80,50	43,99	8,83
147,26	0,91	0,75	0,79	1,04	-1,60	42,86	43,82	80,50	43,95	8,81
147,48	0,91	0,75	0,79	1,05	-1,40	42,84	43,80	80,49	43,92	8,79
147,70	0,91	0,75	0,79	1,06	-1,18	42,82	43,78	80,49	43,90	8,77
147,90	0,91	0,75	0,79	1,07	-0,96	42,80	43,76	80,48	43,88	8,75
148,12	0,91	0,75	0,79	1,07	-0,74	42,79	43,74	80,47	43,86	8,74
148,32	0,91	0,75	0,79	1,08	-0,51	42,78	43,73	80,47	43,85	8,72
148,54	0,91	0,75	0,79	1,09	-0,29	42,77	43,73	80,46	43,84	8,71
148,76	0,91	0,74	0,80	1,10	-0,08	42,77	43,72	80,45	43,83	8,71
148,98	0,91	0,74	0,80	1,10	0,12	42,77	43,72	80,44	43,82	8,70
149,18	0,91	0,74	0,80	1,11	0,31	42,77	43,72	80,44	43,82	8,69
149,40	0,91	0,74	0,80	1,12	0,49	42,77	43,72	80,43	43,82	8,69

T (s)	Presión (mca)									Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Paa	VRP	
	P3	P4	P5	P6	P16	P17	P18	P22	P20	
149,60	0,91	0,74	0,80	1,12	0,65	42,77	43,72	80,42	43,82	8,69
149,82	0,91	0,74	0,80	1,13	0,80	42,77	43,73	80,41	43,82	8,69
150,04	0,90	0,74	0,81	1,14	0,93	42,77	43,74	80,41	43,82	8,68
150,24	0,90	0,74	0,81	1,14	1,04	42,76	43,75	80,41	43,83	8,68
150,46	0,90	0,74	0,81	1,15	1,14	42,75	43,76	80,40	43,84	8,69
150,68	0,90	0,73	0,81	1,15	1,23	42,73	43,78	80,40	43,86	8,69
150,88	0,90	0,73	0,81	1,15	1,30	42,69	43,80	80,40	43,88	8,69
151,10	0,90	0,73	0,81	1,16	1,36	42,61	43,83	80,40	43,91	8,69
151,32	0,90	0,74	0,81	1,16	1,40	42,44	43,90	80,41	43,98	8,69
151,52	0,90	0,74	0,82	1,16	1,43	42,15	44,00	80,42	44,09	8,69
151,74	0,90	0,74	0,82	1,17	1,45	41,70	44,17	80,45	44,27	8,69
151,96	0,90	0,74	0,82	1,17	1,46	41,06	44,40	80,50	44,53	8,69
152,18	0,90	0,74	0,82	1,17	1,46	40,21	44,70	80,55	44,85	8,69
152,40	0,90	0,74	0,82	1,17	1,45	39,17	45,04	80,61	45,23	8,68
152,62	0,90	0,74	0,82	1,17	1,44	37,92	45,42	80,69	45,65	8,67
152,84	0,90	0,74	0,82	1,17	1,42	36,49	45,81	80,77	46,09	8,64
153,06	0,90	0,74	0,82	1,17	1,39	34,90	46,19	80,85	46,53	8,62
153,27	0,89	0,74	0,83	1,17	1,36	33,16	46,56	80,95	46,95	8,58
153,49	0,89	0,74	0,83	1,17	1,33	31,29	46,89	81,04	47,34	8,53
153,71	0,89	0,74	0,83	1,17	1,29	29,33	47,18	81,14	47,69	8,47
153,93	0,89	0,74	0,83	1,17	1,26	27,29	47,43	81,24	47,99	8,39
154,15	0,89	0,74	0,83	1,17	1,22	25,20	47,62	81,34	48,24	8,31
154,37	0,89	0,74	0,83	1,17	1,18	23,09	47,76	81,44	48,44	8,21
154,59	0,89	0,74	0,83	1,17	1,14	20,98	47,85	81,53	48,59	8,10
154,81	0,89	0,74	0,83	1,17	1,11	18,89	47,88	81,62	48,68	7,99
155,02	0,89	0,74	0,83	1,17	1,07	16,85	47,87	81,71	48,73	7,86
155,24	0,89	0,74	0,82	1,17	1,04	14,86	47,81	81,79	48,72	7,72
155,46	0,89	0,74	0,82	1,17	1,01	12,94	47,71	81,87	48,66	7,57
155,68	0,89	0,74	0,82	1,16	0,98	11,12	47,56	81,94	48,57	7,42
155,90	0,89	0,74	0,82	1,16	0,95	9,40	47,38	82,00	48,43	7,26
156,13	0,89	0,74	0,82	1,16	0,93	7,78	47,17	82,06	48,25	7,10
156,35	0,89	0,74	0,82	1,16	0,90	6,29	46,92	82,11	48,04	6,93
156,57	0,89	0,75	0,81	1,16	0,88	4,91	46,65	82,16	47,80	6,76
156,79	0,89	0,75	0,81	1,16	0,87	3,66	46,35	82,20	47,54	6,59
157,02	0,89	0,75	0,81	1,16	0,85	2,54	46,05	82,23	47,26	6,42
157,24	0,89	0,75	0,81	1,16	0,84	1,54	45,73	82,26	46,96	6,26
157,46	0,89	0,75	0,81	1,16	0,83	0,66	45,41	82,28	46,66	6,09
157,68	0,89	0,75	0,81	1,16	0,82	-0,09	45,10	82,30	46,36	5,93
157,90	0,89	0,75	0,81	1,16	0,82	-0,74	44,79	82,31	46,07	5,78
158,12	0,89	0,75	0,81	1,16	0,81	-1,27	44,49	82,32	45,78	5,63
158,34	0,89	0,75	0,81	1,16	0,81	-1,69	44,20	82,32	45,50	5,48
158,56	0,89	0,75	0,81	1,16	0,81	-2,03	43,93	82,32	45,23	5,35
158,81	0,90	0,75	0,82	1,16	0,81	-2,27	43,68	82,32	44,99	5,22
159,02	0,90	0,75	0,82	1,16	0,81	-2,43	43,45	82,32	44,75	5,09
159,24	0,90	0,75	0,82	1,16	0,81	-2,52	43,24	82,31	44,54	4,98
159,48	0,90	0,75	0,82	1,16	0,81	-2,55	43,05	82,31	44,35	4,88
159,70	0,90	0,75	0,82	1,16	0,82	-2,51	42,89	82,30	44,18	4,78
159,91	0,90	0,75	0,82	1,15	0,82	-2,43	42,74	82,29	44,02	4,69
160,15	0,90	0,75	0,82	1,15	0,82	-2,31	42,61	82,28	43,88	4,61
160,37	0,91	0,75	0,83	1,15	0,83	-2,15	42,49	82,27	43,75	4,54
160,60	0,91	0,75	0,83	1,15	0,83	-1,97	42,38	82,26	43,64	4,47
160,82	0,91	0,75	0,83	1,15	0,84	-1,76	42,29	82,25	43,53	4,42
161,04	0,91	0,75	0,83	1,15	0,84	-1,53	42,21	82,24	43,44	4,37
161,27	0,91	0,75	0,83	1,15	0,85	-1,30	42,15	82,23	43,37	4,32
161,51	0,91	0,75	0,83	1,15	0,85	-1,06	42,09	82,22	43,31	4,29
161,73	0,91	0,75	0,83	1,15	0,86	-0,82	42,05	82,21	43,27	4,25
161,96	0,91	0,75	0,83	1,14	0,87	-0,58	42,02	82,20	43,23	4,23
162,20	0,91	0,75	0,83	1,14	0,87	-0,35	42,00	82,19	43,21	4,21
162,42	0,91	0,75	0,83	1,14	0,88	-0,13	41,99	82,18	43,19	4,19
162,63	0,90	0,75	0,83	1,14	0,88	0,08	41,97	82,18	43,17	4,18
162,87	0,90	0,75	0,82	1,14	0,88	0,28	41,96	82,17	43,16	4,17
163,10	0,90	0,75	0,82	1,14	0,89	0,46	41,95	82,16	43,15	4,16
163,34	0,90	0,75	0,82	1,14	0,89	0,63	41,95	82,15	43,15	4,15
163,56	0,90	0,75	0,82	1,14	0,89	0,78	41,93	82,15	43,14	4,15
163,81	0,90	0,75	0,82	1,14	0,89	0,91	41,92	82,14	43,13	4,15
164,04	0,90	0,75	0,82	1,14	0,90	1,03	41,91	82,14	43,12	4,15
164,27	0,90	0,75	0,82	1,14	0,90	1,13	41,90	82,14	43,12	4,16
164,49	0,90	0,75	0,82	1,14	0,90	1,21	41,88	82,14	43,13	4,16
164,73	0,90	0,75	0,82	1,14	0,90	1,28	41,86	82,14	43,14	4,16
164,96	0,90	0,75	0,82	1,14	0,90	1,33	41,84	82,14	43,17	4,17
165,18	0,90	0,75	0,82	1,14	0,90	1,37	41,80	82,14	43,21	4,17
165,42	0,90	0,75	0,82	1,14	0,90	1,39	41,72	82,15	43,30	4,18
165,65	0,90	0,74	0,82	1,14	0,90	1,41	41,56	82,17	43,46	4,18
165,88	0,91	0,74	0,83	1,14	0,90	1,41	41,28	82,20	43,74	4,18
166,13	0,91	0,74	0,83	1,13	0,91	1,41	40,85	82,25	44,19	4,19
166,35	0,91	0,74	0,83	1,13	0,91	1,40	40,22	82,32	44,81	4,19

Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo "Costella".

T (s)	Presión (mca)									Q (l/s)
	Toma A P3	Toma B P4	Toma C P5	Toma D P6	Toma E P16	Toma F P17	Toma G P18	Paa P22	VRP P20	
166,59	0,91	0,74	0,83	1,13	0,91	1,38	39,41	82,40	45,63	4,18
166,82	0,91	0,74	0,83	1,14	0,91	1,35	38,40	82,49	46,65	4,17
167,07	0,90	0,74	0,83	1,14	0,91	1,32	37,19	82,60	47,87	4,15
167,31	0,90	0,74	0,83	1,14	0,91	1,29	35,81	82,72	49,27	4,13
167,54	0,90	0,74	0,83	1,14	0,91	1,25	34,26	82,85	50,84	4,09
167,76	0,90	0,74	0,83	1,14	0,91	1,21	32,57	82,99	52,56	4,05
167,99	0,90	0,74	0,84	1,14	0,91	1,17	30,75	83,14	54,40	3,99
168,23	0,90	0,74	0,84	1,14	0,90	1,12	28,84	83,29	56,35	3,92
168,46	0,90	0,74	0,84	1,14	0,90	1,08	26,86	83,44	58,38	3,84
168,70	0,90	0,74	0,84	1,14	0,90	1,04	24,82	83,59	60,46	3,75
168,93	0,90	0,74	0,84	1,14	0,90	1,00	22,76	83,74	62,56	3,64
169,17	0,90	0,74	0,84	1,14	0,90	0,96	20,70	83,89	64,67	3,53
169,42	0,90	0,74	0,84	1,14	0,90	0,93	18,65	84,03	66,76	3,40
169,67	0,90	0,74	0,84	1,14	0,90	0,89	16,65	84,17	68,81	3,27
169,90	0,90	0,74	0,84	1,14	0,90	0,86	14,70	84,30	70,81	3,13
170,13	0,90	0,74	0,84	1,14	0,89	0,83	12,83	84,43	72,73	2,98
170,37	0,90	0,74	0,84	1,15	0,89	0,81	11,04	84,54	74,56	2,82
170,62	0,90	0,74	0,84	1,15	0,89	0,79	9,34	84,65	76,30	2,67
170,85	0,90	0,74	0,84	1,15	0,89	0,77	7,76	84,75	77,92	2,50
171,09	0,90	0,74	0,84	1,15	0,89	0,75	6,28	84,84	79,43	2,34
171,34	0,90	0,74	0,83	1,15	0,89	0,74	4,93	84,92	80,82	2,17
171,57	0,90	0,74	0,83	1,15	0,88	0,73	3,70	84,99	82,09	2,00
171,81	0,90	0,74	0,83	1,15	0,88	0,72	2,59	85,05	83,23	1,84
172,06	0,90	0,75	0,83	1,15	0,88	0,71	1,60	85,10	84,24	1,67
172,29	0,90	0,75	0,83	1,15	0,88	0,71	0,73	85,14	85,13	1,51
172,53	0,90	0,75	0,83	1,15	0,88	0,71	-0,02	85,18	85,90	1,35
172,76	0,90	0,75	0,83	1,15	0,88	0,71	-0,66	85,21	86,55	1,19
173,01	0,90	0,75	0,83	1,15	0,88	0,71	-1,19	85,23	87,10	1,05
173,24	0,90	0,75	0,83	1,15	0,88	0,71	-1,61	85,25	87,54	0,90
173,49	0,90	0,75	0,83	1,15	0,88	0,71	-1,95	85,26	87,88	0,77
173,74	0,90	0,75	0,83	1,15	0,88	0,72	-2,19	85,26	88,13	0,65
173,99	0,90	0,75	0,83	1,15	0,88	0,72	-2,36	85,26	88,29	0,53
174,24	0,90	0,75	0,83	1,15	0,87	0,73	-2,45	85,26	88,38	0,42
174,48	0,90	0,75	0,83	1,15	0,87	0,74	-2,48	85,25	88,41	0,32
174,73	0,90	0,75	0,82	1,15	0,87	0,74	-2,45	85,24	88,37	0,23
174,98	0,90	0,76	0,82	1,15	0,88	0,75	-2,37	85,23	88,28	0,15
175,21	0,90	0,76	0,82	1,14	0,88	0,76	-2,25	85,21	88,15	0,08
175,45	0,90	0,76	0,83	1,14	0,88	0,76	-2,10	85,20	87,97	0,02
175,70	0,90	0,76	0,83	1,14	0,88	0,77	-1,92	85,18	87,77	-0,03
175,95	0,90	0,76	0,83	1,14	0,88	0,78	-1,71	85,16	87,54	-0,08
176,18	0,90	0,75	0,83	1,14	0,88	0,79	-1,49	85,14	87,29	-0,12
176,43	0,90	0,75	0,83	1,13	0,88	0,79	-1,26	85,12	87,03	-0,15
176,67	0,90	0,75	0,83	1,13	0,88	0,80	-1,02	85,10	86,77	-0,17
176,92	0,90	0,75	0,83	1,13	0,88	0,80	-0,79	85,09	86,50	-0,19
177,17	0,90	0,75	0,83	1,13	0,88	0,81	-0,55	85,07	86,23	-0,20
177,40	0,89	0,75	0,83	1,13	0,88	0,82	-0,32	85,05	85,96	-0,21
177,63	0,89	0,75	0,83	1,13	0,88	0,82	-0,10	85,04	85,70	-0,21
177,88	0,89	0,75	0,83	1,13	0,88	0,82	0,11	85,03	85,45	-0,21
178,12	0,89	0,75	0,83	1,12	0,88	0,83	0,30	85,01	85,22	-0,20
178,37	0,89	0,75	0,83	1,12	0,88	0,83	0,48	85,01	84,99	-0,20
178,62	0,89	0,75	0,83	1,12	0,88	0,83	0,65	85,00	84,78	-0,19
178,88	0,89	0,75	0,83	1,12	0,88	0,84	0,80	84,99	84,59	-0,17
179,13	0,89	0,75	0,83	1,12	0,88	0,84	0,93	84,99	84,41	-0,16
179,37	0,89	0,75	0,83	1,12	0,88	0,84	1,05	84,98	84,25	-0,14
179,62	0,89	0,75	0,83	1,12	0,87	0,84	1,15	84,98	84,10	-0,13
179,87	0,89	0,75	0,83	1,12	0,87	0,84	1,23	84,98	83,97	-0,11
180,10	0,89	0,75	0,83	1,12	0,87	0,84	1,30	84,97	83,86	-0,10
180,35	0,89	0,75	0,83	1,12	0,87	0,84	1,36	84,97	83,76	-0,08
180,60	0,89	0,75	0,83	1,12	0,87	0,84	1,40	84,97	83,68	-0,07
180,85	0,89	0,74	0,83	1,12	0,87	0,84	1,42	84,97	83,60	-0,05
181,10	0,90	0,74	0,83	1,12	0,87	0,84	1,44	84,98	83,55	-0,04
181,35	0,90	0,74	0,83	1,13	0,87	0,84	1,44	84,98	83,50	-0,02
181,60	0,90	0,74	0,83	1,13	0,87	0,84	1,43	84,98	83,46	-0,01
181,85	0,90	0,74	0,83	1,13	0,87	0,84	1,42	84,98	83,43	0,00
182,10	0,90	0,74	0,83	1,13	0,87	0,84	1,40	84,98	83,41	0,01
182,34	0,90	0,74	0,83	1,13	0,87	0,83	1,37	84,98	83,40	0,02
182,60	0,90	0,74	0,83	1,13	0,87	0,83	1,34	84,98	83,39	0,03
182,84	0,90	0,74	0,83	1,13	0,87	0,83	1,30	84,98	83,39	0,03
183,10	0,90	0,74	0,83	1,13	0,87	0,83	1,26	84,98	83,39	0,04
183,34	0,90	0,74	0,83	1,13	0,87	0,83	1,22	84,98	83,39	0,04
183,62	0,90	0,74	0,83	1,13	0,87	0,83	1,17	84,98	83,40	0,05
183,90	0,90	0,74	0,83	1,13	0,87	0,83	1,13	84,98	83,40	0,05
184,18	0,90	0,74	0,84	1,13	0,87	0,83	1,09	84,99	83,41	0,05
184,46	0,90	0,74	0,84	1,14	0,87	0,83	1,04	84,99	83,42	0,05
184,76	0,90	0,74	0,84	1,14	0,87	0,83	1,00	84,99	83,42	0,05
185,01	0,90	0,74	0,84	1,14	0,87	0,83	0,97	84,99	83,42	0,05

T (s)	Presión (mca)									Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Paa	VRP	
	P3	P4	P5	P6	P16	P17	P18	P22	P20	
185,28	0,90	0,74	0,84	1,14	0,87	0,82	0,93	85,00	83,43	0,05
185,54	0,90	0,74	0,84	1,15	0,87	0,82	0,90	85,00	83,43	0,05
185,84	0,90	0,74	0,84	1,15	0,87	0,82	0,87	85,01	83,42	0,05
186,10	0,90	0,74	0,84	1,15	0,87	0,82	0,84	85,01	83,42	0,05
186,37	0,90	0,74	0,84	1,15	0,87	0,82	0,82	85,02	83,41	0,04
186,64	0,90	0,75	0,85	1,16	0,87	0,82	0,79	85,02	83,40	0,04
186,90	0,90	0,75	0,85	1,16	0,88	0,82	0,78	85,03	83,39	0,04
187,15	0,90	0,75	0,85	1,16	0,88	0,82	0,76	85,03	83,38	0,04
187,40	0,90	0,75	0,85	1,16	0,88	0,82	0,75	85,04	83,36	0,03
187,67	0,90	0,75	0,85	1,16	0,88	0,81	0,74	85,04	83,35	0,03
187,92	0,90	0,75	0,85	1,16	0,88	0,81	0,73	85,04	83,33	0,03
188,17	0,90	0,75	0,85	1,16	0,88	0,81	0,73	85,04	83,30	0,02
188,42	0,90	0,75	0,85	1,17	0,88	0,81	0,73	85,04	83,28	0,02
188,68	0,90	0,75	0,85	1,17	0,88	0,81	0,73	85,04	83,25	0,02
188,93	0,90	0,75	0,85	1,17	0,88	0,81	0,73	85,04	83,23	0,02
189,20	0,90	0,75	0,85	1,17	0,88	0,80	0,73	85,03	83,20	0,01
189,46	0,90	0,75	0,85	1,16	0,88	0,80	0,74	85,03	83,17	0,01

5.2.6.4. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada.

Legenda:

- Q_{CEM}: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- VRP: Presión aguas debajo de la válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.

Paa	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Presión Media Tomas A,B,C,D,E,F y G (mca)	VRP	Qcem (l/s)
P22 (mca)	P3 (mca)	P4 (mca)	P5 (mca)	P6 (mca)	P16 (mca)	P17 (mca)	P18 (mca)		P20 (mca)	
97,79	47,26	43,27	44,58	43,11	42,87	45,98	47,00	44,87	45,01	17,89
84,32	42,50	38,93	40,00	38,72	38,50	41,32	42,29	40,32	40,64	16,70
74,61	42,91	39,16	40,44	39,04	38,74	41,76	42,70	40,68	41,88	16,74
65,47	42,73	39,03	40,31	38,91	38,76	41,70	42,56	40,57	41,53	16,72
57,38	40,99	37,42	38,65	37,20	37,13	39,99	40,83	38,89	41,26	16,35
45,53	40,28	36,80	37,96	36,55	36,34	39,16	40,06	38,16	41,06	16,24
48,52	43,72	39,92	41,23	39,80	39,53	42,55	43,53	41,47	44,65	16,91
65,29	43,60	39,81	41,15	39,64	39,43	42,53	43,44	41,37	43,64	16,84
78,28	46,47	42,45	43,86	42,43	42,09	45,25	46,31	44,12	44,78	17,41
87,88	47,02	43,03	44,31	42,90	42,61	45,75	46,76	44,63	45,01	17,56
97,72	47,59	43,56	44,86	43,47	43,15	46,24	47,35	45,17	45,13	17,89
75,13	41,85	38,22	39,41	38,14	37,81	40,70	41,64	39,68	40,91	16,50

5.2.6.5. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela con instalación de riego y VRP en función de regulación.

Legenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- TOMA: Estado de la toma sobre la que se actua.
- VRP: Válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.

Toma A, B y C.

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
360,95	0,72	79,87	78,52	0,00	779,74	0,78	79,82	78,89	0,04	828,54	1,17	79,84	77,89	0,00
361,45	0,73	79,89	78,42	0,01	780,26	0,86	79,81	77,53	0,04	829,06	1,57	79,83	76,49	0,01
361,95	0,73	79,90	78,38	0,02	780,85	1,11	79,76	73,23	0,03	829,64	2,29	79,77	72,35	0,01
362,45	0,73	79,90	78,37	0,02	781,43	2,07	79,61	66,77	0,02	830,14	3,63	79,67	67,41	0,01
362,95	0,73	79,90	78,39	0,02	781,94	3,97	79,42	60,76	0,02	830,64	6,06	79,54	61,96	0,01
363,45	0,73	79,89	78,42	0,02	782,44	6,94	79,18	54,88	0,04	831,18	9,46	79,39	56,46	0,01
363,95	0,74	79,89	78,45	0,02	782,94	10,80	78,93	49,60	0,08	831,70	13,51	79,23	51,25	0,01
364,45	0,74	79,89	78,47	0,02	783,44	15,25	78,67	45,19	0,16	832,28	17,00	79,11	47,49	0,01
364,95	0,74	79,88	78,48	0,02	783,94	19,94	78,42	41,79	0,25	832,78	21,43	78,97	43,48	0,03
365,45	0,74	79,88	78,47	0,01	784,44	24,55	78,21	39,40	0,37	833,31	24,03	78,89	41,49	0,04
729,44	-2,42	80,22	83,10	0,30	784,94	28,81	78,02	37,96	0,51	833,82	28,08	78,77	38,88	0,08
729,94	-2,40	80,17	81,41	0,11	785,44	32,53	77,88	37,32	0,65	834,40	32,28	78,67	36,88	0,15
730,44	-2,03	80,05	77,42	-0,03	785,94	35,61	77,77	37,33	0,79	834,90	35,13	78,61	36,04	0,22
730,94	-1,15	79,82	71,50	-0,13	786,44	37,99	77,69	37,82	0,92	835,40	37,32	78,57	35,81	0,29
731,58	0,63	79,46	64,51	-0,16	786,94	39,70	77,65	38,62	1,04	835,92	38,89	78,56	36,03	0,36
732,17	4,28	78,92	55,97	-0,12	787,44	40,79	77,64	39,57	1,14	836,42	39,88	78,56	36,55	0,43
732,69	9,35	78,33	48,29	0,04	787,94	41,35	77,65	40,55	1,23	837,01	40,43	78,57	37,40	0,51
733,19	14,31	77,85	43,04	0,26	788,44	41,49	77,67	41,48	1,30	837,59	40,45	78,60	38,32	0,57
733,74	20,61	77,32	38,39	0,60	788,94	41,31	77,71	42,28	1,36	838,09	40,19	78,62	39,04	0,62
734,27	25,78	76,94	35,92	0,93	789,44	40,93	77,74	42,92	1,40	838,59	39,78	78,65	39,66	0,65
734,83	31,45	76,60	34,48	1,37	789,94	40,42	77,78	43,39	1,42	839,09	39,29	78,67	40,17	0,67
735,33	35,52	76,40	34,31	1,74	790,44	39,88	77,81	43,69	1,44	839,59	38,79	78,70	40,54	0,69
735,85	38,85	76,26	34,84	2,09	790,94	39,34	77,83	43,84	1,44	840,18	38,26	78,73	40,83	0,70
736,35	41,41	76,18	35,84	2,42	791,44	38,86	77,85	43,87	1,44	840,76	37,82	78,74	40,96	0,70
736,94	43,51	76,15	37,38	2,77	791,94	38,46	77,87	43,80	1,44	841,26	37,55	78,76	40,97	0,70
737,44	44,53	76,16	38,74	3,01	792,44	38,16	77,87	43,66	1,43	841,76	37,37	78,76	40,92	0,69
737,94	45,00	76,20	40,03	3,21	792,94	37,94	77,87	43,49	1,43	842,26	37,26	78,77	40,82	0,69
738,44	45,04	76,26	41,16	3,36	793,44	37,81	77,86	43,31	1,42	842,78	37,22	78,76	40,70	0,68
738,94	44,76	76,32	42,07	3,47	793,94	37,75	77,85	43,13	1,42	843,28	37,23	78,75	40,58	0,67
739,44	44,27	76,37	42,75	3,54	794,44	37,75	77,84	42,96	1,41	843,78	37,27	78,74	40,46	0,67
739,97	43,68	76,42	43,19	3,58	794,94	37,79	77,83	42,83	1,41	844,28	37,35	78,73	40,35	0,67
740,55	42,92	76,47	43,43	3,61	795,44	37,85	77,83	42,71	1,41	844,78	37,44	78,73	40,27	0,66
741,05	42,28	76,50	43,39	3,61	795,95	37,92	77,82	42,63	1,41	845,29	37,54	78,73	40,23	0,66
741,64	41,55	76,53	43,11	3,59	796,45	37,99	77,82	42,56	1,41	845,79	37,65	78,73	40,21	0,66
742,14	41,00	76,54	42,74	3,58	797,04	38,07	77,81	42,52	1,41	846,31	37,74	78,73	40,21	0,66
742,64	40,52	76,54	42,29	3,56	797,54	38,12	77,81	42,51	1,41	846,84	37,82	78,73	40,23	0,66
743,14	40,12	76,53	41,81	3,54	798,04	38,17	77,81	42,50	1,41	847,36	37,89	78,74	40,26	0,66
743,64	39,81	76,52	41,34	3,52	798,55	38,20	77,80	42,51	1,41	847,87	37,93	78,74	40,30	0,67
744,14	39,58	76,50	40,90	3,50	799,05	38,21	77,80	42,52	1,41	848,39	37,97	78,74	40,34	0,67
744,64	39,43	76,49	40,53	3,49						848,93	37,99	78,74	40,39	0,67
745,14	39,34	76,49	40,24	3,48						849,45	38,00	78,73	40,42	0,67
745,64	39,31	76,48	40,02	3,47						849,97	38,00	78,73	40,45	0,67
746,14	39,32	76,48	39,88	3,46						850,48	37,98	78,71	40,47	0,67
746,64	39,37	76,48	39,80	3,46						851,00	37,97	78,70	40,48	0,67
747,14	39,43	76,47	39,79	3,46						851,53	37,95	78,69	40,49	0,67
747,64	39,50	76,47	39,82	3,47										
748,14	39,57	76,47	39,87	3,47										
748,64	39,64	76,46	39,95	3,47										
749,14	39,72	76,46	40,06	3,47										
749,64	39,80	76,45	40,18	3,48										
750,14	39,88	76,45	40,29	3,48										
750,64	39,93	76,45	40,38	3,48										
751,14	39,96	76,45	40,45	3,48										
751,64	39,98	76,46	40,50	3,48										
752,14	39,98	76,46	40,52	3,48										
752,64	39,96	76,47	40,51	3,48										
753,14	39,93	76,48	40,49	3,48										
753,64	39,89	76,48	40,45	3,48										

Toma D, E y F.

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
868,05	16,42	79,22	48,21	0,00	24,04	0,78	79,86	77,76	0,00	54,06	0,90	80,64	83,60	0,00
868,58	21,02	79,08	44,37	0,01	24,54	0,92	79,85	76,03	0,00	54,56	0,92	80,54	81,93	-0,06
869,11	25,52	78,95	41,53	0,02	25,15	1,26	79,77	71,22	0,00	55,06	0,98	80,37	78,03	-0,09
869,64	29,67	78,85	39,67	0,05	25,65	2,16	79,63	65,58	0,00	55,56	1,24	80,10	72,20	-0,11
870,16	33,28	78,78	38,66	0,08	26,15	4,07	79,41	59,40	0,01	56,06	2,14	79,71	65,17	-0,10
870,69	36,26	78,73	38,36	0,13	26,65	7,03	79,15	53,41	0,03	56,56	4,08	79,23	57,89	-0,05
871,22	38,55	78,70	38,59	0,19	27,15	10,88	78,85	48,10	0,09	57,06	7,13	78,70	51,08	0,05
871,73	40,17	78,70	39,18	0,25	27,65	15,30	78,56	43,76	0,17	57,56	11,11	78,15	45,21	0,22

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
872,26	41,18	78,70	39,98	0,32	28,15	19,97	78,27	40,51	0,28	58,06	15,70	77,64	40,53	0,46
872,78	41,67	78,71	40,86	0,38	28,65	24,56	78,01	38,34	0,41	58,56	20,56	77,18	37,14	0,75
873,31	41,75	78,73	41,71	0,44	29,15	28,79	77,79	37,15	0,56	59,06	25,35	76,79	34,98	1,09
873,84	41,52	78,75	42,46	0,48	29,65	32,48	77,61	36,78	0,72	59,56	29,79	76,48	33,90	1,45
874,36	41,09	78,78	43,07	0,52	30,15	35,52	77,48	37,03	0,87	60,06	33,67	76,26	33,70	1,82
874,89	40,54	78,80	43,53	0,55	30,65	37,85	77,39	37,71	1,02	60,56	36,87	76,10	34,16	2,18
875,42	39,95	78,82	43,82	0,57	31,15	39,50	77,34	38,65	1,16	61,06	39,35	76,02	35,07	2,52
875,95	39,38	78,84	43,97	0,59	31,65	40,52	77,32	39,70	1,27	61,57	41,11	75,99	36,22	2,83
876,48	38,87	78,84	43,99	0,59	32,15	41,02	77,33	40,74	1,37	62,07	42,22	76,00	37,46	3,09
877,02	38,45	78,85	43,92	0,59	32,65	41,11	77,35	41,68	1,45	62,57	42,77	76,04	38,64	3,31
877,55	38,11	78,86	43,77	0,59	33,15	40,88	77,39	42,47	1,51	63,07	42,88	76,09	39,68	3,48
878,08	37,87	78,86	43,58	0,59	33,65	40,46	77,44	43,07	1,56	63,57	42,66	76,15	40,53	3,62
878,61	37,71	78,87	43,36	0,58	34,15	39,92	77,49	43,49	1,59	64,07	42,23	76,21	41,17	3,71
879,14	37,62	78,87	43,15	0,58	34,65	39,35	77,53	43,74	1,60	64,57	41,67	76,27	41,60	3,77
879,67	37,59	78,87	42,95	0,57	35,15	38,80	77,56	43,83	1,61	65,07	41,08	76,32	41,84	3,80
880,20	37,61	78,87	42,78	0,56	35,65	38,32	77,58	43,81	1,61	65,57	40,51	76,36	41,91	3,82
880,73	37,64	78,86	42,63	0,56	36,15	37,92	77,60	43,69	1,61	66,07	40,00	76,40	41,87	3,82
881,27	37,69	78,86	42,51	0,56	36,65	37,61	77,61	43,52	1,60	66,57	39,59	76,42	41,73	3,81
881,80	37,75	78,86	42,42	0,55	37,15	37,40	77,61	43,31	1,59	67,07	39,28	76,43	41,55	3,79
882,33	37,80	78,87	42,37	0,55	37,65	37,27	77,62	43,10	1,58	67,57	39,08	76,44	41,34	3,77
882,88	37,85	78,87	42,33	0,55	38,15	37,22	77,61	42,89	1,58	68,07	38,97	76,44	41,14	3,76
883,42	37,88	78,87	42,31	0,55	38,65	37,22	77,61	42,71	1,57	68,57	38,94	76,44	40,95	3,75
883,95	37,90	78,88	42,30	0,55	39,15	37,25	77,61	42,56	1,57	69,07	38,96	76,43	40,79	3,74
884,48	37,90	78,88	42,30	0,55	39,65	37,31	77,61	42,43	1,56	69,57	39,03	76,42	40,65	3,73
885,03	37,89	78,88	42,29	0,56	40,15	37,38	77,60	42,35	1,56	70,07	39,11	76,40	40,55	3,73
885,56	37,87	78,88	42,29	0,56	40,65	37,45	77,60	42,29	1,56	70,57	39,20	76,39	40,48	3,73
					41,15	37,52	77,60	42,26	1,56	71,07	39,27	76,37	40,41	3,73
					41,65	37,57	77,60	42,25	1,56	71,57	39,32	76,35	40,37	3,73
										72,07	39,38	76,34	40,38	3,73
										72,57	39,46	76,33	40,45	3,73
										73,07	39,57	76,33	40,57	3,74
										73,57	39,71	76,32	40,75	3,74
										74,07	39,87	76,32	40,95	3,75
										74,57	40,04	76,32	41,17	3,75
										75,07	40,20	76,33	41,38	3,76
										75,57	40,35	76,33	41,57	3,76
										76,07	40,49	76,33	41,73	3,77
										76,57	40,59	76,34	41,86	3,77
										77,07	40,68	76,34	41,96	3,78
										77,57	40,74	76,34	42,03	3,78
										78,07	40,78	76,35	42,08	3,78
										78,57	40,81	76,35	42,10	3,78
										79,07	40,81	76,35	42,10	3,79
										79,57	40,81	76,35	42,08	3,79
										80,07	40,79	76,35	42,06	3,79
										80,57	40,76	76,34	42,03	3,79
										81,07	40,73	76,33	42,00	3,79
										81,57	40,70	76,33	41,96	3,79

Toma G.

TOMA G				
T (s)	Toma G	Paa	VRP	Q (l/s)
100,37	0,79	79,83	79,08	-0,04
100,87	0,81	79,81	77,79	-0,01
101,37	0,85	79,77	74,63	0,01
101,87	1,01	79,65	69,66	0,03
102,37	1,67	79,42	63,41	0,05
102,87	3,29	79,07	56,73	0,08
103,37	6,05	78,64	50,40	0,16
103,87	9,83	78,18	44,89	0,29
104,37	14,35	77,71	40,49	0,49
104,87	19,27	77,27	37,31	0,76
105,37	24,23	76,88	35,32	1,07
105,87	28,91	76,56	34,38	1,43
106,37	33,09	76,31	34,29	1,81
106,88	36,62	76,12	34,84	2,19
107,38	39,41	76,00	35,81	2,55
107,88	41,46	75,93	37,02	2,89
108,38	42,83	75,91	38,29	3,19
108,88	43,60	75,92	39,52	3,45
109,38	43,89	75,96	40,60	3,65
109,88	43,81	76,00	41,49	3,81

TOMA G				
T (s)	Toma G	Paa	VRP	Q (l/s)
110,38	43,47	76,05	42,17	3,93
110,88	42,99	76,10	42,64	4,02
111,38	42,44	76,14	42,92	4,07
111,88	41,89	76,18	43,04	4,10
112,38	41,40	76,20	43,03	4,11
112,88	40,99	76,22	42,93	4,11
113,38	40,67	76,23	42,77	4,10
113,88	40,45	76,24	42,57	4,09
114,38	40,32	76,24	42,37	4,07
114,89	40,26	76,24	42,18	4,06
115,49	40,28	76,23	41,98	4,05
115,99	40,33	76,22	41,85	4,04
116,49	40,41	76,21	41,74	4,04
116,99	40,49	76,20	41,67	4,04
117,49	40,57	76,19	41,62	4,04
117,99	40,65	76,19	41,60	4,04
118,49	40,71	76,18	41,60	4,04
118,99	40,77	76,19	41,61	4,04
119,49	40,81	76,18	41,64	4,05
119,99	40,84	76,18	41,66	4,05
120,49	40,86	76,19	41,69	4,06
120,99	40,86	76,19	41,72	4,06
121,49	40,86	76,20	41,75	4,06

5.2.6.6. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP en función de regulación.

Legenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- TOMA: Estado de la toma sobre la que se actua.
- VRP: Válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.

Toma A, B y C.

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
86,76	0,72	79,68	74,92	0,01	149,19	0,77	79,58	79,65	0,07	190,40	0,84	79,89	78,66	0,00
87,28	0,73	79,67	73,64	0,01	149,69	0,78	79,64	78,08	0,09	190,90	0,86	79,87	76,20	0,00
87,78	0,73	79,62	70,48	0,01	150,19	0,80	79,66	74,46	0,10	191,40	0,91	79,78	71,63	0,00
88,28	0,76	79,49	65,58	0,01	150,69	0,84	79,57	69,06	0,10	191,90	1,04	79,58	65,63	0,00
88,78	0,82	79,23	59,40	0,01	151,19	0,93	79,34	62,64	0,11	192,40	1,24	79,30	59,07	0,02
89,28	0,95	78,79	52,57	0,04	151,69	1,11	78,99	56,01	0,13	192,90	1,49	78,96	52,69	0,07
89,78	1,18	78,08	45,75	0,13	152,19	1,35	78,57	49,80	0,21	193,40	1,77	78,58	46,98	0,15
90,28	1,57	76,94	39,57	0,30	152,69	1,65	78,11	44,43	0,34	193,90	2,07	78,20	42,27	0,28
90,78	2,16	75,28	34,46	0,61	153,19	1,97	77,65	40,15	0,55	194,40	2,36	77,83	38,69	0,44
91,28	2,94	73,07	30,68	1,09	153,69	2,30	77,21	37,04	0,81	194,90	2,63	77,50	36,26	0,64
91,78	3,88	70,42	28,28	1,75	154,19	2,61	76,82	35,06	1,13	195,40	2,86	77,21	34,89	0,86
92,28	4,91	67,48	27,17	2,60	154,69	2,90	76,49	34,09	1,48	195,90	3,06	76,98	34,42	1,09
92,78	5,95	64,44	27,17	3,61	155,19	3,15	76,24	33,94	1,86	196,40	3,20	76,81	34,65	1,31
93,28	6,96	61,49	28,02	4,74	155,69	3,35	76,05	34,42	2,23	196,90	3,31	76,70	35,37	1,53
93,78	7,87	58,77	29,46	5,95	156,19	3,51	75,93	35,32	2,59	197,40	3,37	76,63	36,39	1,73
94,28	8,66	56,39	31,22	7,17	156,69	3,62	75,86	36,45	2,92	197,90	3,41	76,60	37,54	1,91
94,78	9,30	54,40	33,09	8,36	157,19	3,70	75,84	37,65	3,21	198,40	3,41	76,60	38,67	2,05
95,28	9,80	52,83	34,90	9,48	157,69	3,73	75,85	38,82	3,46	198,90	3,40	76,62	39,71	2,17
95,78	10,16	51,68	36,52	10,49	158,19	3,75	75,88	39,86	3,67	199,40	3,38	76,66	40,57	2,27
96,28	10,39	50,90	37,88	11,37	158,69	3,74	75,93	40,73	3,83	199,90	3,35	76,70	41,24	2,34
96,78	10,52	50,44	38,94	12,11	159,19	3,72	75,98	41,41	3,96	200,40	3,31	76,74	41,70	2,38
97,28	10,56	50,23	39,71	12,71	159,69	3,69	76,04	41,88	4,04	200,90	3,28	76,79	41,97	2,41
97,78	10,53	50,23	40,19	13,17	160,19	3,66	76,08	42,16	4,10	201,40	3,25	76,82	42,07	2,43
98,28	10,47	50,35	40,43	13,52	160,70	3,64	76,12	42,29	4,13	201,90	3,23	76,85	42,05	2,43

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
98,78	10,38	50,55	40,49	13,76	161,20	3,61	76,15	42,29	4,14	202,40	3,22	76,87	41,93	2,43
99,28	10,29	50,79	40,40	13,91	161,70	3,59	76,17	42,21	4,14	202,90	3,21	76,88	41,75	2,42
99,78	10,21	51,03	40,22	13,99	162,20	3,58	76,18	42,06	4,13	203,40	3,20	76,88	41,53	2,41
100,28	10,13	51,25	39,99	14,03	162,70	3,57	76,18	41,87	4,12	203,91	3,20	76,88	41,32	2,40
100,78	10,07	51,43	39,74	14,03	163,20	3,57	76,18	41,68	4,10	204,41	3,21	76,87	41,11	2,40
101,28	10,03	51,57	39,49	14,01	163,70	3,57	76,18	41,50	4,09	204,91	3,21	76,87	40,93	2,39
101,78	10,01	51,66	39,27	13,98	164,20	3,58	76,17	41,34	4,08	205,41	3,22	76,86	40,79	2,39
102,28	10,01	51,71	39,09	13,95	164,70	3,59	76,17	41,21	4,08	205,91	3,22	76,86	40,67	2,38
102,78	10,02	51,71	38,95	13,92	165,20	3,60	76,16	41,10	4,07	206,41	3,22	76,85	40,60	2,38
103,28	10,05	51,67	38,85	13,90	165,70	3,60	76,14	41,03	4,07	206,91	3,23	76,85	40,57	2,38
103,78	10,07	51,62	38,79	13,89	166,20	3,61	76,13	40,98	4,07	207,41	3,23	76,84	40,56	2,38
104,28	10,11	51,55	38,77	13,89	166,70	3,62	76,13	40,97	4,08	207,91	3,23	76,83	40,59	2,39
104,78	10,14	51,48	38,78	13,90	167,20	3,62	76,12	40,97	4,09	208,41	3,23	76,82	40,63	2,39
105,28	10,17	51,40	38,81	13,91	167,70	3,63	76,12	40,99	4,09	208,91	3,23	76,82	40,69	2,39
105,78	10,19	51,34	38,86	13,92	168,20	3,63	76,12	41,02	4,10	209,41	3,23	76,81	40,76	2,39
106,28	10,20	51,28	38,91	13,94	168,70	3,63	76,12	41,06	4,11	209,91	3,23	76,80	40,82	2,40
106,78	10,21	51,24	38,96	13,96	169,20	3,64	76,12	41,10	4,11	210,41	3,23	76,80	40,88	2,40
107,28	10,21	51,20	39,01	13,98	169,70	3,64	76,12	41,13	4,12	210,91	3,23	76,80	40,94	2,41
107,78	10,21	51,16	39,06	14,00	170,20	3,63	76,13	41,27	4,12	211,41	3,23	76,80	40,98	2,41
108,28	10,21	51,14	39,10	14,02	170,70	3,57	76,27	42,10	4,12	211,91	3,23	76,80	41,02	2,41
108,78	10,20	51,12	39,13	14,03	171,20	3,40	76,56	44,10	4,10	212,41	3,22	76,80	41,05	2,41
109,28	10,19	51,10	39,15	14,04	171,70	3,14	77,01	47,31	4,03	212,91	3,22	76,80	41,07	2,41
109,78	10,19	51,09	39,15	14,05	172,20	2,81	77,58	51,51	3,91	213,41	3,22	76,81	41,09	2,41
110,28	10,18	51,07	39,14	14,06	172,70	2,43	78,21	56,35	3,71	213,91	3,21	76,81	41,12	2,41
110,78	10,17	51,06	39,13	14,06	173,20	2,06	78,85	61,45	3,44	214,41	3,21	76,81	41,13	2,41
111,28	10,17	51,05	39,12	14,07	173,70	1,69	79,46	66,46	3,11	214,91	3,22	76,81	41,15	2,41
111,78	10,18	51,04	39,11	14,07	174,20	1,37	79,99	71,07	2,74	215,41	3,22	76,81	41,17	2,41
112,28	10,19	51,04	39,11	14,07	174,70	1,09	80,43	75,09	2,33	215,91	3,22	76,82	41,18	2,41
112,78	10,20	51,04	39,10	14,08	175,20	0,87	80,76	78,37	1,91	216,41	3,23	76,82	41,19	2,41
113,28	10,21	51,04	39,11	14,08						216,91	3,23	76,82	41,20	2,40
113,78	10,23	51,03	39,11	14,08						217,41	3,23	76,82	41,21	2,40
114,28	10,24	51,03	39,12	14,08						217,91	3,24	76,83	41,22	2,40
114,78	10,25	51,02	39,13	14,08						218,41	3,24	76,83	41,22	2,40
115,28	10,25	51,02	39,14	14,08						218,91	3,25	76,84	41,23	2,40
115,78	10,26	51,02	39,16	14,09						219,41	3,25	76,84	41,24	2,40
116,28	10,26	51,01	39,17	14,09						219,91	3,26	76,84	41,25	2,40
116,78	10,26	51,01	39,19	14,09						220,41	3,26	76,85	41,26	2,40
117,28	10,26	51,01	39,20	14,09						220,91	3,27	76,85	41,26	2,41
117,78	10,25	51,00	39,20	14,10						221,41	3,27	76,84	41,26	2,41
118,28	10,25	50,99	39,20	14,10						221,91	3,27	76,83	41,25	2,41
118,78	10,25	50,99	39,19	14,10						222,41	3,27	76,83	41,27	2,41
119,28	10,24	50,98	39,18	14,11						222,91	3,22	76,90	41,84	2,41
119,78	10,24	50,98	39,17	14,11						223,41	3,09	77,15	43,56	2,40
120,28	10,23	50,97	39,16	14,11						223,91	2,87	77,57	46,55	2,37
120,78	10,23	50,96	39,15	14,12						224,41	2,59	78,13	50,63	2,30
121,28	10,23	50,95	39,14	14,12						224,91	2,27	78,79	55,48	2,19
121,78	10,23	50,94	39,14	14,12						225,41	1,95	79,48	60,70	2,04
122,28	10,23	50,93	39,13	14,12						225,91	1,63	80,15	65,90	1,84
122,80	10,23	50,93	39,13	14,12						226,41	1,35	80,74	70,75	1,60
123,39	10,24	50,92	39,14	14,12						226,91	1,11	81,24	75,03	1,34
123,89	10,24	50,92	39,14	14,12						227,41	0,91	81,61	78,57	1,07
124,39	10,24	50,92	39,16	14,12						227,91	0,76	81,87	81,33	0,81
124,89	10,25	50,92	39,18	14,12						228,41	0,66	82,00	83,29	0,57
125,39	10,25	50,92	39,19	14,12						228,91	0,60	82,04	84,52	0,36
125,89	10,26	50,92	39,20	14,12						229,41	0,58	81,99	85,13	0,19
126,39	10,27	50,92	39,20	14,12						229,91	0,58	81,87	85,23	0,05
										230,41	0,61	81,72	84,96	-0,05
										230,93	0,64	81,53	84,43	-0,11
										231,52	0,69	81,30	83,60	-0,15
										232,02	0,73	81,11	82,86	-0,15
										232,52	0,77	80,93	82,14	-0,14

Toma D, E y F.

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
262,82	1,07	79,80	77,66	0,01	306,62	0,76	79,83	78,98	0,00	351,74	0,87	79,88	78,54	0,00
263,32	1,08	79,77	75,17	0,01	307,12	0,77	79,83	77,66	0,00	352,24	0,89	79,83	75,89	0,01
263,82	1,11	79,68	70,69	0,01	307,62	0,79	79,80	74,29	0,00	352,74	0,94	79,71	71,40	0,01
264,32	1,18	79,52	64,99	0,01	308,12	0,85	79,68	69,02	0,01	353,24	1,08	79,47	65,41	0,01
264,82	1,30	79,30	58,86	0,02	308,62	0,99	79,44	62,55	0,01	353,74	1,44	79,07	58,48	0,03
265,32	1,44	79,04	52,91	0,04	309,13	1,22	79,08	55,80	0,04	354,24	2,23	78,42	51,34	0,11
265,82	1,59	78,75	47,59	0,10	309,64	1,52	78,65	49,45	0,12	354,74	3,67	77,44	44,73	0,26

Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo "Costella".

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
266,32	1,73	78,46	43,15	0,18	310,23	1,95	78,08	43,00	0,29	355,24	5,79	76,13	39,16	0,53
266,82	1,86	78,19	39,73	0,30	310,73	2,32	77,61	38,88	0,51	355,74	8,52	74,56	34,90	0,94
267,32	1,97	77,94	37,33	0,43	311,23	2,68	77,18	35,96	0,78	356,24	11,65	72,81	32,02	1,50
267,82	2,05	77,74	35,88	0,58	311,73	3,01	76,81	34,18	1,11	356,74	14,96	71,01	30,43	2,19
268,32	2,11	77,58	35,22	0,73	312,23	3,29	76,50	33,40	1,47	357,24	18,26	69,25	29,96	2,98
268,82	2,15	77,46	35,21	0,88	312,73	3,53	76,26	33,42	1,85	357,74	21,34	67,63	30,37	3,85
269,32	2,17	77,38	35,66	1,03	313,24	3,71	76,09	34,04	2,22	358,24	24,09	66,22	31,43	4,74
269,82	2,17	77,34	36,41	1,16	313,74	3,84	75,98	35,05	2,58	358,74	26,40	65,04	32,88	5,62
270,32	2,16	77,33	37,31	1,27	314,24	3,92	75,92	36,28	2,90	359,24	28,25	64,13	34,51	6,46
270,82	2,15	77,35	38,25	1,37	314,74	3,97	75,91	37,57	3,19	359,74	29,63	63,47	36,15	7,23
271,32	2,13	77,38	39,13	1,45	315,24	3,99	75,92	38,80	3,43	360,24	30,56	63,03	37,66	7,90
271,82	2,10	77,41	39,90	1,51	315,74	3,99	75,96	39,89	3,63	360,74	31,11	62,79	38,96	8,48
272,32	2,08	77,45	40,53	1,55	316,24	3,98	76,01	40,78	3,79	361,24	31,35	62,70	40,01	8,94
272,82	2,07	77,48	40,99	1,58	316,74	3,96	76,06	41,46	3,90	361,74	31,35	62,73	40,78	9,31
273,32	2,05	77,51	41,30	1,59	317,24	3,93	76,10	41,93	3,99	362,24	31,18	62,84	41,29	9,58
273,82	2,04	77,53	41,48	1,60	317,74	3,91	76,14	42,21	4,04	362,74	30,91	63,00	41,58	9,77
274,32	2,03	77,55	41,55	1,60	318,24	3,89	76,17	42,33	4,06	363,24	30,59	63,18	41,68	9,89
274,82	2,03	77,56	41,54	1,60	318,74	3,88	76,19	42,32	4,08	363,74	30,26	63,35	41,64	9,96
275,32	2,03	77,57	41,47	1,60	319,24	3,86	76,21	42,22	4,08	364,24	29,97	63,51	41,49	9,99
275,82	2,03	77,57	41,37	1,59	319,74	3,86	76,22	42,06	4,07	364,74	29,72	63,64	41,29	9,99
276,32	2,04	77,57	41,25	1,59	320,24	3,86	76,23	41,88	4,06	365,24	29,53	63,73	41,07	9,97
276,82	2,05	77,56	41,14	1,58	320,74	3,86	76,23	41,69	4,05	365,74	29,40	63,79	40,85	9,94
277,32	2,05	77,56	41,04	1,58	321,24	3,86	76,23	41,51	4,03	366,24	29,32	63,83	40,66	9,92
277,82	2,06	77,56	40,97	1,57	321,74	3,86	76,23	41,36	4,03	366,76	29,29	63,84	40,49	9,89
278,32	2,07	77,55	40,92	1,57	322,24	3,86	76,22	41,23	4,02	367,35	29,31	63,82	40,35	9,87
278,82	2,07	77,54	40,89	1,57	322,74	3,87	76,22	41,14	4,02	367,85	29,35	63,79	40,27	9,86
279,32	2,08	77,53	40,88	1,57	323,24	3,87	76,22	41,07	4,02	368,45	29,42	63,74	40,22	9,86
279,82	2,08	77,52	40,90	1,57	323,74	3,88	76,21	41,04	4,02	368,95	29,48	63,69	40,21	9,86
280,32	2,08	77,52	40,93	1,57	324,24	3,88	76,21	41,03	4,02	369,45	29,55	63,64	40,23	9,87
280,82	2,08	77,51	40,97	1,58	324,74	3,88	76,20	41,03	4,03	369,95	29,61	63,60	40,26	9,88
281,32	2,08	77,51	41,02	1,58	325,24	3,88	76,20	41,05	4,03	370,45	29,67	63,56	40,30	9,89
281,82	2,08	77,51	41,06	1,58	325,74	3,88	76,20	41,08	4,04	370,95	29,72	63,53	40,35	9,91
282,32	2,08	77,51	41,11	1,59	326,24	3,87	76,19	41,10	4,04	371,45	29,77	63,51	40,41	9,92
282,82	2,08	77,51	41,15	1,59	326,74	3,87	76,19	41,12	4,05	371,95	29,80	63,49	40,45	9,93
283,32	2,08	77,51	41,18	1,59	327,24	3,87	76,19	41,15	4,05	372,45	29,84	63,48	40,50	9,94
283,82	2,08	77,52	41,35	1,59	327,74	3,82	76,25	41,49	4,05	372,95	29,86	63,47	40,54	9,95
284,32	2,03	77,63	42,34	1,59	328,24	3,64	76,47	42,83	4,05	373,45	29,87	63,47	40,57	9,96
284,82	1,94	77,85	44,53	1,58	328,74	3,32	76,89	45,42	4,01	373,95	29,88	63,47	40,59	9,96
285,32	1,80	78,20	47,92	1,55	329,24	2,92	77,47	49,17	3,92	374,45	29,88	63,47	40,61	9,96
285,82	1,65	78,63	52,25	1,49	329,74	2,48	78,16	53,79	3,77	374,95	29,88	63,47	40,62	9,96
286,32	1,49	79,11	57,17	1,40	330,24	2,04	78,90	58,90	3,54	375,45	29,88	63,47	40,63	9,96
286,82	1,34	79,59	62,30	1,27	330,74	1,62	79,62	64,11	3,25	375,95	29,87	63,48	40,63	9,96
287,32	1,20	80,04	67,29	1,11	331,24	1,26	80,29	69,07	2,91	376,45	29,87	63,48	40,64	9,96
287,82	1,09	80,44	71,85	0,93	331,74	0,96	80,86	73,54	2,52	376,95	29,85	63,49	40,66	9,96
288,32	1,00	80,75	75,78	0,75	332,24	0,73	81,31	77,32	2,11	377,45	29,80	63,50	40,71	9,96
288,82	0,94	80,98	78,97	0,56	332,74	0,56	81,63	80,32	1,70	377,95	29,58	63,59	40,95	9,96
289,32	0,90	81,13	81,38	0,39	333,24	0,46	81,83	82,54	1,29	378,45	28,80	64,00	41,87	9,96
289,83	0,89	81,20	83,04	0,24	333,74	0,41	81,93	84,02	0,92	378,95	27,15	64,91	43,92	9,91
290,33	0,88	81,19	84,02	0,12	334,24	0,40	81,93	84,85	0,60	379,46	24,65	66,32	47,13	9,77
290,83	0,89	81,13	84,42	0,03	334,74	0,43	81,85	85,14	0,33	380,06	20,79	68,52	52,21	9,43
291,33	0,91	81,03	84,38	-0,04						380,65	16,44	71,01	58,06	8,85
291,83	0,93	80,91	84,01	-0,08						381,15	12,78	73,11	63,06	8,19
292,33	0,96	80,77	83,43	-0,11						381,65	9,33	75,09	67,83	7,40
292,83	0,98	80,63	82,73	-0,11						382,15	6,26	76,84	72,12	6,50
293,33	1,00	80,49	82,01	-0,10						382,65	3,69	78,31	75,77	5,55
293,83	1,02	80,35	81,32	-0,09						383,15	1,66	79,46	78,70	4,60
										383,65	0,17	80,31	80,88	3,67

Toma G.

TOMA G				
T (s)	Toma G	Paa	VRP	Q (l/s)
406,66	0,79	79,84	78,77	0,01
407,16	0,79	79,84	77,67	0,01
407,66	0,80	79,81	74,74	0,01
408,16	0,82	79,70	70,03	0,01
408,66	0,87	79,47	63,91	0,01
409,16	1,00	79,05	57,00	0,03
409,66	1,25	78,33	49,96	0,11
410,16	1,70	77,17	43,44	0,28
410,66	2,37	75,46	37,89	0,58
411,16	3,26	73,19	33,60	1,06
411,66	4,32	70,45	30,65	1,72

TOMA G				
T (s)	Toma G	Paa	VRP	Q (l/s)
412,16	5,48	67,41	29,00	2,58
412,66	6,66	64,25	28,48	3,60
413,16	7,80	61,15	28,87	4,75
413,66	8,85	58,28	29,94	5,97
414,16	9,76	55,74	31,42	7,22
414,66	10,51	53,60	33,11	8,44
415,16	11,09	51,91	34,83	9,59
415,66	11,52	50,65	36,43	10,63
416,16	11,80	49,80	37,82	11,54
416,66	11,95	49,28	38,94	12,31
417,16	12,00	49,05	39,78	12,93
417,66	11,98	49,03	40,34	13,42
418,16	11,91	49,15	40,66	13,77
418,66	11,82	49,37	40,78	14,02
419,16	11,71	49,62	40,75	14,18
419,66	11,61	49,88	40,60	14,27
420,16	11,52	50,12	40,40	14,31
420,66	11,45	50,31	40,16	14,31
421,16	11,40	50,46	39,92	14,30
421,66	11,37	50,55	39,70	14,27
422,16	11,36	50,60	39,51	14,24
422,66	11,36	50,60	39,35	14,22
423,16	11,37	50,58	39,23	14,20
423,66	11,39	50,52	39,16	14,19
424,16	11,41	50,46	39,13	14,19
424,66	11,44	50,38	39,12	14,19
425,16	11,47	50,31	39,14	14,21
425,66	11,49	50,23	39,18	14,22
426,16	11,51	50,17	39,24	14,24
426,66	11,53	50,11	39,30	14,26
427,16	11,54	50,07	39,35	14,28
427,66	11,54	50,03	39,41	14,30
428,16	11,55	49,99	39,45	14,32
428,66	11,55	49,97	39,48	14,34
429,16	11,55	49,95	39,50	14,35
429,66	11,56	49,93	39,51	14,36
430,16	11,56	49,92	39,50	14,37
430,66	11,57	49,91	39,49	14,37
431,16	11,57	49,91	39,48	14,38
431,66	11,58	49,91	39,47	14,38
432,16	11,59	49,91	39,45	14,38
432,66	11,59	49,91	39,44	14,38
433,16	11,60	49,91	39,44	14,39
433,66	11,60	49,91	39,44	14,39
434,17	11,60	49,91	39,44	14,39
434,69	11,61	49,91	39,45	14,39
435,21	11,61	49,90	39,45	14,40
435,71	11,62	49,90	39,46	14,40
436,21	11,63	49,90	39,47	14,41
436,71	11,64	49,89	39,48	14,41
437,22	11,60	49,96	39,59	14,42
437,72	11,34	50,43	40,27	14,41
438,24	10,71	51,76	42,07	14,35
438,75	9,71	54,02	45,13	14,04
439,27	8,45	57,08	49,26	13,33
439,77	7,05	60,67	54,12	12,20
440,29	5,62	64,50	59,31	10,73
440,80	4,26	68,30	64,46	9,02
441,32	3,04	71,82	69,25	7,21
441,83	2,01	74,90	73,46	5,44
442,33	1,19	77,45	76,95	3,79
442,86	0,59	79,41	79,65	2,34
443,38	0,18	80,82	81,59	1,15
443,89	-0,05	81,71	82,83	0,22
444,43	-0,13	82,15	83,47	-0,44
444,96	-0,10	82,25	83,63	-0,87
445,49	0,00	82,09	83,43	-1,09

5.2.6.7. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP sin regulación.

Legenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- TOMA: Estado de la toma sobre la que se actúa.
- VRP: Válvula reductora de presión.
- VC+F: Válvula de compuerta mas filtro cazapiedras.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.

Toma A, B y C.

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
613,32	0,78	93,44	93,92	0,01	653,28	0,78	92,97	93,45	0,10	22,63	0,80	93,55	94,07	0,01
613,92	0,78	93,44	93,92	0,01	653,83	0,78	92,90	93,38	0,19	23,14	0,84	93,43	93,94	0,01
614,42	0,79	93,44	93,92	0,01	654,39	0,78	92,89	93,38	0,24	23,64	1,07	93,17	93,67	0,01
614,92	0,79	93,44	93,92	0,01	654,95	0,78	92,94	93,42	0,25	24,14	1,52	92,81	93,29	0,05
615,42	0,81	93,38	93,86	0,01	655,51	0,78	93,02	93,50	0,24	24,64	2,18	92,36	92,83	0,14
615,93	1,03	92,90	93,37	0,02	656,08	0,78	93,11	93,59	0,22	25,14	2,98	91,88	92,32	0,30
616,43	1,58	91,61	92,00	0,16	656,66	0,78	93,22	93,69	0,18	25,64	3,86	91,40	91,82	0,54
616,93	2,51	89,28	89,53	0,66	657,22	0,78	93,31	93,79	0,14	26,14	4,77	90,95	91,35	0,83
617,43	3,78	85,94	85,99	1,61	657,78	0,78	93,39	93,88	0,10	26,64	5,63	90,54	90,93	1,19
617,95	5,30	81,80	81,60	2,97	658,36	0,81	93,35	93,83	0,06	27,14	6,41	90,21	90,58	1,57
618,45	6,95	77,17	76,68	4,67	658,92	0,99	93,06	93,53	0,04	27,64	7,07	89,95	90,30	1,97
618,95	8,61	72,38	71,60	6,56	659,50	1,39	92,54	92,99	0,07	28,14	7,60	89,76	90,10	2,37
619,46	10,18	67,74	66,68	8,52	660,06	1,99	91,81	92,22	0,19	28,64	7,99	89,64	89,98	2,75
619,96	11,59	63,49	62,17	10,43	660,64	2,77	90,92	91,30	0,42	29,14	8,26	89,57	89,91	3,09
620,48	12,79	59,80	58,25	12,18	661,22	3,65	89,97	90,29	0,76	29,64	8,42	89,56	89,89	3,39
620,99	13,75	56,78	55,04	13,71	661,80	4,58	89,00	89,28	1,21	30,14	8,49	89,58	89,91	3,64
621,59	14,58	54,07	52,17	15,21	662,37	5,49	88,09	88,32	1,76	30,64	8,49	89,62	89,95	3,84
622,09	15,03	52,55	50,55	16,15	662,94	6,33	87,27	87,46	2,37	31,14	8,44	89,67	90,00	4,00
622,60	15,28	51,61	49,56	16,83	663,52	7,06	86,58	86,74	3,01	31,64	8,35	89,73	90,05	4,11
623,12	15,37	51,17	49,10	17,27	664,09	7,67	86,03	86,16	3,65	32,14	8,25	89,78	90,11	4,18
623,62	15,35	51,11	49,03	17,52	664,66	8,13	85,62	85,74	4,26	32,64	8,15	89,82	90,15	4,23
624,14	15,24	51,33	49,27	17,60	665,23	8,46	85,34	85,45	4,82	33,14	8,05	89,85	90,19	4,25
624,65	15,08	51,71	49,68	17,57	665,80	8,67	85,18	85,30	5,32	33,64	7,97	89,87	90,22	4,26
625,17	14,90	52,19	50,20	17,45	666,38	8,78	85,12	85,24	5,74	34,14	7,90	89,89	90,24	4,25
625,68	14,73	52,69	50,74	17,30	666,94	8,80	85,13	85,26	6,08	34,64	7,86	89,91	90,25	4,24
626,18	14,57	53,17	51,25	17,13	667,52	8,76	85,19	85,33	6,34	35,14	7,82	89,91	90,26	4,22
626,71	14,43	53,58	51,69	16,97	668,09	8,68	85,28	85,43	6,54	35,64	7,81	89,91	90,26	4,20
627,23	14,33	53,90	52,03	16,82	668,66	8,58	85,39	85,55	6,67	36,14	7,81	89,90	90,25	4,19
627,75	14,25	54,13	52,28	16,71	669,23	8,48	85,51	85,66	6,76	36,64	7,82	89,89	90,24	4,17
628,26	14,21	54,26	52,43	16,63	669,80	8,38	85,61	85,77	6,80	37,14	7,83	89,88	90,23	4,17
628,78	14,19	54,32	52,50	16,57	670,38	8,29	85,70	85,86	6,81	37,64	7,85	89,87	90,22	4,16
629,29	14,20	54,31	52,50	16,55	670,95	8,22	85,76	85,93	6,81	38,15	7,86	89,87	90,22	4,16
629,82	14,22	54,26	52,45	16,55	671,53	8,16	85,81	85,97	6,79	38,65	7,88	89,86	90,21	4,16
630,34	14,25	54,17	52,36	16,56	672,11	8,13	85,83	86,00	6,76	39,15	7,89	89,86	90,21	4,16
630,86	14,28	54,07	52,26	16,59	672,69	8,11	85,84	86,00	6,74	39,65	7,90	89,87	90,21	4,17
631,40	14,31	53,96	52,14	16,62	673,27	8,11	85,83	86,00	6,71	40,15	7,91	89,87	90,21	4,17
631,93	14,34	53,86	52,03	16,65	673,83	8,11	85,82	85,98	6,69	40,65	7,91	89,88	90,21	4,18
632,45	14,37	53,77	51,93	16,69	674,41	8,13	85,79	85,95	6,68	41,15	7,92	89,89	90,21	4,18
632,98	14,39	53,70	51,85	16,72	675,00	8,15	85,77	85,92	6,67	41,65	7,92	89,90	90,21	4,18
633,51	14,40	53,64	51,78	16,74	675,56	8,17	85,74	85,89	6,67	42,25	7,92	89,90	90,22	4,19
634,04	14,41	53,60	51,74	16,77	676,16	8,19	85,72	85,86	6,67	42,75	7,89	89,99	90,30	4,19
634,57	14,41	53,58	51,72	16,78	676,74	8,21	85,70	85,83	6,68	43,25	7,67	90,29	90,61	4,18
635,11	14,41	53,57	51,71	16,79	677,31	8,22	85,69	85,81	6,69	43,75	7,21	90,80	91,14	4,14
635,64	14,41	53,57	51,71	16,80	677,91	8,23	85,68	85,79	6,70	44,26	6,53	91,45	91,80	4,04
636,18	14,41	53,57	51,72	16,80	678,49	8,24	85,68	85,78	6,71	44,76	5,69	92,13	92,51	3,88
636,72	14,41	53,57	51,72	16,81	679,05	8,24	85,69	85,77	6,72	45,26	4,78	92,77	93,17	3,64
637,26	14,40	53,58	51,73	16,81	679,64	8,24	85,70	85,78	6,72	45,76	3,85	93,32	93,75	3,34
637,79	14,40	53,59	51,73	16,80	680,22	8,24	85,71	85,79	6,73	46,26	2,97	93,76	94,20	2,99
638,34	14,39	53,60	51,73	16,80	680,81	8,23	85,72	85,80	6,73	46,76	2,19	94,07	94,53	2,60
638,89	14,38	53,61	51,74	16,80	681,39	8,22	85,73	85,82	6,73	47,26	1,53	94,25	94,73	2,19
639,43	14,30	53,71	51,85	16,79	681,99	8,21	85,73	85,84	6,73	47,76	1,01	94,33	94,82	1,78
639,98	13,97	54,34	52,53	16,78	682,56	8,20	85,74	85,86	6,73	48,26	0,62	94,33	94,82	1,38
640,53	13,20	56,06	54,36	16,67	683,14	8,20	85,74	85,88	6,73	48,76	0,36	94,26	94,76	1,01
641,08	11,97	59,00	57,48	16,22	683,74	8,19	85,75	85,90	6,73	49,26	0,22	94,16	94,65	0,68

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
641,62	10,42	62,97	61,70	15,29	684,33	8,16	85,81	85,99	6,72					
642,17	8,67	67,66	66,67	13,87	684,94	7,97	86,15	86,35	6,71					
642,73	6,89	72,69	72,00	12,07	685,52	7,55	86,80	87,02	6,66					
643,28	5,18	77,69	77,29	10,04	686,11	6,89	87,69	87,95	6,54					
643,81	3,65	82,36	82,24	7,92	686,71	6,05	88,73	89,03	6,32					
644,37	2,34	86,49	86,61	5,87										
644,93	1,31	89,93	90,24	3,99										
645,50	0,54	92,62	93,09	2,37										

Toma D, E y F.

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
66,35	0,99	93,52	94,02	0,01	102,67	0,69	93,53	94,05	0,04	139,26	0,88	93,42	93,90	0,02
66,85	1,08	93,37	93,87	0,01	103,17	0,79	93,40	93,91	0,03	139,76	0,95	93,36	93,83	0,04
67,35	1,28	93,16	93,65	0,03	103,67	1,11	93,03	93,54	0,04	140,26	1,37	93,05	93,50	0,06
67,85	1,51	92,92	93,40	0,07	104,17	1,67	92,43	92,92	0,10	140,76	2,74	92,22	92,63	0,12
68,35	1,75	92,66	93,12	0,15	104,67	2,48	91,63	92,08	0,24	141,26	5,42	90,73	91,06	0,27
68,85	1,99	92,37	92,83	0,26	105,17	3,46	90,70	91,11	0,48	141,76	9,39	88,61	88,82	0,57
69,35	2,21	92,07	92,53	0,40	105,67	4,56	89,69	90,06	0,84	142,26	14,38	85,99	86,06	1,07
69,85	2,38	91,79	92,24	0,56	106,17	5,68	88,70	89,02	1,30	142,76	20,00	83,09	83,00	1,78
70,35	2,51	91,53	91,99	0,74	106,67	6,76	87,76	88,05	1,86	143,26	25,85	80,11	79,86	2,68
70,85	2,60	91,31	91,77	0,93	107,26	7,91	86,78	87,03	2,59	143,76	31,52	77,24	76,83	3,73
71,35	2,64	91,13	91,59	1,12	107,76	8,71	86,12	86,33	3,24	144,26	36,71	74,64	74,08	4,88
71,85	2,69	90,97	91,43	1,30	108,26	9,35	85,61	85,80	3,87	144,78	41,21	72,40	71,73	6,08
72,35	2,76	90,83	91,28	1,46	108,76	9,83	85,24	85,41	4,48	145,37	45,50	70,29	69,49	7,49
72,85	2,89	90,69	91,15	1,62	109,26	10,14	85,00	85,16	5,02	145,87	48,14	69,01	68,14	8,60
73,35	3,07	90,58	91,04	1,77	109,76	10,32	84,88	85,02	5,50	146,37	49,95	68,14	67,21	9,60
73,85	3,27	90,48	90,94	1,90	110,26	10,40	84,85	84,98	5,90	146,87	51,03	67,63	66,67	10,47
74,35	3,50	90,41	90,87	2,03	110,76	10,38	84,89	85,02	6,22	147,37	51,50	67,41	66,44	11,19
74,85	3,73	90,35	90,81	2,16	111,26	10,31	84,97	85,10	6,47	147,87	51,51	67,42	66,46	11,77
75,35	3,94	90,31	90,77	2,27	111,76	10,20	85,09	85,20	6,65	148,37	51,18	67,60	66,65	12,21
75,85	4,12	90,29	90,74	2,38	112,26	10,07	85,21	85,32	6,77	148,87	50,65	67,88	66,94	12,53
76,35	4,28	90,28	90,72	2,47	112,76	9,94	85,33	85,44	6,84	149,37	50,01	68,21	67,29	12,73
76,85	4,41	90,28	90,71	2,56	113,26	9,82	85,44	85,54	6,87	149,87	49,35	68,54	67,64	12,85
77,35	4,50	90,28	90,71	2,63	113,76	9,72	85,52	85,63	6,87	150,37	48,73	68,86	67,96	12,91
77,85	4,56	90,29	90,71	2,69	114,26	9,64	85,59	85,70	6,86	150,87	48,20	69,13	68,24	12,91
78,35	4,59	90,30	90,72	2,74	114,76	9,58	85,64	85,74	6,84	151,37	47,77	69,34	68,46	12,89
78,85	4,60	90,31	90,73	2,78	115,26	9,54	85,67	85,77	6,81	151,87	47,46	69,48	68,61	12,84
79,35	4,60	90,32	90,73	2,81	115,76	9,53	85,69	85,79	6,78	152,37	47,25	69,58	68,71	12,80
79,85	4,58	90,32	90,74	2,84	116,26	9,52	85,69	85,79	6,76	152,87	47,14	69,62	68,75	12,75
80,35	4,56	90,33	90,75	2,85	116,76	9,53	85,68	85,78	6,74	153,37	47,12	69,63	68,75	12,71
80,85	4,53	90,33	90,76	2,86	117,26	9,55	85,66	85,76	6,72	153,87	47,15	69,61	68,72	12,68
81,35	4,50	90,34	90,77	2,87	117,76	9,57	85,65	85,74	6,72	154,37	47,22	69,56	68,67	12,66
81,85	4,48	90,34	90,77	2,87	118,26	9,59	85,63	85,73	6,71	154,87	47,32	69,50	68,61	12,65
82,35	4,46	90,34	90,78	2,87	118,76	9,61	85,61	85,71	6,71	155,37	47,43	69,44	68,54	12,65
82,85	4,45	90,34	90,79	2,87	119,26	9,62	85,60	85,70	6,72	155,87	47,53	69,37	68,48	12,66
83,35	4,44	90,34	90,79	2,87	119,76	9,63	85,59	85,69	6,72	156,38	47,63	69,31	68,42	12,67
83,85	4,44	90,33	90,78	2,87	120,26	9,64	85,58	85,68	6,73	156,88	47,71	69,26	68,37	12,68
84,35	4,44	90,33	90,78	2,87	120,76	9,64	85,57	85,68	6,74	157,38	47,78	69,22	68,33	12,70
84,85	4,44	90,33	90,77	2,87	121,26	9,63	85,57	85,68	6,75	157,88	47,83	69,19	68,31	12,72
85,35	4,45	90,32	90,76	2,87	121,76	9,63	85,57	85,68	6,76	158,38	47,86	69,17	68,29	12,73
85,87	4,46	90,32	90,75	2,87	122,26	9,61	85,58	85,70	6,76	158,88	47,87	69,17	68,28	12,75
86,46	4,46	90,34	90,76	2,87	122,76	9,60	85,59	85,71	6,77	159,38	47,86	69,17	68,27	12,76
86,96	4,39	90,43	90,85	2,87	123,26	9,59	85,60	85,73	6,77	159,88	47,81	69,19	68,28	12,77
87,46	4,23	90,62	91,04	2,86	123,76	9,57	85,61	85,74	6,77	160,38	47,54	69,29	68,38	12,78
87,96	3,93	90,91	91,34	2,82	124,26	9,56	85,62	85,75	6,77	160,88	46,47	69,77	68,89	12,77
88,46	3,52	91,29	91,72	2,74	124,76	9,56	85,62	85,76	6,77	161,38	44,06	70,97	70,17	12,72
88,96	3,06	91,71	92,14	2,62	125,26	9,45	85,73	85,89	6,77	161,88	40,25	72,91	72,22	12,57
89,46	2,57	92,14	92,57	2,45	125,76	9,04	86,12	86,30	6,75	162,38	35,31	75,45	74,91	12,25
89,96	2,10	92,54	92,98	2,24	126,26	8,29	86,78	86,99	6,69	162,88	29,65	78,38	78,01	11,73
90,46	1,67	92,91	93,35	1,99	126,76	7,29	87,64	87,91	6,54	163,38	23,70	81,47	81,27	10,99
90,96	1,32	93,21	93,66	1,71	127,26	6,14	88,64	88,96	6,29	163,88	17,89	84,51	84,48	10,07
91,46	1,04	93,46	93,92	1,41	127,76	4,94	89,69	90,05	5,92	164,38	12,54	87,31	87,45	8,99
91,96	0,83	93,64	94,11	1,12	128,26	3,77	90,71	91,11	5,45					
92,46	0,70	93,77	94,24	0,83	128,76	2,72	91,64	92,07	4,89					
92,96	0,63	93,84	94,32	0,58	129,26	1,82	92,44	92,90	4,28					
93,46	0,61	93,87	94,35	0,36	129,76	1,09	93,09	93,58	3,63					
					130,26	0,55	93,58	94,09	2,99					

Toma G.

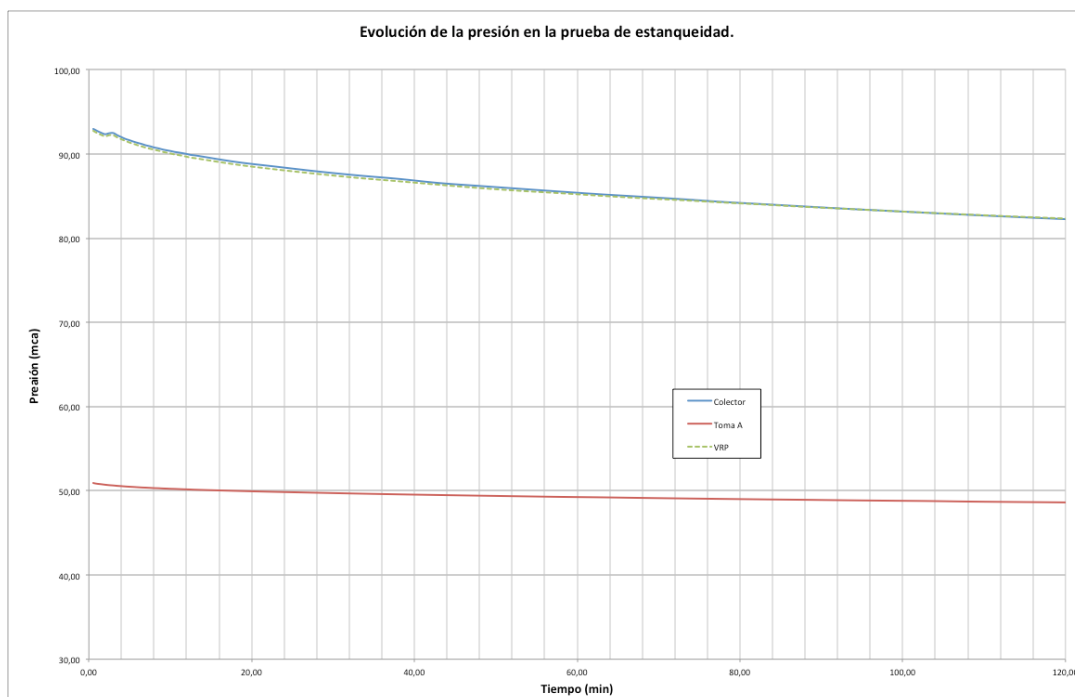
TOMA G				
T (s)	Toma G	Paa	VRP	Q (l/s)
173,17	0,80	93,12	93,61	-0,17
173,67	0,90	92,86	93,33	-0,10
174,17	1,30	91,96	92,37	0,02
174,67	2,12	90,07	90,38	0,40
175,17	3,35	87,13	87,25	1,20
175,67	4,91	83,26	83,15	2,43
176,17	6,67	78,76	78,37	4,04
176,67	8,52	73,95	73,28	5,89
177,17	10,31	69,16	68,20	7,86
177,67	11,96	64,67	63,44	9,82
178,17	13,40	60,69	59,22	11,66
178,67	14,58	57,34	55,67	13,30
179,17	15,50	54,70	52,86	14,68
179,67	16,15	52,75	50,79	15,79
180,19	16,57	51,44	49,41	16,63
180,77	16,81	50,60	48,52	17,29
181,28	16,84	50,40	48,30	17,61
181,78	16,75	50,51	48,42	17,74
182,38	16,57	50,93	48,86	17,74
182,88	16,37	51,40	49,36	17,63
183,38	16,17	51,90	49,89	17,48
183,88	15,99	52,37	50,40	17,31
184,38	15,83	52,79	50,84	17,15
184,88	15,71	53,12	51,20	16,99
185,38	15,62	53,36	51,46	16,87
185,88	15,57	53,52	51,63	16,78
186,38	15,54	53,59	51,72	16,72
186,88	15,55	53,59	51,73	16,68
187,38	15,57	53,55	51,69	16,67
187,88	15,60	53,47	51,62	16,68
188,38	15,64	53,37	51,52	16,71
188,88	15,67	53,27	51,42	16,74
189,38	15,71	53,18	51,31	16,77
189,88	15,75	53,09	51,21	16,81
190,38	15,77	53,02	51,12	16,84
190,88	15,80	52,98	51,07	16,87
191,38	15,85	53,04	51,10	16,89
191,88	15,95	53,25	51,29	16,92
192,38	16,11	53,69	51,70	16,95
192,88	16,36	54,39	52,37	16,99
193,38	16,70	55,36	53,28	17,06
193,88	17,10	56,51	54,38	17,14
194,38	17,55	57,80	55,61	17,26
194,88	18,03	59,18	56,91	17,40
195,39	18,54	60,60	58,26	17,57
195,99	19,17	62,32	59,90	17,80
196,49	19,68	63,72	61,21	18,01
196,99	20,16	65,01	62,44	18,24
197,49	20,60	66,17	63,53	18,46
197,99	21,00	67,21	64,51	18,69
198,49	21,36	68,14	65,38	18,91
198,99	21,69	68,96	66,16	19,12
199,49	21,98	69,67	66,82	19,31
199,99	22,23	70,26	67,38	19,50
200,49	22,44	70,73	67,81	19,66
200,99	22,62	71,10	68,16	19,81
201,49	22,78	71,43	68,46	19,95
201,99	22,93	71,76	68,77	20,07
202,49	23,09	72,10	69,08	20,17
202,99	23,24	72,44	69,40	20,28
203,49	23,38	72,78	69,71	20,37
203,99	23,52	73,09	70,00	20,46
204,49	23,63	73,38	70,26	20,54
204,99	23,75	73,66	70,51	20,62
205,49	23,87	73,96	70,79	20,69
205,99	24,01	74,30	71,10	20,76
206,49	24,16	74,67	71,45	20,83
206,99	24,32	75,06	71,82	20,90
207,49	24,46	75,44	72,18	20,97
207,99	24,61	75,79	72,53	21,05
208,49	24,74	76,10	72,83	21,12
208,99	24,85	76,37	73,09	21,19
209,49	24,93	76,57	73,30	21,25
209,99	25,00	76,72	73,45	21,31

TOMA G				
T (s)	Toma G	Paa	VRP	Q (l/s)
210,49	25,05	76,82	73,55	21,36
210,99	25,08	76,87	73,59	21,41
211,49	25,10	76,88	73,60	21,45
211,99	25,10	76,86	73,57	21,48
212,49	25,10	76,82	73,53	21,50
212,99	25,09	76,77	73,47	21,52
213,49	25,08	76,72	73,41	21,54
213,99	25,07	76,67	73,36	21,55
214,49	25,07	76,62	73,31	21,56
214,99	25,07	76,58	73,26	21,56
215,49	25,06	76,54	73,22	21,56
215,99	25,06	76,50	73,19	21,56
216,49	25,06	76,46	73,15	21,56
216,99	25,06	76,43	73,13	21,56
217,49	25,07	76,40	73,11	21,56
217,99	25,04	76,30	73,02	21,56
218,49	24,89	75,86	72,60	21,55
218,99	24,47	74,66	71,47	21,53
219,49	23,66	72,37	69,29	21,45
219,99	22,40	68,76	65,86	21,29
220,49	20,68	63,79	61,12	21,01
220,99	18,56	57,57	55,19	20,56
221,49	16,11	50,34	48,29	19,93
221,99	13,45	42,45	40,75	19,08
222,49	10,71	34,33	32,95	18,00
222,99	8,07	26,39	25,32	16,70
223,49	5,67	19,05	18,25	15,19
223,99	3,61	12,59	12,02	13,54
224,49	1,94	7,22	6,83	11,79
224,99	0,68	3,00	2,75	10,01

5.2.6.8. Prueba de estanqueidad.

Leyenda:

- T(min): Tiempo de registro de los datos en minutos
- Colector: Presión registrada en el colector, en mca.
- VRP: Presión aguas arriba válvula reductora de presión, en mca.



T (min)	Toma A	Colector	VRP
	P3(mca)	P19 (mca)	P21(mca)
0,00	51,01	93,34	93,12
0,50	50,93	93,03	92,79
1,00	50,85	92,77	92,51
1,50	50,79	92,54	92,29
2,00	50,73	92,37	92,11
2,50	50,68	92,48	92,25
3,00	50,64	92,50	92,25
3,50	50,60	92,24	91,98
4,00	50,56	92,02	91,76
4,50	50,52	91,80	91,57
5,01	50,49	91,65	91,37
5,51	50,46	91,48	91,22
6,01	50,43	91,33	91,05
6,51	50,40	91,20	90,91
7,01	50,38	91,05	90,76
7,51	50,36	90,93	90,64
8,01	50,33	90,79	90,52
8,53	50,31	90,69	90,41
9,04	50,29	90,56	90,28
9,54	50,27	90,46	90,18
10,04	50,25	90,37	90,08
10,54	50,23	90,26	89,96
11,04	50,21	90,19	89,89
11,54	50,19	90,11	89,79
12,04	50,17	90,02	89,69
12,54	50,16	89,90	89,57
13,04	50,14	89,85	89,52
18,04	50,00	89,08	88,77
23,04	49,88	88,51	88,17
28,04	49,78	87,95	87,66
33,04	49,68	87,47	87,17
38,04	49,59	87,06	86,78
43,04	49,51	86,57	86,36
48,04	49,43	86,22	85,97
53,04	49,36	85,88	85,64
58,04	49,28	85,54	85,35
63,05	49,23	85,22	85,04
68,05	49,16	84,93	84,76
73,05	49,10	84,64	84,52
78,05	49,04	84,31	84,25
83,05	48,99	84,05	84,00
88,05	48,94	83,78	83,73
93,05	48,88	83,51	83,50
98,05	48,84	83,27	83,27
103,05	48,79	83,03	83,04
108,05	48,73	82,79	82,82
113,05	48,69	82,57	82,61
118,05	48,65	82,35	82,43
123,05	48,60	82,15	82,23
128,06	48,56	81,92	82,07
133,06	48,52	81,72	81,88
138,06	48,48	81,51	81,71
143,06	48,45	81,31	81,56
148,06	48,41	81,15	81,39
153,06	48,38	80,95	81,23
158,06	48,34	80,77	81,08
163,06	48,31	80,57	80,92
168,06	48,28	80,38	80,76
173,06	48,24	80,21	80,61
178,06	48,21	80,04	80,47
183,06	48,18	79,87	80,33
188,06	48,15	79,70	80,18
193,06	48,13	79,53	80,04
198,06	48,09	79,37	79,90
203,06	48,07	79,21	79,77
208,06	48,03	79,04	79,64
213,07	48,01	78,88	79,53
218,07	47,98	78,72	79,39
223,07	47,96	78,59	79,28
228,07	47,93	78,44	79,16
233,07	47,90	78,28	79,03
238,07	47,86	78,14	78,91
243,07	47,84	78,02	78,82
248,07	47,82	77,87	78,70
253,08	47,80	77,74	78,59

T (min)	Toma A	Colector	VRP
	P3(mca)	P19 (mca)	P21(mca)
258,08	47,77	77,61	78,49
263,08	47,74	77,48	78,39
268,08	47,72	77,36	78,28
273,08	47,69	77,24	78,18
278,08	47,66	77,12	78,08
283,08	47,64	77,00	77,96
288,08	47,62	76,87	77,87
293,08	47,60	76,74	77,78
298,08	47,58	76,62	77,69
303,08	47,54	76,51	77,58
308,08	47,52	76,39	77,49
313,08	47,50	76,27	77,41
318,08	47,48	76,16	77,31
323,09	47,45	76,05	77,22
328,09	47,43	75,95	77,14
333,09	47,41	75,85	77,06
338,09	47,39	75,76	76,99
343,09	47,37	75,66	76,91
348,09	47,34	75,56	76,83
353,09	47,33	75,48	76,72
358,09	47,31	75,38	76,65
363,09	47,29	75,27	76,55
368,09	47,27	75,18	76,48
373,10	47,24	75,08	76,40
378,10	47,23	75,00	76,32
383,10	47,21	74,91	76,24
388,10	47,19	74,80	76,17
393,10	47,16	74,73	76,09
398,10	47,14	74,64	76,00
403,10	47,13	74,54	75,93
408,10	47,11	74,44	75,87
413,10	47,09	74,38	75,79
418,10	47,08	74,32	75,73
423,11	47,05	74,24	75,65
428,11	47,03	74,16	75,59
433,11	47,02	74,09	75,54
438,11	47,00	74,03	75,46
443,11	46,98	73,96	75,39
448,11	46,96	73,89	75,33
453,11	46,94	73,84	75,26
458,11	46,94	73,75	75,21
463,11	46,92	73,68	75,13
468,11	46,91	73,61	75,06
473,12	46,89	73,53	75,03
478,12	46,88	73,46	74,95
483,12	46,86	73,39	74,90
488,12	46,84	73,34	74,85
493,12	46,83	73,27	74,79
498,12	46,81	73,20	74,73
503,12	46,79	73,12	74,69
508,12	46,77	73,06	74,63
513,12	46,76	73,02	74,57
518,12	46,74	72,95	74,51
523,12	46,73	72,88	74,45
528,13	46,71	72,81	74,41
533,13	46,69	72,77	74,35
538,13	46,68	72,69	74,30
543,13	46,67	72,62	74,24
548,13	46,65	72,58	74,19
553,13	46,63	72,52	74,14
558,13	46,62	72,45	74,10
563,13	46,59	72,40	74,06
568,13	46,58	72,34	74,00
573,13	46,57	72,28	73,95
578,14	46,55	72,22	73,89
583,14	46,53	72,18	73,85
588,14	46,52	72,15	73,79
593,14	46,50	72,10	73,73
598,14	46,49	72,04	73,68
603,14	46,47	71,99	73,63
608,14	46,46	71,95	73,59
613,14	46,45	71,88	73,55
618,14	46,45	71,83	73,51
623,14	46,42	71,77	73,45
628,14	46,41	71,72	73,40
633,14	46,39	71,68	73,36
638,15	46,37	71,62	73,31

T (min)	Toma A	Colector	VRP
	P3(mca)	P19 (mca)	P21(mca)
643,15	46,36	71,56	73,26
648,15	46,35	71,53	73,23
653,15	46,34	71,48	73,18
658,15	46,32	71,41	73,14
663,15	46,31	71,38	73,08
668,15	46,30	71,34	73,04
673,15	46,28	71,26	72,99
678,15	46,27	71,20	72,95
683,15	46,26	71,20	72,90
688,15	46,25	71,13	72,85
693,16	46,22	71,07	72,82
698,16	46,21	71,01	72,77
703,16	46,19	70,97	72,75
708,16	46,18	70,93	72,68
713,16	46,17	70,86	72,65
718,16	46,16	70,83	72,61
723,16	46,15	70,78	72,56
728,17	46,13	70,73	72,52
733,17	46,11	70,70	72,48
738,17	46,10	70,66	72,44
743,17	46,09	70,61	72,39
748,17	46,08	70,58	72,35
753,17	46,07	70,52	72,30
758,17	46,06	70,46	72,26
763,17	46,05	70,41	72,23
768,17	46,02	70,38	72,17
773,17	46,02	70,35	72,13
778,18	46,00	70,31	72,09
783,18	46,00	70,25	72,05
788,18	45,98	70,21	72,00
793,18	45,96	70,16	71,97
798,18	45,95	70,13	71,93
803,18	45,94	70,07	71,90
808,18	45,93	70,04	71,86
813,18	45,92	69,99	71,83
818,18	45,90	69,95	71,78
823,18	45,89	69,92	71,75
828,19	45,88	69,88	71,72
833,19	45,85	69,84	71,69
838,19	45,84	69,83	71,63
843,19	45,84	69,77	71,59
848,19	45,82	69,75	71,55
853,19	45,81	69,69	71,51
858,19	45,80	69,65	71,47
863,19	45,79	69,62	71,43
868,19	45,78	69,57	71,40
873,19	45,76	69,53	71,37
878,20	45,75	69,50	71,34
883,20	45,74	69,46	71,28
888,20	45,72	69,43	71,24
893,20	45,72	69,38	71,22
898,20	45,71	69,35	71,18
903,20	45,70	69,30	71,14
908,20	45,69	69,26	71,10

5.3. Ensayo Hidrante 12 (H2-5/Tipo3-10/DNB 150-QNB 51-DNP 20x3 25x1 30x5 40x1/PN10). NLHIR Valencia. Junio 2015.

5.3.1. Clasificación del hidrante.

H2-5					
Función		Tipo 3			
NSH		10			
Dimensiones					
DNB		150			
QNB		51			
Salidas	DNP	20	25	30	40
	NS _{DN}	3	1	5	1
Presión (bar)		10		Contadores	

La denominación del hidrante según su clasificación será:

H2-5/Tipo3-10/DNB 150-QNB 51-DNP 20x3 25x1 30x5 40x1/PN10

5.3.2. Descripción del hidrante.

5.3.2.1. Válvula de compuerta DN 150.

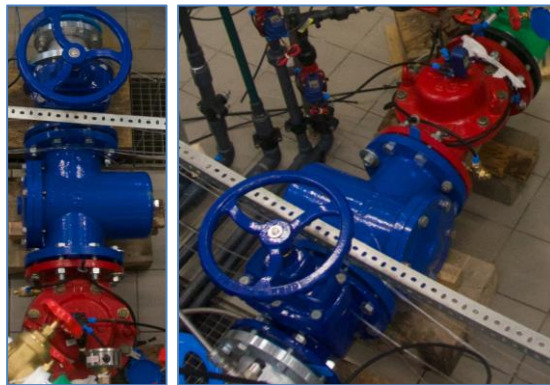
Descripción.	Válvula de corte de compuerta con asiento elástico.
Función	Aislamiento del hidrante de la red
Fabricante	GAER
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	150 mm
Cierre	Compuerta de fundición dúctil recubierta con NBR/EPDM
Otros	Tapa, cuerpo y volante de fundición dúctil.

5.3.2.2. Filtro Caza piedras DN 150.

Descripción.	Filtro caza piedras.
Función	Protección del hidrante ante elementos extraños
Fabricante	REGABER. GAER
Modelo	TIPO CESTA
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	150 mm
Otros	Tapa y cuerpo de fundición gris. Recubrimiento epoxi. Malla Acero Inoxidable AISI-304 3 mm.

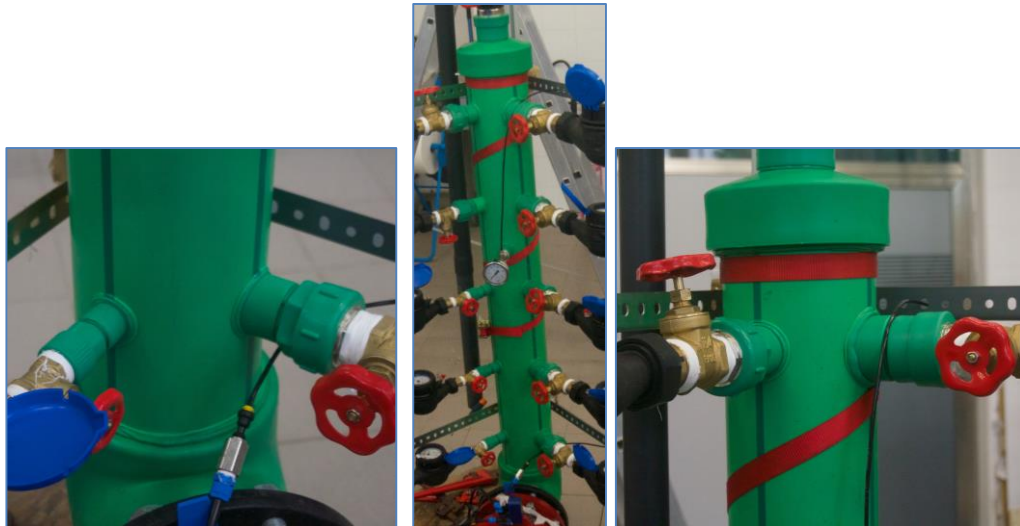
5.3.2.3. Válvula hidráulica reductora de presión DN 150.

Descripción.	Válvula hidráulica reductora de presión.
Función	Reducir la presión de las tomas de riego del hidrante
Fabricante	DOROT
Modelo	GAL
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	150 mm
Cierre	Membrana



5.3.2.4. Colector PP-H 160 con 10 salidas.

Descripción.	Colector de PP-H unión por brida.
Función	Conexión a las tomas de parcela.
Fabricante	PREZASA - REGABER
Presión nominal (bar)	10
Diámetro nominal.	DN 160 mm SDR11
Otros	<p>10 salidas para tomas a parcela distribuidas longitudinalmente a lo largo del colector enfrentadas lateralmente en ángulo de 90º, terminadas en un manguito rosca macho.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 de DN 50 mm (1" ½) • 5 de DN 40 mm (1" ¼) • 1 de DN 32 mm (1") • 3 de DN 25 mm (3/4") <p>1 salida en la parte superior DN 63 mm (2"), para colocación de ventosa.</p> <p>1 salida en la parte frontal - lateral DN 25mm (3/4") para la colocación de manómetro.</p>



Las tomas del colector están formando un ángulo de 90°, cuando la recomendación en este tipo de colectores es de 180°, y posteriormente a la toma colocar un codo de 45° para ajustar el ángulo de la salida a la esquina de la caseta (90°).

Tal y como esta este colector se debilita la resistencia mecánica del colector cuando la relación de DNB del hidrante y de DNP de la toma es pequeña. A su vez hidráulicamente es mas desfavorable por producir gradientes de velocidades muy importantes en la sección del colector, provocando un aumento innecesario de pérdidas de carga.

5.3.2.5. Ventosa.

Descripción.	Válvula ventosa trifuncional de 2".
Función	Eliminación y admisión de aire del hidrante
Fabricante	BERMAD
Modelo	2" Triple efecto
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	2"
Otros	Aislada mediante válvula de esfera al colector.



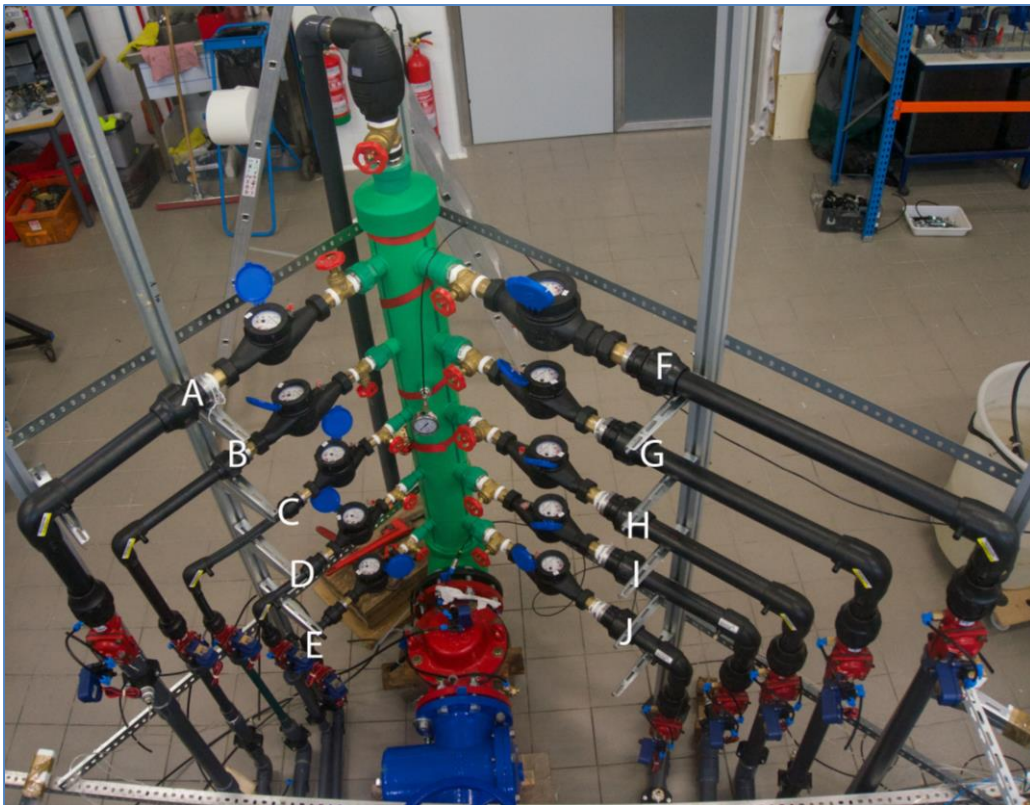
5.3.2.6. Otros.

- Manómetro WIKA de 0-10 bar. O rango adecuado a la presión del hidrante, con precisión adecuada. Clase CL1.6.

5.3.2.7. Tomas a parcela instaladas.

En general las tomas constan de una válvula de corte de compuerta sin cierre elástico de latón, contador de agua, y válvula hidráulica (electroválvula). El caudal nominal del hidrante se calcula en función de los caudales nominales de cada una de las tomas.

QN = 51,0 m³/h



Fotografía 70: Detalle del hidrante

A continuación se caracteriza cada una de las tomas instaladas.

Toma A, G, H, I y J: Parcelas 314, 340, 309, 310 y 322. DN 30 mm (1"¼).

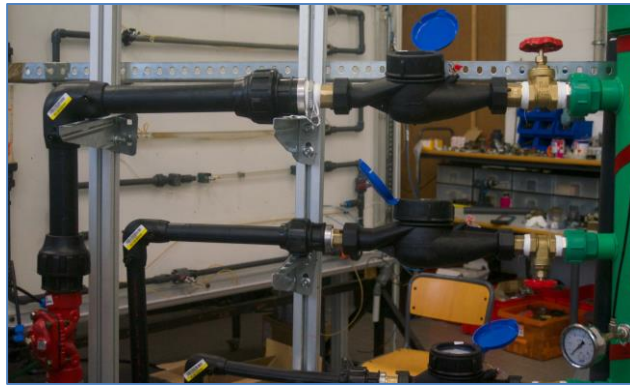
- ✓ Válvula de compuerta de latón DN 30 (1"¼) PN 16.
- ✓ Contador chorro múltiple DN 30 mm. Colocación en horizontal.

Descripción.	Contador plástico de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	GECONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	30 mm
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (Qn)	6 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	12 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

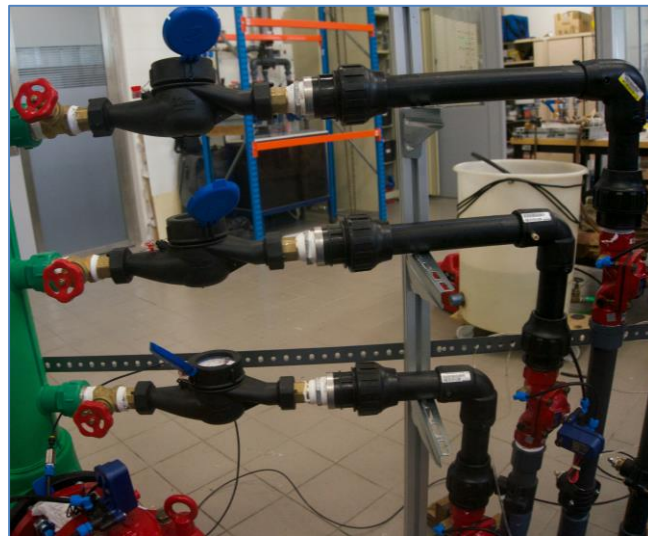
- ✓ Tramo recto de tubería de PE100 DN 50 PN 1,0 MPa.
- ✓ Codo 90º Electro soldable de PE100 DN 50 PN 1,0 MPa.
- ✓ Tramo recto de tubería PE100 DN 50 PN 1,0 MPa.
- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	1"½- 40 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca
Descripción.	Válvula hidráulica.

- ✓ Enlace de PE rosca macho unión mecánica DN 50 PN 1,6 MPa. para el desmontaje de la válvula.
- ✓ Tubería a parcela de PE100 DN 50 mm PN 1,0 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 50 mm PN 1,0 MPa.



Fotografía 71: Detalle Toma A.



Fotografía 72: Detalle Toma G, H, I y J.

Toma F: Parcela 293 DN 40 mm (1"1/2).

- ✓ Válvula de compuerta de latón DN 40 (1"1/2) PN 16.
- ✓ Contador chorro múltiple DN 40 mm. Colocación en horizontal.

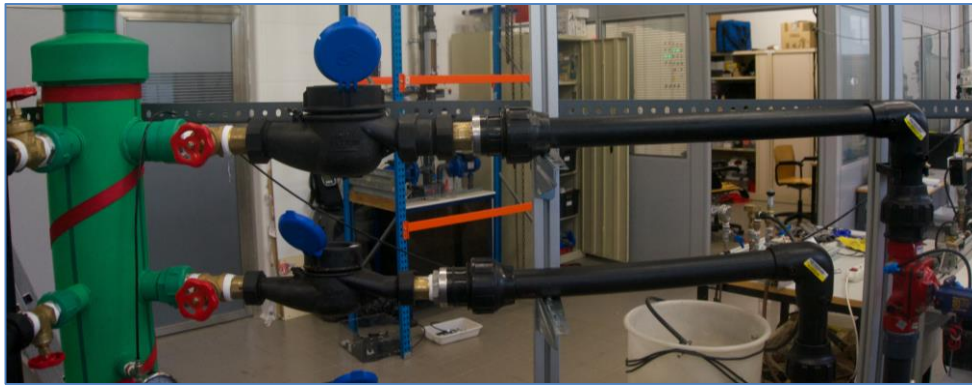
Descripción.	Contador plástico de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	GECONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	40 mm
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (Qn)	10 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	20 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Tramo recto de tubería de PE100 DN 50 PN 1,0 MPa.
- ✓ Codo 90° de PE100 Electro soldable DN 50 PN 1,0 MPa.
- ✓ Tramo recto de tubería PE100 DN 50 PN 1,0 MPa.
- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	1"1/2 - 40 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca

- ✓ Enlace de PE rosca macho unión mecánica DN 50 PN 1,6 MPa para el desmontaje de la válvula.
- ✓ Tubería a parcela de PE100 DN 50 mm PN 1,0 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 50 mm PN 1,0 MPa.⁴⁹

⁴⁹ La tubería final se conecta hasta depósito del laboratorio, intercalada a mitad se instala una válvula de esfera del mismo diámetro que permita simular la resistencia de una instalación de riego aguas abajo de la toma, en los ensayos la válvula se cierra parcialmente para asegurar que por la toma circula el Qn del contador.



Fotografía 73: Detalle Tomas F.

Toma B: Parcela 304 DN 25 mm (1").

- ✓ Válvula de compuerta de latón DN 25 (1") PN 16.
- ✓ Contador chorro múltiple DN 25 mm. Colocación en horizontal.

Descripción.	Contador plástico de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	GECONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	25 mm
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (Qn)	3,5 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	7 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Tramo recto de tubería de PE100 DN 32 PN 1,0 MPa.
- ✓ Codo 90° electro soldable de PE100 DN 32 PN 1,0 MPa.
- ✓ Tramo recto de tubería PE100 DN 32 PN 1,0 MPa.
- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	1" - 25 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca

- ✓ Enlace de PE rosca macho unión mecánica DN 32 PN 1,6 MPa para el desmontaje de la válvula, ampliación de DN 50.
- ✓ Tubería a parcela de PE100 DN 50 mm PN 1,0 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 32 mm PN 1,0 MPa.⁵⁰



Fotografía 74: Detalle Tomas B y C.

Toma C,D y E: Parcelas 280, 297 y 302. DN 20 mm (3/4”).

- ✓ Válvula de compuerta de latón DN 20 (3/4”) PN 16.
- ✓ Contador chorro múltiple DN 20 mm. Colocación en horizontal.

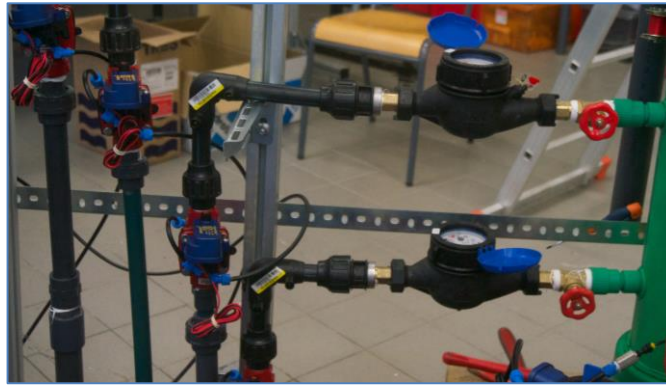
Descripción.	Contador plástico de chorro múltiple
Función	Medición del volumen consumido por la toma aguas abajo
Fabricante	GCONTA-WaterTech
Modelo	BETA-MJ-SDC
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	20 mm
Clase	B en horizontal
Caudal nominal (Qn)	2,5 m ³ /h
Caudal máximo (Qmax)	5 m ³ /h
Uniones	Con accesorios que permitan el desmontaje y cambio del contador

- ✓ Tramo recto de tubería de PE100 DN 25 PN 1,0 MPa.
- ✓ Codo 90° electro soldable de PE100 DN 25 PN 1,0 MPa.
- ✓ Tramo recto de tubería PE100 DN 25 PN 1,0 MPa.
- ✓ Válvula hidráulica de membrana en su funcionamiento como electroválvula.

⁵⁰ La tubería final se conecta hasta depósito del laboratorio, intercalada a mitad se instala una válvula de esfera del mismo diámetro que permita simular la resistencia de una instalación de riego aguas abajo de la toma, en los ensayos la válvula se cierra parcialmente para asegurar que por la toma circula el Qn del contador.

Descripción.	Válvula hidráulica.
Función	Automatizar el riego de la toma a la que abastece.
Fabricante	DOROT Serie GAL
Modelo	GAL S-100
Presión nominal (bar)	16
Diámetro nominal.	3/4" - 20 mm
Cierre	Membrana
Otros	Unión rosca

- ✓ Enlace de PE rosca macho unión mecánica DN 25 PN 1,6 MPa para el desmontaje de la válvula. Ampliación a DN 40.
- ✓ Tubería a parcela de PE100 DN 40 mm PN 1,0 MPa, en el laboratorio se sustituye por tubería de PVC DN 32 mm PN 1,0 MPa.⁵¹



Fotografía 75: Detalle Tomas D y E.

5.3.3. Ensayos realizados.

5. Comprobación de la metrología a Qn para cada una de las tomas.
6. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo.
7. Pérdidas de carga del hidrante, con todas las tomas abiertas.
8. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.
9. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada.
10. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego. Con y sin funcionamiento de la VRP.
11. Prueba de estanqueidad.

⁵¹ La tubería final se conecta hasta depósito del laboratorio, intercalada a mitad se instala una válvula de esfera del mismo diámetro que permita simular la resistencia de una instalación de riego aguas abajo de la toma, en los ensayos la válvula se cierra parcialmente para asegurar que por la toma circula el Qn del contador.

5.3.4. Resultados.

Los datos registrados y su tratamiento se pueden observar en el apartado 5.3.7.

5.3.4.1. Comprobación de la metrología a Q_n para cada una de las tomas.

Con la válvula de maniobra instalada aguas abajo de la toma se regula el caudal circulante para ajustarlo al Q_n de la toma. Se verifica el caudal circulante del emisor de pulsos con del registrado por los CEM del banco de ensayos. Los resultados obtenidos son:

Tabla 119: Resultados metrológicos de los contadores de cada toma.

Toma	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Parcela	314	304	280	297	302	293	340	309	310	322
Q_n (m ³ /h)	6	3,5	2,5	2,5	2,5	10	6	6	6	6
Q_p (m ³ /h)	6,37	3,47	2,42	2,44	2,44	9,53	5,91	5,75	5,89	5,91
CEM	50	25	25	25	25	50	50	50	50	50
Q_{CEM} (m ³ /h)	6,38	3,53	2,54	2,49	2,53	10,06	6,05	5,86	5,97	6,00
ϵ_p (%)	-0,16	-1,80	-4,78	-2,08	-3,47	-5,24	-2,23	-2,02	-1,24	-1,55

Siendo:

- Q_n : Caudal nominal del contador de la toma, en m³/hora
- Q_p : Caudal registrado por el contador, se realiza la diferencia de lecturas del totalizador con análisis fotográfico, en m³/hora
- CEM: Caudalímetro electromagnético utilizado.
- Q_{CEM} : Caudal caudalímetro CEM, medida patrón, en m³/hora
- ϵ_p : Error relativo en porcentaje.

Los errores son admisibles excepto para la toma F y están dentro de los indicados por la normativa aplicable UNE EN 14267 y UNE EN 14268.

5.3.4.2. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo.

Se compara la medida del caudal proporcionada por el totalizador de cada uno de los contadores de las tomas, con la medida del caudal realizada con el caudalímetro electromagnético patrón del banco de ensayo (CEM100). Para ello se fija el caudal nominal de cada una de las tomas modificando la apertura de una válvula de bola instalada aguas abajo de las mismas y se espera a que se estabilice el sistema antes de empezar la medición. Se fija como caudal nominal del hidrante la suma de todos los caudales nominales de las tomas del hidrante.

Tabla 120: Resultados metrología global del hidrante.

Toma	Qn (m ³ /h)	Caudal Medido Contador (m ³ /h)
A	6,0	6,74
B	3,5	3,55
C	2,5	2,45
D	2,5	2,63
E	2,5	2,57
F	10,0	10,15
G	6,0	5,36
H	6,0	5,91
J	6,0	6,07
I	6,0	6,79
Total Hidrante	51,0	52,22

Q _{HIDRANTE}	Q _{CEM}	ε (%)
52,22	51,14	2,10

Siendo:

- Q_{HIDRANTE}: Caudal total del hidrante, en m³/hora
- Q_{CEM}: Caudal caudalímetro CEM, medida patrón, en m³/hora
- ε: Error relativo.

El error producido se encuentra dentro de los valores indicados por la norma UNE EN 14267.

5.3.4.3. Pérdidas de carga del hidrante.

Con las válvulas de cada una de las tomas abiertas, se modifica el caudal circulante por el hidrante registrando la presión aguas arriba del hidrante, en el colector, y aguas abajo de cada una de las 10 tomas del hidrante, registrando también el caudal circulante una vez el sistema se estabiliza.

Tabla 121: Pérdidas de carga del hidrante para QNB.

Δh (Toma A)	Δh (Toma B)	Δh (Toma C)	Δh (Toma D)	Δh (Toma E)	Δh (Toma F)	Δh (Toma G)	Δh (Toma H)	Δh (Toma I)	Δh (Toma J)
5,88	3,62	4,62	4,00	3,86	4,31	4,20	4,50	4,62	5,86

Δh VC + Filtro+ VRP	Q _{CEM} (m ³ /h)
0,64	51,14

Siendo:

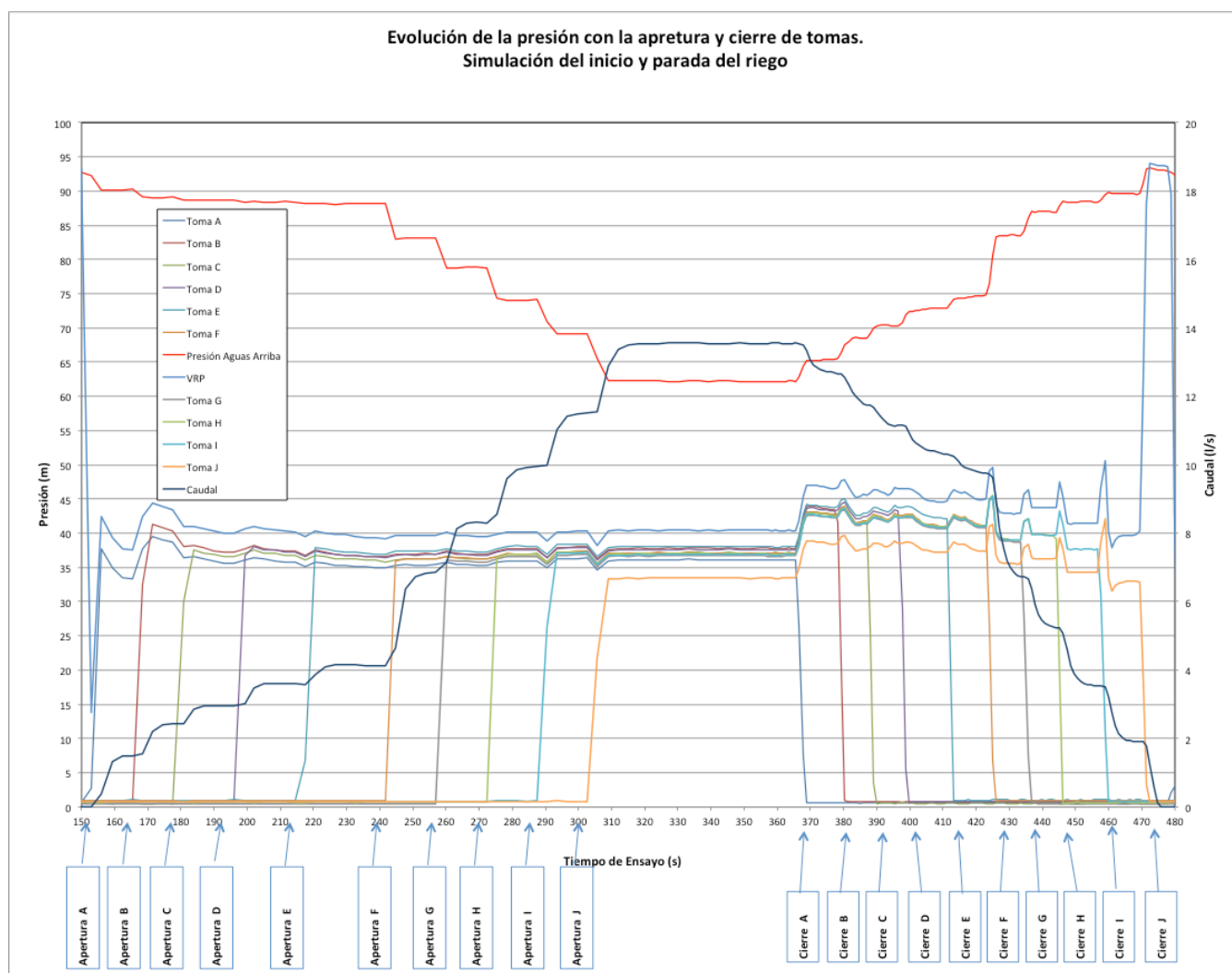
- Q_{CEM} : Caudal de funcionamiento del hidrante medido con el caudalímetro CEM, en $m^3/hora$
- $\Delta h(Toma\ x)$: Pérdidas de carga totales entre la medición aguas arriba del hidrante y la medición aguas abajo de la toma X, para el caudal circulante por la toma (ver caudal en tablas apartado anterior), en mca
- $\Delta h(VC + Filtro + VRP)$: Pérdida de carga de la válvula de compuerta DN 100 del hidrante y del filtro caza piedras, y válvula reductora de presión en mca.

Según la norma UNE EN 14267 (Hidrantes para riego) las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 3 son 0,8 bar (80 KPa, 8 m), por lo que las pérdidas están muy por debajo de las recomendadas por dicha norma.

5.3.4.4. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.

El ensayo muestra el comportamiento del hidrante (fluctuaciones de presión y caudal) ante situaciones de apertura y cierre de las tomas, este ensayo permite evaluar el comportamiento del hidrantes en el proceso de puesta en marcha y parada de riego.

Consiste en variar la posición de la válvula hidráulica de cada toma de posición de **Cerrado** a **Abierto** o de **Abierto** a **Cerrado** de forma consecutiva. En la Gráfica 33 se pueden visualizar los resultados obtenidos.

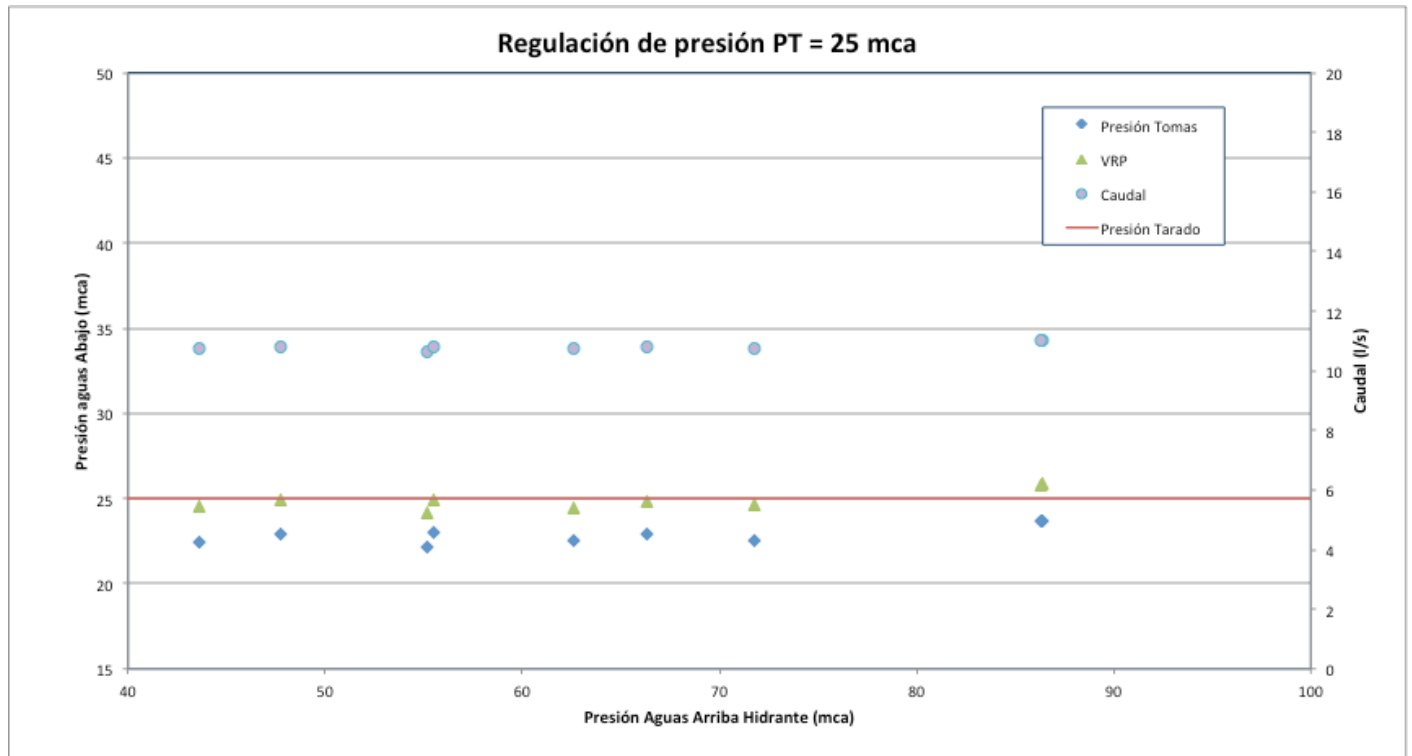


Gráfica 33: Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas de riego.

El hidrante se comporta de forma estable ante estas situaciones de apertura y cierre, no mostrando transitorios importantes en el cierre o apertura de ninguna de las tomas.

5.3.4.5. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada.

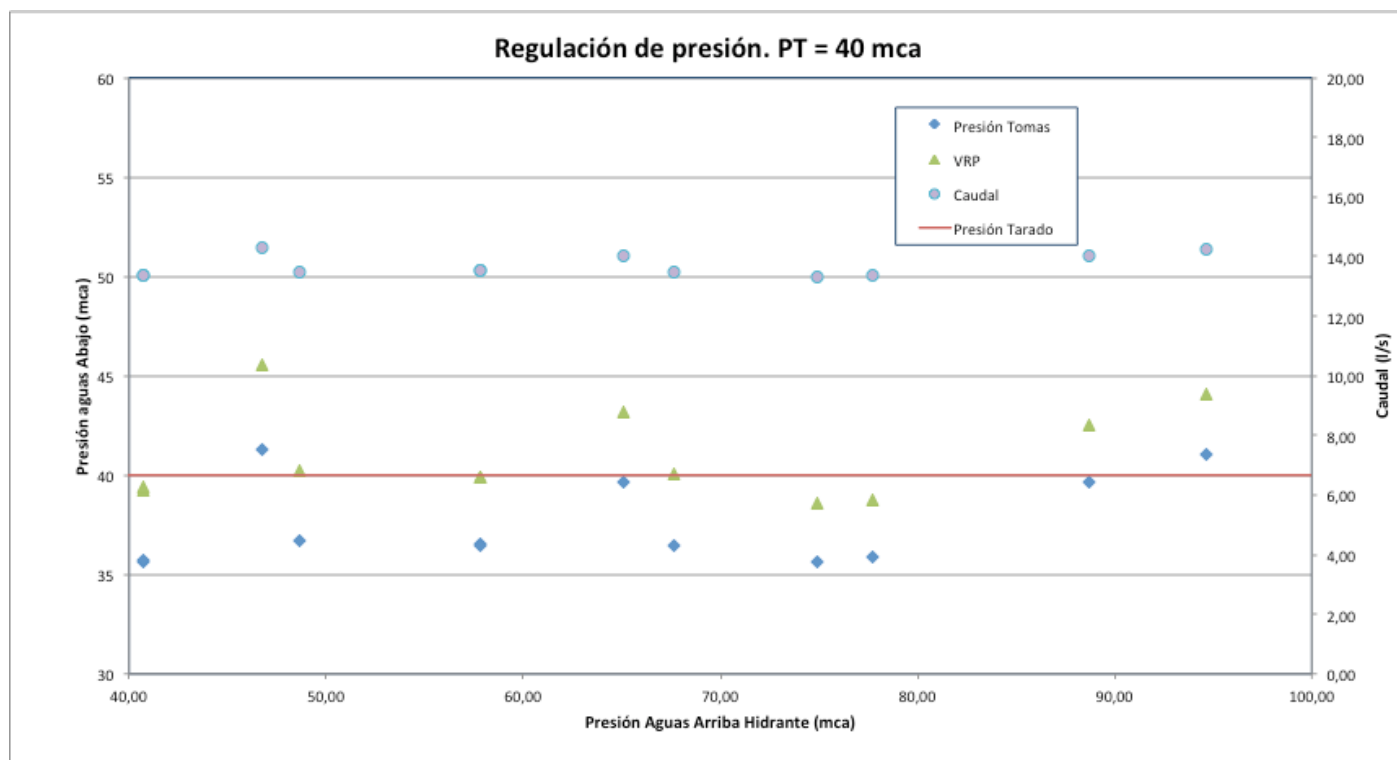
Se activa el funcionamiento de la válvula reductora de presión verificando la presión de regulación ante diferentes presiones a la entrada del hidrante, se comprueba la presión en las tomas así como la precisión en la presión regulada. Se aprecia que la válvula tiene una presión de tarado PT = 25 mca.



Gráfica 34: Respuesta del hidrante ante la regulación de presión. PT = 25 mca.

La regulación de la válvula reductora es buena y estable, pero no permite asegurar una presión y caudal adecuado en las tomas de riego. Se recomienda que la presión de tarado sea superior, por encima de 30 mca para garantizar al menos 25 mca a pie de parcela.

Se repite el ensayo a una presión de tarado superior, en este caso de 40 mca, los resultados se pueden observar en la siguiente grafica.



Gráfica 35: Respuesta del hidrante ante la regulación de presión. PT = 40 mca.

En este caso el funcionamiento también es correcto, y la presión y caudal en las tomas esta garantizado.

5.3.4.6. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego, y con la VRP en funcionamiento PT = 40 mca.

Con la válvula de esfera del tramo de tubería que simula la tubería a parcela totalmente abierta⁵² y la VRP en posición de regulación, se procede abrir y cerrar cada toma para comprobar el caudal máximo que puede circular con el resto de tomas cerradas y presiones altas en el hidrante.

TOMA	Q _n (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	P _{aa} (mca)	P _{ab} (mca)	P _{abVRP} (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
A	6,0	12	68,83	3,02	39,18	13,48	No Bloqueo
B	3,5	7	69,46	3,07	37,09	8,56	No Bloqueo
C	2,5	5	69,88	1,82	38,12	6,44	No Bloqueo
D	2,5	5	69,77	7,34	39,24	6,85	No Bloqueo
E	2,5	5	70,06	6,23	38,85	5,76	No Bloqueo
F	10,0	20	63,56	8,42	36,38	23,06	No Bloqueo
G	6,0	12	68,86	2,33	36,61	12,06	No Bloqueo
H	6,0	12	68,77	3,14	38,32	13,37	No Bloqueo
I	6,0	12	68,84	3,60	38,41	12,71	No Bloqueo

⁵² Simulando el caso de que no haya conectada ninguna instalación de riego.

TOMA	Q _n (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	P _{aa} (mca)	P _{ab} (mca)	P _{abVRP} (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
J	6,0	12	69,00	3,38	37,41	11,75	No Bloqueo

Siendo:

- TOMA: Toma ensayada
- Q_n: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- P_{aa}: Presión aguas arriba del hidrante, en mca.
- P_{ab}: Presión aguas abajo de la toma, en mca.
- P_{abVRP}: Presión aguas abajo de la válvula reductora de presión, en mca
- Q_{CEM} Máximo: Caudal máximo de ensayo medido con caudalímetro CEM, en m³/hora

En este caso no hay riesgo de bloqueo de los contadores ya que su disposición (horizontal) y presiones de entrada a las tomas (PT de la válvula reductora), garantizan que los caudales máximos que pueden circular por las mismas están alrededor de Q máximo del contador.

5.3.4.7. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego con la VRP sin regulación.

Con la válvula de esfera del tramo de tubería que simula la tubería a parcela totalmente abierta⁵³ y la VRP en posición de abierta sin regulación, se procede abrir y cerrar cada toma para comprobar el caudal máximo que puede circular con el resto de tomas cerradas y presiones altas en el hidrante.

TOMA	Q _n (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	P _{aa} (mca)	P _{ab} (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
A	6,0	12	65,90	7,22	20,32	No Bloqueo
B	3,5	7	68,93	5,62	12,35	No Bloqueo
C	2,5	5	69,36	3,59	9,30	No Bloqueo
D	2,5	5	69,30	12,85	9,57	No Bloqueo
E	2,5	5	69,32	12,47	8,86	No Bloqueo
F	10,0	20	56,49	15,56	33,41	No Bloqueo
G	6,0	12	63,55	8,03	22,52	No Bloqueo

TOMA	Q _n (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	P _{aa} (mca)	P _{ab} (mca)	Q _{CEM} Máximo (m ³ /h)	Estado Contador
H	6,0	12	65,25	7,20	21,30	No Bloqueo
I	6,0	12	65,55	7,39	20,78	No Bloqueo
J	6,0	12	64,63	10,88	22,20	No Bloqueo

Siendo:

- TOMA: Toma ensayada
- Q_n: Caudal nominal del contador, en m³/hora.
- Q_{max}: Caudal máximo del contador, en m³/hora.
- P_{aa}: Presión aguas arriba del hidrante, en mca.
- P_{ab}: Presión aguas abajo de la toma, en mca.
- Q_{CEM} Máximo: Caudal máximo de ensayo medido con caudalímetro CEM, en m³/hora

5.3.5. Prueba de estanqueidad.

Con la válvula de compuerta de inicio del hidrante y las válvulas de corte de cada toma cerradas se somete a los elementos generales del hidrante a una presión hidrostática de aproximadamente de 80 mca, durante 20 minutos. La variación de presión producida no es correcta, se detecta fuga por la toma aguas arriba de la válvula reductora de presión. La fuga es debido a la rotura de una junta tórica de esta toma, al no se posible su sustitución no se vuelve a realizar la prueba de estanqueidad.

Elemento	Estado
Filtro Caza piedras	Sin fugas
VRP	Fugas conexión tubos de comando aguas arriba
Colector	Sin fugas
Ventosa	Sin fugas
Manómetro	Sin fugas

En cuanto a cada una de las tomas tampoco ha sido posible realizar con éxito la prueba ya que se detectan pequeñas fugas en la conexión de contador con la válvula de compuerta, y contador con la ampliación a la tubería que conduce a la electroválvula. No se han podido solucionar por apriete de los elementos, y no se pudo proceder al desmontaje de los mismos para la adición de teflón.

En algunas tomas se detectan demasiados cambios de sección lo que aumenta el número de accesorios y por tanto el riesgo de fugas.

5.3.6. Conclusiones

La metrología de los contadores en buena a excepción del contador de la toma F que produce un error ligeramente superior al indicado a la norma UNE EN 14267 (5%).

La medición de caudal nominal del hidrante, muestra una buena precisión con respecto a medido en el banco de ensayo, estando dentro de los valores que marca la norma UNE EN 14267.

Según la norma UNE EN 14267 (Hidrantes para riego) las pérdidas de carga admisibles para hidrantes de Tipo 3 es 8 mca. Todas las tomas están muy por debajo de este valor. Los elementos generales del hidrante están sobredimensionados para el QNB del hidrante (51 m³/h). Este hecho se agrava debido a que las pérdidas para un hidrante TIPO 3 no es un valor limitante, ya que una de sus funciones es reducir la presión con la VRP. Por tanto, incorporar elementos con pérdidas superiores a las indicadas en la norma puede mejorar el funcionamiento de la VRP.

El DNB recomendado para el hidrante ensayado es de 100 mm.

Aunque las tomas del colector se encuentran enfrentadas en ángulo de 90º, debido al sobredimensionado del colector no hay riesgo de falta de resistencia mecánica del mismo, así como gradientes de velocidades excesivos, ya que las velocidades en el mismo son discretas.

El hidrante muestra una buena respuesta ante el cierre y apertura de las diferentes tomas. El comportamiento es similar tanto al cerrar como al abrir las tomas, no observándose comportamientos inestables, ni transitorios preocupantes en ningún caso.

La regulación de presión es buena aunque la válvula puede transmitir presiones elevadas a las tomas a presión estática, lo que no puede asegurar una buena protección de las tomas a parcela si la presión aguas arriba es importante. Se recomienda revisar y ajustar la presión de tarado de la válvula, la presión de tarado de fábrica (25 mca) puede provocar falta de presión y caudal en las parcelas abastecidas.

En las condiciones de instalación, los contadores no pueden bloquearse en ningún caso, incluso sin instalación en parcela (descarga a la atmosfera), comprobando que en posición horizontal no solo se mantiene la metrología sino que se garantiza el funcionamiento (no bloqueo) ante caudales anormalmente elevados.

El ensayo de la estanqueidad observada en los componentes del hidrante ensayado no es concluyente ya que debido a las pequeñas fugas encontradas, y sin posibilidad de solucionar por falta de material y tiempo, no se ha podido repetir la prueba.

En general el hidrante se comporta adecuadamente cumpliendo todos los objetivos planteados en su desarrollo.

5.3.7. Datos registrados ensayo Hidrante 12.

5.3.7.1. Verificación del caudal global del hidrante, conforme se instalará en campo. Datos registrados.

Leyenda:

- TOMA: Toma ensayada
- Volumen (l): Volumen visualizado en el contador en litros.
- Tiempo (s): Tiempo registrado para el volumen del contador en segundos.
- Q_{toma} : Caudal medio registrado por el contador, y m^3/h .
- Q_{CEM} : Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayos, en m^3/h .
- ΔhN : Pérdidas de carga de la toma en m.
- VRP: Válvula reductora de presión.
- VC+F+VRP: Válvula de compuerta, filtro caza piedras y válvula reductora de presión.
- Error (%): Error relativo en porcentaje.

ELEMENTO	Volumen (l)	Tiempo (s)	$Q_{toma}(m^3/h)$	$Q_{CEM}(m^3/h)$	$\Delta hN(m)$
A	189,0	101	6,74	51,29	5,88
B	98,7	100	3,55	51,27	3,62
C	67,9	100	2,45	51,11	4,62
D	73,0	100	2,63	51,11	4,00
E	71,5	100	2,57	51,11	3,86
F	284,8	101	10,15	51,13	4,31
G	238,1	160	5,36	51,14	4,20
H	164,2	100	5,91	51,12	4,50
I	170,4	101	6,07	51,09	4,55
J	188,6	100	6,79	51,07	4,62
VC+Filtro+VRP	-	-	-	-	0,64
Total			52,22	51,14	
Error (%)			2,10		

5.3.7.2. Curva de pérdidas de carga del hidrante. Datos registrados.

Caudal (l/s)	ΔhN (mca)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
7,87	1,51	1,19	1,34	0,91	0,72	1,15	1,44	1,14	0,97	1,88
7,88	1,55	1,16	1,36	0,94	0,80	1,18	1,49	1,19	1,03	1,90
9,39	2,29	1,82	1,97	1,47	1,29	1,77	2,11	1,83	1,65	2,88
9,40	2,29	1,87	2,01	1,45	1,27	1,79	2,10	1,83	1,66	2,88
10,33	2,74	2,19	2,27	1,69	1,45	2,13	2,40	2,17	2,00	3,49
10,33	2,79	2,26	2,33	1,74	1,53	2,14	2,46	2,19	2,09	3,55
12,06	3,82	3,10	3,05	2,41	2,09	3,01	3,22	2,98	2,97	4,92
12,05	3,83	3,06	3,01	2,44	2,09	3,01	3,23	3,02	2,97	4,91
13,34	4,74	3,72	3,76	3,05	2,62	3,61	3,89	3,70	3,77	6,16
13,34	4,74	3,79	3,76	3,00	2,60	3,61	3,91	3,75	3,73	6,17
14,00	5,25	4,22	4,12	3,32	2,83	3,95	4,27	4,10	4,15	6,84
13,98	5,19	4,12	4,10	3,34	2,90	3,92	4,24	4,09	4,15	6,86
15,18	6,12	4,84	4,74	3,95	3,40	4,64	5,01	4,86	5,01	8,13
15,17	6,13	4,86	4,72	3,96	3,39	4,59	4,96	4,86	5,00	8,22
16,14	6,98	5,49	5,30	4,60	3,86	5,23	5,65	5,57	5,76	9,34

Caudal (l/s)	Δh_N (mca)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
16,13	6,97	5,49	5,36	4,52	3,89	5,21	5,62	5,53	5,74	9,27
17,11	7,77	6,05	5,85	5,05	4,33	5,74	6,21	6,16	6,43	10,46
17,09	7,74	6,07	5,94	5,06	4,31	5,71	6,21	6,11	6,43	10,40
17,99	8,52	6,67	6,71	5,56	4,77	6,29	6,80	6,79	7,13	11,59
17,98	8,55	6,69	6,71	5,61	4,86	6,34	6,86	6,85	7,22	11,71
18,92	9,46	7,24	7,31	6,11	5,35	6,85	7,45	7,47	7,88	12,85
18,92	9,34	7,27	7,27	6,16	5,34	6,82	7,44	7,48	7,89	12,79
19,55	10,21	7,88	7,99	6,70	5,78	7,46	8,04	8,10	8,57	13,81
19,66	10,16	7,83	7,95	6,68	5,75	7,46	8,00	8,05	8,59	13,86
18,92	9,39	7,29	7,26	6,12	5,23	6,84	7,35	7,50	7,89	12,82
18,91	9,36	7,28	7,32	6,15	5,26	6,91	7,41	7,47	7,87	12,83
17,73	8,34	6,47	6,34	5,44	4,69	6,09	6,61	6,67	6,93	11,27
17,71	8,24	6,38	6,18	5,32	4,57	6,07	6,47	6,57	6,87	11,21
16,80	7,53	5,86	5,68	4,89	4,23	5,60	6,01	6,00	6,20	10,14
16,82	7,48	5,75	5,62	4,81	4,16	5,49	5,97	5,96	6,09	10,03
15,71	6,56	5,11	4,88	4,20	3,58	4,90	5,26	5,20	5,32	8,71
15,70	6,56	5,10	4,87	4,22	3,62	4,85	5,28	5,24	5,31	8,72
14,79	5,83	4,53	4,32	3,66	3,13	4,37	4,70	4,61	4,63	7,72
14,75	5,86	4,63	4,31	3,75	3,20	4,39	4,70	4,65	4,65	7,65
13,51	4,94	3,81	3,65	3,09	2,65	3,75	3,98	3,89	3,79	6,34
13,50	4,85	3,82	3,66	3,10	2,57	3,67	3,97	3,86	3,80	6,34
11,91	3,70	2,95	2,81	2,30	1,94	2,89	3,06	2,92	2,78	4,72
11,92	3,77	3,01	2,83	2,35	1,99	2,99	3,15	2,98	2,86	4,84
11,75	3,60	2,84	2,69	2,26	1,93	2,82	3,02	2,87	2,69	4,62
10,82	3,04	2,42	2,40	1,91	1,58	2,34	2,59	2,43	2,26	3,90
10,80	3,13	2,53	2,44	1,95	1,66	2,42	2,64	2,47	2,32	3,89
10,80	3,04	2,41	2,39	1,89	1,54	2,30	2,59	2,42	2,19	3,86
9,59	2,43	1,89	1,94	1,52	1,25	1,86	2,15	1,92	1,69	3,01
9,60	2,36	1,78	1,90	1,45	1,16	1,74	2,05	1,85	1,66	2,96
8,07	1,62	1,28	1,34	1,02	0,74	1,21	1,49	1,28	1,10	1,99
8,05	1,59	1,18	1,41	0,96	0,73	1,19	1,50	1,29	1,05	2,00

5.3.7.3. Respuesta del hidrante ante la apertura y cierre de tomas. Simulación de inicio y parada de riego.

Leyenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- VRP: Presión aguas abajo válvula reductora de presión en mca.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.

T (s)	Presión (mca)											Q (l/s)	
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	VRP		Paa
150,01	0,62	0,80	0,54	0,83	1,02	0,92	0,44	0,72	0,85	0,84	93,41	92,82	0,01
153,02	2,80	0,81	0,59	0,83	1,01	0,90	0,45	0,69	0,84	0,83	13,75	92,30	0,01
156,11	37,72	0,76	0,56	0,80	0,98	0,90	0,45	0,70	0,84	0,84	42,44	90,11	0,40
159,21	34,89	0,84	0,52	0,80	1,00	0,89	0,45	0,70	0,85	0,82	39,29	90,20	1,33
162,31	33,50	0,78	0,62	0,80	1,00	0,92	0,46	0,71	0,85	0,80	37,67	90,15	1,48
165,41	33,29	0,77	0,56	0,80	1,04	0,92	0,45	0,71	0,86	0,84	37,50	90,22	1,49
168,41	37,68	32,60	0,49	0,81	1,02	0,93	0,47	0,71	0,84	0,86	42,42	89,11	1,55
171,42	39,58	41,33	0,52	0,81	1,00	0,90	0,46	0,72	0,84	0,84	44,48	89,01	2,22
174,51	39,03	40,78	0,55	0,81	0,98	0,92	0,47	0,73	0,85	0,84	43,84	89,08	2,41
177,61	38,72	40,35	0,52	0,78	0,98	0,91	0,45	0,73	0,85	0,81	43,45	89,18	2,43
180,71	36,51	38,10	30,10	0,81	1,02	0,90	0,47	0,73	0,87	0,85	40,95	88,64	2,45
183,81	36,55	38,21	37,50	0,83	1,01	0,96	0,47	0,69	0,81	0,84	40,94	88,68	2,85

Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo "Costella".

T (s)	Presión (mca)												Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	VRP	Paa	
186,81	36,24	37,85	37,14	0,83	1,02	0,94	0,48	0,72	0,85	0,80	40,66	88,74	2,95
189,91	35,94	37,47	36,86	0,80	0,98	0,91	0,44	0,72	0,84	0,83	40,33	88,68	2,96
193,01	35,58	37,21	36,53	0,79	0,99	0,92	0,44	0,72	0,86	0,84	40,04	88,68	2,95
196,12	35,62	37,19	36,56	0,78	1,05	0,95	0,45	0,72	0,86	0,86	40,03	88,69	2,94
199,21	36,11	37,75	37,14	36,77	0,98	0,92	0,47	0,71	0,85	0,81	40,63	88,30	3,02
202,21	36,48	38,15	37,50	38,00	1,01	0,93	0,46	0,70	0,81	0,82	41,04	88,45	3,48
205,22	36,20	37,80	37,16	37,65	0,98	0,91	0,46	0,73	0,85	0,82	40,65	88,36	3,59
208,31	36,00	37,62	37,00	37,50	1,00	0,92	0,46	0,72	0,84	0,82	40,44	88,42	3,60
211,31	35,80	37,47	36,83	37,29	0,99	0,92	0,47	0,71	0,82	0,83	40,28	88,43	3,59
214,41	35,70	37,33	36,68	37,21	1,01	0,93	0,46	0,68	0,84	0,83	40,22	88,41	3,59
217,42	35,16	36,80	36,11	36,61	6,75	0,94	0,47	0,69	0,84	0,81	39,49	88,15	3,59
220,42	35,80	37,49	36,81	37,33	37,86	0,91	0,45	0,73	0,86	0,80	40,34	88,16	3,88
223,42	35,62	37,25	36,64	37,15	37,69	0,94	0,47	0,73	0,83	0,81	40,07	88,17	4,11
226,52	35,35	36,99	36,33	36,91	37,45	0,91	0,46	0,70	0,84	0,86	39,84	88,05	4,15
229,52	35,28	36,83	36,25	36,79	37,30	0,90	0,47	0,70	0,83	0,79	39,78	88,12	4,16
232,62	35,18	36,83	36,20	36,70	37,22	0,91	0,45	0,70	0,84	0,80	39,59	88,22	4,15
235,62	35,06	36,64	36,03	36,57	37,09	0,89	0,46	0,74	0,84	0,83	39,40	88,17	4,12
238,72	35,01	36,58	36,03	36,51	37,00	0,92	0,47	0,72	0,85	0,83	39,42	88,17	4,13
241,72	34,94	36,55	35,84	36,43	36,94	0,92	0,45	0,71	0,83	0,84	39,25	88,23	4,12
244,82	35,27	36,90	36,16	36,78	37,34	35,99	0,46	0,72	0,82	0,85	39,68	83,01	4,65
247,92	35,40	36,92	36,27	36,89	37,40	36,25	0,47	0,72	0,84	0,79	39,71	83,07	6,38
250,92	35,33	36,93	36,21	36,81	37,35	36,25	0,46	0,74	0,85	0,83	39,70	83,08	6,75
253,92	35,35	37,00	36,33	36,86	37,43	36,28	0,47	0,70	0,82	0,83	39,76	83,08	6,82
257,02	35,37	36,98	36,32	36,88	37,43	36,25	0,47	0,73	0,86	0,81	39,76	83,09	6,85
260,12	35,73	37,34	36,64	37,25	37,74	36,66	36,04	0,75	0,83	0,83	40,10	78,67	7,17
263,21	35,42	37,03	36,41	36,93	37,45	36,44	35,96	0,74	0,86	0,81	39,73	78,71	8,12
266,21	35,44	36,97	36,33	36,90	37,44	36,38	35,91	0,73	0,85	0,81	39,67	78,89	8,28
269,22	35,27	36,90	36,25	36,74	37,28	36,26	35,79	0,74	0,83	0,81	39,53	78,85	8,32
272,32	35,22	36,86	36,22	36,76	37,26	36,23	35,75	0,74	0,84	0,82	39,47	78,79	8,31
275,32	35,71	37,34	36,61	37,23	37,77	36,65	36,21	36,38	0,88	0,83	39,83	74,32	8,55
278,42	36,00	37,67	36,99	37,55	38,08	37,04	36,57	36,91	0,88	0,82	40,19	74,09	9,60
281,42	36,01	37,66	36,98	37,58	38,14	36,99	36,58	36,93	0,87	0,83	40,20	74,06	9,86
284,42	35,98	37,66	36,99	37,54	38,10	36,94	36,56	36,90	0,83	0,82	40,16	74,06	9,91
287,42	36,01	37,71	37,00	37,58	38,12	36,99	36,60	36,94	0,88	0,80	40,22	74,15	9,94
290,52	34,89	36,48	35,81	36,41	36,93	35,82	35,39	35,76	26,41	0,84	38,83	70,90	9,98
293,52	36,23	37,96	37,24	37,80	38,33	37,21	36,82	37,18	37,03	0,87	40,21	69,17	11,02
296,62	36,29	37,91	37,28	37,81	38,38	37,27	36,82	37,17	37,07	0,86	40,22	69,13	11,41
299,62	36,29	37,98	37,27	37,86	38,40	37,35	36,86	37,23	37,11	0,85	40,28	69,12	11,50
302,72	36,37	38,05	37,32	37,90	38,46	37,35	36,95	37,25	37,18	0,84	40,29	69,09	11,53
305,72	34,59	36,20	35,51	36,07	36,60	35,53	35,14	35,45	35,40	21,74	38,30	65,63	11,55
308,82	35,99	37,58	37,03	37,43	37,87	37,02	36,55	36,88	36,71	33,32	40,28	62,36	12,87
311,92	36,13	37,76	37,09	37,61	38,01	37,09	36,68	37,00	36,81	33,40	40,45	62,31	13,39
314,92	36,07	37,69	37,04	37,58	38,01	37,04	36,63	36,94	36,79	33,50	40,35	62,33	13,49
317,92	36,15	37,83	37,08	37,64	38,01	37,15	36,68	37,01	36,90	33,41	40,48	62,28	13,53
321,02	36,16	37,76	37,09	37,61	38,02	37,12	36,67	37,01	36,83	33,45	40,53	62,29	13,53
324,03	36,14	37,78	37,10	37,58	37,99	37,17	36,70	36,99	36,88	33,49	40,40	62,25	13,55
327,14	36,15	37,85	37,12	37,64	38,04	37,15	36,71	37,02	36,87	33,47	40,49	62,20	13,56
330,15	36,09	37,80	37,10	37,62	38,03	37,12	36,70	37,00	36,85	33,48	40,44	62,20	13,57
333,22	36,24	37,87	37,20	37,66	38,10	37,17	36,76	37,05	36,92	33,50	40,50	62,25	13,56
336,23	36,17	37,84	37,17	37,64	38,09	37,15	36,72	37,04	36,87	33,53	40,40	62,24	13,56
339,32	36,16	37,81	37,11	37,64	38,06	37,11	36,71	37,02	36,88	33,52	40,46	62,18	13,55
342,32	36,13	37,73	37,10	37,63	38,00	37,11	36,69	36,99	36,88	33,47	40,34	62,26	13,54
345,43	36,14	37,83	37,18	37,67	38,11	37,13	36,73	37,04	36,90	33,47	40,44	62,26	13,55
348,54	36,15	37,78	37,13	37,64	38,05	37,16	36,73	37,03	36,89	33,44	40,42	62,16	13,56
351,62	36,14	37,75	37,14	37,59	38,01	37,11	36,69	36,99	36,85	33,41	40,49	62,16	13,54
355,02	36,12	37,83	37,14	37,61	38,08	37,12	36,74	37,04	36,88	33,51	40,51	62,18	13,55
356,22	36,14	37,89	37,16	37,58	38,00	37,11	36,71	37,02	36,89	33,46	40,49	62,14	13,54
357,23	36,12	37,83	37,10	37,57	38,01	37,09	36,66	36,97	36,84	33,46	40,45	62,16	13,55
358,33	36,10	37,77	37,12	37,59	38,01	37,08	36,67	36,94	36,82	33,42	40,41	62,18	13,57
359,33	36,08	37,75	37,16	37,61	37,94	37,07	36,67	36,96	36,82	33,39	40,47	62,21	13,57
360,42	36,05	37,69	37,07	37,56	37,94	37,03	36,62	36,93	36,79	33,39	40,38	62,22	13,56
361,43	36,11	37,72	37,08	37,60	38,01	37,06	36,66	36,95	36,85	33,50	40,35	62,19	13,55
362,43	36,16	37,79	37,16	37,63	38,04	37,11	36,71	37,00	36,88	33,48	40,41	62,21	13,55
363,52	36,12	37,82	37,17	37,62	38,07	37,12	36,72	37,02	36,89	33,47	40,45	62,29	13,54
364,53	36,10	37,79	37,11	37,62	38,05	37,10	36,68	36,98	36,88	33,49	40,41	62,23	13,55
365,62	36,05	37,78	37,11	37,65	38,07	37,13	36,70	36,98	36,86	33,54	40,35	62,17	13,55
366,63	26,83	39,16	38,45	39,02	39,45	38,49	38,06	38,34	38,22	34,78	41,87	62,77	13,55
367,72	7,40	42,53	41,75	42,32	42,83	41,77	41,32	41,62	41,44	37,72	45,46	64,38	13,51

T (s)	Presión (mca)											Q (l/s)	
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	VRP		Paa
368,73	0,66	43,88	43,12	43,67	44,23	43,14	42,67	42,95	42,77	38,95	46,97	65,19	13,33
369,82	0,63	43,95	43,12	43,68	44,15	43,13	42,67	42,94	42,75	38,89	46,99	65,16	13,08
370,92	0,62	43,93	43,14	43,69	44,14	43,14	42,68	42,96	42,75	38,82	47,02	65,18	12,93
371,92	0,59	43,86	43,05	43,64	44,08	43,09	42,60	42,89	42,68	38,76	46,98	65,22	12,86
372,93	0,60	43,71	42,93	43,49	43,95	42,98	42,46	42,79	42,54	38,66	46,84	65,25	12,80
373,93	0,62	43,67	42,89	43,42	43,89	42,94	42,44	42,76	42,53	38,63	46,79	65,33	12,76
375,03	0,63	43,62	42,90	43,40	43,85	42,89	42,43	42,70	42,51	38,54	46,71	65,38	12,74
376,13	0,63	43,51	42,76	43,31	43,76	42,75	42,32	42,59	42,38	38,44	46,58	65,42	12,72
377,23	0,61	43,44	42,71	43,24	43,72	42,69	42,23	42,52	42,33	38,42	46,49	65,43	12,69
378,32	0,64	41,57	42,82	43,38	43,85	42,83	42,37	42,64	42,49	38,56	46,66	65,54	12,67
379,32	0,63	20,72	43,67	44,31	44,84	43,77	43,26	43,52	43,39	39,46	47,65	66,46	12,66
380,43	0,61	0,99	43,88	44,49	45,00	43,92	43,45	43,71	43,53	39,60	47,76	67,59	12,55
381,53	0,58	0,76	42,87	43,42	43,93	42,80	42,40	42,66	42,47	38,62	46,65	68,08	12,34
382,64	0,60	0,74	42,13	42,73	43,20	42,12	41,68	41,98	41,82	37,99	45,89	68,41	12,15
383,73	0,60	0,75	41,45	42,07	42,55	41,50	41,07	41,35	41,24	37,48	45,14	68,59	12,01
384,83	0,53	0,78	41,59	42,20	42,68	41,63	41,22	41,48	41,34	37,58	45,35	68,55	11,87
385,93	0,56	0,77	41,80	42,41	42,94	41,83	41,40	41,69	41,50	37,76	45,63	68,51	11,78
386,93	0,60	0,78	41,81	42,40	42,93	41,85	41,39	41,68	41,51	37,75	45,58	68,49	11,75
388,03	0,59	0,74	26,23	42,79	43,29	42,28	41,78	42,06	41,87	38,10	45,88	69,07	11,74
389,13	0,58	0,70	3,58	43,28	43,81	42,73	42,26	42,53	42,35	38,60	46,32	70,00	11,68
390,13	0,58	0,74	0,52	43,17	43,68	42,58	42,16	42,41	42,26	38,52	46,28	70,27	11,53
391,23	0,58	0,80	0,61	42,97	43,50	42,38	41,95	42,21	42,08	38,37	46,06	70,38	11,38
392,33	0,58	0,77	0,64	42,78	43,32	42,18	41,73	42,01	41,87	38,14	45,81	70,45	11,28
393,43	0,61	0,75	0,65	42,55	43,10	41,99	41,56	41,82	41,64	37,98	45,56	70,50	11,20
394,43	0,61	0,72	0,63	42,87	43,49	42,36	41,91	42,20	41,97	38,35	45,93	70,36	11,15
395,53	0,57	0,76	0,53	43,46	44,03	42,88	42,42	42,71	42,52	38,79	46,65	70,23	11,12
396,53	0,55	0,73	0,54	43,28	43,81	42,65	42,21	42,49	42,34	38,57	46,50	70,26	11,14
397,63	0,57	0,69	0,55	28,92	43,81	42,69	42,22	42,50	42,34	38,59	46,46	70,74	11,17
398,73	0,62	0,72	0,60	5,49	43,96	42,80	42,34	42,62	42,48	38,73	46,57	71,90	11,11
399,83	0,63	0,77	0,61	0,66	43,89	42,76	42,32	42,62	42,49	38,73	46,53	72,36	10,92
400,83	0,63	0,79	0,55	0,77	43,79	42,70	42,25	42,54	42,41	38,61	46,43	72,42	10,74
401,93	0,65	0,74	0,51	0,83	43,44	42,31	41,86	42,14	42,01	38,26	46,05	72,51	10,64
402,93	0,61	0,76	0,52	0,85	43,14	41,98	41,55	41,83	41,70	37,97	45,72	72,55	10,57
403,93	0,60	0,77	0,50	0,85	42,74	41,53	41,16	41,45	41,32	37,60	45,27	72,68	10,51
404,93	0,60	0,73	0,50	0,82	42,60	41,34	40,97	41,25	41,16	37,50	44,91	72,79	10,46
406,03	0,59	0,72	0,54	0,85	42,44	41,25	40,84	41,12	41,01	37,39	44,74	72,88	10,42
407,13	0,65	0,75	0,56	0,83	42,34	41,24	40,78	41,08	40,94	37,28	44,73	72,88	10,40
408,13	0,64	0,75	0,54	0,81	42,25	41,17	40,69	40,99	40,88	37,24	44,59	72,89	10,38
409,23	0,61	0,75	0,53	0,84	42,22	41,06	40,64	40,93	40,87	37,25	44,52	72,94	10,34
410,23	0,59	0,73	0,53	0,84	42,20	41,06	40,61	40,90	40,82	37,26	44,56	72,97	10,32
411,23	0,60	0,71	0,54	0,84	42,20	41,13	40,63	40,92	40,83	37,25	44,69	72,96	10,30
412,33	0,60	0,78	0,55	0,83	21,22	42,01	41,52	41,84	41,74	38,04	45,64	73,53	10,29
413,33	0,62	0,79	0,56	0,80	0,99	42,77	42,26	42,58	42,48	38,75	46,37	74,16	10,25
414,43	0,60	0,72	0,50	0,80	0,91	42,42	41,95	42,24	42,12	38,46	46,02	74,38	10,11
415,53	0,62	0,68	0,47	0,80	0,97	42,28	41,81	42,09	41,95	38,31	45,90	74,40	9,99
416,53	0,62	0,73	0,52	0,80	1,00	42,39	41,95	42,21	42,07	38,37	46,04	74,37	9,92
417,53	0,60	0,73	0,53	0,82	1,03	42,04	41,61	41,88	41,76	38,04	45,75	74,46	9,89
418,63	0,63	0,69	0,55	0,83	1,02	41,74	41,26	41,55	41,41	37,78	45,39	74,57	9,87
419,64	0,60	0,72	0,57	0,81	1,01	41,48	41,04	41,33	41,17	37,57	45,07	74,69	9,83
420,75	0,59	0,76	0,57	0,81	1,00	41,32	40,87	41,18	41,07	37,43	44,93	74,72	9,80
421,83	0,59	0,79	0,56	0,81	1,00	41,21	40,82	41,12	41,01	37,41	44,94	74,75	9,77
422,83	0,60	0,72	0,51	0,80	1,00	40,82	40,90	41,20	41,07	37,47	44,97	74,83	9,76
423,93	0,63	0,74	0,48	0,80	1,00	26,61	44,72	45,04	44,87	40,96	49,19	76,53	9,74
424,94	0,63	0,78	0,50	0,80	1,03	6,83	45,18	45,50	45,33	41,39	49,68	80,46	9,63
426,03	0,63	0,78	0,54	0,80	1,03	0,85	40,03	40,36	40,31	36,77	44,20	83,23	9,02
427,13	0,62	0,76	0,55	0,79	1,04	0,89	38,98	39,33	39,29	35,81	43,13	83,47	8,15
428,24	0,60	0,75	0,58	0,81	1,04	0,89	38,86	39,16	39,11	35,63	42,94	83,44	7,54
429,33	0,60	0,74	0,53	0,81	1,03	0,91	38,83	39,12	39,08	35,61	42,98	83,52	7,18
430,34	0,60	0,73	0,52	0,78	1,02	0,89	38,79	39,10	39,06	35,62	42,99	83,60	6,98
431,35	0,60	0,70	0,52	0,80	1,02	0,88	38,69	39,00	38,97	35,54	42,85	83,58	6,86
432,43	0,62	0,68	0,51	0,82	1,01	0,89	38,73	39,02	39,01	35,50	42,87	83,54	6,78
433,53	0,62	0,72	0,55	0,81	1,03	0,88	38,64	39,10	39,02	35,56	42,94	83,51	6,74
434,54	0,62	0,74	0,51	0,80	1,05	0,92	28,09	41,75	41,61	37,96	45,75	84,06	6,72
435,63	0,63	0,70	0,49	0,80	1,02	0,90	7,26	42,18	42,10	38,44	46,30	86,00	6,67
436,64	0,62	0,70	0,51	0,81	1,01	0,88	0,58	39,86	39,85	36,36	43,81	87,00	6,38
437,73	0,63	0,71	0,54	0,82	1,00	0,87	0,54	39,82	39,78	36,26	43,77	86,96	5,92
438,74	0,63	0,73	0,52	0,81	1,01	0,86	0,52	39,84	39,81	36,30	43,76	86,98	5,64
439,84	0,67	0,75	0,54	0,82	1,04	0,87	0,51	39,88	39,84	36,34	43,82	87,00	5,46

T (s)	Presión (mca)												Q (l/s)
	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	VRP	Paa	
440,94	0,66	0,76	0,55	0,83	1,02	0,87	0,51	39,77	39,75	36,25	43,74	86,97	5,36
442,04	0,64	0,76	0,58	0,82	1,04	0,89	0,51	39,71	39,71	36,23	43,72	86,97	5,30
443,13	0,64	0,73	0,56	0,79	1,03	0,89	0,50	39,68	39,74	36,27	43,70	86,94	5,26
444,14	0,64	0,75	0,55	0,78	1,03	0,90	0,49	39,22	39,85	36,35	43,81	86,94	5,24
445,24	0,61	0,76	0,52	0,77	1,02	0,87	0,49	19,37	43,19	39,44	47,52	87,91	5,23
446,33	0,60	0,74	0,50	0,81	1,02	0,87	0,52	0,41	41,33	37,66	45,46	88,52	5,06
447,44	0,63	0,76	0,54	0,80	1,03	0,87	0,52	0,65	37,66	34,37	41,45	88,36	4,59
448,53	0,62	0,73	0,52	0,79	1,02	0,87	0,51	0,68	37,63	34,33	41,37	88,41	4,13
449,54	0,63	0,68	0,52	0,82	1,01	0,89	0,52	0,69	37,65	34,36	41,43	88,41	3,89
450,54	0,65	0,71	0,54	0,83	1,02	0,88	0,49	0,71	37,67	34,37	41,46	88,43	3,76
451,54	0,66	0,72	0,49	0,84	1,04	0,87	0,49	0,70	37,64	34,35	41,43	88,45	3,67
452,54	0,67	0,74	0,51	0,83	1,02	0,87	0,51	0,70	37,66	34,34	41,48	88,46	3,61
453,55	0,66	0,75	0,56	0,81	1,00	0,87	0,51	0,69	37,72	34,36	41,55	88,43	3,58
454,64	0,61	0,75	0,55	0,82	1,02	0,88	0,52	0,67	37,66	34,37	41,55	88,43	3,56
455,65	0,58	0,74	0,57	0,81	1,04	0,89	0,51	0,67	37,65	34,35	41,50	88,42	3,55
456,74	0,60	0,73	0,57	0,82	1,04	0,88	0,50	0,68	37,66	34,38	41,52	88,40	3,54
457,74	0,62	0,74	0,55	0,85	1,03	0,89	0,49	0,68	31,17	38,78	46,72	88,66	3,53
458,85	0,61	0,75	0,54	0,82	1,03	0,88	0,48	0,67	10,91	42,11	50,66	89,47	3,51
459,94	0,62	0,75	0,54	0,82	1,03	0,90	0,48	0,65	0,84	33,32	40,11	89,76	3,23
460,94	0,64	0,75	0,56	0,84	1,00	0,91	0,50	0,64	0,87	31,51	37,94	89,70	2,75
462,04	0,63	0,71	0,56	0,81	1,02	0,88	0,49	0,68	0,85	32,34	38,96	89,66	2,36
463,14	0,62	0,72	0,53	0,80	1,05	0,89	0,48	0,69	0,83	32,73	39,49	89,60	2,15
464,24	0,64	0,82	0,48	0,78	1,02	0,89	0,48	0,71	0,84	32,91	39,69	89,68	2,03
465,24	0,64	0,76	0,47	0,79	1,02	0,88	0,49	0,70	0,86	32,97	39,75	89,65	1,96
466,24	0,64	0,72	0,49	0,80	1,03	0,88	0,49	0,69	0,85	32,99	39,76	89,63	1,93
467,34	0,63	0,80	0,57	0,81	1,00	0,90	0,49	0,69	0,85	32,97	39,73	89,60	1,92
468,35	0,62	0,77	0,59	0,82	1,04	0,87	0,47	0,67	0,83	32,99	39,77	89,55	1,91
469,44	0,65	0,77	0,51	0,82	1,04	0,87	0,48	0,68	0,83	32,84	40,26	89,60	1,91
470,44	0,68	0,79	0,48	0,83	1,00	0,88	0,49	0,70	0,87	19,19	61,57	91,12	1,92
471,44	0,70	0,78	0,53	0,82	1,01	0,88	0,49	0,69	0,86	3,26	88,34	93,16	1,78
472,54	0,67	0,76	0,53	0,80	1,01	0,89	0,50	0,67	0,84	0,85	94,01	93,44	1,23
473,64	0,67	0,74	0,48	0,81	1,01	0,89	0,48	0,67	0,85	0,86	93,92	93,31	0,54
474,64	0,66	0,72	0,53	0,81	1,00	0,90	0,47	0,67	0,84	0,83	93,75	93,14	0,12
475,74	0,65	0,74	0,52	0,80	0,99	0,91	0,49	0,66	0,84	0,81	93,68	93,05	0,01
476,75	0,67	0,75	0,49	0,80	1,00	0,89	0,48	0,67	0,85	0,82	93,65	93,00	0,01
477,84	0,66	0,74	0,52	0,81	1,01	0,88	0,47	0,68	0,83	0,85	93,57	92,92	0,01
478,84	2,04	0,73	0,56	0,82	1,01	0,89	0,47	0,69	0,85	0,84	89,71	92,79	0,01
479,95	2,84	0,77	0,52	0,82	0,98	0,92	0,47	0,70	0,84	0,81	43,06	92,46	0,01
481,04	1,26	0,76	0,52	0,84	0,98	0,89	0,47	0,70	0,85	0,82	10,54	91,95	0,01
482,05	19,44	0,76	0,48	0,83	0,99	0,90	0,47	0,70	0,85	0,81	27,39	90,64	0,01

5.3.7.4. Comprobación de la regulación de presión ante variaciones de presión a la entrada.

Leyenda:

- Q_{CEM}: Caudal total del hidrante registrado por el contador del banco de ensayo, en l/s.
- VRP: Presión aguas abajo de la válvula reductora de presión.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.

Presión de tarado de fabrica PT = 25 mca.

Paa	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	Presión Media Tomas (m)	VRP P20 (m)	Qcem (l/s)
P22 (m)	P19 (m)	P18 (m)	P17 (m)	P16 (m)	P7 (m)	P2 (m)	P3 (m)	P4 (m)	P5 (m)	P6 (m)			
32,62	18,00	18,76	18,29	18,70	19,15	18,41	18,05	18,42	18,52	17,02	18,33	20,08	9,71
43,64	21,98	22,94	22,51	22,94	23,44	22,50	22,23	22,56	22,66	20,73	22,45	24,50	10,73
55,19	21,71	22,60	22,17	22,67	23,17	22,18	21,91	22,24	22,41	20,55	22,16	24,17	10,65
62,60	22,08	23,03	22,56	23,06	23,62	22,59	22,30	22,66	22,78	20,90	22,56	24,41	10,75
71,74	22,06	23,00	22,56	23,05	23,55	22,54	22,29	22,63	22,75	20,94	22,54	24,62	10,73
86,41	23,19	24,21	23,74	24,23	24,77	23,71	23,45	23,80	23,87	22,00	23,70	25,89	11,01
86,33	23,19	24,22	23,75	24,30	24,77	23,73	23,46	23,81	23,89	21,98	23,71	25,81	11,01
66,35	22,45	23,39	22,89	23,42	23,95	22,91	22,65	23,02	23,13	21,25	22,91	24,82	10,80

55,52	22,50	23,49	22,98	23,50	23,98	23,02	22,73	23,07	23,21	21,25	22,97	24,94	10,79
47,73	22,45	23,44	22,98	23,39	23,90	22,92	22,66	23,01	23,13	21,13	22,90	24,95	10,79
35,42	22,04	22,96	22,52	22,92	23,40	22,50	22,23	22,55	22,68	20,74	22,45	24,57	10,64
25,30	20,93	21,78	21,38	21,84	22,29	21,44	21,13	21,47	21,61	19,74	21,36	23,58	10,40
25,00	21,22	22,09	21,66	22,14	22,59	21,76	21,45	21,79	21,90	20,02	21,66	24,03	10,48

Presión de tarado PT = 40 mca.

Paa	Toma A	Toma B	Toma C	Toma D	Toma E	Toma F	Toma G	Toma H	Toma I	Toma J	Presión Media Tomas (m)	VRP P20 (m)	Qcem (l/s)
74,95	34,95	36,51	35,91	36,44	37,02	35,88	35,53	35,73	35,77	32,67	35,64	38,61	13,33
88,69	38,88	40,61	40,00	40,44	41,16	39,89	39,52	39,69	39,69	36,33	39,62	42,54	14,02
94,62	40,29	42,02	41,38	41,91	42,62	41,40	40,95	41,14	41,14	37,67	41,05	44,10	14,27
77,73	35,20	36,78	36,30	36,71	37,34	36,11	35,77	35,96	36,00	32,98	35,91	38,71	13,38
67,66	35,83	37,44	36,83	37,25	37,79	36,72	36,40	36,64	36,54	33,28	36,47	40,05	13,50
57,82	35,77	37,42	36,85	37,29	37,93	36,76	36,41	36,60	36,59	33,49	36,51	39,90	13,52
57,81	35,74	37,39	36,82	37,26	37,92	36,73	36,38	36,55	36,57	33,46	36,48	39,87	13,53
48,66	35,96	37,58	37,03	37,47	38,12	36,91	36,54	36,79	36,78	33,63	36,68	40,19	13,50
40,71	35,00	36,54	35,96	36,41	37,03	35,87	35,51	35,71	35,74	32,66	35,64	39,23	13,34
40,71	35,03	36,63	36,04	36,49	37,15	35,97	35,59	35,79	35,81	32,75	35,72	39,39	13,36
46,74	40,48	42,26	41,57	42,09	42,83	41,57	41,16	41,35	41,33	37,84	41,25	45,55	14,30
65,12	38,89	40,59	40,10	40,53	41,25	39,93	39,57	39,76	39,73	36,35	39,67	43,17	14,04

5.3.7.5. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP en función de regulación.

Leyenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el caudalímetro del banco de ensayo, en l/s.
- TOMA: Estado de la toma sobre la que se actúa.
- VRP: Presión aguas abajo Válvula reductora de presión.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.

Toma A, B y C.

T (s)	TOMA A				TOMA B				TOMA C					
	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
5706,44	0,62	73,17	72,61	0,01	5818,45	0,91	47,43	73,35	0,01	5893,55	0,47	73,36	72,84	0,01
5707,45	0,64	73,13	72,62	0,01	5819,45	0,80	10,79	72,76	0,01	5894,55	0,47	73,42	72,84	0,01
5708,45	0,67	56,38	72,41	0,01	5820,55	0,64	0,82	72,04	0,01	5895,56	0,53	73,40	72,81	0,01
5709,45	0,70	24,97	72,09	0,01	5821,55	2,06	13,43	70,24	0,01	5896,65	0,50	73,37	72,77	0,01
5710,55	0,73	12,03	71,87	0,01	5822,55	3,41	33,93	69,11	0,17	5897,65	0,68	53,86	72,61	0,01
5711,65	1,68	19,67	70,29	0,01	5823,55	3,36	41,13	69,36	0,80	5898,66	0,77	17,65	72,29	0,00
5712,65	2,81	31,75	68,88	0,11	5824,65	3,30	40,28	69,35	1,58	5899,75	0,61	0,86	71,94	0,01
5713,75	2,83	37,44	68,93	0,91	5825,65	3,26	39,98	69,35	1,96	5900,85	1,60	13,45	70,64	0,01
5714,75	2,83	37,61	68,86	1,89	5826,75	3,13	39,03	69,44	2,18	5901,95	2,33	34,70	69,73	0,10
5715,75	2,95	38,64	68,79	2,51	5827,75	3,08	38,26	69,49	2,29	5903,05	1,79	38,11	70,00	0,63
5716,85	2,98	38,77	68,78	2,95	5828,76	3,11	37,94	69,48	2,34	5904,06	1,77	37,55	69,90	1,14
5717,85	2,95	38,80	68,82	3,20	5829,85	3,10	37,59	69,45	2,36	5905,16	1,81	37,64	69,88	1,41
5718,95	2,93	38,83	68,83	3,36	5830,85	3,07	37,31	69,44	2,37	5906,16	1,75	36,76	69,92	1,55
5720,05	2,94	38,96	68,83	3,46	5831,85	3,07	37,09	69,46	2,38	5907,26	1,74	36,94	69,91	1,64
5721,05	2,93	38,97	68,90	3,51	5832,86	3,01	36,82	69,38	2,38	5908,26	1,81	37,61	69,82	1,68
5722,15	2,93	39,06	68,88	3,56	5833,95	2,93	36,54	69,44	2,37	5909,36	1,80	37,30	69,81	1,72
5723,15	2,92	39,11	68,87	3,58	5834,96	2,96	36,37	69,47	2,36	5910,45	1,76	36,95	69,89	1,73
5724,15	2,97	39,04	68,89	3,59	5835,96	2,92	36,12	69,38	2,35	5911,46	1,78	37,00	69,97	1,73
5725,25	3,00	39,15	68,85	3,60	5837,06	2,86	35,87	69,40	2,33	5912,46	1,81	37,02	69,94	1,74
5726,25	3,01	39,11	68,83	3,62	5838,15	2,86	35,72	69,45	2,32	5913,56	1,82	37,78	69,83	1,74

Anejo 5. Ensayos hidráulicos de hidrantes multiusuario con configuración propuesta. Tipo "Costella".

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
5727,35	3,00	39,09	68,82	3,64	5839,25	2,90	35,72	69,45	2,32	5914,66	1,84	38,09	69,89	1,75
5728,35	3,00	39,15	68,83	3,64	5840,35	2,95	35,97	69,53	2,31	5915,66	1,87	37,96	69,94	1,77
5729,45	3,04	39,20	68,87	3,64	5841,36	2,90	36,02	69,47	2,30	5916,76	1,85	37,96	69,91	1,77
5730,45	3,01	39,24	68,88	3,64	5842,45	2,86	36,13	69,44	2,30	5917,76	1,79	37,80	69,87	1,78
5731,55	3,02	39,36	68,87	3,65	5843,46	2,91	36,33	69,45	2,29	5918,76	1,78	37,91	69,88	1,78
5732,55	3,16	39,92	68,74	3,65	5844,46	2,94	36,51	69,39	2,30	5919,85	1,75	37,65	69,87	1,78
5733,65	3,24	40,85	68,70	3,66	5845,46	2,95	36,70	69,43	2,30	5920,85	1,74	37,29	69,89	1,78
5734,65	3,26	41,13	68,67	3,69	5846,46	2,97	36,85	69,43	2,31	5921,86	1,79	37,41	69,89	1,78
5735,75	3,13	40,11	68,72	3,73	5847,56	2,95	37,03	69,37	2,32	5922,86	1,82	37,68	69,87	1,78
5736,75	3,03	39,18	68,83	3,74						5923,96	1,85	38,05	69,89	1,78
5737,85	3,03	39,03	68,87	3,72						5924,96	1,84	38,14	69,84	1,78
5738,96	3,01	38,89	68,88	3,68						5926,06	1,79	37,94	69,86	1,78
5740,05	3,02	38,83	68,90	3,66						5927,06	1,82	38,16	69,90	1,78
5741,15	2,99	38,67	68,83	3,65						5928,06	1,88	38,06	69,91	1,78
5742,25	2,93	38,62	68,82	3,65						5929,06	1,88	38,10	69,87	1,78
5743,25	2,92	38,59	68,88	3,64						5930,06	1,86	38,20	69,84	1,78
5744,35	3,01	38,57	68,93	3,63						5931,06	1,83	38,19	69,81	1,78
5745,35	3,05	38,69	68,93	3,63						5932,16	1,86	38,28	69,81	1,78
5746,45	3,07	39,05	68,81	3,63						5933,26	1,87	38,37	69,87	1,78
5747,45	3,05	39,20	68,82	3,64						5934,26	1,85	38,51	69,86	1,79
5748,46	2,96	38,76	68,82	3,65						5935,36	1,83	38,57	69,85	1,78
5749,46	2,93	38,34	68,85	3,65						5936,36	1,80	38,42	69,91	1,79
5750,55	2,95	38,21	68,90	3,63						5937,45	1,82	38,12	69,88	1,79
5751,55	2,89	38,13	68,88	3,63						5938,46	1,84	38,07	69,80	1,79

Toma D, E y F.

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
5968,55	0,85	73,28	72,74	0,01	6012,25	0,99	73,53	72,99	0,01	6092,85	0,90	73,17	72,59	0,01
5969,55	0,81	73,25	72,73	0,01	6013,25	0,98	73,52	72,96	0,01	6093,85	0,90	73,20	72,64	0,01
5970,55	0,81	73,29	72,75	0,01	6014,25	1,97	67,49	72,87	0,01	6094,85	0,90	73,19	72,66	0,01
5971,65	2,44	70,98	72,69	0,01	6015,35	1,30	28,15	72,46	0,01	6095,86	0,90	73,18	72,64	0,01
5972,65	1,37	35,19	72,42	0,01	6016,36	0,34	1,67	72,09	0,01	6096,96	1,14	67,30	72,56	0,01
5973,66	-0,27	1,28	72,16	0,01	6017,45	2,83	9,64	71,30	0,01	6098,05	1,00	29,95	72,26	0,01
5974,76	1,73	1,83	71,60	0,01	6018,46	5,81	29,47	70,22	0,01	6099,05	0,79	4,78	72,06	0,00
5975,85	5,83	23,40	70,14	0,01	6019,56	6,38	40,33	70,01	0,35	6100,06	1,34	9,98	71,43	0,01
5976,95	7,69	40,10	69,58	0,32	6020,65	6,06	38,56	70,13	0,93	6101,06	3,36	23,87	69,05	0,01
5978,06	7,15	38,32	69,73	0,97	6021,75	5,81	36,94	70,19	1,22	6102,16	5,47	35,15	66,98	0,48
5979,16	7,00	37,29	69,76	1,38	6022,85	5,78	36,61	70,22	1,37	6103,16	6,06	37,42	66,39	1,73
5980,16	7,16	37,82	69,71	1,58	6023,86	5,99	37,47	70,13	1,44	6104,25	6,47	37,43	65,75	3,22
5981,26	7,23	38,63	69,76	1,70	6024,96	6,06	37,91	70,10	1,49	6105,26	6,52	36,91	65,66	4,17
5982,26	7,16	38,42	69,76	1,77	6026,05	6,04	37,95	70,09	1,53	6106,35	6,59	36,70	65,58	4,84
5983,35	6,99	37,41	69,75	1,81	6027,05	6,10	38,38	70,04	1,56	6107,36	6,74	36,86	65,42	5,21
5984,36	7,03	37,47	69,75	1,83	6028,06	6,12	38,27	70,12	1,57	6108,46	6,83	36,89	65,28	5,46
5985,46	7,40	39,33	69,70	1,84	6029,06	6,12	38,19	70,11	1,58	6109,46	6,99	37,17	65,06	5,63
5986,46	7,50	40,03	69,67	1,86	6030,06	6,14	38,23	70,07	1,58	6110,56	7,26	37,44	64,88	5,77
5987,56	7,46	39,94	69,71	1,88	6031,06	6,14	38,26	70,08	1,58	6111,66	7,25	37,20	64,78	5,88
5988,65	7,42	39,89	69,73	1,89	6032,16	6,16	38,30	70,06	1,57	6112,75	7,34	37,19	64,74	5,96
5989,66	7,42	39,69	69,75	1,89	6033,16	6,12	38,25	70,11	1,57	6113,76	7,40	37,23	64,67	6,02
5990,75	7,41	39,45	69,76	1,90	6034,26	6,11	38,21	70,10	1,57	6114,76	7,49	37,25	64,55	6,06
5991,76	7,34	39,24	69,77	1,90	6035,26	6,17	38,45	70,06	1,57	6115,85	7,57	37,31	64,50	6,11
			max	1,90	6036,26	6,19	38,65	70,02	1,58	6116,86	7,65	37,47	64,42	6,14
					6037,36	6,21	38,74	70,03	1,60	6117,86	7,73	37,57	64,36	6,18
					6038,36	6,23	38,85	70,06	1,60	6118,86	7,79	37,68	64,30	6,20
								max	1,60	6119,86	7,83	37,90	64,23	6,23
										6120,96	7,88	38,00	64,13	6,26
										6121,96	7,95	38,07	64,03	6,29
										6123,06	8,08	38,04	63,94	6,33
										6124,16	8,26	37,24	63,76	6,37
										6125,16	8,42	36,39	63,56	6,41

Toma G, H e I.

TOMA G					TOMA H					TOMA I				
T (s)	Toma G	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma H	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma I	Paa	VRP	Q (l/s)
6144,95	0,46	75,59	75,07	0,01	6198,45	0,71	74,33	73,78	0,01	6257,75	0,84	73,91	73,32	0,01
6145,96	0,47	75,54	74,99	0,01	6199,46	0,70	74,30	73,76	0,01	6258,76	0,86	73,86	73,32	0,01
6147,05	0,46	75,43	74,91	0,01	6200,46	0,69	74,28	73,69	0,01	6259,86	0,86	73,87	73,29	0,01
6148,06	0,46	75,40	74,84	0,01	6201,46	0,94	63,64	73,49	0,01	6260,86	0,96	60,44	73,10	0,01
6149,16	0,46	75,43	74,77	0,01	6202,56	0,84	24,35	73,04	0,01	6261,96	0,88	23,45	72,63	0,01
6150,25	0,47	75,29	74,66	0,01	6203,65	0,75	1,87	72,47	0,01	6262,96	0,83	6,76	72,27	0,01
6151,25	0,55	50,80	74,35	0,01	6204,66	1,52	9,55	71,11	0,01	6264,06	1,61	14,64	70,86	0,01
6152,36	0,57	10,75	73,76	0,01	6205,66	2,76	26,85	69,26	0,02	6265,16	3,16	30,83	69,01	0,06
6153,46	0,59	4,13	72,84	0,01	6206,66	3,23	37,07	68,54	0,57	6266,16	3,47	37,44	68,77	0,70
6154,56	2,06	20,21	70,06	0,01	6207,75	3,11	37,57	68,70	1,70	6267,26	3,35	37,58	68,84	1,78
6155,66	2,65	35,29	68,64	0,28	6208,76	2,97	36,84	68,81	2,46	6268,36	3,30	37,43	68,94	2,49
6156,66	2,24	37,38	68,98	1,09	6209,76	2,93	36,75	68,83	2,91	6269,46	3,25	36,67	68,92	2,91
6157,66	2,36	38,15	68,93	1,96	6210,86	2,92	36,70	68,81	3,18	6270,56	3,40	37,51	68,83	3,12
6158,66	2,41	38,49	68,93	2,49	6211,86	2,93	36,67	68,86	3,32	6271,66	3,50	38,35	68,82	3,26
6159,76	2,52	39,45	68,87	2,86	6212,96	2,94	36,79	68,96	3,42	6272,76	3,51	38,01	68,84	3,38
6160,86	2,40	38,54	68,93	3,10	6213,96	2,96	36,81	68,89	3,48	6273,86	3,48	37,56	68,84	3,44
6161,95	2,35	37,19	68,91	3,24	6215,06	2,98	36,82	68,82	3,51	6274,96	3,44	37,39	68,86	3,47
6162,96	2,32	36,91	69,01	3,28	6216,06	3,01	36,98	68,84	3,54	6276,06	3,45	37,43	68,78	3,48
6164,06	2,32	36,71	68,98	3,30	6217,06	3,04	37,17	68,83	3,57	6277,16	3,45	37,36	68,82	3,48
6165,06	2,33	36,52	68,91	3,30	6218,16	3,07	37,24	68,84	3,59	6278,16	3,46	37,16	68,91	3,48
6166,16	2,31	36,47	68,95	3,30	6219,26	3,07	37,37	68,78	3,60	6279,16	3,44	36,76	68,92	3,49
6167,16	2,41	37,49	69,00	3,31	6220,26	3,10	37,64	68,78	3,61	6280,26	3,42	36,55	68,96	3,48
6168,26	2,42	38,19	69,03	3,32	6221,26	3,14	37,83	68,86	3,64	6281,36	3,48	37,20	68,88	3,47
6169,26	2,33	37,27	68,94	3,34	6222,26	3,13	37,76	68,79	3,66	6282,36	3,54	37,87	68,81	3,47
6170,26	2,33	36,61	68,86	3,35	6223,26	3,14	37,68	68,75	3,67	6283,46	3,52	38,14	68,81	3,49
6171,36	2,32	36,63	68,91	3,34	6224,36	3,18	38,12	68,75	3,68	6284,46	3,58	38,33	68,81	3,51
			max	3,35	6225,36	3,19	38,53	68,73	3,69	6285,56	3,61	38,41	68,84	3,53
					6226,36	3,19	38,58	68,73	3,71				max	3,53
					6227,36	3,14	38,33	68,78	3,72					
					6228,36	3,09	37,80	68,70	3,72					
					6229,46	3,08	37,40	68,68	3,71					
					6230,46	3,08	37,16	68,83	3,69					
					6231,46	3,09	37,09	68,86	3,68					

Toma J.

TOMA G				
T (s)	Toma G	Paa	VRP	Q (l/s)
6325,05	0,82	74,16	73,60	0,01
6326,06	0,82	74,23	73,61	0,01
6327,16	0,81	73,95	73,60	0,01
6328,16	0,84	43,61	73,25	0,01
6329,16	0,84	8,64	72,69	0,01
6330,26	0,86	6,07	71,98	0,01
6331,36	2,12	21,50	69,85	0,01
6332,46	3,37	35,52	68,74	0,30
6333,56	3,32	37,09	68,99	1,20
6334,56	3,38	37,80	69,00	1,95
6335,66	3,40	38,20	68,98	2,45
6336,76	3,56	39,08	68,85	2,77
6337,76	3,76	40,04	68,80	2,96
6338,76	3,78	40,13	68,84	3,11
6339,86	3,60	38,92	68,91	3,23
6340,96	3,39	37,41	69,00	3,27
6341,96	3,38	37,16	69,01	3,25
6343,06	3,38	36,93	69,00	3,23
6344,06	3,36	36,82	68,99	3,20
6345,16	3,34	36,62	68,99	3,18
6346,16	3,34	36,48	69,01	3,16

5.3.7.6. Caudal máximo circulante por toma, simulando el abastecimiento a parcela sin instalación de riego y VRP sin regulación.

Leyenda:

- T(s): Tiempo de registro de los datos en segundos
- Q: Caudal total del hidrante registrado por el caudalímetro del banco de ensayo, en l/s.
- TOMA: Estado de la toma sobre la que se actúa.
- VRP: Presión aguas abajo Válvula reductora de presión.
- Paa: Presión aguas arriba del hidrante.

Toma A, B y C.

TOMA A					TOMA B					TOMA C				
T (s)	Toma A	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma B	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma C	Paa	VRP	Q (l/s)
6750,46	0,65	73,09	72,58	0,01	6788,97	0,73	75,17	74,53	0,01	6840,37	0,60	74,83	74,24	0,01
6751,47	2,28	71,24	70,71	0,01	6789,97	0,70	75,08	74,51	0,01	6841,38	0,58	74,79	74,21	0,01
6752,47	5,37	67,79	67,33	0,07	6790,97	0,72	75,03	74,50	0,01	6842,38	1,79	73,74	73,19	0,01
6753,47	6,90	66,40	65,97	0,96	6791,98	0,70	75,01	74,49	0,01	6843,48	3,45	70,98	70,42	0,01
6754,57	7,06	66,49	66,08	2,69	6793,08	0,68	74,97	74,41	0,01	6844,48	3,59	69,81	69,30	0,40
6755,67	7,15	66,41	66,04	3,93	6794,17	0,78	74,81	74,27	0,01	6845,48	3,63	69,82	69,34	1,15
6756,67	7,16	66,41	66,04	4,59	6795,27	3,60	71,38	70,92	0,01	6846,58	3,60	69,91	69,39	1,77
6757,77	7,13	66,44	65,99	5,03	6796,27	5,75	69,05	68,59	0,35	6847,58	3,59	69,84	69,34	2,09
6758,87	7,15	66,44	65,96	5,28	6797,37	5,56	69,43	68,94	1,36	6848,58	3,61	69,82	69,31	2,28
6759,97	7,19	66,45	65,95	5,41	6798,38	5,63	69,54	69,04	2,19	6849,58	3,60	69,83	69,29	2,40
6760,97	7,19	66,39	65,98	5,50	6799,48	5,59	69,48	68,94	2,72	6850,68	3,59	69,87	69,29	2,48
6761,97	7,20	66,36	65,99	5,56	6800,48	5,55	69,44	68,90	3,00	6851,68	3,61	69,85	69,30	2,53
6763,07	7,23	66,41	65,93	5,60	6801,48	5,50	69,49	69,05	3,17	6852,78	3,59	69,82	69,31	2,55
6764,17	7,24	66,41	65,93	5,62	6802,48	5,49	69,45	69,00	3,27	6853,88	3,58	69,82	69,31	2,56
6765,18	7,23	66,40	65,98	5,63	6803,58	5,50	69,38	68,86	3,33	6854,98	3,59	69,78	69,28	2,57
6766,18	7,24	66,32	65,95	5,63	6804,67	5,48	69,41	68,90	3,36	6855,98	3,60	69,84	69,29	2,57
6767,28	7,23	66,31	65,88	5,65	6805,68	5,46	69,46	68,94	3,38	6856,98	3,55	69,83	69,36	2,57
6768,37	7,22	66,38	65,90	5,65	6806,78	5,49	69,42	68,88	3,40	6857,98	3,54	69,80	69,41	2,58
6769,38	7,21	66,38	65,93	5,64	6807,78	5,54	69,50	68,93	3,41	6859,08	3,56	69,84	69,38	2,58
			max	5,65	6808,78	5,52	69,51	69,00	3,42	6860,08	3,59	69,81	69,36	2,58
					6809,88	5,51	69,49	69,05	3,43	6861,08	3,59	69,80	69,36	2,58
					6810,88	5,58	69,45	68,99	3,43	6862,08	3,56	69,85	69,30	2,58
					6811,98	5,62	69,47	68,93	3,43	6863,18	3,32	69,97	69,43	2,57
								max	3,43	6864,18	2,76	70,12	69,65	2,55
										6865,18	2,45	70,16	69,70	2,47
										6866,18	2,46	70,19	69,71	2,34

Toma D, E y F.

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
6899,47	3,74	72,85	72,38	0,01	6947,97	0,98	73,65	73,17	0,01	7003,57	11,23	62,46	62,14	0,15
6900,48	9,92	70,86	70,30	0,01	6948,98	0,96	73,64	73,14	0,01	7004,57	15,30	57,60	57,34	1,64
6901,48	13,04	69,57	69,04	0,35	6950,07	0,97	73,63	73,12	0,01	7005,67	15,50	56,88	56,61	4,48
6902,58	13,01	69,67	69,22	1,19	6951,17	0,98	73,59	73,08	0,01	7006,67	15,54	56,82	56,55	6,38
6903,58	13,02	69,72	69,25	1,79	6952,18	1,01	73,54	73,02	0,01	7007,77	15,58	56,79	56,54	7,63
6904,68	13,04	69,75	69,27	2,15	6953,27	1,01	73,49	73,00	0,01	7008,87	15,61	56,76	56,52	8,35
6905,77	13,05	69,79	69,32	2,36	6954,37	3,51	72,92	72,42	0,01	7009,87	15,58	56,74	56,54	8,73
6906,78	13,04	69,85	69,35	2,48	6955,48	9,41	70,77	70,26	0,01	7010,87	15,54	56,75	56,59	8,95
6907,88	13,04	69,85	69,34	2,55	6956,57	12,55	69,94	69,39	0,42	7011,97	15,56	56,74	56,51	9,09
6908,98	12,96	69,79	69,30	2,60	6957,68	12,46	69,89	69,36	1,23	7013,07	15,53	56,78	56,45	9,16
6910,08	12,88	69,79	69,31	2,62	6958,78	12,45	69,91	69,38	1,75	7014,17	15,58	56,80	56,49	9,20
6911,08	12,87	69,79	69,33	2,63	6959,88	12,44	69,89	69,38	2,05	7016,04	15,59	56,80	56,47	9,21
6912,18	12,87	69,81	69,30	2,64	6960,97	12,40	69,89	69,42	2,23	7017,07	15,54	56,79	56,54	9,25
6913,27	12,84	69,79	69,27	2,65	6961,98	12,39	69,90	69,42	2,33	7018,07	15,56	56,78	56,50	9,26
6914,28	12,85	69,81	69,30	2,66	6963,08	12,39	69,89	69,42	2,40	7019,08	15,58	56,74	56,56	9,26

TOMA D					TOMA E					TOMA F				
T (s)	Toma D	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma E	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma F	Paa	VRP	Q (l/s)
6915,38	12,88	69,86	69,37	2,66	6964,18	12,42	69,87	69,41	2,43	7020,17	15,57	56,75	56,57	9,27
6916,48	12,88	69,82	69,33	2,65	6965,20	12,44	69,90	69,41	2,44	7021,27	15,58	56,77	56,53	9,28
6917,48	12,87	69,79	69,35	2,65	6966,27	12,36	69,87	69,41	2,45	7022,27	15,56	56,80	56,49	9,28
6918,58	12,88	69,82	69,31	2,65	6967,28	12,42	69,91	69,43	2,45	7023,37	15,56	56,80	56,50	9,28
6919,58	12,85	69,80	69,26	2,65	6968,38	12,48	69,93	69,44	2,46	7024,47	15,55	56,77	56,53	9,27
6920,68	12,81	69,73	69,23	2,65	6969,38	12,45	69,89	69,43	2,45	7025,47	15,53	56,76	56,57	9,26
			max	2,66	6970,38	12,45	69,83	69,40	2,45				max	9,28
					6971,48	12,44	69,83	69,36	2,45					
					6972,58	12,44	69,91	69,36	2,45					
					6973,58	12,47	69,95	69,39	2,45					
					6974,67	12,47	69,88	69,33	2,46					
								max	2,46					

Toma G, H e I.

TOMA G					TOMA H					TOMA I				
T (s)	Toma G	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma H	Paa	VRP	Q (l/s)	T (s)	Toma I	Paa	VRP	Q (l/s)
7097,16	6,27	65,94	65,63	3,49	7286,75	0,73	74,21	73,72	0,01	7341,76	0,81	74,51	74,10	0,01
7098,17	6,28	65,96	65,59	4,39	7287,76	0,72	74,22	73,62	0,01	7342,76	0,83	74,48	73,99	0,01
7099,27	6,31	66,01	65,53	4,99	7288,76	0,78	74,04	73,48	0,01	7343,86	0,82	74,48	73,98	0,01
7100,27	6,31	65,99	65,49	5,30	7289,86	4,46	69,27	68,84	0,01	7344,96	0,83	74,41	73,96	0,01
7101,27	6,33	65,94	65,46	5,51	7290,86	7,15	65,59	65,25	0,53	7347,48	0,86	74,44	73,92	0,01
7102,36	6,36	65,84	65,48	5,64	7291,96	6,98	65,89	65,52	2,18	7348,57	5,47	67,76	67,44	0,06
7103,37	6,34	65,88	65,50	5,70	7292,96	7,03	65,90	65,46	3,63	7349,66	7,05	66,19	65,80	1,15
7104,47	6,34	65,95	65,50	5,75	7294,06	7,07	65,89	65,44	4,58	7350,67	7,30	66,21	65,74	2,80
7105,57	6,34	65,90	65,48	5,78	7295,16	7,10	65,82	65,39	5,12	7351,77	7,32	66,21	65,70	4,05
7106,67	6,35	65,85	65,47	5,79	7296,16	7,10	65,81	65,41	5,42	7352,77	7,35	66,09	65,65	4,72
7107,77	6,39	65,91	65,48	5,80	7297,26	7,14	65,80	65,45	5,61	7353,86	7,35	66,00	65,62	5,15
7108,87	6,39	65,91	65,46	5,81	7298,27	7,15	65,75	65,41	5,72	7354,96	7,37	66,04	65,67	5,40
7109,87	6,39	65,88	65,46	5,82	7299,36	7,14	65,73	65,33	5,80	7355,96	7,41	66,03	65,65	5,54
7110,97	6,41	65,80	65,39	5,83	7300,46	7,16	65,73	65,26	5,84	7357,06	7,38	65,96	65,58	5,64
7112,07	6,41	65,80	65,38	5,83	7301,46	7,17	65,70	65,29	5,87	7358,16	7,37	65,97	65,56	5,70
7113,17	6,40	65,82	65,41	5,83	7302,47	7,19	65,70	65,34	5,89	7359,16	7,38	65,99	65,54	5,72
7114,17	6,42	65,84	65,44	5,84	7303,56	7,18	65,70	65,32	5,90	7360,27	7,41	66,01	65,53	5,74
7115,27	6,38	65,92	65,48	5,85	7304,56	7,15	65,66	65,26	5,90	7361,36	7,44	66,04	65,56	5,76
7116,37	6,28	66,06	65,63	5,87	7305,56	7,15	65,72	65,28	5,90	7362,46	7,42	66,05	65,60	5,76
7117,47	6,22	66,13	65,70	5,84	7306,57	7,19	65,69	65,29	5,90	7363,46	7,36	66,04	65,62	5,77
7118,57	6,18	66,14	65,71	5,80	7307,57	7,22	65,66	65,29	5,91	7364,46	7,38	66,02	65,59	5,77
7119,57	6,94	65,46	65,12	5,77	7308,66	7,22	65,69	65,28	5,91	7365,47	7,38	66,06	65,56	5,77
7120,67	7,95	64,22	63,87	5,81	7309,76	7,19	65,64	65,23	5,92	7366,57	7,39	66,08	65,55	5,77
7121,77	7,98	63,90	63,51	6,03	7310,76	7,20	65,65	65,25	5,92	7367,66	7,43	66,05	65,59	5,77
7122,77	8,03	63,90	63,55	6,26	7311,77	7,20	65,64	65,25	5,92	7368,76	7,43	66,02	65,59	5,77
			max	6,26				max	5,92	7369,77	7,42	66,05	65,62	5,77
													max	5,77

Toma J.

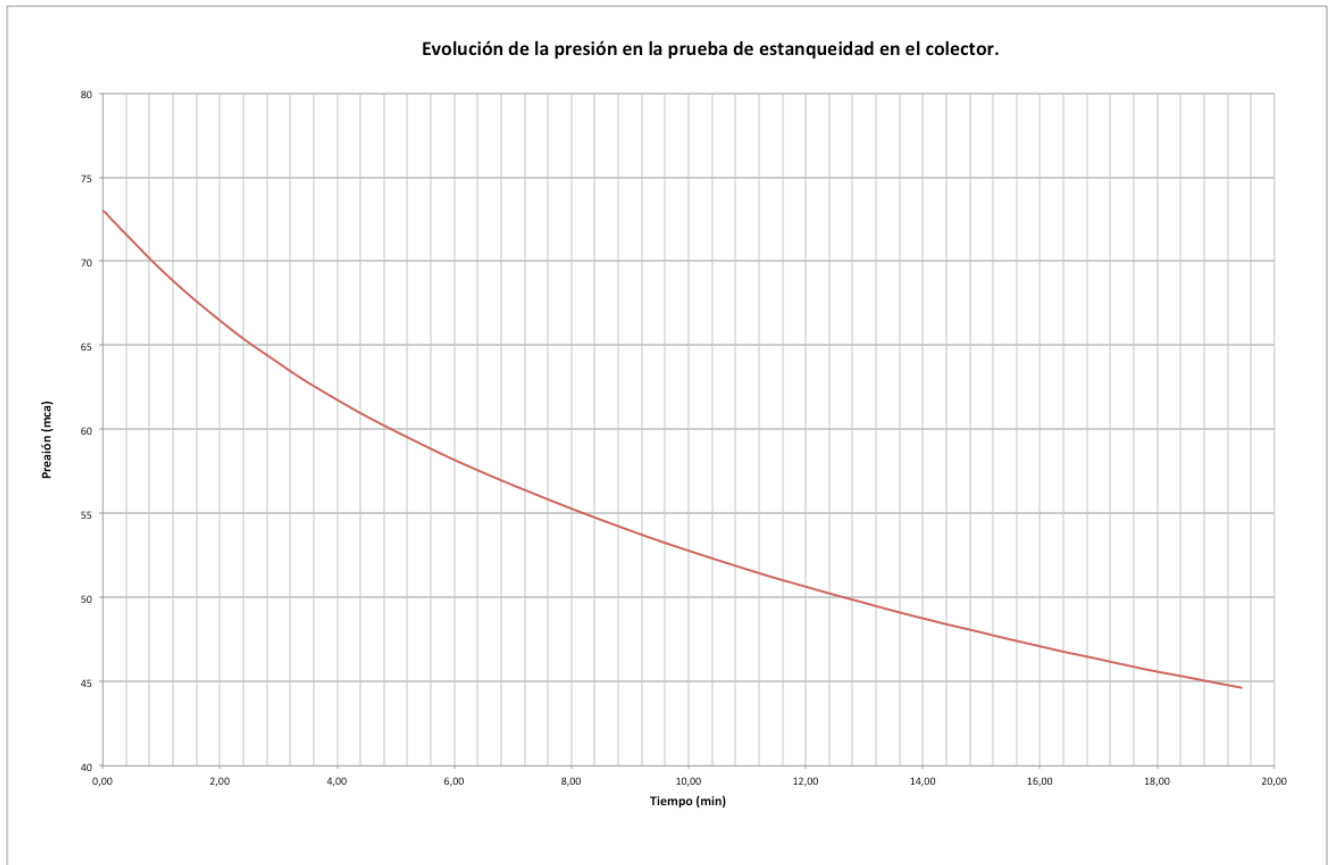
TOMA G				
T (s)	Toma G	Paa	VRP	Q (l/s)
7402,76	0,77	75,01	74,41	0,01
7403,77	0,77	74,94	74,38	0,01
7404,86	0,77	74,93	74,37	0,01
7405,86	0,77	74,86	74,36	0,01
7406,86	0,79	74,84	74,36	0,01
7407,96	0,79	74,85	74,29	0,01
7408,97	0,78	74,83	74,26	0,01
7410,06	0,78	74,84	74,27	0,01
7411,06	0,79	74,82	74,28	0,01
7412,06	0,78	74,75	74,20	0,01
7413,16	4,33	70,23	69,76	0,01
7414,26	8,93	65,86	65,53	0,47

TOMA G				
T (s)	Toma G	Paa	VRP	Q (l/s)
7415,26	9,51	66,12	65,75	1,87
7416,36	9,54	65,95	65,58	3,53
7417,46	9,53	65,90	65,50	4,51
7418,56	9,53	65,89	65,49	5,07
7419,57	9,53	65,94	65,49	5,36
7420,57	9,53	65,93	65,51	5,53
7421,66	9,55	65,90	65,54	5,64
7422,67	9,52	65,94	65,52	5,70
7423,77	9,54	65,94	65,55	5,73
7424,86	9,57	65,91	65,48	5,76
7425,87	9,55	65,89	65,49	5,78
7426,96	9,56	65,95	65,53	5,79
7427,97	9,57	65,96	65,52	5,79
7429,06	9,58	65,97	65,57	5,79
7430,07	9,55	65,96	65,59	5,79
7431,16	9,51	65,93	65,52	5,80
7432,17	9,53	65,94	65,49	5,79
7433,27	9,53	65,97	65,56	5,79
7434,27	9,54	66,03	65,61	5,79
7435,37	9,54	66,03	65,59	5,79
7436,37	9,55	65,99	65,59	5,79
7437,37	9,53	65,98	65,62	5,79
7438,47	9,54	65,95	65,62	5,78
7439,47	9,55	65,93	65,57	5,78
7440,57	9,55	65,95	65,56	5,78
7441,67	9,53	65,96	65,57	5,78
7442,77	9,49	66,02	65,56	5,79
7443,87	9,80	65,93	65,54	5,79
7444,87	10,50	65,39	65,01	5,79
7445,97	10,94	64,90	64,46	5,86
7446,97	10,90	64,93	64,49	5,98
7448,07	10,88	65,00	64,56	6,09
7449,17	10,87	64,99	64,58	6,14
7450,27	10,87	64,96	64,58	6,16
7451,27	10,87	64,96	64,62	6,16
7452,37	10,89	64,92	64,58	6,16
7453,47	10,87	64,93	64,61	6,16
7454,57	10,88	64,98	64,63	6,17
			max	6,17

5.3.7.7. Prueba de estanqueidad.

Leyenda:

- T(min): Tiempo de registro de los datos en minutos
- Colector: Presión registrada en el colector, en mca.



T (min)	Colector
	P20 (mca)
0,00	73,024
0,05	72,879
0,10	72,675
0,15	72,486
0,20	72,308
0,25	72,124
0,31	71,923
0,36	71,752
0,41	71,571
0,91	69,795
1,41	68,188
1,91	66,737
2,41	65,369
2,91	64,161
3,41	62,987
3,91	61,943
4,41	60,944
4,91	60,035
5,41	59,17
5,91	58,329
6,42	57,552
6,92	56,809
7,42	56,101
7,92	55,401
8,42	54,737
8,92	54,095
9,42	53,468
9,92	52,882
10,42	52,312
10,92	51,759
11,42	51,221
11,92	50,727
12,43	50,227
12,93	49,759

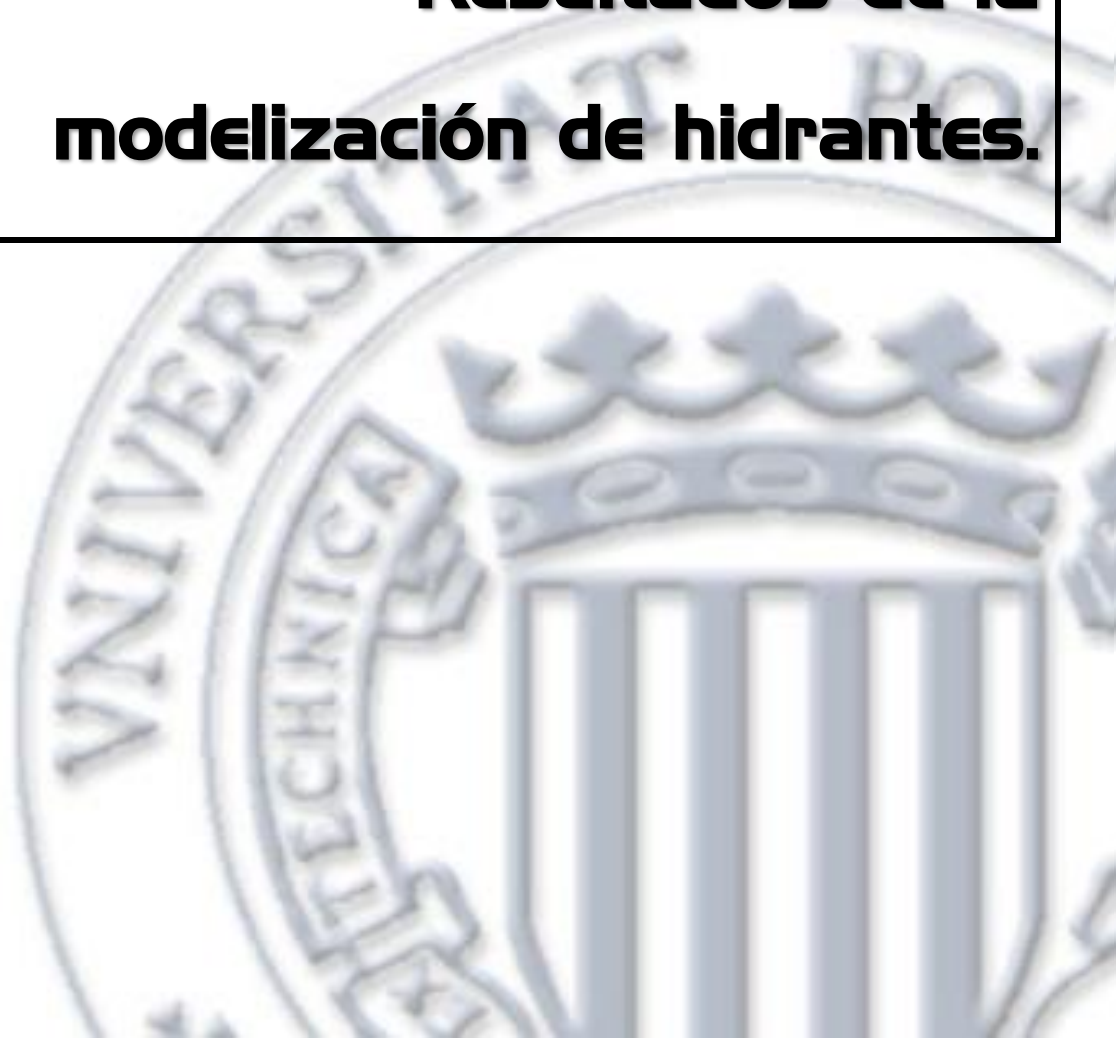
T (min)	Colector
	P20 (mca)
13,43	49,279
13,93	48,829
14,43	48,396
14,93	47,986
15,43	47,56
15,93	47,16
16,43	46,758
16,93	46,394
17,43	46,009
17,94	45,64
18,44	45,314
18,94	44,975
19,44	44,644



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Anejo 6.

Resultados de la modelización de hidrantes.



6.1. Resultados de las simulaciones del CFD para los escenarios del colector del Hidrante 11.

Se muestran los resultados obtenidos de las simulaciones CFD realizadas con Flow Simulation de Solid Works, para el colector del Hidrante 11, en cada uno de los escenarios simulados.

6.1.1. Escenario 1.

ColectorH11 PPH DN110.SLDASM [H11 Pentrada Pto1 Error0,39 [Predeterminado]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Static Pressure Toma G	[mm H(2)O]	19617,986	19618,072	19613,327	19625,117	21,6	Yes	2,352787527	0,510431185
SG Av Static Pressure Toma F	[mm H(2)O]	19907,257	19904,427	19899,554	19909,368	9,3	Yes	3,239666688	0,301466333
SG Av Static Pressure Toma D	[mm H(2)O]	19443,211	19442,102	19439,983	19445,234	14,4	Yes	1,216868153	0,175803157
SG Av Static Pressure Toma B	[mm H(2)O]	19468,426	19468,389	19466,321	19469,769	82,1	Yes	0,142375859	0,117025957
SG Av Static Pressure Toma E	[mm H(2)O]	19776,682	19774,420	19770,941	19778,415	11,6	Yes	2,04883719	0,2378483
SG Av Static Pressure Toma A	[mm H(2)O]	19504,219	19503,737	19501,250	19504,948	49,7	Yes	0,214853295	0,10691118
SG Av Static Pressure Toma C	[mm H(2)O]	19514,119	19514,134	19512,250	19515,479	25,9	Yes	0,630912319	0,163761162
SG Av Static Pressure AA-A	[mm H(2)O]	19897,670	19897,156	19894,724	19898,337	61,5	Yes	0,162889703	0,100232262
SG Av Static Pressure Toma A-B	[mm H(2)O]	19924,358	19924,170	19921,832	19925,199	66,6	Yes	0,152172004	0,101438897
SG Av Static Pressure Toma B-C	[mm H(2)O]	19987,694	19987,461	19985,209	19988,580	44,3	Yes	0,242120856	0,107431395
SG Av Static Pressure Toma C-D	[mm H(2)O]	20062,621	20062,005	20060,180	20063,850	25,4	Yes	0,426404115	0,108583473
SG Av Static Pressure Toma D-E	[mm H(2)O]	20113,844	20111,598	20108,325	20115,869	11,3	Yes	1,986488264	0,225073544
SG Av Static Pressure Toma E-F	[mm H(2)O]	20131,039	20128,499	20124,330	20132,792	12	Yes	1,987824738	0,239871504
SG Av Static Pressure Toma F-G	[mm H(2)O]	20172,623	20169,697	20165,463	20174,143	10,3	Yes	2,609056142	0,270270345
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	20263,430	20264,732	20260,318	20272,078	18,8	Yes	2,901641463	0,548092898
SG Av Static Entrada	[mm H(2)O]	20659,999	20659,999	20659,985	20660,010	57,9	Yes	0,001229736	0,000713141
SG Av Static Pressure Entrada Curva	[mm H(2)O]	20262,249	20262,426	20262,178	20262,702	28	Yes	0,055246626	0,015475423
SG Av Static Pressure Salida Curva	[mm H(2)O]	20272,666	20272,545	20272,187	20272,968	76,2	Yes	0,05213991	0,039731577
SG Av Total Pressure Toma G	[mm H(2)O]	19753,907	19754,269	19749,360	19761,423	21,2	Yes	2,478119553	0,526847807
SG Av Total Pressure Toma F	[mm H(2)O]	19974,019	19971,195	19966,327	19976,134	9,3	Yes	3,237168587	0,301359468
SG Av Total Pressure Toma D	[mm H(2)O]	19622,751	19621,622	19619,491	19624,756	14,4	Yes	1,221404917	0,175913595
SG Av Total Pressure Toma B	[mm H(2)O]	19594,869	19594,831	19592,767	19596,210	82,6	Yes	0,141572293	0,116970494
SG Av Total Pressure Toma E	[mm H(2)O]	19886,555	19884,291	19880,813	19888,289	11,6	Yes	2,049508661	0,237878944
SG Av Total Pressure Toma A	[mm H(2)O]	19632,982	19632,502	19630,012	19633,710	48,9	Yes	0,218279647	0,106900792
SG Av Total Pressure Toma C	[mm H(2)O]	19598,782	19598,786	19596,894	19600,099	27	Yes	0,602533756	0,163059363
SG Av Total Pressure AA-A	[mm H(2)O]	20414,757	20414,250	20411,941	20415,452	62,4	Yes	0,15510698	0,09693081
SG Av Total Pressure Toma A-B	[mm H(2)O]	20394,791	20394,619	20392,337	20395,630	67,8	Yes	0,146948527	0,099733622
SG Av Total Pressure Toma B-C	[mm H(2)O]	20370,608	20370,355	20368,146	20371,514	47,4	Yes	0,2277642	0,108018059
SG Av Total Pressure Toma C-D	[mm H(2)O]	20341,144	20340,528	20338,535	20342,314	25,9	Yes	0,407521684	0,105698082
SG Av Total Pressure Toma D-E	[mm H(2)O]	20319,449	20317,320	20314,470	20321,028	12,5	Yes	1,589431874	0,198984818
SG Av Total Pressure Toma E-F	[mm H(2)O]	20313,722	20311,080	20307,066	20314,962	13,3	Yes	1,703750162	0,227172836
SG Av Total Pressure Toma F-G	[mm H(2)O]	20316,818	20314,087	20310,286	20318,274	11	Yes	2,290781247	0,252817756
SG Av Total Pressure Colector	[mm H(2)O]	20263,430	20264,732	20260,318	20272,078	18,8	Yes	2,901641463	0,548092898
SG Av Total Entrada	[mm H(2)O]	20945,012	20945,015	20945,008	20945,020	38,2	Yes	0,001054672	0,000403732
SG Av Total Pressure Entrada Curva	[mm H(2)O]	20604,776	20604,943	20604,727	20605,195	34,2	Yes	0,044644986	0,015275505
SG Av Total Pressure Salida Curva	[mm H(2)O]	20593,375	20593,253	20592,875	20593,667	77,5	Yes	0,050465217	0,039119337
SG Volume Flow Rate Toma G	[m³/s]	-0,010340	-0,010340	-0,010340	-0,010340	100	Yes	2,0804E-12	1,03653E-08
SG Volume Flow Rate Toma F	[m³/s]	-0,001269	-0,001269	-0,001269	-0,001269	100	Yes	1,72112E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma D	[m³/s]	-0,002085	-0,002085	-0,002085	-0,002085	100	Yes	1,73603E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma B	[m³/s]	-0,001744	-0,001744	-0,001744	-0,001744	100	Yes	9,13792E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma E	[m³/s]	-0,000709	-0,000709	-0,000709	-0,000709	100	Yes	8,06272E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma A	[m³/s]	-0,000762	-0,000762	-0,000762	-0,000762	100	Yes	4,29956E-14	0,00000001

Análisis, caracterización y diseño de hidrantes multiusuario para riego.

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Volume Flow Rate Toma C	[m³/s]	-0,002454	-0,002454	-0,002454	-0,002454	100	Yes	1,28971E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate AA-A	[m³/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	2,71971E-09	0,000300471
SG Volume Flow Rate Toma A-B	[m³/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	2,73609E-09	0,000300471
SG Volume Flow Rate Toma B-C	[m³/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	1,64467E-08	0,000300471
SG Volume Flow Rate Toma C-D	[m³/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	3,22335E-08	0,000300472
SG Volume Flow Rate Toma D-E	[m³/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	3,56705E-08	0,000300472
SG Volume Flow Rate Toma E-F	[m³/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	1,28958E-08	0,000300472
SG Volume Flow Rate Toma F-G	[m³/s]	0,000000	0,000000	-0,000001	0,000000	100	Yes	3,89766E-08	0,000300472
SG Volume Flow Entrada	[m³/s]	0,019363	0,019363	0,019363	0,019363	100	Yes	5,04611E-09	1,94104E-08
SG Volume Flow Rate Entrada Curva	[m³/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	1,10419E-08	0,000382168
SG Volume Flow Rate Salida Curva	[m³/s]	-0,000002	-0,000002	-0,000002	-0,000001	100	Yes	4,24275E-08	0,000382168
SG Av Velocity Toma G	[m/s]	1,629	1,631	1,629	1,632	21,1	Yes	0,000849134	0,000179951
SG Av Velocity Toma F	[m/s]	1,146	1,146	1,146	1,146	8,9	Yes	3,17212E-05	2,84227E-06
SG Av Velocity Toma D	[m/s]	1,879	1,879	1,879	1,879	18,2	Yes	3,58701E-05	6,54623E-06
SG Av Velocity Toma B	[m/s]	1,577	1,577	1,577	1,577	18,5	Yes	1,93175E-05	3,57599E-06
SG Av Velocity Toma E	[m/s]	1,470	1,470	1,470	1,470	23,1	Yes	1,1744E-05	2,71874E-06
SG Av Velocity Toma A	[m/s]	1,591	1,591	1,591	1,591	20,7	Yes	3,6628E-05	7,59396E-06
SG Av Velocity Toma C	[m/s]	1,290	1,290	1,290	1,290	8,2	Yes	0,000218881	1,81046E-05
SG Av Velocity AA-A	[m/s]	3,141	3,141	3,141	3,142	23,4	Yes	0,000138013	3,2299E-05
SG Av Velocity Toma A-B	[m/s]	3,006	3,006	3,006	3,006	33	Yes	7,29455E-05	2,40732E-05
SG Av Velocity Toma B-C	[m/s]	2,712	2,712	2,712	2,713	29,9	Yes	6,45733E-05	1,93299E-05
SG Av Velocity Toma C-D	[m/s]	2,310	2,309	2,308	2,310	18	Yes	0,000234329	4,23818E-05
SG Av Velocity Toma D-E	[m/s]	1,972	1,972	1,970	1,972	19,6	Yes	0,000402033	7,9074E-05
SG Av Velocity Toma E-F	[m/s]	1,858	1,858	1,858	1,859	16,3	Yes	0,000290864	4,75221E-05
SG Av Velocity Toma F-G	[m/s]	1,657	1,658	1,657	1,659	17	Yes	0,000412419	7,04941E-05
SG Av Velocity Colector	[m/s]	0,000	0,000	0,000	0,000	100	Yes	0	0
SG Av Velocity Entrada	[m/s]	2,365	2,365	2,365	2,365	81,4	Yes	2,23166E-06	1,8175E-06
SG Av Velocity Entrada Curva	[m/s]	2,413	2,413	2,413	2,413	100	Yes	8,07744E-06	8,30574E-06
SG Av Velocity Salida Curva	[m/s]	2,482	2,481	2,481	2,482	48	Yes	3,9559E-05	1,89889E-05
Ks Codo	[]	0,569	0,570	0,566	0,578	56,8	Yes	0,000508875	0,00028937
Ks Toma A	[]	6,059	6,059	6,055	6,062	27,5	Yes	0,00101214	0,000279265
Ks Toma B	[]	6,313	6,312	6,306	6,320	65,1	Yes	0,000891712	0,000580696
Ks Toma C	[]	9,098	9,097	9,083	9,111	31,2	Yes	0,002935222	0,000916318
Ks Toma D	[]	3,993	3,996	3,987	4,006	12,2	Yes	0,004898494	0,000601343
Ks Toma E	[]	3,932	3,933	3,920	3,944	16,8	Yes	0,004522155	0,000762675
Ks Toma F	[]	5,078	5,080	5,059	5,110	7,1	Yes	0,023783918	0,001689666
Ks Toma G	[]	4,162	4,130	4,084	4,185	63,1	Yes	0,006031024	0,003809636
KS A-B	[]	0,043	0,043	0,041	0,044	50,1	Yes	0,000265933	0,000133335
Ks B-C	[]	0,064	0,065	0,063	0,066	27,4	Yes	0,000442484	0,000121432
Ks C-D	[]	0,108	0,110	0,107	0,112	25,4	Yes	0,000940217	0,000239417
Ks D-E	[]	0,109	0,117	0,105	0,130	14	Yes	0,006144949	0,000864792
Ks E-F	[]	0,033	0,035	0,026	0,046	78,2	Yes	0,001061753	0,000830603
Ks F-G	[]	-0,022	-0,021	-0,034	-0,009	16,3	Yes	0,004256097	0,000694102
KS curva	[]	0,036	0,037	0,036	0,038	94,9	Yes	0,000120968	0,000114862
KS TE-Entrada	[]	1,194	1,193	1,192	1,194	34,6	Yes	0,000157133	5,44708E-05

Iterations: 598

Analysis interval: 48

6.1.2. Escenario 2.

ColectorH11_PPH_DN110.SLDASM [H11 Pentrada Pto7 Error0,90 [Predeterminado]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Static Pressure Toma G	[mm H(2)O]	12096,60	12096,94	12094,50	12098,85	31,4	Yes	0,52740988	0,16570183
SG Av Static Pressure Toma F	[mm H(2)O]	12298,63	12299,15	12298,29	12300,48	35,7	Yes	0,263174666	0,094004373
SG Av Static Pressure Toma D	[mm H(2)O]	11964,26	11964,92	11963,53	11966,58	37,7	Yes	0,297675876	0,112266286
SG Av Static Pressure Toma B	[mm H(2)O]	11978,32	11978,86	11977,83	11979,98	95,7	Yes	0,068213533	0,065297672
SG Av Static Pressure Toma E	[mm H(2)O]	12159,75	12160,30	12159,19	12161,88	35,5	Yes	0,278205552	0,099033309
SG Av Static Pressure Toma A	[mm H(2)O]	12001,18	12001,40	12000,66	12002,28	75,9	Yes	0,070367868	0,053438484
SG Av Static Pressure Toma C	[mm H(2)O]	11951,42	11951,97	11951,17	11953,21	35,2	Yes	0,18906776	0,066592176
SG Av Static Pressure AA-A	[mm H(2)O]	12238,66	12238,83	12238,06	12239,63	49,6	Yes	0,088213587	0,043816536
SG Av Static Pressure Toma A-B	[mm H(2)O]	12253,98	12254,31	12253,61	12255,26	72,3	Yes	0,075216096	0,0543926
SG Av Static Pressure Toma B-C	[mm H(2)O]	12290,32	12290,71	12290,02	12291,67	82,8	Yes	0,066498453	0,055066002
SG Av Static Pressure Toma C-D	[mm H(2)O]	12336,63	12337,45	12336,27	12339,07	52,8	Yes	0,182817792	0,096673474
SG Av Static Pressure Toma D-E	[mm H(2)O]	12363,61	12364,13	12362,98	12365,66	35	Yes	0,267401629	0,093682644
SG Av Static Pressure Toma E-F	[mm H(2)O]	12372,63	12373,19	12372,32	12374,66	44,5	Yes	0,226577955	0,100953123
SG Av Static Pressure Toma F-G	[mm H(2)O]	12389,04	12389,41	12388,61	12390,83	48,5	Yes	0,204186534	0,099036879
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	12438,88	12439,80	12437,57	12442,34	33,9	Yes	0,545744498	0,185236441
SG Av Static Entrada	[mm H(2)O]	12670,00	12670,00	12670,00	12670,00	44	Yes	0,000560847	0,000247192
SG Av Static Pressure Entrada Curva	[mm H(2)O]	12445,64	12445,62	12445,51	12445,71	44,6	Yes	0,012791004	0,005707015
SG Av Static Pressure Salida Curva	[mm H(2)O]	12448,97	12448,97	12448,77	12449,20	27,8	Yes	0,059408401	0,016574445
SG Av Total Pressure Toma G	[mm H(2)O]	12168,43	12168,77	12166,30	12170,70	30,7	Yes	0,534849498	0,16444247
SG Av Total Pressure Toma F	[mm H(2)O]	12319,09	12319,61	12318,74	12320,94	35,6	Yes	0,263897811	0,094019348
SG Av Total Pressure Toma D	[mm H(2)O]	12072,82	12073,48	12072,09	12075,14	37,5	Yes	0,299190242	0,112300689
SG Av Total Pressure Toma B	[mm H(2)O]	12055,08	12055,62	12054,59	12056,74	95,8	Yes	0,068266268	0,065428424
SG Av Total Pressure Toma E	[mm H(2)O]	12226,13	12226,68	12225,56	12228,26	35,4	Yes	0,27942073	0,099141668
SG Av Total Pressure Toma A	[mm H(2)O]	12078,78	12078,99	12078,26	12079,87	79,1	Yes	0,06736863	0,053323435
SG Av Total Pressure Toma C	[mm H(2)O]	12015,80	12016,34	12015,54	12017,59	34,8	Yes	0,190878604	0,066471363
SG Av Total Pressure AA-A	[mm H(2)O]	12527,24	12527,43	12526,67	12528,21	57,9	Yes	0,075208547	0,043583026
SG Av Total Pressure Toma A-B	[mm H(2)O]	12515,72	12516,05	12515,37	12517,01	78,4	Yes	0,068336008	0,05361766
SG Av Total Pressure Toma B-C	[mm H(2)O]	12501,41	12501,79	12501,10	12502,76	86,1	Yes	0,06467638	0,055738456
SG Av Total Pressure Toma C-D	[mm H(2)O]	12481,78	12482,51	12481,52	12483,99	57,6	Yes	0,150478239	0,086694324
SG Av Total Pressure Toma D-E	[mm H(2)O]	12467,83	12468,28	12467,31	12469,67	40,9	Yes	0,214093501	0,087594575
SG Av Total Pressure Toma E-F	[mm H(2)O]	12464,00	12464,54	12463,68	12465,96	51,8	Yes	0,200278652	0,103892749
SG Av Total Pressure Toma F-G	[mm H(2)O]	12464,84	12465,28	12464,42	12466,64	50,3	Yes	0,201801964	0,101665428
SG Av Total Pressure Colector	[mm H(2)O]	12438,88	12439,80	12437,57	12442,34	33,9	Yes	0,545744498	0,185236441
SG Av Total Entrada	[mm H(2)O]	12829,04	12829,04	12829,04	12829,05	21,6	Yes	0,000623071	0,000135034
SG Av Total Pressure Entrada Curva	[mm H(2)O]	12635,82	12635,84	12635,71	12635,97	58,1	Yes	0,011829561	0,006875113
SG Av Total Pressure Salida Curva	[mm H(2)O]	12627,90	12627,91	12627,72	12628,12	31	Yes	0,050097512	0,01557261
SG Volume Flow Rate Toma G	[m^3/s]	-0,0075	-0,0075	-0,0075	-0,0075	100	Yes	6,37383E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma F	[m^3/s]	-0,000703	-0,000703	-0,000703	-0,000703	100	Yes	3,5231E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma D	[m^3/s]	-0,001621	-0,001621	-0,001621	-0,001621	100	Yes	8,93257E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma B	[m^3/s]	-0,001359	-0,001359	-0,001359	-0,001359	100	Yes	4,12099E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma E	[m^3/s]	-0,000551	-0,000551	-0,000551	-0,000551	100	Yes	3,13287E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma A	[m^3/s]	-0,000592	-0,000592	-0,000592	-0,000592	100	Yes	1,7113E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma C	[m^3/s]	-0,002141	-0,002141	-0,002141	-0,002141	100	Yes	6,97524E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate AA-A	[m^3/s]	7,2E-08	9,1E-08	6,4E-08	1,1E-07	100	Yes	1,99714E-09	0,000224496
SG Volume Flow Rate Toma A-B	[m^3/s]	5,2E-09	1,1E-08		2,5E-08	100	Yes	7,10286E-10	0,000224496
SG Volume Flow Rate Toma B-C	[m^3/s]	2,7E-08	2,5E-08	9,4E-09	3,7E-08	100	Yes	1,44443E-09	0,000224496
SG Volume Flow Rate Toma C-D	[m^3/s]	1,3E-07	7,5E-08		2,6E-07	100	Yes	3,18898E-08	0,000224496
SG Volume Flow Rate Toma D-E	[m^3/s]	6,7E-08	8,4E-08		1,7E-07	100	Yes	2,02925E-08	0,000224496
SG Volume Flow Rate Toma E-F	[m^3/s]				6,9E-08	100	Yes	3,43492E-08	0,000224496
SG Volume Flow Rate Toma F-G	[m^3/s]	1,2E-07	6,1E-08		1,2E-07	100	Yes	1,03834E-08	0,000224496

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Flow Entrada	[m ³ /s]	0,014467	0,014467	0,014467	0,014467	100	Yes	2,64675E-09	1,45024E-08
SG Flow Rate Entrada Curva	[m ³ /s]	4,18E-09			5,84E-08	100	Yes	1,89333E-08	0,000285536
SG Flow Rate Salida Curva	[m ³ /s]					100	Yes	2,47097E-08	0,000285536
SG Av Velocity Toma G	[m/s]	1,184	1,184	1,184	1,185	19,3	Yes	0,00028568	5,53317E-05
SG Av Velocity Toma F	[m/s]	0,634	0,634	0,634	0,634	7,5	Yes	1,11693E-05	8,47782E-07
SG Av Velocity Toma D	[m/s]	1,461	1,461	1,461	1,461	16,2	Yes	1,09262E-05	1,77409E-06
SG Av Velocity Toma B	[m/s]	1,228	1,228	1,228	1,228	33,5	Yes	6,81457E-06	2,28596E-06
SG Av Velocity Toma E	[m/s]	1,142	1,142	1,142	1,142	9,1	Yes	1,24276E-05	1,13973E-06
SG Av Velocity Toma A	[m/s]	1,235	1,235	1,235	1,235	7,3	Yes	3,82362E-05	2,8194E-06
SG Av Velocity Toma C	[m/s]	1,125	1,125	1,125	1,125	30,5	Yes	2,57758E-05	7,87402E-06
SG Av Velocity AA-A	[m/s]	2,346	2,346	2,346	2,347	61,1	Yes	3,13659E-05	1,91931E-05
SG Av Velocity Toma A-B	[m/s]	2,242	2,242	2,241	2,242	48,4	Yes	2,5856E-05	1,25166E-05
SG Av Velocity Toma B-C	[m/s]	2,013	2,013	2,013	2,013	39,8	Yes	1,78269E-05	7,09585E-06
SG Av Velocity Toma C-D	[m/s]	1,663	1,662	1,662	1,663	42,5	Yes	6,94608E-05	2,95618E-05
SG Av Velocity Toma D-E	[m/s]	1,400	1,400	1,399	1,400	34,1	Yes	8,56939E-05	2,92838E-05
SG Av Velocity Toma E-F	[m/s]	1,312	1,312	1,312	1,312	36,2	Yes	4,4401E-05	1,60967E-05
SG Av Velocity Toma F-G	[m/s]	1,201	1,201	1,201	1,202	30,6	Yes	0,000109837	3,36415E-05
SG Av Velocity Colector	[m/s]	0,000	0,000	0,000	0,000	100	Yes	0	0
SG Av Velocity Entrada	[m/s]	1,767	1,767	1,767	1,767	100	Yes	9,15383E-07	9,19579E-07
SG Av Velocity Entrada Curva	[m/s]	1,802	1,803	1,802	1,803	35,3	Yes	2,19538E-05	7,76534E-06
SG Av Velocity Salida Curva	[m/s]	1,853	1,853	1,853	1,853	55,8	Yes	1,98171E-05	1,10763E-05
Ks Codo	[]	0,575	0,574	0,569	0,578	51,7	Yes	0,000479485	0,000248355
Ks Toma A	[]	5,768	5,768	5,765	5,771	27,2	Yes	0,00065536	0,000178312
Ks Toma B	[]	5,989	5,986	5,982	5,993	83,4	Yes	0,000505438	0,000421774
Ks Toma C	[]	7,529	7,527	7,519	7,533	23,6	Yes	0,002650466	0,000626645
Ks Toma D	[]	3,759	3,760	3,756	3,764	33,4	Yes	0,00147163	0,000492974
Ks Toma E	[]	3,634	3,632	3,628	3,637	23,4	Yes	0,001345684	0,000315546
Ks Toma F	[]	7,069	7,070	7,062	7,077	16,4	Yes	0,003655119	0,000599959
Ks Toma G	[]	4,145	4,147	4,126	4,175	32,9	Yes	0,006142775	0,002026097
KS A-B	[]	0,045	0,044	0,043	0,046	79,8	Yes	0,000110286	8,81006E-05
Ks B-C	[]	0,069	0,069	0,068	0,070	82,9	Yes	4,83784E-05	4,01326E-05
Ks C-D	[]	0,139	0,137	0,133	0,142	43,8	Yes	0,000999895	0,000438768
Ks D-E	[]	0,140	0,143	0,138	0,149	46,7	Yes	0,000985118	0,000460531
Ks E-F	[]	0,044	0,043	0,038	0,047	41,2	Yes	0,000739903	0,000305539
Ks F-G	[]	-0,011	-0,010	-0,012	-0,008	40,6	Yes	0,000485453	0,000197441
KS curva	[]	0,045	0,045	0,044	0,046	33,2	Yes	0,000261204	8,69508E-05
KS TE-Entrada	[]	1,215	1,215	1,214	1,215	58,9	Yes	7,35344E-05	4,33548E-05

Iterations: 545

Analysis interval: 48

6.1.3. Escenario 3.

ColectorH11_PPH_DN110.SLDASM [H11 Pentrada Pto8 Error 2,19 [Predeterminado]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Static Pressure Toma G	[mm H(2)O]	8032,09	8032,02	8029,93	8033,63	36,7	Yes	0,406180245	0,149182551
SG Av Static Pressure Toma F	[mm H(2)O]	8155,79	8155,04	8153,85	8156,82	93,5	Yes	0,101272347	0,094744061
SG Av Static Pressure Toma D	[mm H(2)O]	7923,34	7923,25	7922,07	7924,50	66,2	Yes	0,12832312	0,08500952
SG Av Static Pressure Toma B	[mm H(2)O]	7937,11	7937,08	7936,71	7937,54	71,9	Yes	0,058728686	0,04223058
SG Av Static Pressure Toma E	[mm H(2)O]	8040,98	8040,40	8039,33	8041,90	90,2	Yes	0,105934102	0,095624576
SG Av Static Pressure Toma A	[mm H(2)O]	7954,24	7954,16	7953,71	7954,70	80	Yes	0,046485339	0,037229834
SG Av Static Pressure Toma C	[mm H(2)O]	7916,32	7916,36	7915,61	7917,08	40,3	Yes	0,135991476	0,054871797
SG Av Static Pressure AA-A	[mm H(2)O]	8104,51	8104,48	8104,16	8104,99	88,9	Yes	0,03339671	0,029696314
SG Av Static Pressure Toma A-B	[mm H(2)O]	8113,96	8113,73	8113,32	8114,25	89,2	Yes	0,040727283	0,036351231
SG Av Static Pressure Toma B-C	[mm H(2)O]	8135,47	8135,36	8134,92	8135,80	100	Yes	0,035910967	0,037567712
SG Av Static Pressure Toma C-D	[mm H(2)O]	8161,12	8160,68	8159,79	8161,57	64,2	Yes	0,097697216	0,062752847
SG Av Static Pressure Toma D-E	[mm H(2)O]	8174,29	8173,96	8172,94	8175,39	100	Yes	0,087350757	0,095015681
SG Av Static Pressure Toma E-F	[mm H(2)O]	8180,39	8179,61	8178,46	8181,36	98,6	Yes	0,094516643	0,093229777
SG Av Static Pressure Toma F-G	[mm H(2)O]	8186,60	8185,77	8184,50	8187,51	91	Yes	0,108042294	0,098364476
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	8212,01	8212,29	8210,11	8214,22	51,6	Yes	0,289253043	0,149276317
SG Av Static Entrada	[mm H(2)O]	8350,00	8350,00	8350,00	8350,00	89,4	Yes	0,000228218	0,00020424
SG Av Static Pressure Entrada Curva	[mm H(2)O]	8223,10	8223,19	8223,09	8223,31	29,2	Yes	0,027033721	0,007907391
SG Av Static Pressure Salida Curva	[mm H(2)O]	8223,23	8223,27	8223,08	8223,53	29,2	Yes	0,043857118	0,012834279
SG Av Total Pressure Toma G	[mm H(2)O]	8069,02	8068,97	8066,87	8070,59	40,1	Yes	0,374509906	0,150470133
SG Av Total Pressure Toma F	[mm H(2)O]	8162,02	8161,26	8160,07	8163,05	93,5	Yes	0,101255668	0,094741428
SG Av Total Pressure Toma D	[mm H(2)O]	7993,18	7993,09	7991,91	7994,35	65,9	Yes	0,1289128	0,084999528
SG Av Total Pressure Toma B	[mm H(2)O]	7987,13	7987,10	7986,72	7987,55	72,2	Yes	0,05836557	0,042161081
SG Av Total Pressure Toma E	[mm H(2)O]	8084,48	8083,90	8082,83	8085,40	90,2	Yes	0,106022433	0,095692129
SG Av Total Pressure Toma A	[mm H(2)O]	8003,28	8003,20	8002,75	8003,74	80,7	Yes	0,045908941	0,037051079
SG Av Total Pressure Toma C	[mm H(2)O]	7959,02	7959,06	7958,31	7959,79	39,5	Yes	0,138717011	0,054800268
SG Av Total Pressure AA-A	[mm H(2)O]	8266,79	8266,75	8266,43	8267,24	83,5	Yes	0,034701299	0,029003204
SG Av Total Pressure Toma A-B	[mm H(2)O]	8260,35	8260,13	8259,72	8260,63	90,2	Yes	0,040472185	0,036533287
SG Av Total Pressure Toma B-C	[mm H(2)O]	8251,49	8251,38	8250,95	8251,84	100	Yes	0,035124027	0,038217741
SG Av Total Pressure Toma C-D	[mm H(2)O]	8238,01	8237,62	8236,75	8238,67	51,8	Yes	0,111801921	0,05794604
SG Av Total Pressure Toma D-E	[mm H(2)O]	8228,14	8227,75	8226,78	8229,21	99,9	Yes	0,08373177	0,083658912
SG Av Total Pressure Toma E-F	[mm H(2)O]	8226,43	8225,63	8224,44	8227,37	99,1	Yes	0,095838789	0,094986863
SG Av Total Pressure Toma F-G	[mm H(2)O]	8226,07	8225,25	8223,96	8227,02	91,2	Yes	0,108761435	0,099291418
SG Av Total Pressure Colector	[mm H(2)O]	8212,01	8212,29	8210,11	8214,22	51,6	Yes	0,289253043	0,149276317
SG Av Total Entrada	[mm H(2)O]	8439,36	8439,37	8439,36	8439,37	29,6	Yes	0,000352153	0,000104291
SG Av Total Pressure Entrada Curva	[mm H(2)O]	8329,27	8329,38	8329,27	8329,48	27,2	Yes	0,022314088	0,006087511
SG Av Total Pressure Salida Curva	[mm H(2)O]	8323,73	8323,77	8323,58	8324,02	32,4	Yes	0,038413838	0,012450119
SG Volume Flow Rate Toma G	[m^3/s]	-0,0054	-0,0054	-0,0054	-0,0054	100	Yes	3,37341E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma F	[m^3/s]	-0,000388	-0,000388	-0,000388	-0,000388	100	Yes	1,8549E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma D	[m^3/s]	-0,0013	-0,0013	-0,0013	-0,0013	100	Yes	4,00903E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma B	[m^3/s]	-0,001097	-0,001097	-0,001097	-0,001097	100	Yes	2,02917E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma E	[m^3/s]	-0,000446	-0,000446	-0,000446	-0,000446	100	Yes	1,91391E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma A	[m^3/s]	-0,000471	-0,000471	-0,000471	-0,000471	100	Yes	8,40799E-15	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma C	[m^3/s]	-0,001744	-0,001744	-0,001744	-0,001744	100	Yes	3,80451E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate AA-A	[m^3/s]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	100	Yes	1,57114E-09	0,000168306
SG Volume Flow Rate Toma A-B	[m^3/s]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	100	Yes	6,79785E-10	0,000168306
SG Volume Flow Rate Toma B-C	[m^3/s]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	100	Yes	1,46721E-09	0,000168306
SG Volume Flow Rate Toma C-D	[m^3/s]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	100	Yes	6,0172E-08	0,000168306
SG Volume Flow Rate Toma D-E	[m^3/s]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	100	Yes	2,07882E-08	0,000168306
SG Volume Flow Rate Toma E-F	[m^3/s]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	100	Yes	3,01142E-09	0,000168306
SG Volume Flow Rate Toma F-G	[m^3/s]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	100	Yes	5,61717E-08	0,000168306

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Flow Entrada	[m ³ /s]	0,01085	0,01085	0,01085	0,01085	100	Yes	1,95492E-09	1,08725E-08
SG Flow Rate Entrada Curva	[m ³ /s]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	100	Yes	1,21852E-08	0,000214068
SG Flow Rate Salida Curva	[m ³ /s]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	100	Yes	2,22584E-08	0,000214068
SG Av Velocity Toma G	[m/s]	0,849	0,849	0,849	0,850	18	Yes	0,000500546	9,0557E-05
SG Av Velocity Toma F	[m/s]	0,350	0,350	0,350	0,350	82,7	Yes	5,90067E-07	4,88064E-07
SG Av Velocity Toma D	[m/s]	1,172	1,172	1,172	1,172	38,1	Yes	9,54137E-06	3,64321E-06
SG Av Velocity Toma B	[m/s]	0,992	0,992	0,992	0,992	42,3	Yes	4,84876E-06	2,05386E-06
SG Av Velocity Toma E	[m/s]	0,925	0,925	0,925	0,925	34,6	Yes	3,36702E-06	1,16834E-06
SG Av Velocity Toma A	[m/s]	0,982	0,982	0,982	0,982	35,8	Yes	6,79525E-06	2,43861E-06
SG Av Velocity Toma C	[m/s]	0,916	0,916	0,916	0,916	21,1	Yes	4,06156E-05	8,58307E-06
SG Av Velocity AA-A	[m/s]	1,759	1,759	1,759	1,759	56,3	Yes	2,71093E-05	1,52841E-05
SG Av Velocity Toma A-B	[m/s]	1,676	1,676	1,676	1,676	58,3	Yes	1,79484E-05	1,04693E-05
SG Av Velocity Toma B-C	[m/s]	1,491	1,491	1,491	1,491	46,4	Yes	2,01033E-05	9,33169E-06
SG Av Velocity Toma C-D	[m/s]	1,205	1,205	1,204	1,206	65,1	Yes	8,13009E-05	5,30023E-05
SG Av Velocity Toma D-E	[m/s]	0,996	0,995	0,993	0,996	100	Yes	6,34821E-05	6,36528E-05
SG Av Velocity Toma E-F	[m/s]	0,924	0,924	0,923	0,924	100	Yes	2,3492E-05	3,20612E-05
SG Av Velocity Toma F-G	[m/s]	0,863	0,863	0,863	0,863	44,5	Yes	4,44786E-05	1,98005E-05
SG Av Velocity Colector	[m/s]	0,000	0,000	0,000	0,000	100	Yes	0	0
SG Av Velocity Entrada	[m/s]	1,324	1,324	1,324	1,325	71,4	Yes	1,48441E-06	1,0603E-06
SG Av Velocity Entrada Curva	[m/s]	1,351	1,351	1,351	1,351	62,2	Yes	8,44435E-06	5,2577E-06
SG Av Velocity Salida Curva	[m/s]	1,389	1,389	1,388	1,389	98,5	Yes	9,88699E-06	9,7471E-06
Ks Codo	[]	0,579	0,580	0,575	0,583	48,8	Yes	0,000572813	0,000279872
Ks Toma A	[]	5,362	5,363	5,360	5,367	36,6	Yes	0,00061118	0,000223758
Ks Toma B	[]	5,451	5,447	5,444	5,451	66	Yes	0,00054333	0,000358951
Ks Toma C	[]	6,835	6,832	6,820	6,843	34,7	Yes	0,003410393	0,001185348
Ks Toma D	[]	3,498	3,494	3,481	3,506	39,9	Yes	0,002353049	0,000939889
Ks Toma E	[]	3,295	3,300	3,284	3,316	38,8	Yes	0,001741982	0,000677055
Ks Toma F	[]	10,327	10,319	10,298	10,334	79,4	Yes	0,001693902	0,00134522
Ks Toma G	[]	4,273	4,250	4,224	4,292	39,8	Yes	0,007295575	0,00290901
KS A-B	[]	0,045	0,046	0,045	0,048	62,8	Yes	0,000159806	0,000100371
Ks B-C	[]	0,078	0,077	0,076	0,078	83,1	Yes	0,000107481	8,9328E-05
Ks C-D	[]	0,182	0,186	0,178	0,192	45	Yes	0,001331575	0,000600037
Ks D-E	[]	0,195	0,196	0,178	0,214	80,5	Yes	0,001699802	0,001369155
Ks E-F	[]	0,039	0,049	0,033	0,067	100	Yes	0,000952725	0,001072388
Ks F-G	[]	0,010	0,010	0,005	0,014	68,6	Yes	0,000463942	0,000318272
KS curva	[]	0,056	0,057	0,055	0,059	49,1	Yes	0,000246109	0,000121023
KS TE-Entrada	[]	1,231	1,230	1,229	1,231	27,6	Yes	0,000248187	6,86572E-05

Iterations: 558

Analysis interval: 48

6.1.4. Escenario 4.

ColectorH11_PPH_DN110.SLDASM [H11 Pentrada Pto2 Error0,73 [Predeterminado]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Static Pressure Toma G	[mm H(2)O]	14267,086	14268,334	14264,567	14270,565	100	Yes	3,035959879	15,72927419
SG Av Static Pressure Toma F	[mm H(2)O]	14536,298	14536,056	14534,760	14537,447	100	Yes	0,696782039	13,83598033
SG Av Static Pressure Toma D	[mm H(2)O]	14139,163	14138,211	14136,688	14139,989	100	Yes	1,536275614	14,18162485
SG Av Static Pressure Toma B	[mm H(2)O]	14139,153	14139,279	14138,009	14140,312	100	Yes	0,450122529	13,6206241
SG Av Static Pressure Toma E	[mm H(2)O]	14367,723	14367,480	14366,555	14369,116	100	Yes	0,647634119	16,60433803
SG Av Static Pressure Toma A	[mm H(2)O]	14184,529	14184,364	14183,343	14185,187	100	Yes	0,764498812	15,44064906
SG Av Static Pressure Toma C	[mm H(2)O]	14106,842	14106,638	14105,453	14107,715	100	Yes	1,207610075	15,45450295
SG Av Static Pressure AA-A	[mm H(2)O]	14456,907	14456,669	14455,799	14457,389	100	Yes	0,247927854	14,21226333
SG Av Static Pressure Toma A-B	[mm H(2)O]	14474,938	14474,927	14473,912	14475,953	100	Yes	0,308007504	14,63119557
SG Av Static Pressure Toma B-C	[mm H(2)O]	14519,954	14519,931	14518,929	14520,962	100	Yes	0,344653122	14,52006893
SG Av Static Pressure Toma C-D	[mm H(2)O]	14578,857	14578,640	14577,690	14579,878	100	Yes	0,213556037	14,0150418
SG Av Static Pressure Toma D-E	[mm H(2)O]	14612,490	14612,305	14611,353	14613,865	100	Yes	0,173805056	13,80663772
SG Av Static Pressure Toma E-F	[mm H(2)O]	14623,845	14623,640	14622,525	14625,131	100	Yes	0,146925597	13,98575655
SG Av Static Pressure Toma F-G	[mm H(2)O]	14644,192	14643,823	14642,675	14645,330	100	Yes	0,40069083	14,0801907
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	14706,960	14707,010	14703,943	14709,318	100	Yes	2,188382155	14,11099083
SG Av Static Entrada	[mm H(2)O]	14990,000	14989,998	14989,985	14990,012	100	Yes	0,001226113	6,171850738
SG Av Static Pressure Entrada Curva	[mm H(2)O]	14712,379	14712,360	14712,241	14712,514	100	Yes	0,188761622	7,520506657
SG Av Static Pressure Salida Curva	[mm H(2)O]	14717,459	14717,510	14717,255	14717,757	100	Yes	0,271693745	13,56448537
SG Av Total Pressure Toma G	[mm H(2)O]	14359,352	14360,491	14356,648	14362,772	100	Yes	2,294769761	15,64777336
SG Av Total Pressure Toma F	[mm H(2)O]	14560,586	14560,344	14559,049	14561,736	100	Yes	0,698788199	13,83405457
SG Av Total Pressure Toma D	[mm H(2)O]	14266,985	14266,024	14264,495	14267,802	100	Yes	1,526747146	14,17736498
SG Av Total Pressure Toma B	[mm H(2)O]	14232,674	14232,800	14231,531	14233,837	100	Yes	0,465805514	13,61220194
SG Av Total Pressure Toma E	[mm H(2)O]	14447,480	14447,232	14446,306	14448,873	100	Yes	0,726570577	16,58789874
SG Av Total Pressure Toma A	[mm H(2)O]	14273,587	14273,426	14272,403	14274,247	100	Yes	0,769780738	15,41140748
SG Av Total Pressure Toma C	[mm H(2)O]	14185,223	14185,013	14183,832	14186,083	100	Yes	1,182512407	15,34323062
SG Av Total Pressure AA-A	[mm H(2)O]	14815,442	14815,242	14814,386	14815,972	100	Yes	0,2425647	14,98914601
SG Av Total Pressure Toma A-B	[mm H(2)O]	14801,196	14801,172	14800,150	14802,186	100	Yes	0,314827252	15,20834915
SG Av Total Pressure Toma B-C	[mm H(2)O]	14783,699	14783,675	14782,660	14784,701	100	Yes	0,363336368	14,77968945
SG Av Total Pressure Toma C-D	[mm H(2)O]	14760,614	14760,477	14759,471	14761,646	100	Yes	0,320664383	14,12044118
SG Av Total Pressure Toma D-E	[mm H(2)O]	14744,433	14744,307	14743,345	14745,755	100	Yes	0,13986276	13,8867523
SG Av Total Pressure Toma E-F	[mm H(2)O]	14740,113	14739,904	14738,742	14741,346	100	Yes	0,117077351	14,01212386
SG Av Total Pressure Toma F-G	[mm H(2)O]	14741,296	14741,039	14739,900	14742,481	100	Yes	0,440943104	14,08661528
SG Av Total Pressure Colector	[mm H(2)O]	14706,960	14707,010	14703,943	14709,318	100	Yes	2,188382155	14,11099083
SG Av Total Entrada	[mm H(2)O]	15187,615	15187,608	15187,600	15187,615	100	Yes	0,00115071	6,087803836
SG Av Total Pressure Entrada Curva	[mm H(2)O]	14949,157	14949,134	14948,987	14949,308	100	Yes	0,163971988	7,478389593
SG Av Total Pressure Salida Curva	[mm H(2)O]	14939,801	14939,839	14939,608	14940,076	100	Yes	0,278240656	13,7402305
SG Volume Flow Rate Toma G	[m³/s]	-0,0085	-0,0085	-0,0085	-0,0085	100	Yes	1,41213E-12	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma F	[m³/s]	-0,0008	-0,0008	-0,0008	-0,0008	100	Yes	2,17428E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma D	[m³/s]	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	100	Yes	1,71138E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma B	[m³/s]	-0,0015	-0,0015	-0,0015	-0,0015	100	Yes	6,15903E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma E	[m³/s]	-0,0006	-0,0006	-0,0006	-0,0006	100	Yes	2,21965E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma A	[m³/s]	-0,0006	-0,0006	-0,0006	-0,0006	100	Yes	9,50542E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma C	[m³/s]	-0,0024	-0,0024	-0,0024	-0,0024	100	Yes	9,83926E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate AA-A	[m³/s]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	3,38145E-09	0,000250224
SG Volume Flow Rate Toma A-B	[m³/s]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	2,20454E-09	0,000250224
SG Volume Flow Rate Toma B-C	[m³/s]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	3,35076E-08	0,000250224
SG Volume Flow Rate Toma C-D	[m³/s]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	1,98226E-08	0,000250224
SG Volume Flow Rate Toma D-E	[m³/s]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	1,70889E-08	0,000250224
SG Volume Flow Rate Toma E-F	[m³/s]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	3,52266E-08	0,000250224
SG Volume Flow Rate Toma F-G	[m³/s]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	5,08333E-08	0,000250224

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Velocity Toma G	[m/s]	1,342	1,341	1,340	1,342	100	Yes	0,002293613	0,003250317
SG Av Velocity Toma F	[m/s]	0,691	0,691	0,691	0,691	100	Yes	2,68299E-05	0,000503208
SG Av Velocity Toma D	[m/s]	1,585	1,585	1,585	1,585	100	Yes	9,61146E-05	0,000956203
SG Av Velocity Toma B	[m/s]	1,356	1,356	1,356	1,356	100	Yes	9,83959E-05	0,001037645
SG Av Velocity Toma E	[m/s]	1,252	1,252	1,252	1,252	100	Yes	7,2646E-05	0,000306085
SG Av Velocity Toma A	[m/s]	1,323	1,323	1,323	1,323	100	Yes	0,000115889	0,000569506
SG Av Velocity Toma C	[m/s]	1,241	1,241	1,241	1,241	100	Yes	0,000202628	0,001161496
SG Av Velocity AA-A	[m/s]	2,615	2,615	2,615	2,616	100	Yes	4,22575E-05	0,001873185
SG Av Velocity Toma A-B	[m/s]	2,503	2,503	2,503	2,503	100	Yes	4,77547E-05	0,00153504
SG Av Velocity Toma B-C	[m/s]	2,251	2,251	2,250	2,251	100	Yes	8,03739E-05	0,001024588
SG Av Velocity Toma C-D	[m/s]	1,864	1,864	1,863	1,864	100	Yes	0,000126063	0,000622364
SG Av Velocity Toma D-E	[m/s]	1,579	1,579	1,578	1,579	100	Yes	4,44992E-05	0,000474928
SG Av Velocity Toma E-F	[m/s]	1,482	1,482	1,482	1,483	100	Yes	0,000138819	0,000440706
SG Av Velocity Toma F-G	[m/s]	1,362	1,362	1,362	1,363	100	Yes	0,000454693	0,000487603
SG Av Velocity Colector	[m/s]	0,000	0,000	0,000	0,000	100	Yes	0	0
SG Av Velocity Entrada	[m/s]	1,969	1,969	1,969	1,969	100	Yes	3,10379E-06	0,000424648
SG Av Velocity Entrada Curva	[m/s]	2,009	2,009	2,009	2,009	100	Yes	5,90255E-06	0,000505737
SG Av Velocity Salida Curva	[m/s]	2,066	2,066	2,066	2,066	100	Yes	0,000112789	0,002488416
SG Mass Flow Entrada	[kg/s]	16,086	16,086	16,086	16,086	100	Yes	4,84789E-06	0,01608566
SG Mass Flow Rate Entrada Curva	[kg/s]	0,000	0,000	0,000	0,000	100	Yes	1,26858E-05	0,317483077
SG Mass Flow Rate Salida Curva	[kg/s]	-0,001	-0,001	-0,002	-0,001	100	Yes	4,83685E-05	0,000198837
Ks Codo	[]	0,572	0,573	0,570	0,577	100	Yes	0,000794709	0,00936729
Ks Toma A	[]	6,072	6,071	6,068	6,075	100	Yes	0,006498929	0,030594393
Ks Toma B	[]	6,067	6,065	6,058	6,071	100	Yes	0,00398615	0,062657253
Ks Toma C	[]	7,620	7,623	7,616	7,631	100	Yes	0,008093708	0,095660297
Ks Toma D	[]	3,854	3,861	3,852	3,869	100	Yes	0,014159748	0,042465057
Ks Toma E	[]	3,715	3,717	3,715	3,719	100	Yes	0,004682214	0,038441351
Ks Toma F	[]	7,376	7,377	7,369	7,386	100	Yes	0,016920114	0,080290608
Ks Toma G	[]	4,159	4,149	4,121	4,182	100	Yes	0,014155717	0,035992605
KS A-B	[]	0,045	0,044	0,043	0,045	100	Yes	0,000552771	0,002197633
Ks B-C	[]	0,068	0,068	0,067	0,068	100	Yes	0,000236806	0,003197076
Ks C-D	[]	0,130	0,131	0,128	0,133	100	Yes	0,000773988	0,006204424
Ks D-E	[]	0,127	0,127	0,124	0,131	100	Yes	0,002245686	0,005455018
Ks E-F	[]	0,039	0,039	0,036	0,042	100	Yes	0,000423537	0,00264239
Ks F-G	[]	-0,013	-0,012	-0,013	-0,011	100	Yes	0,002349872	0,002602643
KS curva	[]	0,043	0,043	0,042	0,044	100	Yes	0,000529856	0,0313813
KS TE-Entrada	[]	1,207	1,207	1,206	1,207	100	Yes	0,000822959	0,012714501

Iterations: 161

Analysis interval: 48

6.1.5. Escenario 5.

ColectorH11_PPH_DN110.SLDASM [H11 Pentrada Pto9 Error 1,05 [Predeterminado]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Static Pressure Toma G	[mm H(2)O]	17718,05	17717,98	17712,77	17721,18	27,7	Yes	1,323295382	0,367084814
SG Av Static Pressure Toma F	[mm H(2)O]	18030,75	18030,02	18024,55	18032,06	17,2	Yes	1,313426997	0,226357565
SG Av Static Pressure Toma D	[mm H(2)O]	17588,51	17586,64	17583,61	17588,82	16,2	Yes	1,000250046	0,162757266
SG Av Static Pressure Toma B	[mm H(2)O]	17591,33	17591,23	17589,35	17593,05	64,6	Yes	0,184516794	0,119235535
SG Av Static Pressure Toma E	[mm H(2)O]	17854,81	17854,23	17849,62	17856,25	23,6	Yes	0,875791325	0,207225081
SG Av Static Pressure Toma A	[mm H(2)O]	17647,81	17648,03	17646,83	17649,43	93,1	Yes	0,113519629	0,105722783
SG Av Static Pressure Toma C	[mm H(2)O]	17544,42	17545,22	17543,72	17547,13	28,6	Yes	0,381731673	0,109551123
SG Av Static Pressure AA-A	[mm H(2)O]	17965,56	17965,44	17964,42	17966,65	66	Yes	0,130801902	0,086420565
SG Av Static Pressure Toma A-B	[mm H(2)O]	17987,56	17987,60	17986,43	17988,91	89,6	Yes	0,110075026	0,09872193
SG Av Static Pressure Toma B-C	[mm H(2)O]	18042,33	18042,69	18041,51	18043,98	73,7	Yes	0,139353034	0,10276719
SG Av Static Pressure Toma C-D	[mm H(2)O]	18116,27	18115,67	18113,91	18117,45	19,9	Yes	0,67002172	0,133484712
SG Av Static Pressure Toma D-E	[mm H(2)O]	18159,19	18158,77	18154,52	18160,92	21,9	Yes	0,862748432	0,189384413
SG Av Static Pressure Toma E-F	[mm H(2)O]	18174,41	18173,77	18168,43	18175,82	25,7	Yes	0,853023079	0,219995807
SG Av Static Pressure Toma F-G	[mm H(2)O]	18206,33	18205,55	18199,11	18207,79	27,6	Yes	0,870181023	0,240826862
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	18285,69	18287,84	18281,52	18291,94	23,9	Yes	1,392198547	0,333958545
SG Av Static Entrada	[mm H(2)O]	18640,00	18640,00	18639,99	18640,01	56,1	Yes	0,000978735	0,000549946
SG Av Static Pressure Entrada Curva	[mm H(2)O]	18288,73	18288,90	18288,64	18289,20	31,6	Yes	0,045934444	0,014524742
SG Av Static Pressure Salida Curva	[mm H(2)O]	18296,99	18297,02	18296,58	18297,27	31,8	Yes	0,144884974	0,046112646
SG Av Total Pressure Toma G	[mm H(2)O]	17837,86	17837,88	17832,57	17841,13	27,1	Yes	1,343611087	0,364651631
SG Av Total Pressure Toma F	[mm H(2)O]	18072,43	18071,70	18066,23	18073,74	17,2	Yes	1,312880309	0,226343471
SG Av Total Pressure Toma D	[mm H(2)O]	17741,56	17739,69	17736,66	17741,87	16,2	Yes	1,000577996	0,162914063
SG Av Total Pressure Toma B	[mm H(2)O]	17701,10	17701,01	17699,12	17702,82	64,6	Yes	0,184429814	0,119231062
SG Av Total Pressure Toma E	[mm H(2)O]	17954,13	17953,55	17948,94	17955,57	23,6	Yes	0,877117941	0,207211365
SG Av Total Pressure Toma A	[mm H(2)O]	17751,91	17752,12	17750,93	17753,51	94,1	Yes	0,111401456	0,104918714
SG Av Total Pressure Toma C	[mm H(2)O]	17637,58	17638,39	17636,88	17640,30	28,9	Yes	0,382601758	0,110654835
SG Av Total Pressure AA-A	[mm H(2)O]	18421,69	18421,57	18420,53	18422,82	62,8	Yes	0,131075964	0,082345922
SG Av Total Pressure Toma A-B	[mm H(2)O]	18403,88	18403,92	18402,75	18405,25	82,4	Yes	0,115944828	0,095621193
SG Av Total Pressure Toma B-C	[mm H(2)O]	18381,77	18382,19	18380,96	18383,52	71,7	Yes	0,144359386	0,103540845
SG Av Total Pressure Toma C-D	[mm H(2)O]	18353,91	18353,46	18351,73	18355,19	21,5	Yes	0,608546335	0,130915694
SG Av Total Pressure Toma D-E	[mm H(2)O]	18334,39	18334,13	18329,92	18336,23	25,8	Yes	0,690432445	0,178204728
SG Av Total Pressure Toma E-F	[mm H(2)O]	18329,39	18328,87	18323,43	18330,95	30,5	Yes	0,715627277	0,21828006
SG Av Total Pressure Toma F-G	[mm H(2)O]	18332,64	18332,05	18325,55	18334,19	31,7	Yes	0,771401092	0,244734214
SG Av Total Pressure Colector	[mm H(2)O]	18285,69	18287,84	18281,52	18291,94	23,9	Yes	1,392198547	0,333958545
SG Av Total Entrada	[mm H(2)O]	18891,27	18891,27	18891,27	18891,28	30,2	Yes	0,001087521	0,000329249
SG Av Total Pressure Entrada Curva	[mm H(2)O]	18590,39	18590,54	18590,34	18590,81	44	Yes	0,028572181	0,012581012
SG Av Total Pressure Salida Curva	[mm H(2)O]	18579,77	18579,80	18579,38	18580,03	31,5	Yes	0,13427334	0,042306651
SG Volume Flow Rate Toma G	[m^3/s]	-0,009695	-0,009695	-0,009695	-0,009695	100	Yes	1,7236E-12	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma F	[m^3/s]	-0,001003	-0,001003	-0,001003	-0,001003	100	Yes	1,12561E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma D	[m^3/s]	-0,001925	-0,001925	-0,001925	-0,001925	100	Yes	1,46303E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma B	[m^3/s]	-0,001625	-0,001625	-0,001625	-0,001625	100	Yes	7,96216E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma E	[m^3/s]	-0,000674	-0,000674	-0,000674	-0,000674	100	Yes	6,4243E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma A	[m^3/s]	-0,000685	-0,000685	-0,000685	-0,000685	100	Yes	3,59808E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma C	[m^3/s]	-0,002575	-0,002575	-0,002575	-0,002575	100	Yes	1,68722E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate AA-A	[m^3/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	2,88712E-09	0,000282144
SG Volume Flow Rate Toma A-B	[m^3/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	1,27406E-09	0,000282144
SG Volume Flow Rate Toma B-C	[m^3/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	4,5612E-09	0,000282144
SG Volume Flow Rate Toma C-D	[m^3/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	1,13302E-08	0,000282145
SG Volume Flow Rate Toma D-E	[m^3/s]	0,000000	0,000000	-0,000001	0,000000	100	Yes	3,07641E-08	0,000282145
SG Volume Flow Rate Toma E-F	[m^3/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	1,14658E-08	0,000282145
SG Volume Flow Rate Toma F-G	[m^3/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	1,18971E-08	0,000282145

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Flow Entrada	[m ³ /s]	0,018182	0,018182	0,018182	0,018182	100	Yes	6,876E-09	1,82264E-08
SG Flow Rate Entrada Curva	[m ³ /s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	1,54401E-08	0,000358858
SG Flow Rate Salida Curva	[m ³ /s]	-0,000001	-0,000002	-0,000002	-0,000001	100	Yes	5,33941E-08	0,000358858
SG Av Velocity Toma G	[m/s]	1,5296	1,5301	1,5293	1,5309	23,2	Yes	0,000204446	4,74936E-05
SG Av Velocity Toma F	[m/s]	0,9052	0,9052	0,9052	0,9053	26,1	Yes	6,41694E-06	1,68086E-06
SG Av Velocity Toma D	[m/s]	1,7347	1,7347	1,7346	1,7347	25,9	Yes	1,30505E-05	3,38524E-06
SG Av Velocity Toma B	[m/s]	1,4691	1,4691	1,4691	1,4691	46,3	Yes	7,19178E-06	3,33386E-06
SG Av Velocity Toma E	[m/s]	1,3974	1,3974	1,3974	1,3974	12,4	Yes	1,05797E-05	1,31419E-06
SG Av Velocity Toma A	[m/s]	1,4306	1,4305	1,4304	1,4306	42,4	Yes	2,07864E-05	8,82715E-06
SG Av Velocity Toma C	[m/s]	1,3533	1,3533	1,3532	1,3534	47,1	Yes	1,90954E-05	8,99526E-06
SG Av Velocity AA-A	[m/s]	2,9504	2,9503	2,9498	2,9507	29,3	Yes	8,20019E-05	2,40438E-05
SG Av Velocity Toma A-B	[m/s]	2,8281	2,8281	2,8278	2,8284	35,4	Yes	6,37748E-05	2,25782E-05
SG Av Velocity Toma B-C	[m/s]	2,5542	2,5543	2,5541	2,5545	36,4	Yes	4,50717E-05	1,64216E-05
SG Av Velocity Toma C-D	[m/s]	2,1319	2,1318	2,1304	2,1324	40	Yes	0,000154079	6,17066E-05
SG Av Velocity Toma D-E	[m/s]	1,8203	1,8202	1,8188	1,8209	48,3	Yes	0,000121084	5,84981E-05
SG Av Velocity Toma E-F	[m/s]	1,7125	1,7126	1,7123	1,7132	21,9	Yes	0,000115885	2,54078E-05
SG Av Velocity Toma F-G	[m/s]	1,5544	1,5550	1,5543	1,5557	32,9	Yes	0,00016009	5,27891E-05
SG Av Velocity Colector	[m/s]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	0	0
SG Av Velocity Entrada	[m/s]	2,2203	2,2203	2,2203	2,2203	64,2	Yes	2,47046E-06	1,58727E-06
SG Av Velocity Entrada Curva	[m/s]	2,2655	2,2656	2,2655	2,2657	49,6	Yes	2,12456E-05	1,05486E-05
SG Av Velocity Salida Curva	[m/s]	2,3303	2,3303	2,3300	2,3305	30,3	Yes	7,73469E-05	2,34482E-05
Ks Codo	[]	0,5712	0,5717	0,5670	0,5759	46,9	Yes	0,000593309	0,000278299
Ks Toma A	[]	6,4210	6,4185	6,4154	6,4216	45,6	Yes	0,000620983	0,000283405
Ks Toma B	[]	6,3889	6,3901	6,3825	6,3986	42,3	Yes	0,001238612	0,000524149
Ks Toma C	[]	7,9731	7,9680	7,9549	7,9764	23	Yes	0,003252927	0,000749963
Ks Toma D	[]	3,9926	4,0020	3,9920	4,0166	16,6	Yes	0,003553079	0,000590766
Ks Toma E	[]	3,8209	3,8240	3,8167	3,8335	23,6	Yes	0,001974007	0,000467629
Ks Toma F	[]	6,1523	6,1574	6,1523	6,1654	7,3	Yes	0,013163198	0,000968556
Ks Toma G	[]	4,1493	4,1412	4,1176	4,1794	28,4	Yes	0,006929288	0,001973942
KS A-B	[]	0,0437	0,0433	0,0420	0,0444	73,1	Yes	0,000153623	0,000112346
Ks B-C	[]	0,0665	0,0654	0,0634	0,0667	43,5	Yes	0,000263895	0,000115046
Ks C-D	[]	0,1203	0,1240	0,1191	0,1301	14,9	Yes	0,002511835	0,000376515
Ks D-E	[]	0,1155	0,1145	0,1083	0,1356	45,8	Yes	0,001626599	0,000745249
Ks E-F	[]	0,0335	0,0352	0,0262	0,0434	72	Yes	0,000680993	0,000490889
Ks F-G	[]	-0,0264	-0,0258	-0,0286	-0,0172	42	Yes	0,000712245	0,000299774
KS curva	[]	0,0384	0,0388	0,0378	0,0406	31,6	Yes	0,000494876	0,000156836
KS TE-Entrada	[]	1,1975	1,1969	1,1958	1,1977	43,9	Yes	0,000112738	4,95531E-05

Iterations: 540

Analysis interval: 48

6.1.6. Escenario 6.

ColectorH11_PPH_DN110.SLDASM [H11 Pentrada Pto3 Error-0,62 [Predeterminado]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Static Pressure Toma G	[mm H(2)O]	27612,42	27610,77	27604,42	27619,12758	36,9	Yes	1,2535589	0,462840754
SG Av Static Pressure Toma F	[mm H(2)O]	27982,28	27981,60	27978,99	27984,95307	45,4	Yes	0,36783949	0,167053354
SG Av Static Pressure Toma D	[mm H(2)O]	27563,87	27563,54	27560,90	27566,54482	64	Yes	0,255522294	0,163571468
SG Av Static Pressure Toma B	[mm H(2)O]	27422,49	27421,17	27417,92	27424,12443	100	Yes	0,180707933	0,198757243
SG Av Static Pressure Toma E	[mm H(2)O]	27860,54	27860,34	27857,63	27863,23156	97,9	Yes	0,176255177	0,172712648
SG Av Static Pressure Toma A	[mm H(2)O]	27496,71	27496,80	27493,82	27498,72316	43,2	Yes	0,301877364	0,130608328
SG Av Static Pressure Toma C	[mm H(2)O]	27342,36	27342,59	27339,57	27345,12431	79,8	Yes	0,229788984	0,183551838
SG Av Static Pressure AA-A	[mm H(2)O]	28015,99	28016,04	28013,20	28017,64261	51,5	Yes	0,210821955	0,108646824
SG Av Static Pressure Toma A-B	[mm H(2)O]	28053,61	28053,33	28050,49	28055,37655	62,4	Yes	0,220503149	0,137665749
SG Av Static Pressure Toma B-C	[mm H(2)O]	28145,11	28144,50	28142,12	28147,06229	61,8	Yes	0,246581943	0,152428488
SG Av Static Pressure Toma C-D	[mm H(2)O]	28267,41	28266,76	28264,49	28269,13496	79,5	Yes	0,188752029	0,150073891
SG Av Static Pressure Toma D-E	[mm H(2)O]	28335,25	28334,54	28331,93	28337,51939	75,8	Yes	0,232302368	0,176221363
SG Av Static Pressure Toma E-F	[mm H(2)O]	28360,57	28360,14	28357,55	28362,94496	100	Yes	0,154491238	0,15799129
SG Av Static Pressure Toma F-G	[mm H(2)O]	28429,21	28428,63	28426,30	28431,16648	79,3	Yes	0,249689833	0,198117408
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	28567,37	28569,28	28563,09	28575,17311	39,3	Yes	1,054959418	0,415422191
SG Av Static Entrada	[mm H(2)O]	29129,99	29130,00	29129,99	29130,00779	60,5	Yes	0,001835477	0,001110882
SG Av Static Pressure Entrada Curva	[mm H(2)O]	28547,93	28548,18	28547,65	28548,7668	55,8	Yes	0,062655326	0,035006579
SG Av Static Pressure Salida Curva	[mm H(2)O]	28566,93	28567,01	28566,37	28567,62858	47,4	Yes	0,077211455	0,036626612
SG Av Total Pressure Toma G	[mm H(2)O]	27813,71	27812,17	27805,62	27820,62441	36,7	Yes	1,268742242	0,466507002
SG Av Total Pressure Toma F	[mm H(2)O]	28099,61	28098,92	28096,31	28102,27784	45,3	Yes	0,368341705	0,167006375
SG Av Total Pressure Toma D	[mm H(2)O]	27763,13	27762,81	27760,16	27765,80922	63,6	Yes	0,257039203	0,163509999
SG Av Total Pressure Toma B	[mm H(2)O]	27597,98	27596,65	27593,41	27599,61906	100	Yes	0,17944498	0,199436423
SG Av Total Pressure Toma E	[mm H(2)O]	28015,17	28014,97	28012,27	28017,86591	98,2	Yes	0,175809487	0,172716182
SG Av Total Pressure Toma A	[mm H(2)O]	27667,41	27667,50	27664,56	27669,44905	41,6	Yes	0,314764365	0,131010641
SG Av Total Pressure Toma C	[mm H(2)O]	27491,28	27491,52	27488,49	27494,06234	80,6	Yes	0,228255289	0,184170588
SG Av Total Pressure AA-A	[mm H(2)O]	28776,60	28776,75	28774,05	28778,33667	55,4	Yes	0,192866157	0,107019691
SG Av Total Pressure Toma A-B	[mm H(2)O]	28748,43	28748,19	28745,44	28750,26744	64	Yes	0,213824541	0,136999253
SG Av Total Pressure Toma B-C	[mm H(2)O]	28714,50	28713,90	28711,50	28716,52131	62,6	Yes	0,250456645	0,156991626
SG Av Total Pressure Toma C-D	[mm H(2)O]	28669,20	28668,54	28666,22	28670,90537	78,5	Yes	0,190661376	0,149676398
SG Av Total Pressure Toma D-E	[mm H(2)O]	28642,76	28642,05	28639,40	28644,96727	77,8	Yes	0,222068733	0,172884211
SG Av Total Pressure Toma E-F	[mm H(2)O]	28634,50	28634,09	28631,44	28636,938	92,8	Yes	0,169252854	0,15716358
SG Av Total Pressure Toma F-G	[mm H(2)O]	28641,29	28641,01	28638,68	28643,67695	79,9	Yes	0,249041073	0,19908716
SG Av Total Pressure Colector	[mm H(2)O]	28567,37	28569,28	28563,09	28575,17311	39,3	Yes	1,054959418	0,415422191
SG Av Total Entrada	[mm H(2)O]	29549,24	29549,25	29549,24	29549,25105	39,4	Yes	0,001590877	0,000628064
SG Av Total Pressure Entrada Curva	[mm H(2)O]	29053,25	29053,48	29052,98	29054,04655	59,5	Yes	0,064145852	0,038227923
SG Av Total Pressure Salida Curva	[mm H(2)O]	29038,72	29038,81	29038,19	29039,4049	45,1	Yes	0,080931468	0,036561228
SG Volume Flow Rate Toma G	[m^3/s]	-0,012575	-0,012575	-0,012575	-0,012575	100	Yes	2,56238E-12	1,26057E-08
SG Volume Flow Rate Toma F	[m^3/s]	-0,001682	-0,001682	-0,001682	-0,001682	100	Yes	1,41475E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma D	[m^3/s]	-0,002197	-0,002197	-0,002197	-0,002197	100	Yes	1,74913E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma B	[m^3/s]	-0,002054	-0,002054	-0,002054	-0,002054	100	Yes	1,39042E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma E	[m^3/s]	-0,000841	-0,000841	-0,000841	-0,000841	100	Yes	7,87099E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma A	[m^3/s]	-0,000877	-0,000877	-0,000877	-0,000877	100	Yes	6,15446E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma C	[m^3/s]	-0,003256	-0,003256	-0,003256	-0,003256	100	Yes	2,91965E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate AA-A	[m^3/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	2,91144E-09	0,000364389
SG Volume Flow Rate Toma A-B	[m^3/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	1,37148E-09	0,000364389
SG Volume Flow Rate Toma B-C	[m^3/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	4,91502E-09	0,000364389
SG Volume Flow Rate Toma C-D	[m^3/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	2,9466E-09	0,000364389
SG Volume Flow Rate Toma D-E	[m^3/s]	0,000000	0,000000	-0,000001	0,000000	100	Yes	4,07725E-08	0,000364389
SG Volume Flow Rate Toma E-F	[m^3/s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	6,89864E-09	0,000364389
SG Volume Flow Rate Toma F-G	[m^3/s]	0,000000	0,000000	-0,000001	0,000000	100	Yes	7,62329E-08	0,000364389

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Flow Entrada	[m ³ /s]	0,023482	0,023482	0,023482	0,023482	100	Yes	5,11482E-09	2,35394E-08
SG Flow Rate Entrada Curva	[m ³ /s]	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	100	Yes	3,37428E-09	0,000463465
SG Flow Rate Salida Curva	[m ³ /s]	-0,000002	-0,000002	-0,000002	-0,000002	100	Yes	2,00286E-09	0,000463465
SG Av Velocity Toma G	[m/s]	1,983	1,983	1,982	1,984	25,1	Yes	0,000370816	9,33234E-05
SG Av Velocity Toma F	[m/s]	1,519	1,519	1,519	1,519	46,9	Yes	6,30837E-06	2,95957E-06
SG Av Velocity Toma D	[m/s]	1,979	1,979	1,979	1,979	19,7	Yes	8,74851E-06	1,72722E-06
SG Av Velocity Toma B	[m/s]	1,857	1,857	1,857	1,858	52,2	Yes	1,24329E-05	6,4904E-06
SG Av Velocity Toma E	[m/s]	1,744	1,744	1,744	1,744	44,3	Yes	4,46565E-06	1,98145E-06
SG Av Velocity Toma A	[m/s]	1,832	1,832	1,832	1,832	11,5	Yes	9,15262E-05	1,05855E-05
SG Av Velocity Toma C	[m/s]	1,711	1,711	1,711	1,711	25,8	Yes	4,55804E-05	1,1781E-05
SG Av Velocity AA-A	[m/s]	3,810	3,811	3,810	3,811	82,9	Yes	5,20931E-05	4,32032E-05
SG Av Velocity Toma A-B	[m/s]	3,654	3,654	3,654	3,655	82,2	Yes	3,73523E-05	3,07254E-05
SG Av Velocity Toma B-C	[m/s]	3,308	3,308	3,308	3,309	85,2	Yes	2,4365E-05	2,07783E-05
SG Av Velocity Toma C-D	[m/s]	2,774	2,774	2,774	2,774	60,6	Yes	2,91248E-05	1,76776E-05
SG Av Velocity Toma D-E	[m/s]	2,419	2,419	2,418	2,419	58,8	Yes	4,20613E-05	2,4774E-05
SG Av Velocity Toma E-F	[m/s]	2,284	2,284	2,284	2,284	44,6	Yes	2,99922E-05	1,33915E-05
SG Av Velocity Toma F-G	[m/s]	2,018	2,019	2,018	2,020	40,5	Yes	0,00019033	7,7184E-05
SG Av Velocity Colector	[m/s]	0,000	0,000	0,000	0,000	100	Yes	0	0
SG Av Velocity Entrada	[m/s]	2,868	2,868	2,868	2,868	99,7	Yes	2,3483E-06	2,3417E-06
SG Av Velocity Entrada Curva	[m/s]	2,927	2,927	2,926	2,927	90,9	Yes	1,02655E-05	9,33395E-06
SG Av Velocity Salida Curva	[m/s]	3,010	3,010	3,010	3,010	62,7	Yes	1,41006E-05	8,84181E-06
Ks Codo	[]	0,568	0,567	0,564	0,573	73,5	Yes	0,000308057	0,000226708
Ks Toma A	[]	6,485	6,485	6,480	6,489	21	Yes	0,001377799	0,000290284
Ks Toma B	[]	6,542	6,548	6,540	6,556	100	Yes	0,000570782	0,000875626
Ks Toma C	[]	8,198	8,191	8,183	8,198	50,4	Yes	0,001453997	0,000733294
Ks Toma D	[]	4,538	4,536	4,532	4,541	43,6	Yes	0,000697523	0,000304285
Ks Toma E	[]	4,050	4,047	4,041	4,052	55,2	Yes	0,000540051	0,000298307
Ks Toma F	[]	4,549	4,552	4,548	4,556	17,4	Yes	0,001979034	0,000346181
Ks Toma G	[]	4,131	4,135	4,101	4,173	37,5	Yes	0,005993069	0,002251251
KS A-B	[]	0,041	0,042	0,040	0,043	68,2	Yes	0,000118467	8,08985E-05
Ks B-C	[]	0,061	0,061	0,060	0,063	60,1	Yes	0,000163395	9,82635E-05
Ks C-D	[]	0,115	0,116	0,114	0,117	49	Yes	0,000243059	0,000119108
Ks D-E	[]	0,089	0,089	0,086	0,092	40,7	Yes	0,000507802	0,000206709
Ks E-F	[]	0,031	0,030	0,027	0,034	41,4	Yes	0,000427368	0,000176994
Ks F-G	[]	-0,033	-0,033	-0,037	-0,030	43,4	Yes	0,000578271	0,000251135
KS curva	[]	0,031	0,032	0,031	0,032	54,2	Yes	6,6807E-05	3,62264E-05
KS TE-Entrada	[]	1,183	1,183	1,182	1,184	60,2	Yes	0,000153816	9,26876E-05

Iterations: 542

Analysis interval: 48

6.2. Obtención de los índices estadísticos para la validación de los modelos CFD con los ensayos hidráulicos.

Escenario	Toma	P _{obs}	P _{CFD}	$(P_{obs,i} - P_{CFD,i})$	$(P_{obs,i} - P_{CFD,i})^2$	$ P_{obs,i} - P_{CFD,i} $	$(P_{obs,i} - \overline{P_{obs}})^2$	$\frac{(P_{CFD,i} - \overline{P_{obs}} + P_{obs,i} - \overline{P_{obs}})^2}{2}$	$\frac{ P_{CFD,i} - \overline{P_{obs}} + P_{obs,i} - \overline{P_{obs}} }{2}$
1	Toma A	19,58	19,50	0,0708	0,0050	0,0708	8,296	32,375	5,690
1	Toma B	19,56	19,47	0,0916	0,0084	0,0916	8,210	31,799	5,639
1	Toma C	19,46	19,51	-0,0521	0,0027	0,0521	7,658	31,212	5,587
1	Toma D	19,68	19,44	0,2363	0,0558	0,2363	8,909	32,871	5,733
1	Toma E	19,72	19,78	-0,0617	0,0038	0,0617	9,122	37,238	6,102
1	Toma F	19,76	19,91	-0,1473	0,0217	0,1473	9,396	39,412	6,278
1	Toma G	19,50	19,62	-0,1135	0,0129	0,1135	7,895	32,869	5,733
1	Colector	20,17	20,26	-0,0974	0,0095	0,0974	12,050	49,563	7,040
1	Entrada	20,66	20,66	0,0021	0,0000	0,0021	15,740	62,928	7,933
2	Toma A	12,04	12,00	0,0428	0,0018	0,0428	21,629	87,313	9,344
2	Toma B	12,03	11,98	0,0477	0,0023	0,0477	21,797	88,079	9,385
2	Toma C	11,98	11,95	0,0246	0,0006	0,0246	22,266	89,528	9,462
2	Toma D	12,09	11,96	0,1227	0,0151	0,1227	21,231	87,200	9,338
2	Toma E	12,10	12,16	-0,0618	0,0038	0,0618	21,129	83,386	9,132
2	Toma F	12,26	12,30	-0,0391	0,0015	0,0391	19,671	77,990	8,831
2	Toma G	11,96	12,10	-0,1351	0,0183	0,1351	22,403	87,072	9,331
2	Colector	12,42	12,44	-0,0234	0,0005	0,0234	18,311	72,846	8,535
2	Entrada	12,67	12,67	-0,0048	0,0000	0,0048	16,237	64,870	8,054
3	Toma A	8,01	7,95	0,0508	0,0026	0,0508	75,510	303,809	17,430
3	Toma B	7,96	7,94	0,0229	0,0005	0,0229	76,295	305,979	17,492
3	Toma C	7,95	7,92	0,0367	0,0013	0,0367	76,417	306,951	17,520
3	Toma D	8,03	7,92	0,1052	0,0111	0,1052	75,103	304,067	17,438
3	Toma E	7,97	8,04	-0,0700	0,0049	0,0700	76,102	301,973	17,377
3	Toma F	8,13	8,16	-0,0248	0,0006	0,0248	73,337	292,497	17,103
3	Toma G	7,90	8,03	-0,1336	0,0178	0,1336	77,373	304,808	17,459
3	Colector	8,23	8,21	0,0205	0,0004	0,0205	71,608	287,128	16,945
3	Entrada	8,35	8,35	0,0020	0,0000	0,0020	69,600	278,468	16,687
4	Toma A	14,27	14,18	0,0810	0,0066	0,0810	5,903	24,407	4,940
4	Toma B	14,31	14,14	0,1754	0,0308	0,1754	5,668	24,371	4,937
4	Toma C	14,22	14,11	0,1174	0,0138	0,1174	6,107	25,601	5,060
4	Toma D	14,37	14,14	0,2272	0,0516	0,2272	5,418	23,839	4,883
4	Toma E	14,37	14,37	0,0071	0,0001	0,0071	5,383	21,599	4,647
4	Toma F	14,41	14,54	-0,1250	0,0156	0,1250	5,217	19,744	4,443
4	Toma G	14,20	14,27	-0,0708	0,0050	0,0708	6,248	24,290	4,929
4	Colector	14,63	14,71	-0,0714	0,0051	0,0714	4,246	16,402	4,050
4	Entrada	14,99	14,99	-0,0043	0,0000	0,0043	2,920	11,653	3,414
5	Toma A	17,70	17,65	0,0552	0,0030	0,0552	1,017	3,847	1,961
5	Toma B	17,74	17,59	0,1457	0,0212	0,1457	1,086	3,760	1,939
5	Toma C	17,62	17,54	0,0781	0,0061	0,0781	0,861	3,160	1,778

Escenario	Toma	P _{obs}	P _{CFD}	$(P_{obs,i} - P_{CFD,i})$	$(P_{obs,i} - P_{CFD,i})^2$	$ P_{obs,i} - P_{CFD,i} $	$(P_{obs,i} - \overline{P_{obs}})^2$	$(P_{CFD,i} - \overline{P_{obs}} + P_{obs,i} - \overline{P_{obs}})^2$	$ P_{CFD,i} - \overline{P_{obs}} + P_{obs,i} - \overline{P_{obs}} $
5	Toma D	17,78	17,59	0,1885	0,0355	0,1885	1,171	3,905	1,976
5	Toma E	17,82	17,85	-0,0303	0,0009	0,0303	1,277	5,244	2,290
5	Toma F	17,89	18,03	-0,1388	0,0193	0,1388	1,434	6,418	2,533
5	Toma G	17,67	17,72	-0,0485	0,0024	0,0485	0,950	3,993	1,998
5	Colector	18,18	18,29	-0,1092	0,0119	0,1092	2,196	9,442	3,073
5	Entrada	18,64	18,64	-0,0042	0,0000	0,0042	3,768	15,105	3,886
6	Toma A	27,34	27,50	-0,1567	0,0246	0,1567	113,323	459,990	21,447
6	Toma B	27,71	27,42	0,2865	0,0821	0,2865	121,315	472,721	21,742
6	Toma C	27,36	27,34	0,0166	0,0003	0,0166	113,728	454,202	21,312
6	Toma D	27,67	27,56	0,1016	0,0103	0,1016	120,359	476,986	21,840
6	Toma E	27,73	27,86	-0,1325	0,0176	0,1325	121,734	492,804	22,199
6	Toma F	27,70	27,98	-0,2853	0,0814	0,2853	121,051	496,841	22,290
6	Toma G	27,54	27,61	-0,0704	0,0050	0,0704	117,664	473,718	21,765
6	Colector	28,39	28,57	-0,1799	0,0324	0,1799	136,722	555,334	23,566
6	Entrada	29,13	29,13	-0,0009	0,0000	0,0009	154,614	618,503	24,870
Medias		16,69	16,70						
Sumas				-0,0358	0,6854	4,7495	2124,679	8522,111	556,367

Numero de Muestra (n)	54
ECM	0,0127
RECM	0,1127
NRECM	0,0067
MAE	0,0880
r	0,9998
r²	0,9997
E	0,9997
W	0,9999
Wm	0,9915
RECM/MAE	1,2809

6.3. Obtención de los índices estadísticos para la validación de los modelos de EPANET con los ensayos hidráulicos.

Escenario	Toma	P _{obs}	P _{EPA}	$(P_{obs,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{obs,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{obs,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{obs,i} - \overline{P_{obs}})^2$	$(P_{EPA,i} - \overline{P_{obs}} + P_{obs,i} - \overline{P_{obs}})^2$	$ P_{EPA,i} - \overline{P_{obs}} + P_{obs,i} - \overline{P_{obs}} $
1	Toma A	19,58	19,55	0,0236	0,0006	0,0236	8,816	34,983	39,126
1	Toma B	19,56	19,52	0,0354	0,0013	0,0354	8,727	34,490	39,085
1	Toma C	19,46	19,57	-0,1122	0,0126	0,1122	8,157	33,924	39,036
1	Toma D	19,68	19,49	0,1863	0,0347	0,1863	9,447	35,532	39,173
1	Toma E	19,72	19,80	-0,0817	0,0067	0,0817	9,667	39,689	39,512

Escenario	Toma	P_{obs}	P_{EPA}	$(P_{obs,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{obs,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{obs,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{obs,i} - \overline{P_{obs}})^2$	$(P_{EPA,i} - \overline{P_{obs}} + P_{obs,i} - \overline{P_{obs}})^2$	$ P_{EPA,i} - \overline{P_{obs}} + P_{obs,i} - \overline{P_{obs}} $
1	Toma F	19,76	19,93	-0,1699	0,0289	0,1699	9,948	41,967	39,690
1	Toma G	19,50	19,78	-0,2751	0,0757	0,2751	8,402	36,874	39,284
1	Colector	20,17	20,19	-0,0225	0,0005	0,0225	12,674	51,018	40,354
2	Toma A	12,04	12,034	0,0095	0,0001	0,0095	20,811	83,417	24,078
2	Toma B	12,03	12,004	0,0215	0,0005	0,0215	20,975	84,296	24,030
2	Toma C	11,98	11,987	-0,0113	0,0001	0,0113	21,436	85,534	23,963
2	Toma D	12,09	11,994	0,0933	0,0087	0,0933	20,420	83,377	24,081
2	Toma E	12,10	12,174	-0,0759	0,0058	0,0759	20,321	79,920	24,272
2	Toma F	12,26	12,308	-0,0488	0,0024	0,0488	18,891	74,718	24,568
2	Toma G	11,96	12,183	-0,2213	0,0490	0,2213	21,570	82,220	24,144
2	Colector	12,42	12,397	0,0186	0,0003	0,0186	17,559	70,549	24,812
3	Toma A	8,01	7,972	0,0332	0,0011	0,0332	73,975	297,043	15,977
3	Toma B	7,96	7,951	0,0091	0,0001	0,0091	74,751	299,322	15,911
3	Toma C	7,95	7,938	0,0146	0,0002	0,0146	74,872	299,994	15,891
3	Toma D	8,03	7,941	0,0871	0,0076	0,0871	73,572	297,282	15,970
3	Toma E	7,97	8,046	-0,0747	0,0056	0,0747	74,561	295,672	16,017
3	Toma F	8,13	8,163	-0,0319	0,0010	0,0319	71,824	286,214	16,294
3	Toma G	7,90	8,080	-0,1816	0,0330	0,1816	75,819	296,981	15,979
3	Colector	8,23	8,192	0,0405	0,0016	0,0405	70,114	281,813	16,424
4	Toma A	14,27	14,22	0,0427	0,0018	0,0427	5,480	22,321	28,487
4	Toma B	14,31	14,18	0,1370	0,0188	0,1370	5,253	22,286	28,491
4	Toma C	14,22	14,15	0,0711	0,0051	0,0711	5,676	23,386	28,376
4	Toma D	14,37	14,16	0,2037	0,0415	0,2037	5,013	21,916	28,530
4	Toma E	14,37	14,39	-0,0154	0,0002	0,0154	4,979	19,779	28,764
4	Toma F	14,41	14,54	-0,1317	0,0174	0,1317	4,820	18,139	28,953
4	Toma G	14,20	14,38	-0,1810	0,0328	0,1810	5,812	21,536	28,571
4	Colector	14,63	14,65	-0,0203	0,0004	0,0203	3,888	15,394	29,288
5	Toma A	17,70	17,67	0,0331	0,0011	0,0331	1,204	4,670	35,373
5	Toma B	17,74	17,63	0,1115	0,0124	0,1115	1,279	4,626	35,363
5	Toma C	17,62	17,59	0,0288	0,0008	0,0288	1,034	4,018	35,216
5	Toma D	17,78	17,61	0,1631	0,0266	0,1631	1,372	4,749	35,391
5	Toma E	17,82	17,88	-0,0524	0,0027	0,0524	1,485	6,198	35,701
5	Toma F	17,89	18,05	-0,1597	0,0255	0,1597	1,654	7,464	35,944
5	Toma G	17,67	17,86	-0,1902	0,0362	0,1902	1,131	5,370	35,529
5	Colector	18,18	18,21	-0,0369	0,0014	0,0369	2,467	10,101	36,390
6	Toma A	27,34	27,55	-0,2136	0,0456	0,2136	115,221	470,101	54,894
6	Toma B	27,71	27,50	0,2091	0,0437	0,2091	123,279	483,875	55,209
6	Toma C	27,36	27,43	-0,0675	0,0045	0,0675	115,629	465,424	54,785
6	Toma D	27,67	27,61	0,0604	0,0037	0,0604	122,315	486,591	55,271
6	Toma E	27,73	27,89	-0,1599	0,0256	0,1599	123,701	501,943	55,616
6	Toma F	27,70	28,02	-0,3183	0,1013	0,3183	123,013	506,272	55,712
6	Toma G	27,54	27,85	-0,3106	0,0965	0,3106	119,599	492,077	55,395
6	Colector	28,39	28,44	-0,0496	0,0025	0,0496	138,806	557,565	56,825

Escenario	Toma	P _{obs}	P _{EPA}	$(P_{obs,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{obs,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{obs,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{obs,i} - \overline{P_{obs}})^2$	$(P_{EPA,i} - \overline{P_{obs}} + P_{obs,i} - \overline{P_{obs}})^2$	$ P_{EPA,i} - \overline{P_{obs}} + P_{obs,i} - \overline{P_{obs}} $
Medias		16,61	16,64						
Sumas				-1,5808		4,8474	1861,420	7482,629	1595,746

Numero de Muestra (n)	48
ECM	0,0172
RECM	0,1312
NRECM	0,0079
MAE	0,1010
r	0,9998
r ²	0,9996
E	0,9996
W	0,9999
Wm	0,9970
RECM/MAE	1,2989

6.4. Obtención de los índices estadísticos para la validación de los modelos de EPANET con los modelos CFD.

Escenario	Toma	P _{CFD}	P _{EPA}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - \overline{P_{CFD}})^2$	$(P_{EPA,i} - \overline{P_{CFD}} + P_{CFD,i} - \overline{P_{CFD}})^2$	$ P_{EPA,i} - \overline{P_{CFD}} + P_{CFD,i} - \overline{P_{CFD}} $
1	Toma A	19,50	19,55	-0,0472	0,0022	0,0472	8,397	34,138	39,056
1	Toma B	19,47	19,52	-0,0561	0,0032	0,0561	8,191	33,410	38,993
1	Toma C	19,51	19,57	-0,0601	0,0036	0,0601	8,455	34,522	39,088
1	Toma D	19,44	19,49	-0,0500	0,0025	0,0500	8,047	32,759	38,936
1	Toma E	19,78	19,80	-0,0200	0,0004	0,0200	10,051	40,457	39,573
1	Toma F	19,91	19,93	-0,0227	0,0005	0,0227	10,896	43,882	39,837
1	Toma G	19,62	19,78	-0,1617	0,0261	0,1617	9,070	38,252	39,398
1	Colector	20,26	20,19	0,0750	0,0056	0,0750	13,374	52,404	40,452
2	Toma A	12,00	12,034	-0,0333	0,0011	0,0333	21,208	84,220	24,036
2	Toma B	11,98	12,004	-0,0262	0,0007	0,0262	21,419	85,194	23,983
2	Toma C	11,95	11,987	-0,0359	0,0013	0,0359	21,669	86,009	23,939
2	Toma D	11,96	11,994	-0,0294	0,0009	0,0294	21,550	85,654	23,958
2	Toma E	12,16	12,174	-0,0142	0,0002	0,0142	19,773	78,839	24,334
2	Toma F	12,30	12,308	-0,0097	0,0001	0,0097	18,557	74,062	24,607
2	Toma G	12,10	12,183	-0,0862	0,0074	0,0862	20,339	79,807	24,279
2	Colector	12,44	12,397	0,0420	0,0018	0,0420	17,368	70,175	24,836
3	Toma A	7,95	7,972	-0,0176	0,0003	0,0176	74,860	298,832	15,926
3	Toma B	7,94	7,951	-0,0137	0,0002	0,0137	75,157	300,152	15,888
3	Toma C	7,92	7,938	-0,0221	0,0005	0,0221	75,518	301,303	15,855
3	Toma D	7,92	7,941	-0,0181	0,0003	0,0181	75,396	300,957	15,865

Escenario	Toma	P_{CFD}	P_{EPA}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - \overline{P_{CFD}})^2$	$(P_{EPA,i} - \overline{P_{CFD}} + P_{CFD,i} - \overline{P_{CFD}})^2$	$ P_{EPA,i} - \overline{P_{CFD}} + P_{CFD,i} - \overline{P_{CFD}} $
3	Toma E	8,04	8,046	-0,0047	0,0000	0,0047	73,367	293,307	16,087
3	Toma F	8,16	8,163	-0,0071	0,0001	0,0071	71,413	285,412	16,319
3	Toma G	8,03	8,080	-0,0480	0,0023	0,0480	73,519	292,431	16,112
3	Colector	8,21	8,192	0,0200	0,0004	0,0200	70,466	282,537	16,404
4	Toma A	14,18	14,22	-0,0383	0,0015	0,0383	5,868	23,103	28,406
4	Toma B	14,14	14,18	-0,0384	0,0015	0,0384	6,090	23,983	28,316
4	Toma C	14,11	14,15	-0,0463	0,0021	0,0463	6,251	24,545	28,259
4	Toma D	14,14	14,16	-0,0235	0,0006	0,0235	6,084	24,105	28,303
4	Toma E	14,37	14,39	-0,0226	0,0005	0,0226	5,013	19,852	28,757
4	Toma F	14,54	14,54	-0,0068	0,0000	0,0068	4,289	17,099	29,078
4	Toma G	14,27	14,38	-0,1102	0,0121	0,1102	5,478	20,894	28,642
4	Colector	14,71	14,65	0,0511	0,0026	0,0511	3,614	14,847	29,360
5	Toma A	17,65	17,67	-0,0221	0,0005	0,0221	1,084	4,430	35,318
5	Toma B	17,59	17,63	-0,0342	0,0012	0,0342	0,970	4,016	35,217
5	Toma C	17,54	17,59	-0,0493	0,0024	0,0493	0,880	3,707	35,138
5	Toma D	17,59	17,61	-0,0254	0,0006	0,0254	0,965	3,958	35,202
5	Toma E	17,85	17,88	-0,0221	0,0005	0,0221	1,558	6,345	35,732
5	Toma F	18,03	18,05	-0,0210	0,0004	0,0210	2,029	8,235	36,082
5	Toma G	17,72	17,86	-0,1416	0,0201	0,1416	1,236	5,593	35,578
5	Colector	18,29	18,21	0,0723	0,0052	0,0723	2,820	10,800	36,499
6	Toma A	27,50	27,55	-0,0569	0,0032	0,0569	118,599	476,875	55,050
6	Toma B	27,42	27,50	-0,0774	0,0060	0,0774	116,987	471,305	54,922
6	Toma C	27,34	27,43	-0,0841	0,0071	0,0841	115,260	464,660	54,769
6	Toma D	27,56	27,61	-0,0412	0,0017	0,0412	120,066	482,070	55,169
6	Toma E	27,86	27,89	-0,0273	0,0007	0,0273	126,655	507,851	55,748
6	Toma F	27,98	28,02	-0,0330	0,0011	0,0330	129,410	519,143	55,998
6	Toma G	27,61	27,85	-0,2402	0,0577	0,2402	121,132	495,159	55,465
6	Colector	28,57	28,44	0,1303	0,0170	0,1303	143,064	566,041	57,004
Medias		16,61	16,64						
Sumas				-1,5552		2,3364	1873,463	7507,330	1595,772

Numero de Muestra (n)	48
ECM	0,0043
RECM	0,0658
NRECM	0,0040
MAE	0,0487
r	1,0000
r²	0,9999
E	0,9999
W	1,0000
Wm	0,9985
RECM/MAE	1,3526

6.5. Resultados de las simulaciones de CFD para los colectores de los hidrantes ensayados.

Se muestran los resultados obtenidos de las simulaciones CFD realizadas con Flow Simulation de Solid Works, para los colectores de todos los hidrantes ensayados y modelados con EPANET.

6.5.1. Hidrante 1.

ColectorH1.SLDASM [Hidrante1Pentrada [Hidrante1E-K sin Z]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Total Pressure Toma 5	[mm H(2)O]	18093,19	18095,75	18090,25	18100,76	100	Yes	6,030055074	21,63656447
SG Av Total Pressure Toma3-4	[mm H(2)O]	18056,16	18052,85	18049,91	18056,16	100	Yes	2,906853615	24,00047281
SG Av Total Pressure Entrada	[mm H(2)O]	19655,13	19655,13	19655,13	19655,13	100	Yes	0,000252828	10,52705511
SG Av Total Pressure Toma 1-2	[mm H(2)O]	19142,44	19142,73	19140,70	19143,95	100	Yes	0,757525346	17,1400047
SG Av Total Pressure Colector	[mm H(2)O]	19219,27	19218,97	19217,86	19220,08	100	Yes	0,886783885	17,92521884
SG Av Total Pressure Te entrada	[mm H(2)O]	19567,96	19568,02	19567,96	19568,08	100	Yes	0,126294991	20,85087811
SG Av Total Pressure Izquierda	[mm H(2)O]	19268,41	19267,84	19266,91	19268,80	100	Yes	0,974101554	17,95794806
SG Av Total Pressure derecha	[mm H(2)O]	18420,06	18421,59	18419,11	18424,76	100	Yes	4,783223724	15,01974703
SG Av Total Pressure Colector T3-4	[mm H(2)O]	18492,29	18492,68	18491,03	18494,37	100	Yes	1,904442799	22,74510394
SG Av Total Pressure Colector Toma5	[mm H(2)O]	18471,32	18471,39	18469,04	18474,33	100	Yes	1,200688633	25,47037107
SG Av Dynamic Pressure Toma 5	[mm H(2)O]	383,91	383,77	383,52	384,11	100	Yes	0,588862048	1,466908886
SG Av Dynamic Pressure Toma 3-4	[mm H(2)O]	172,87	172,27	171,69	172,87	100	Yes	1,178902091	1,615087318
SG Av Dynamic Pressure Entrada	[mm H(2)O]	330,13	330,13	330,13	330,13	100	Yes	0,000254611	0,651579828
SG Av Dynamic Pressure Toma 1-2	[mm H(2)O]	133,27	133,16	133,02	133,52	100	Yes	0,496232965	0,514885716
SG Av Dynamic Pressure Te entrada	[mm H(2)O]	332,19	332,12	332,00	332,20	100	Yes	0,030326128	0,764906954
SG Av Dynamic Pressure Izquierda	[mm H(2)O]	64,93	65,16	64,73	65,80	100	Yes	1,065014502	1,300716227
SG Av Velocity Toma 5	[m/s]	2,75	2,75	2,75	2,75	100	Yes	0,002090782	0,005240579
SG Av Velocity Toma 3-4	[m/s]	1,84	1,84	1,84	1,84	100	Yes	0,006051665	0,008576598
SG Av Velocity Entrada	[m/s]	2,55	2,55	2,55	2,55	100	Yes	9,91697E-07	0,001084466
SG Av Velocity Toma 1-2	[m/s]	1,62	1,62	1,62	1,62	100	Yes	0,002982713	0,003058928
SG Av Velocity Te entrada	[m/s]	2,54	2,54	2,54	2,54	100	Yes	9,19445E-05	0,000189993
SG Av Velocity Izquierda	[m/s]	0,96	0,96	0,96	0,97	100	Yes	0,006853418	0,009798189
SG Av Velocity derecha	[m/s]	2,31	2,30	2,30	2,31	100	Yes	0,008860904	0,020888564
SG Av Velocity Colector Toma3-4	[m/s]	1,86	1,86	1,86	1,86	100	Yes	0,000422727	0,001309451
SG Av Velocity Colector Toma5	[m/s]	1,14	1,14	1,14	1,14	100	Yes	0,00076083	0,001444246
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	19219,27	19218,97	19217,86	19220,08	100	Yes	0,886783885	17,92521884
SG Av Static Pressure Te entrada	[mm H(2)O]	19235,76	19235,90	19235,76	19236,03	100	Yes	0,204319139	21,59565338
SG Av Static Pressure Izquierda	[mm H(2)O]	19203,48	19202,67	19202,08	19203,48	100	Yes	1,406693198	17,37240008
SG Av Static Pressure Toma1-2	[mm H(2)O]	19009,17	19009,57	19007,65	19010,83	100	Yes	1,946673023	17,14974387
SG Av Static Pressure Toma5	[mm H(2)O]	17709,29	17711,98	17706,63	17717,12	100	Yes	3,569581042	20,42458613
SG Av Static Pressure Colector T5	[mm H(2)O]	18396,39	18396,46	18393,95	18399,74	100	Yes	1,277692984	25,22303533
SG Av Static Pressure Colector T3_4	[mm H(2)O]	18280,20	18280,62	18278,78	18282,44	100	Yes	2,492497371	21,94224523
SG Av Static Pressure Toma3-4	[mm H(2)O]	17883,29	17880,57	17877,88	17883,29	100	Yes	3,456954956	22,61276743
SG Av Static Pressure derecha	[mm H(2)O]	18062,31	18063,85	18061,52	18066,86	100	Yes	5,338087889	14,89243804
SG Av Static Pressure Entrada	[mm H(2)O]	19325,00	19325,00	19325,00	19325,00	100	Yes	0,000268104	10,98148084
Ks izquierda	[]	16,41	1,17	1,17	1,18	100	Yes	0,002931428	0,024433712
Ks derecha	[]	6,59	3,48	3,47	3,48	100	Yes	0,014726593	0,05132448
Ks entrada Toma 3-4	[]	-0,26	-0,26	-0,27	-0,25	100	Yes	0,007483483	0,070033231
Ks Toma 3-4	[]	2,55	2,49	2,47	2,51	100	Yes	0,015521381	0,033351923
Ks Entrada toma5	[]	0,32	0,12	0,11	0,13	100	Yes	0,012136584	0,0164363

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
Ks Toma 5	[]	0,98	5,67	5,61	5,75	100	Yes	0,089898063	0,114343689
Ks Toma 1-2	[]	0,94	2,64	2,61	2,69	100	Yes	0,071440713	0,096936503

CPU time (s): 180

Analysis interval: 35

6.5.2. Hidrante 3.

ColectorH3.SLDASM [Hidrante3-PEntrada [Predeterminado]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Static Pressure Entrada	[mm H(2)O]	22228,998	22228,998	22228,994	22229,003	100	Yes	0,000585891	6,07617431
SG Av Static Pressure Toma C	[mm H(2)O]	21739,709	21740,154	21739,452	21740,979	100	Yes	1,343099304	7,754608857
SG Av Static PressureToma B	[mm H(2)O]	21749,163	21749,704	21748,679	21750,830	100	Yes	1,302643746	8,240906839
SG Av Static Pressure Toma F	[mm H(2)O]	21782,978	21783,409	21782,823	21783,852	100	Yes	1,029575804	7,830634231
SG Av Static Pressure Toma H	[mm H(2)O]	21830,352	21830,743	21829,997	21831,520	100	Yes	1,478691798	7,862469498
SG Av Static Pressure Toma E	[mm H(2)O]	21970,457	21970,392	21970,052	21970,765	100	Yes	0,236186611	7,147096489
SG Av Static Pressure Toma D	[mm H(2)O]	22070,828	22070,931	22070,447	22071,734	100	Yes	0,178443929	6,721345084
SG Av Static Pressure Toma G	[mm H(2)O]	21854,583	21854,985	21854,187	21855,948	100	Yes	1,455107741	8,025550197
SG Av Static Pressure Toma A	[mm H(2)O]	22113,895	22114,349	22113,482	22115,519	100	Yes	0,630386029	6,843269475
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	22113,318	22113,349	22113,002	22113,823	100	Yes	0,23258077	6,501120738
SG Av Static Pressure Colector D4	[mm H(2)O]	22156,307	22156,913	22156,152	22157,840	100	Yes	0,543352592	6,843107732
SG Av Static Pressure Colector D3	[mm H(2)O]	22143,450	22144,010	22143,318	22144,876	100	Yes	0,261714878	6,78163877
SG Av Static Pressure Colector D2	[mm H(2)O]	22107,967	22107,922	22107,616	22108,324	100	Yes	0,222931617	6,565853654
SG Av Static Pressure Colector D1	[mm H(2)O]	22031,720	22031,575	22031,235	22031,850	100	Yes	0,271907124	6,102735815
SG Av Static Pressure Colector I1	[mm H(2)O]	22068,678	22068,556	22068,067	22068,819	100	Yes	0,130966537	6,003545847
SG Av Static Pressure Colector I2	[mm H(2)O]	22127,607	22127,574	22127,182	22128,011	100	Yes	0,191575002	6,316734699
SG Av Static Pressure Colector I3	[mm H(2)O]	22160,414	22160,752	22159,949	22161,787	100	Yes	0,401689763	6,480498593
SG Av Static Pressure Colector I4	[mm H(2)O]	22169,386	22169,846	22169,007	22170,977	100	Yes	0,534360202	6,505946829
SG Av Static Pressure Toma A	[mm H(2)O]	22143,336	22143,795	22142,917	22144,970	100	Yes	0,519576853	6,777058006
SG Av Static Pressure Toma B	[mm H(2)O]	21977,480	21978,208	21977,005	21979,619	100	Yes	0,500545937	7,848453965
SG Av Static Pressure Toma C	[mm H(2)O]	21959,099	21959,572	21958,884	21960,696	100	Yes	0,724481534	7,512684047
SG Av Static Pressure Toma D	[mm H(2)O]	22091,323	22091,438	22090,961	22092,244	100	Yes	0,18247396	6,654265537
SG Av Static Pressure Toma E	[mm H(2)O]	22030,342	22030,307	22029,977	22030,678	100	Yes	0,14310156	7,004546454
SG Av Static Pressure Toma F	[mm H(2)O]	21968,711	21969,075	21968,624	21969,746	100	Yes	0,832887889	7,632820279
SG Av Static Pressure Toma G	[mm H(2)O]	22015,735	22016,178	22015,382	22017,275	100	Yes	0,575922238	7,674552138
SG Av Static Pressure Toma H	[mm H(2)O]	22006,678	22007,203	22006,478	22008,139	100	Yes	0,589870858	7,624864002
SG Av Total Pressure Entrada	[mm H(2)O]	22409,651	22409,650	22409,648	22409,652	100	Yes	0,000585062	5,785036401
SG Av Total Pressure Toma C	[mm H(2)O]	21956,903	21957,344	21956,648	21958,164	100	Yes	1,379283419	7,747483216
SG Av Total Pressure Toma B	[mm H(2)O]	21968,939	21969,469	21968,452	21970,576	100	Yes	1,396967141	8,238106799
SG Av Total Pressure Toma F	[mm H(2)O]	21966,461	21966,890	21966,304	21967,337	100	Yes	1,032762154	7,824175742
SG Av Total Pressure Toma H	[mm H(2)O]	22003,354	22003,747	22003,001	22004,519	100	Yes	1,51825696	7,858428337
SG Av Total Pressure Toma E	[mm H(2)O]	22030,403	22030,339	22029,996	22030,713	100	Yes	0,231518941	7,144869173
SG Av Total Pressure Toma D	[mm H(2)O]	22091,616	22091,720	22091,233	22092,524	100	Yes	0,174693552	6,72036091
SG Av Total Pressure Toma G	[mm H(2)O]	22008,620	22009,006	22008,213	22009,963	100	Yes	1,533304263	8,023416354
SG Av Total Pressure Toma A	[mm H(2)O]	22142,933	22143,387	22142,521	22144,555	100	Yes	0,637730401	6,842241722
SG Av Total Pressure Colector D4	[mm H(2)O]	22161,272	22161,869	22161,081	22162,818	100	Yes	0,526138509	6,84352949
SG Av Total Pressure Colector D3	[mm H(2)O]	22161,129	22161,657	22160,952	22162,501	100	Yes	0,276923788	6,782222059
SG Av Total Pressure Colector D2	[mm H(2)O]	22155,994	22156,012	22155,733	22156,374	100	Yes	0,261232652	6,566412662
SG Av Total Pressure Colector D1	[mm H(2)O]	22132,683	22132,603	22132,280	22132,863	100	Yes	0,119525596	6,132871304

Análisis, caracterización y diseño de hidrantes multiusuario para riego.

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Total Pressure Colector I1	[mm H(2)O]	22147,435	22147,394	22146,978	22147,666	100	Yes	0,184377535	6,027880652
SG Av Total Pressure Colector I2	[mm H(2)O]	22166,893	22166,911	22166,536	22167,365	100	Yes	0,234895815	6,317034535
SG Av Total Pressure Colector I3	[mm H(2)O]	22171,563	22171,928	22171,148	22172,951	100	Yes	0,399512939	6,480847172
SG Av Total Pressure Colector I4	[mm H(2)O]	22170,700	22171,169	22170,335	22172,318	100	Yes	0,5076544	6,506089415
SG Av Total Pressure Toma A	[mm H(2)O]	22155,349	22155,805	22154,927	22156,983	100	Yes	0,541323243	6,77906458
SG Av Total Pressure Toma B	[mm H(2)O]	22068,944	22069,662	22068,538	22071,040	100	Yes	0,395823368	7,907241361
SG Av Total Pressure Toma C	[mm H(2)O]	22049,536	22050,020	22049,353	22051,175	100	Yes	0,74985453	7,564773594
SG Av Total Pressure Toma D	[mm H(2)O]	22100,044	22100,166	22099,677	22100,986	100	Yes	0,196226419	6,656190814
SG Av Total Pressure Toma E	[mm H(2)O]	22055,525	22055,476	22055,139	22055,836	100	Yes	0,203928653	7,013045139
SG Av Total Pressure Toma F	[mm H(2)O]	22045,369	22045,740	22045,319	22046,405	100	Yes	0,831753963	7,674553635
SG Av Total Pressure Toma G	[mm H(2)O]	22080,048	22080,425	22079,562	22081,539	100	Yes	0,558988762	7,706227532
SG Av Total Pressure Toma H	[mm H(2)O]	22078,193	22078,787	22078,018	22079,764	100	Yes	0,687750222	7,65663034
SG Av Dynamic Pressure Entrada	[mm H(2)O]	180,652	180,653	180,649	180,655	100	Yes	0,0003599	0,392456663
SG Volume Flow Rate Entrada	[m³/s]	0,017	0,017	0,017	0,017	100	Yes	4,51695E-09	1,68711E-08
SG Av Velocity Entrada	[m/s]	1,885	1,885	1,885	1,885	100	Yes	1,8857E-06	0,000915272
SG Av Velocity Toma C	[m/s]	2,066	2,066	2,066	2,066	100	Yes	9,42648E-05	0,001014699
SG Av Velocity Toma B	[m/s]	2,079	2,079	2,078	2,079	100	Yes	0,000191099	0,001066854
SG Av Velocity Toma F	[m/s]	1,899	1,899	1,899	1,899	100	Yes	7,5782E-05	0,000909275
SG Av Velocity Toma H	[m/s]	1,844	1,844	1,844	1,844	100	Yes	0,000112793	0,000885525
SG Av Velocity Toma E	[m/s]	1,086	1,086	1,086	1,086	100	Yes	6,52876E-05	0,0004849
SG Av Velocity Toma D	[m/s]	0,639	0,639	0,639	0,639	100	Yes	5,7248E-05	0,000264053
SG Av Velocity Toma G	[m/s]	1,740	1,740	1,740	1,740	100	Yes	0,000181051	0,00088846
SG Av Velocity Toma A	[m/s]	0,756	0,756	0,756	0,756	100	Yes	6,6828E-05	0,000306584
SG Av Velocity Colector D4	[m/s]	0,288	0,287	0,287	0,288	100	Yes	0,000119521	0,003168195
SG Av Velocity Colector D3	[m/s]	0,560	0,560	0,558	0,560	100	Yes	0,000130966	0,001741509
SG Av Velocity Colector D2	[m/s]	0,865	0,865	0,865	0,865	100	Yes	0,000119689	0,000743799
SG Av Velocity Colector D1	[m/s]	1,156	1,156	1,155	1,159	100	Yes	0,00314912	0,004067224
SG Av Velocity Colector I1	[m/s]	1,005	1,006	1,004	1,008	100	Yes	0,000776814	0,004542365
SG Av Velocity Colector I2	[m/s]	0,777	0,777	0,776	0,777	100	Yes	0,000129114	0,000614099
SG Av Velocity Colector I3	[m/s]	0,444	0,444	0,443	0,445	100	Yes	0,000159867	0,002153204
SG Av Velocity Colector I4	[m/s]	0,137	0,137	0,137	0,138	100	Yes	0,001638232	0,004384439
SG Av Velocity Toma A	[m/s]	0,472	0,472	0,472	0,472	100	Yes	0,000118866	0,000244581
SG Av Velocity Toma B	[m/s]	1,300	1,300	1,299	1,301	100	Yes	0,000547631	0,000566343
SG Av Velocity Toma C	[m/s]	1,292	1,292	1,291	1,292	100	Yes	0,000222194	0,000772754
SG Av Velocity Toma D	[m/s]	0,401	0,401	0,401	0,401	100	Yes	4,69199E-05	0,000391827
SG Av Velocity Toma E	[m/s]	0,680	0,680	0,680	0,680	100	Yes	0,000328867	0,000596953
SG Av Velocity Toma F	[m/s]	1,189	1,189	1,188	1,189	100	Yes	0,00026615	0,000731375
SG Av Velocity Toma G	[m/s]	1,089	1,089	1,088	1,089	100	Yes	0,000386929	0,000496111
SG Av Velocity Toma H	[m/s]	1,151	1,152	1,151	1,152	100	Yes	0,000317384	0,000593315
Ks Te Derecha	[]	4,066	4,065	4,047	4,078	100	Yes	0,023419821	0,056048182
Ks Te Izquierda	[]	5,095	5,088	5,068	5,102	100	Yes	0,006914739	0,074450896
Ks D1-D2	[]	-0,611	-0,614	-0,624	-0,607	100	Yes	0,006214674	0,032960634
Ks D2-D3	[]	-0,321	-0,354	-0,389	-0,313	100	Yes	0,009772842	0,022812827
Ks D3-D4	[]	-0,034	-0,050	-0,131	0,020	100	Yes	0,060508608	0,064936649
Ks I1-I2	[]	-0,633	-0,635	-0,642	-0,631	100	Yes	0,002226445	0,031616732
Ks I2-I3	[]	-0,465	-0,500	-0,567	-0,440	100	Yes	0,024067881	0,032044829
Ks I3-I4	[]	0,903	0,787	0,647	0,918	100	Yes	0,151363398	0,313790813
Ks A	[]	1,350	1,352	1,346	1,356	100	Yes	0,003930645	0,028657624
Ks B	[]	1,191	1,187	1,183	1,192	100	Yes	0,006911934	0,02022626
Ks C	[]	1,380	1,375	1,365	1,382	100	Yes	0,007105917	0,017196912
Ks D	[]	5,791	5,768	5,681	5,807	100	Yes	0,005598774	0,11456644
Ks E	[]	3,271	3,270	3,258	3,280	100	Yes	0,006844595	0,054980383
Ks F	[]	1,536	1,531	1,526	1,536	100	Yes	0,009244404	0,019291151
Ks G	[]	1,340	1,345	1,334	1,351	100	Yes	0,003859841	0,017007252
Ks H	[]	1,230	1,229	1,224	1,233	100	Yes	0,00517594	0,013912271
Ks R A	[]	1,092	1,093	1,091	1,096	100	Yes	0,004680575	0,022202266

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
Ks R B	[]	1,161	1,163	1,159	1,167	100	Yes	0,007847449	0,017914423
Ks R C	[]	1,089	1,090	1,086	1,095	100	Yes	0,009251185	0,017180192
Ks R D	[]	1,030	1,032	1,027	1,036	100	Yes	0,003748694	0,023251632
Ks R E	[]	1,065	1,066	1,063	1,070	100	Yes	0,003096156	0,020712873
Ks R F	[]	1,096	1,094	1,090	1,100	100	Yes	0,009666452	0,017527039
Ks R G	[]	1,181	1,182	1,178	1,186	100	Yes	0,008753835	0,020378971
Ks R H	[]	1,108	1,110	1,106	1,114	100	Yes	0,008514437	0,018912714

Iterations: 142

Analysis interval: 42

6.5.3. Hidrante 4.

ColectorH4.SLDASM [ColectorH4Pentrada [Predeterminado]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Static Pressure Entrada	[mm H(2)O]	41894,154	41894,148	41894,000	41894,298	100	Yes	0,001111698	13,79731263
SG Av Static Pressure Toma 3"	[mm H(2)O]	41425,191	41425,031	41422,899	41427,046	100	Yes	1,906309515	11,9524336
SG Av Static Pressure Toma 2"	[mm H(2)O]	41637,266	41638,470	41636,810	41639,625	100	Yes	0,674078612	17,12253052
SG Av Static Pressure Toma1"14	[mm H(2)O]	41889,440	41889,050	41887,160	41890,371	100	Yes	1,931111856	15,13034694
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	41881,353	41881,384	41879,587	41882,010	100	Yes	0,488049421	13,30830997
SG Av Static Pressure R Toma 1"14	[mm H(2)O]	42056,429	42056,135	42054,326	42057,408	100	Yes	0,464522636	15,22198148
SG Av Static Pressure R Toma 2"	[mm H(2)O]	41765,212	41765,559	41763,818	41766,835	100	Yes	0,987060231	16,44088973
SG Av Static Pressure Colector4	[mm H(2)O]	42145,151	42144,990	42143,092	42146,264	100	Yes	0,478882816	14,39764675
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	41805,974	41805,942	41805,825	41806,045	100	Yes	0,147972784	13,41389404
SG Av Static Pressure Colector3	[mm H(2)O]	42134,415	42134,385	42132,547	42135,691	100	Yes	0,540601005	14,17847927
SG Av Static Pressure Colector2	[mm H(2)O]	42127,809	42127,746	42126,267	42128,731	100	Yes	0,399462774	14,18944273
SG Av Total Pressure Entrada	[mm H(2)O]	42356,584	42356,649	42356,572	42356,722	100	Yes	0,003887569	13,87707137
SG Av Total Pressure Toma 3"	[mm H(2)O]	41970,280	41969,964	41967,739	41972,028	100	Yes	1,311111774	11,86001608
SG Av Total Pressure Toma 2"	[mm H(2)O]	41980,398	41981,622	41979,961	41982,810	100	Yes	0,86357751	17,09408733
SG Av Total Pressure Toma1"14	[mm H(2)O]	42015,791	42015,405	42013,517	42016,723	100	Yes	1,978225517	15,12342581
SG Av Total Pressure Colector	[mm H(2)O]	41881,353	41881,384	41879,587	41882,010	100	Yes	0,488049421	13,30830997
SG Av Total Pressure Colector	[mm H(2)O]	42223,080	42223,026	42222,864	42223,162	100	Yes	0,124335963	13,45128536
SG Av Total Pressure Colector2	[mm H(2)O]	42190,333	42190,287	42188,753	42191,337	100	Yes	0,394834205	14,19010124
SG Av Total Pressure Colector3	[mm H(2)O]	42188,258	42188,217	42186,385	42189,578	100	Yes	0,528883189	14,18125586
SG Av Total Pressure Colector4	[mm H(2)O]	42174,804	42174,726	42172,896	42176,063	100	Yes	0,526577122	14,41053083
SG Av Total Pressure R Toma 1"14	[mm H(2)O]	42124,214	42123,842	42122,050	42125,149	100	Yes	0,586993485	15,25513185
SG Av Total Pressure R Toma 2"	[mm H(2)O]	42042,839	42043,122	42041,368	42044,526	100	Yes	1,252502541	16,5516208
SG Volume Flow Rate Entrada	[m^3/s]	0,018	0,018	0,018	0,018	100	Yes	4,39633E-09	1,79137E-08
SG Av Velocity Entrada	[m/s]	2,995	2,995	2,995	2,995	100	Yes	9,56725E-06	0,000247429
SG Av Velocity Toma 3"	[m/s]	3,272	3,271	3,270	3,272	100	Yes	0,002026145	0,008067902
SG Av Velocity Toma 2"	[m/s]	2,597	2,597	2,597	2,598	100	Yes	0,000371745	0,000921507
SG Av Velocity Toma 1"14	[m/s]	1,576	1,576	1,576	1,576	100	Yes	9,20152E-05	0,000711745
SG Av Velocity Colector	[m/s]	2,853	2,853	2,853	2,854	100	Yes	0,000102398	0,000302745
SG Av Velocity Colector2	[m/s]	1,018	1,017	1,017	1,018	100	Yes	0,000140912	0,000767716
SG Av Velocity Colector3	[m/s]	1,006	1,006	1,005	1,006	100	Yes	5,70881E-05	0,000206275
SG Av Velocity Colector4	[m/s]	0,726	0,727	0,725	0,729	100	Yes	0,000565425	0,000648943
SG Av Velocity R Toma 1"14	[m/s]	1,114	1,113	1,113	1,114	100	Yes	0,000442379	0,001396912
SG Av Velocity R Toma 2"	[m/s]	2,265	2,264	2,263	2,265	100	Yes	0,000636686	0,002043039
Ks Curva90	[]	0,292	0,292	0,292	0,293	100	Yes	0,000265254	0,012220415
Ks Toma 3"	[]	0,463	0,464	0,460	0,468	100	Yes	0,001879296	0,011379651

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
Ks Colector entre 1 y 2	[]	0,621	0,620	0,598	0,651	100	Yes	0,008450263	0,034635446
Ks Colector entre 2 y 3	[]	0,040	0,040	0,032	0,046	100	Yes	0,003229605	0,009229358
Ks Toma 1"14	[]	1,013	1,019	1,013	1,023	100	Yes	0,002741063	0,025045182
Ks Colector entre 3 y 4	[]	0,501	0,501	0,486	0,521	100	Yes	0,001865872	0,016478445
Ks Toma 2"	[]	0,505	0,504	0,502	0,506	100	Yes	0,00396187	0,012912831
Ks R Toma 1"14	[]	0,856	0,856	0,854	0,858	100	Yes	0,003428979	0,005098557
Ks R Toma 2"	[]	0,182	0,179	0,176	0,182	100	Yes	0,004851633	0,004903711

Iterations: 110

Analysis interval: 30

6.5.4. Hidrante 5.

ColectorH5.SLDASM [ColectorH5PEntrada [Predeterminado]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Static Pressure Entrada	[mm H(2)O]	29000,002	29000,008	28999,979	29000,036	100	Yes	0,009424529	5,552489177
SG Av Static Pressure Toma 72-73	[mm H(2)O]	28637,315	28637,251	28636,494	28637,930	100	Yes	1,055616196	6,836013937
SG Av Static Pressure Toma 132	[mm H(2)O]	28905,795	28905,850	28905,252	28906,192	100	Yes	0,10561751	6,222259725
SG Av Static Pressure Toma91	[mm H(2)O]	28963,922	28964,124	28963,717	28964,432	100	Yes	0,131909832	6,241825872
SG Av Static Pressure Toma88	[mm H(2)O]	28959,361	28959,294	28958,567	28959,839	100	Yes	0,20527332	5,964726492
SG Av Static Pressure Toma90	[mm H(2)O]	28871,238	28871,273	28870,701	28871,611	100	Yes	0,183759146	6,20338244
SG Av Static Pressure Toma87	[mm H(2)O]	28867,871	28868,316	28867,603	28868,869	100	Yes	0,768637277	5,956187233
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	29113,591	29113,644	29113,187	29113,902	100	Yes	0,067217492	6,111874535
SG Av Static Pressure colector	[mm H(2)O]	29096,839	29096,767	29096,410	29096,887	100	Yes	0,050148128	5,750563486
SG Av Static Pressure colector2l	[mm H(2)O]	29089,687	29089,629	29089,330	29089,759	100	Yes	0,172935954	6,039979544
SG Av Static Pressure colector3D	[mm H(2)O]	29089,425	29089,504	29088,993	29089,792	100	Yes	0,06780563	5,973297942
SG Av Static Pressure colector4D	[mm H(2)O]	29105,685	29105,716	29105,118	29106,079	100	Yes	0,126007848	6,044428885
SG Av Static Pressure colector5D	[mm H(2)O]	29109,974	29109,965	29109,443	29110,258	100	Yes	0,129969705	6,068152262
SG Av Static Pressure colector6l	[mm H(2)O]	29110,297	29110,322	29109,856	29110,590	100	Yes	0,078609219	6,116828628
SG Av Static Pressure colector7D	[mm H(2)O]	29113,313	29113,364	29112,782	29113,682	100	Yes	0,208239699	6,057723149
SG Av Static Pressure R Toma 90	[mm H(2)O]	29031,919	29031,934	29031,405	29032,239	100	Yes	0,101395114	6,334723075
SG Av Static Pressure R Toma 132	[mm H(2)O]	29048,574	29048,592	29048,042	29048,960	100	Yes	0,095509261	6,357673734
SG Av Static Pressure R Toma 87	[mm H(2)O]	29042,847	29043,118	29042,610	29043,470	100	Yes	0,17967072	6,298341918
SG Av Total Pressure Entrada	[mm H(2)O]	29177,623	29177,622	29177,613	29177,635	100	Yes	0,00779494	5,466206552
SG Av Total Pressure Toma72-73	[mm H(2)O]	28867,176	28867,131	28866,367	28867,825	100	Yes	1,156038323	6,796453038
SG Av Total Pressure Toma132	[mm H(2)O]	29017,551	29017,606	29017,007	29017,947	100	Yes	0,093597169	6,221571142
SG Av Total Pressure Toma91	[mm H(2)O]	29030,384	29030,598	29030,193	29030,918	100	Yes	0,145200331	6,220955315
SG Av Total Pressure Toma88	[mm H(2)O]	29034,558	29034,467	29033,729	29035,017	100	Yes	0,276024421	5,95091492
SG Av Total Pressure Toma90	[mm H(2)O]	28997,385	28997,412	28996,839	28997,751	100	Yes	0,183194978	6,199666946
SG Av Total Pressure Toma87	[mm H(2)O]	29005,951	29006,433	29005,709	29007,007	100	Yes	0,845956308	5,946637712
SG Av Total Pressure Colector	[mm H(2)O]	29113,591	29113,644	29113,187	29113,902	100	Yes	0,067217492	6,111874535
SG Av Total Pressure colector	[mm H(2)O]	29130,340	29130,250	29129,892	29130,357	100	Yes	0,047249532	5,746045078
SG Av Total Pressure colector2l	[mm H(2)O]	29104,906	29104,847	29104,504	29104,967	100	Yes	0,074234807	6,042396179
SG Av Total Pressure colector3D	[mm H(2)O]	29105,113	29105,134	29104,631	29105,402	100	Yes	0,058327343	5,994035727
SG Av Total Pressure colector4D	[mm H(2)O]	29112,427	29112,420	29111,853	29112,743	100	Yes	0,094487225	6,038187502
SG Av Total Pressure colector5D	[mm H(2)O]	29113,449	29113,472	29112,925	29113,785	100	Yes	0,157941978	6,070198678
SG Av Total Pressure colector6l	[mm H(2)O]	29114,279	29114,312	29113,833	29114,587	100	Yes	0,070416882	6,119754123
SG Av Total Pressure colector7D	[mm H(2)O]	29114,031	29114,112	29113,520	29114,435	100	Yes	0,199478665	6,057616151
SG Av Total Pressure R Toma 90	[mm H(2)O]	29062,039	29062,074	29061,526	29062,385	100	Yes	0,100333184	6,351066539
SG Av Total Pressure R Toma 132	[mm H(2)O]	29075,225	29075,254	29074,691	29075,614	100	Yes	0,093448508	6,384441761
SG Av Total Pressure R Toma 87	[mm H(2)O]	29076,502	29076,763	29076,235	29077,109	100	Yes	0,17588386	6,296547491

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Volume Flow Rate Entrada	[m ³ /s]	0,014589983	0,014589995	0,014589898	0,01459007	100	Yes	1,21274E-08	1,46256E-08
SG Caudal 72-73	[m ³ /s]	-0,00457	-0,00457	-0,00457	-0,00457	100	Yes	3,13485E-13	0,00000001
SG Caudal 132	[m ³ /s]	-0,00157	-0,00157	-0,00157	-0,00157	100	Yes	2,87595E-14	0,00000001
SG Caudal 91	[m ³ /s]	-0,00245	-0,00245	-0,00245	-0,00245	100	Yes	5,40683E-14	0,00000001
SG Caudal 88	[m ³ /s]	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	100	Yes	6,86113E-14	0,00000001
SG Caudal 90	[m ³ /s]	-0,00167	-0,00167	-0,00167	-0,00167	100	Yes	3,44531E-14	0,00000001
SG Caudal 87	[m ³ /s]	-0,00173	-0,00173	-0,00173	-0,00173	100	Yes	3,04767E-13	0,00000001
SG Av Velocity Entrada	[m/s]	1,869	1,869	1,868	1,869	100	Yes	2,79064E-05	0,000758225
SG Av Velocity Toma72-73	[m/s]	2,126	2,126	2,126	2,126	100	Yes	0,000239417	0,001520091
SG Av Velocity Toma132	[m/s]	1,482	1,482	1,482	1,482	100	Yes	8,23584E-05	0,000726119
SG Av Velocity Toma91	[m/s]	1,143	1,143	1,143	1,143	100	Yes	0,000127569	0,000730973
SG Av Velocity Toma88	[m/s]	1,216	1,216	1,215	1,216	100	Yes	0,000578187	0,001111114
SG Av Velocity Toma90	[m/s]	1,575	1,575	1,575	1,575	100	Yes	1,43314E-05	0,000727523
SG Av Velocity Toma87	[m/s]	1,648	1,648	1,648	1,648	100	Yes	0,000457038	0,001491552
SG Av Velocity colector	[m/s]	0,779	0,779	0,779	0,779	100	Yes	4,80877E-05	0,000639435
SG Av Velocity colector2l	[m/s]	0,475	0,475	0,475	0,476	100	Yes	0,001171479	0,002847466
SG Av Velocity colector3D	[m/s]	0,482	0,481	0,480	0,483	100	Yes	0,000564325	0,00222647
SG Av Velocity colector4D	[m/s]	0,319	0,319	0,319	0,320	100	Yes	0,000123834	0,000308277
SG Av Velocity colector5D	[m/s]	0,236	0,236	0,235	0,237	100	Yes	0,000280853	0,000331391
SG Av Velocity colector6l	[m/s]	0,249	0,249	0,249	0,249	100	Yes	0,000284504	0,000409687
SG Av Velocity colector7D	[m/s]	0,101	0,103	0,101	0,104	100	Yes	0,000666585	0,000850196
SG Av Velocity R Toma 90	[m/s]	0,748	0,748	0,748	0,748	100	Yes	0,000422897	0,000447117
SG Av Velocity R Toma 132	[m/s]	0,703	0,703	0,703	0,703	100	Yes	0,000269893	0,000705972
SG Av Velocity R Toma 87	[m/s]	0,794	0,794	0,794	0,794	100	Yes	6,05627E-05	0,000143664
Ks Reducción	[]	0,266	0,266	0,266	0,268	100	Yes	0,000262375	0,010276513
Ks Te izquierda	[]	2,207	2,206	2,194	2,217	100	Yes	0,014233792	0,071998443
Ks Colector entre 91 y 72-73	[]	-2,965	-2,997	-3,062	-2,952	100	Yes	0,031524119	0,121783892
Ks Toma 91	[]	1,119	1,115	1,111	1,119	100	Yes	0,00258149	0,012204343
Ks Toma 72-73	[]	1,073	1,073	1,071	1,075	100	Yes	0,004346558	0,013922246
Ks Te Derecha	[]	2,131	2,126	2,112	2,137	100	Yes	0,003269145	0,058956789
Ks Colector entre 90 y 132	[]	-1,406	-1,401	-1,430	-1,376	100	Yes	0,011737801	0,054920886
Ks Toma 90	[]	1,511	1,510	1,505	1,513	100	Yes	0,004070648	0,022769354
Ks Colector entre 132 y 88	[]	-0,360	-0,371	-0,395	-0,346	100	Yes	0,035692474	0,036862798
Ks Toma 132	[]	1,478	1,477	1,473	1,480	100	Yes	0,00053434	0,027760887
Ks Colector entre 88 y 87	[]	-1,110	-1,191	-1,315	-1,092	100	Yes	0,085665166	0,129109281
Ks Toma 88	[]	1,047	1,049	1,044	1,053	100	Yes	0,00581321	0,013968461
Ks Toma 87	[]	1,167	1,162	1,157	1,167	100	Yes	0,002318747	0,025193797
Ks R Toma 90	[]	0,511	0,512	0,511	0,512	100	Yes	0,000688942	0,00559149
Ks R Toma 132	[]	0,515	0,515	0,514	0,515	100	Yes	0,000570607	0,005637704
Ks R Toma 87	[]	0,510	0,508	0,505	0,510	100	Yes	0,004652017	0,005261886

Iterations: 126

Analysis interval: 32

6.5.5. Hidrante 6.

ColectorH6.SLDASM [Hidrante6 PEntradaCalculada [Predeterminado]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Static Pressure Entrada	[mm H(2)O]	37713,699	37713,700	37713,698	37713,703	100	Yes	0,000389	4,017229
SG Av Static Pressure Toma D	[mm H(2)O]	37290,016	37289,868	37289,543	37290,061	100	Yes	0,092419	11,024644
SG Av Static Pressure Toma C	[mm H(2)O]	37165,902	37165,769	37165,205	37166,376	100	Yes	0,073915	12,846976
SG Av Static Pressure Toma G	[mm H(2)O]	37343,197	37343,385	37342,932	37343,936	100	Yes	0,117347	10,951107
SG Av Static Pressure Toma B	[mm H(2)O]	37200,329	37200,414	37199,751	37201,102	100	Yes	0,123699	12,791094
SG Av Static Pressure Toma F	[mm H(2)O]	37378,139	37378,433	37377,772	37378,758	100	Yes	0,089426	10,133131
SG Av Static Pressure Toma H	[mm H(2)O]	37396,228	37395,327	37394,296	37396,231	100	Yes	0,245965	10,570365
SG Av Static Pressure Toma E	[mm H(2)O]	37397,099	37397,365	37397,099	37397,654	100	Yes	0,128869	9,859106
SG Av Static Pressure Toma A	[mm H(2)O]	37367,611	37367,378	37366,915	37367,737	100	Yes	0,139963	10,863031
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	37698,590	37698,325	37698,005	37698,691	100	Yes	0,036296	3,850257
SG Av Total Pressure Entrada	[mm H(2)O]	37846,992	37846,993	37846,991	37846,994	100	Yes	0,000379	4,007544
SG Av Total Pressure Toma D	[mm H(2)O]	37478,957	37478,813	37478,489	37479,005	100	Yes	0,093151	10,968423
SG Av Total Pressure Toma C	[mm H(2)O]	37418,314	37418,182	37417,624	37418,785	100	Yes	0,078766	12,803745
SG Av Total Pressure Toma G	[mm H(2)O]	37529,556	37529,743	37529,290	37530,295	100	Yes	0,117721	10,903622
SG Av Total Pressure Toma B	[mm H(2)O]	37447,987	37448,071	37447,410	37448,755	100	Yes	0,133704	12,735377
SG Av Total Pressure Toma F	[mm H(2)O]	37538,835	37539,132	37538,467	37539,457	100	Yes	0,088923	10,101347
SG Av Total Pressure Toma H	[mm H(2)O]	37563,152	37562,259	37561,212	37563,185	100	Yes	0,196641	10,522777
SG Av Total Pressure Toma E	[mm H(2)O]	37542,948	37543,216	37542,948	37543,505	100	Yes	0,130939	9,810959
SG Av Total Pressure Toma A	[mm H(2)O]	37541,393	37541,163	37540,700	37541,520	100	Yes	0,137472	10,813831
SG Av Total Pressure Colector 4I	[mm H(2)O]	37732,131	37731,933	37731,561	37732,364	100	Yes	0,042966	3,853009
SG Av Total Pressure Colector3I	[mm H(2)O]	37734,809	37734,585	37734,257	37734,975	100	Yes	0,049566	3,841768
SG Av Total Pressure Colector1I	[mm H(2)O]	37714,214	37714,221	37714,175	37714,246	100	Yes	0,015374	3,645474
SG Av Total Pressure Colector2I	[mm H(2)O]	37735,557	37735,359	37735,029	37735,620	100	Yes	0,087292	3,817374
SG Av Total Pressure Colector1D	[mm H(2)O]	37723,480	37723,477	37723,436	37723,516	100	Yes	0,009729	3,687390
SG Av Total Pressure Colector2D	[mm H(2)O]	37744,665	37744,774	37744,457	37745,022	100	Yes	0,041782	3,690408
SG Av Total Pressure Colector3D	[mm H(2)O]	37745,412	37745,449	37745,047	37745,905	100	Yes	0,069618	3,722571
SG Av Total Pressure Colector4D	[mm H(2)O]	37745,035	37745,034	37744,719	37745,508	100	Yes	0,086143	3,735184
SG Av Total Pressure Colector	[mm H(2)O]	37698,590	37698,325	37698,005	37698,691	100	Yes	0,036296	3,850257
SG Volume Flow Rate Entrada	[m³/s]	0,007900	0,007900	0,007900	0,007900	100	Yes	0,000000	0,000000
SG Av Velocity Entrada	[m/s]	1,619	1,619	1,619	1,619	100	Yes	0,000001	0,000015
SG Av Velocity Toma D	[m/s]	1,927	1,927	1,927	1,927	100	Yes	0,000006	0,000539
SG Av Velocity Toma C	[m/s]	2,228	2,228	2,228	2,228	100	Yes	0,000025	0,000363
SG Av Velocity Toma G	[m/s]	1,914	1,914	1,914	1,914	100	Yes	0,000011	0,000423
SG Av Velocity Toma B	[m/s]	2,207	2,207	2,207	2,207	100	Yes	0,000046	0,000516
SG Av Velocity Toma F	[m/s]	1,777	1,777	1,777	1,778	100	Yes	0,000024	0,000313
SG Av Velocity Toma H	[m/s]	1,812	1,812	1,811	1,812	100	Yes	0,000348	0,000428
SG Av Velocity Toma E	[m/s]	1,693	1,693	1,693	1,693	100	Yes	0,000030	0,000513
SG Av Velocity Toma A	[m/s]	1,848	1,848	1,848	1,848	100	Yes	0,000021	0,000477
SG Av Velocity Colector 4I	[m/s]	0,202	0,202	0,202	0,202	100	Yes	0,000329	0,000330
SG Av Velocity Colector3I	[m/s]	0,430	0,430	0,430	0,430	100	Yes	0,000030	0,000067
SG Av Velocity Colector1I	[m/s]	0,988	0,988	0,988	0,988	100	Yes	0,000032	0,004285
SG Av Velocity Colector2I	[m/s]	0,670	0,670	0,670	0,671	100	Yes	0,000061	0,000674
SG Av Velocity Colector1D	[m/s]	0,889	0,889	0,889	0,889	100	Yes	0,000039	0,004570
SG Av Velocity Colector2D	[m/s]	0,584	0,583	0,583	0,584	100	Yes	0,000035	0,000074
SG Av Velocity Colector3D	[m/s]	0,395	0,395	0,394	0,395	100	Yes	0,000031	0,000054
SG Av Velocity Colector4D	[m/s]	0,194	0,194	0,194	0,194	100	Yes	0,000024	0,000529
Ks Te izquierda	[]	2,669	2,669	2,668	2,670	100	Yes	0,000461	0,037137
Ks entre D-C	[]	-0,932	-0,923	-0,935	-0,908	100	Yes	0,003115	0,041504
Ks Toma D	[]	1,243	1,243	1,242	1,245	100	Yes	0,000471	0,042331
Ks entre C-B	[]	0,079	0,082	0,059	0,103	100	Yes	0,005207	0,038439

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
Ks Toma C	[]	1,254	1,254	1,252	1,256	100	Yes	0,000481	0,035793
Ks entre B-A	[]	1,290	1,277	1,247	1,303	100	Yes	0,006175	0,129024
Ks Toma B	[]	1,156	1,154	1,153	1,156	100	Yes	0,000660	0,036424
Ks Toma A	[]	1,095	1,095	1,094	1,096	100	Yes	0,000747	0,042591
Ks Te Derecha	[]	3,067	3,067	3,066	3,069	100	Yes	0,000455	0,048840
Ks entre E-F	[]	-1,221	-1,229	-1,243	-1,211	100	Yes	0,002459	0,042614
Ks Toma E	[]	1,235	1,233	1,231	1,235	100	Yes	0,000970	0,046021
Ks entre F-G	[]	-0,094	-0,085	-0,111	-0,068	100	Yes	0,004838	0,024515
Ks Toma F	[]	1,278	1,277	1,275	1,279	100	Yes	0,000345	0,040039
Ks entre G-H	[]	0,196	0,216	0,154	0,259	100	Yes	0,009638	0,079483
Ks Toma G	[]	1,156	1,155	1,153	1,157	100	Yes	0,000292	0,039296
Ks Toma H	[]	1,087	1,093	1,087	1,098	100	Yes	0,001096437	0,042908885

Iterations: 186

Analysis interval: 43

6.5.6. Hidrante 7.

colector7.SLDASM [Hidrante7 PEntradaCalculada [Predeterminado]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Static Pressure Entrada	[mm H(2)O]	53953,876	53953,881	53953,871	53953,892	100	Yes	0,001689576	8,931839582
SG Av Static Pressure COLECTOR	[mm H(2)O]	54033,568	54033,544	54033,350	54033,796	100	Yes	0,088086222	9,678987767
SG Av Static Pressure TomaC	[mm H(2)O]	53851,735	53851,693	53851,333	53852,159	100	Yes	0,102187507	12,3407389
SG Av Static Pressure TomaD	[mm H(2)O]	53855,700	53855,728	53854,994	53856,391	100	Yes	0,255866676	12,33111611
SG Av Static Pressure TomaJ	[mm H(2)O]	53735,190	53736,266	53734,955	53738,098	100	Yes	0,15631091	13,31234631
SG Av Static Pressure TomaH	[mm H(2)O]	53974,598	53974,888	53974,049	53975,951	100	Yes	0,307432947	11,35800408
SG Av Static Pressure TomaA	[mm H(2)O]	53729,225	53729,289	53728,983	53729,700	100	Yes	0,052218548	11,94308034
SG Av Static Pressure TomaE	[mm H(2)O]	53917,008	53916,934	53916,258	53917,753	100	Yes	0,108004022	11,772677
SG Av Static Pressure TomaF	[mm H(2)O]	53925,553	53926,090	53925,177	53927,345	100	Yes	0,172366101	12,10018421
SG Av Static Pressure TomaI	[mm H(2)O]	53519,098	53519,318	53518,612	53520,108	100	Yes	0,273021382	13,95917074
SG Av Static Pressure TomaB	[mm H(2)O]	53770,342	53770,625	53770,202	53771,036	100	Yes	0,132897091	11,79865872
SG Av Static Pressure TomaG	[mm H(2)O]	53978,174	53978,884	53977,910	53980,163	100	Yes	0,212199689	11,56872361
SG Av Total Pressure Entrada	[mm H(2)O]	54226,767	54226,771	54226,766	54226,782	100	Yes	0,009551673	8,705432766
SG Av Total Pressure Toma C	[mm H(2)O]	53959,195	53959,049	53958,570	53959,549	100	Yes	0,123658606	12,33904159
SG Av Total Pressure Toma D	[mm H(2)O]	53980,823	53980,851	53980,110	53981,511	100	Yes	0,268385362	12,33908794
SG Av Total Pressure Toma J	[mm H(2)O]	53953,143	53954,238	53952,890	53956,047	100	Yes	0,171338567	13,26939022
SG Av Total Pressure Toma H	[mm H(2)O]	54055,625	54055,903	54055,073	54056,970	100	Yes	0,247601936	11,36346989
SG Av Total Pressure Toma A	[mm H(2)O]	53821,389	53821,440	53821,078	53821,878	100	Yes	0,055557727	11,94096902
SG Av Total Pressure Toma E	[mm H(2)O]	54013,488	54013,404	54012,695	54014,226	100	Yes	0,104688649	11,77018621
SG Av Total Pressure Toma F	[mm H(2)O]	54025,364	54025,837	54024,924	54027,053	100	Yes	0,18318514	12,10069508
SG Av Total Pressure Toma I	[mm H(2)O]	53796,669	53797,062	53796,084	53798,104	100	Yes	0,220258044	14,28077871
SG Av Total Pressure Toma B	[mm H(2)O]	53863,681	53864,095	53863,681	53864,608	100	Yes	0,114342893	12,08428389
SG Av Total Pressure Toma G	[mm H(2)O]	54058,172	54058,871	54057,895	54060,143	100	Yes	0,204498466	11,56587778
SG Av Total Pressure COLECTOR	[mm H(2)O]	54033,568	54033,544	54033,350	54033,796	100	Yes	0,088086222	9,678987767
SG Av Total Pressure colector	[mm H(2)O]	54163,341	54163,341	54163,331	54163,352	100	Yes	0,003016126	9,605935389
SG Av Total Pressure colector2	[mm H(2)O]	54143,402	54143,477	54143,395	54143,562	100	Yes	0,019156322	9,811277255
SG Av Total Pressure colector3	[mm H(2)O]	54144,736	54144,732	54144,570	54144,857	100	Yes	0,028026727	9,972869072
SG Av Total Pressure colector5	[mm H(2)O]	54136,381	54136,415	54135,804	54136,805	100	Yes	0,146930373	9,93135864
SG Av Total Pressure colector6	[mm H(2)O]	54132,774	54132,691	54131,977	54133,391	100	Yes	0,074414164	9,917579536
SG Av Total Pressure colector7	[mm H(2)O]	54128,097	54128,301	54127,735	54129,200	100	Yes	0,066353514	9,877838543
SG Av Total Pressure colector8	[mm H(2)O]	54124,319	54124,515	54123,577	54125,550	100	Yes	0,093107267	9,843668638
SG Av Total Pressure colector10	[mm H(2)O]	54115,943	54116,193	54115,381	54117,367	100	Yes	0,247761874	9,744487608
SG Av Total Pressure colector4	[mm H(2)O]	54137,433	54137,420	54137,219	54137,557	100	Yes	0,04425373	9,870880622
SG Av Total Pressure colector9	[mm H(2)O]	54119,058	54119,311	54118,486	54120,487	100	Yes	0,166283338	9,795694102
SG Volume Flow Rate Entrada	[m³/s]	0,0186800	0,0186800	0,0186800	0,0186800	100	Yes	1,06812E-09	1,87257E-08
SG Volume Flow Rate Toma C	[m³/s]	-0,00175	-0,00175	-0,00175	-0,00175	100	Yes	9,99094E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma D	[m³/s]	-0,0019	-0,0019	-0,0019	-0,0019	100	Yes	8,59399E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma J	[m³/s]	-0,00257	-0,00257	-0,00257	-0,00257	100	Yes	1,02231E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma H	[m³/s]	-0,00154	-0,00154	-0,00154	-0,00154	100	Yes	9,32672E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma A	[m³/s]	-0,00158	-0,00158	-0,00158	-0,00158	100	Yes	5,19797E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma E	[m³/s]	-0,00167	-0,00167	-0,00167	-0,00167	100	Yes	6,01069E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma F	[m³/s]	-0,00171	-0,00171	-0,00171	-0,00171	100	Yes	7,26162E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma I	[m³/s]	-0,00283	-0,00283	-0,00283	-0,00283	100	Yes	5,61991E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma B	[m³/s]	-0,00158	-0,00158	-0,00158	-0,00158	100	Yes	4,79883E-14	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma G	[m³/s]	-0,00155	-0,00155	-0,00155	-0,00155	100	Yes	7,76937E-14	0,00000001
SG Av Velocity Entrada	[m/s]	2,2947	2,2947	2,2947	2,2948	100	Yes	3,5115E-05	0,000846947
SG Av Velocity Toma C	[m/s]	1,4531	1,4524	1,4514	1,4531	100	Yes	0,000325642	0,002143578
SG Av Velocity Toma D	[m/s]	1,5680	1,5680	1,5676	1,5683	100	Yes	0,000108887	0,001959916
SG Av Velocity Toma J	[m/s]	2,0698	2,0699	2,0696	2,0702	100	Yes	0,000598971	0,001337215
SG Av Velocity Toma H	[m/s]	1,2617	1,2617	1,2611	1,2619	100	Yes	0,000770597	0,000841119

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Velocity Toma A	[m/s]	1,3451	1,3450	1,3440	1,3457	100	Yes	0,000100751	0,0028789
SG Av Velocity Toma E	[m/s]	1,3769	1,3768	1,3764	1,3773	100	Yes	0,000174789	0,001513236
SG Av Velocity Toma F	[m/s]	1,4006	1,4001	1,3998	1,4006	100	Yes	0,000281875	0,00154536
SG Av Velocity Toma I	[m/s]	2,3354	2,3361	2,3343	2,3375	100	Yes	0,000284399	0,003320409
SG Av Velocity Toma B	[m/s]	1,3536	1,3545	1,3536	1,3557	100	Yes	0,000279266	0,00383013
SG Av Velocity Toma G	[m/s]	1,2540	1,2539	1,2538	1,2543	100	Yes	0,00015218	0,001368454
SG Av Velocity colector	[m/s]	2,2791	2,2790	2,2790	2,2791	100	Yes	7,38163E-06	0,000679248
SG Av Velocity colector2	[m/s]	2,0626	2,0626	2,0625	2,0627	100	Yes	1,66595E-05	0,000223602
SG Av Velocity colector3	[m/s]	1,8710	1,8710	1,8709	1,8713	100	Yes	1,95246E-05	0,000125205
SG Av Velocity colector5	[m/s]	1,3183	1,3182	1,3177	1,3186	100	Yes	4,90373E-05	0,000127015
SG Av Velocity colector6	[m/s]	1,0886	1,0888	1,0883	1,0893	100	Yes	8,01015E-05	0,000153185
SG Av Velocity colector7	[m/s]	0,8879	0,8877	0,8870	0,8881	100	Yes	7,96237E-05	0,000134891
SG Av Velocity colector8	[m/s]	0,6945	0,6942	0,6936	0,6947	100	Yes	0,000119077	0,000348061
SG Av Velocity colector10	[m/s]	0,2303	0,2311	0,2301	0,2321	100	Yes	0,001737227	0,006345445
SG Av Velocity colector4	[m/s]	1,5283	1,5282	1,5277	1,5285	100	Yes	5,44132E-05	0,000391173
SG Av Velocity colector9	[m/s]	0,4500	0,4497	0,4478	0,4529	100	Yes	0,000490348	0,004173073
Ks codo	[]	0,2363	0,2363	0,2363	0,2364	100	Yes	2,66946E-05	0,010698237
Ks entre A y B	[]	0,0920	0,0916	0,0912	0,0920	100	Yes	9,85949E-05	0,00125692
Ks A	[]	3,7083	3,7082	3,7012	3,7174	100	Yes	0,001053355	0,046929572
Ks entre B e I	[]	-0,0075	-0,0070	-0,0075	-0,0066	100	Yes	0,000147437	0,001466174
Ks entre I y C	[]	0,0613	0,0614	0,0605	0,0630	100	Yes	0,000389516	0,005188761
Ks entre C y D	[]	0,0119	0,0113	0,0069	0,0192	100	Yes	0,00192723	0,0034252
Ks entre D y E	[]	0,0597	0,0616	0,0553	0,0679	100	Yes	0,002295705	0,007440125
Ks entre E y F	[]	0,1164	0,1093	0,1003	0,1165	100	Yes	0,002143014	0,010293453
Ks entre F y J	[]	0,1537	0,1541	0,1375	0,1745	100	Yes	0,003849403	0,011221578
Ks entre J y G	[]	0,5096	0,5049	0,4839	0,5240	100	Yes	0,01203958	0,034738761
Ks entre G y H	[]	1,1521	1,1457	1,1143	1,1826	100	Yes	0,021438273	0,066958906
Ks B	[]	2,9955	2,9877	2,9785	2,9955	100	Yes	0,001708315	0,050236671
Ks I	[]	1,2521	1,2499	1,2448	1,2555	100	Yes	0,000644375	0,020988165
Ks C	[]	1,6562	1,6591	1,6539	1,6641	100	Yes	0,001351849	0,037721937
Ks D	[]	1,2413	1,2414	1,2371	1,2452	100	Yes	0,00169397	0,031313585
KS E	[]	1,2345	1,2347	1,2309	1,2380	100	Yes	0,000849607	0,029168818
Ks F	[]	1,0275	1,0255	1,0212	1,0312	100	Yes	0,002299187	0,031674192
Ks J	[]	0,7839	0,7798	0,7763	0,7839	100	Yes	0,000991869	0,019479689
Ks H	[]	0,7434	0,7431	0,7411	0,7450	100	Yes	0,003117757	0,029709566
Ks G	[]	0,7596	0,7542	0,7491	0,7596	100	Yes	0,000732601	0,030106654

Iterations: 154

Analysis interval: 35

6.5.7. Hidrante 8.

ColectorH8.SLDASM [Hidrante8 Presion entrada Calculada [Predeterminado]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Static Pressure entrada	[mm H(2)O]	64075,500	64075,500	64075,496	64075,504	100	Yes	0,000489707	1,358476891
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	64081,695	64081,692	64081,669	64081,724	100	Yes	0,027688467	1,896169176
SG Av Static Pressure TomaD	[mm H(2)O]	63854,662	63854,708	63854,626	63854,773	100	Yes	0,14722999	2,013318107
SG Av Static Pressure TomaE	[mm H(2)O]	63771,929	63772,116	63771,929	63772,296	100	Yes	0,367209141	4,675170415
SG Av Static Pressure TomaG	[mm H(2)O]	63637,666	63637,306	63636,829	63637,667	100	Yes	0,837680846	4,377702529
SG Av Static Pressure TomaH	[mm H(2)O]	63698,721	63698,807	63698,287	63699,281	100	Yes	0,993798784	5,712989557
SG Av Static Pressure TomaB	[mm H(2)O]	63906,873	63906,802	63906,622	63906,982	100	Yes	0,360514768	1,973356817
SG Av Static Pressure TomaC	[mm H(2)O]	63891,385	63891,362	63891,275	63891,458	100	Yes	0,183389281	3,543032553
SG Av Static Pressure TomaF	[mm H(2)O]	63703,099	63703,123	63702,799	63703,350	100	Yes	0,551278358	3,996189198
SG Av Static Pressure TomaA	[mm H(2)O]	63711,703	63711,965	63711,534	63712,414	100	Yes	0,880073166	5,349629558
SG Av Total Pressure entrada	[mm H(2)O]	64116,376	64116,375	64116,374	64116,377	100	Yes	0,000708833	1,313303788
SG Av Total Pressure Colector	[mm H(2)O]	64081,695	64081,692	64081,669	64081,724	100	Yes	0,027688467	1,896169176
SG Av Total Pressure TomaD	[mm H(2)O]	63957,958	63958,003	63957,922	63958,071	100	Yes	0,149346351	2,009925692
SG Av Total Pressure TomaE	[mm H(2)O]	63916,444	63916,637	63916,444	63916,817	100	Yes	0,372333193	4,671353303
SG Av Total Pressure TomaG	[mm H(2)O]	63869,840	63869,472	63868,994	63869,844	100	Yes	0,85034636	4,352990165
SG Av Total Pressure TomaH	[mm H(2)O]	63902,492	63902,570	63902,052	63903,039	100	Yes	0,986607704	5,706173027
SG Av Total Pressure TomaB	[mm H(2)O]	63998,543	63998,485	63998,307	63998,672	100	Yes	0,365724307	1,964256468
SG Av Total Pressure TomaC	[mm H(2)O]	63987,456	63987,437	63987,348	63987,530	100	Yes	0,181543566	3,586010471
SG Av Total Pressure TomaF	[mm H(2)O]	63895,611	63895,631	63895,299	63895,873	100	Yes	0,573875754	3,982572869
SG Av Total Pressure TomaA	[mm H(2)O]	63908,975	63909,241	63908,805	63909,676	100	Yes	0,87179507	5,342422591
SG Av Total Pressure Colector4I	[mm H(2)O]	64090,060	64090,019	64089,946	64090,095	100	Yes	0,107528223	1,983397683
SG Av Total Pressure Colector3I	[mm H(2)O]	64090,415	64090,396	64090,317	64090,468	100	Yes	0,044894942	1,97142116
SG Av Total Pressure Colector2I	[mm H(2)O]	64088,575	64088,576	64088,549	64088,604	100	Yes	0,030609636	1,890402188
SG Av Total Pressure Colector1I	[mm H(2)O]	64083,797	64083,800	64083,795	64083,804	100	Yes	0,008941934	1,776374838
SG Av Total Pressure Colector1D	[mm H(2)O]	64077,486	64077,486	64077,464	64077,514	100	Yes	0,003701329	1,952601358
SG Av Total Pressure Colector2D	[mm H(2)O]	64087,340	64087,337	64087,219	64087,422	100	Yes	0,04590435	2,27395018
SG Av Total Pressure Colector3D	[mm H(2)O]	64090,564	64090,446	64090,331	64090,564	100	Yes	0,07969023	2,249464648
SG Av Total Pressure Colector4D	[mm H(2)O]	64091,735	64091,596	64091,441	64091,758	100	Yes	0,061432777	2,286294283
SG Volume Flow Rate entrada	[m³/s]	0,0168799	0,0168800	0,0168799	0,0168801	100	Yes	1,29281E-08	1,69212E-08
SG Av Velocity entrada	[m/s]	0,8964620	0,8964485	0,8964249	0,8964732	100	Yes	4,00414E-06	0,000493587
SG Av Velocity TomaD	[m/s]	1,4250936	1,4250873	1,4250417	1,4251190	100	Yes	7,72941E-05	0,000486237
SG Av Velocity TomaE	[m/s]	1,6856145	1,6856443	1,6856074	1,6856774	100	Yes	6,99346E-05	0,000598237
SG Av Velocity TomaG	[m/s]	2,1364996	2,1364632	2,1363603	2,1365300	100	Yes	0,000169724	0,00063596
SG Av Velocity TomaH	[m/s]	2,0015684	2,0015268	2,0014784	2,0015761	100	Yes	9,77043E-05	0,000802152
SG Av Velocity TomaB	[m/s]	1,3424882	1,3425809	1,3424686	1,3427096	100	Yes	0,000240998	0,001305447
SG Av Velocity TomaC	[m/s]	1,3743481	1,3743769	1,3743440	1,3744312	100	Yes	8,72165E-05	0,00068732
SG Av Velocity TomaF	[m/s]	1,9454950	1,9454707	1,9454075	1,9455451	100	Yes	0,00013757	0,000692424
SG Av Velocity TomaA	[m/s]	1,9693762	1,9693965	1,9693294	1,9694587	100	Yes	0,000129351	0,000943985
SG Av Velocity Colector4I	[m/s]	0,148	0,148	0,148	0,148	100	Yes	0,000395139	0,000546015
SG Av Velocity Colector3I	[m/s]	0,220	0,220	0,219	0,220	100	Yes	0,000408189	0,000429512
SG Av Velocity Colector2I	[m/s]	0,346	0,346	0,346	0,346	100	Yes	0,000404703	0,00156227
SG Av Velocity Colector1I	[m/s]	0,423	0,423	0,423	0,423	100	Yes	0,000119462	0,002764189
SG Av Velocity Colector1D	[m/s]	0,622	0,622	0,621	0,622	100	Yes	0,000254926	0,002353592
SG Av Velocity Colector2D	[m/s]	0,463	0,463	0,462	0,463	100	Yes	0,000255902	0,000890295
SG Av Velocity Colector3D	[m/s]	0,308	0,307	0,307	0,308	100	Yes	0,000320892	0,000559041
SG Av Velocity Colector4D	[m/s]	0,172	0,172	0,172	0,173	100	Yes	0,000601788	0,00201259
Ks Izquierda	[]	3,575	3,574	3,572	3,575	100	Yes	0,001562695	0,147147334
ks Derecha	[]	1,975	1,975	1,973	1,977	100	Yes	0,001567565	0,066191012
Ks C-D	[]	-0,783	-0,783	-0,786	-0,779	100	Yes	0,003027518	0,042284734
Ks B-C	[]	-0,748	-0,740	-0,775	-0,708	100	Yes	0,031855331	0,045846036

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
Ks A-B	[]	0,318	0,338	0,318	0,360	100	Yes	0,041583729	0,060553861
Ks E-F	[]	-0,903	-0,902	-0,908	-0,894	100	Yes	0,003360415	0,037539324
Ks F-G	[]	-0,668	-0,646	-0,668	-0,630	100	Yes	0,010534358	0,032796287
Ks G-H	[]	-0,775	-0,759	-0,814	-0,711	100	Yes	0,01772404	0,099197037
Ks A	[]	0,918	0,916	0,914	0,919	100	Yes	0,004618383	0,01853712
Ks B	[]	1,000	1,000	0,998	1,002	100	Yes	0,003610965	0,016862872
Ks C	[]	1,050	1,051	1,050	1,051	100	Yes	0,00185024	0,017753202
Ks D	[]	1,216	1,215	1,215	1,216	100	Yes	0,001448944	0,021389702
Ks E	[]	1,112	1,111	1,109	1,112	100	Yes	0,002590074	0,019705616
Ks F	[]	0,994	0,994	0,992	0,995	100	Yes	0,002751192	0,010480059
Ks G	[]	0,949	0,950	0,949	0,952	100	Yes	0,003205682	0,010251156
Ks H	[]	0,927	0,926	0,924	0,928	100	Yes	0,003871383	0,01792112

Iterations: 121

Analysis interval: 38

6.5.8. Hidrante 9.

ColectorH9.SLDASM [ColectorH9 PresionEntradaCalculada [Predeterminado]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Static Pressure Entrada	[mm H(2)O]	57924,556	57924,494	57924,384	57924,608	100	Yes	0,018424019	16,18217486
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	58120,539	58118,531	58117,267	58120,539	100	Yes	0,124962574	16,22151836
SG Av Static Pressure TomaC	[mm H(2)O]	57490,594	57489,874	57486,632	57492,281	100	Yes	0,470043897	21,15920744
SG Av Static Pressure TomaD	[mm H(2)O]	57546,135	57544,107	57542,997	57546,135	100	Yes	0,24497225	18,51514912
SG Av Static Pressure TomaB	[mm H(2)O]	57610,469	57607,381	57605,255	57610,469	100	Yes	0,386975615	16,43449043
SG Av Static Pressure TomaE	[mm H(2)O]	57542,392	57539,098	57536,267	57542,471	100	Yes	0,642762535	17,4844712
SG Av Static Pressure TomaA	[mm H(2)O]	57512,240	57507,901	57504,510	57512,240	100	Yes	0,640386158	21,11778613
SG Av Static Pressure TomaF	[mm H(2)O]	57621,987	57620,483	57617,502	57624,104	100	Yes	1,212569604	20,1206083
SG Av Static Pressure Colector I1	[mm H(2)O]	58173,076	58170,780	58169,038	58173,076	100	Yes	0,162597501	16,28373344
SG Av Static Pressure Colector I2	[mm H(2)O]	58156,671	58154,562	58152,966	58156,671	100	Yes	0,203688686	16,2916382
SG Av Static Pressure Colector I3	[mm H(2)O]	58115,108	58113,207	58111,644	58115,108	100	Yes	0,121297425	16,38600221
SG Av Static Pressure Colector D1	[mm H(2)O]	58166,391	58164,570	58163,242	58166,391	100	Yes	0,124066196	16,36419605
SG Av Static Pressure Colector D2	[mm H(2)O]	58161,099	58159,216	58158,056	58161,143	100	Yes	0,144802155	16,34932737
SG Av Static Pressure Colector D3	[mm H(2)O]	58120,227	58118,157	58116,547	58120,227	100	Yes	0,132705164	16,36561977
SG Av Static Pressure Salida R	[mm H(2)O]	58102,270	58100,856	58099,070	58102,270	100	Yes	0,158467767	15,40244425
SG Av Total Pressure Entrada	[mm H(2)O]	58432,063	58432,025	58431,972	58432,076	100	Yes	0,018721639	15,80577176
SG Av Total Pressure Colector	[mm H(2)O]	58120,539	58118,531	58117,267	58120,539	100	Yes	0,124962574	16,22151836
SG Av Total Pressure TomaC	[mm H(2)O]	57865,296	57864,556	57861,305	57866,959	100	Yes	0,477518367	21,0375414
SG Av Total Pressure TomaD	[mm H(2)O]	57924,985	57922,927	57921,800	57924,985	100	Yes	0,26179484	18,51121802
SG Av Total Pressure TomaB	[mm H(2)O]	57936,211	57933,078	57930,938	57936,211	100	Yes	0,40207848	16,42790401
SG Av Total Pressure TomaE	[mm H(2)O]	57855,918	57852,625	57849,787	57856,002	100	Yes	0,628176863	17,47920422
SG Av Total Pressure TomaA	[mm H(2)O]	57899,789	57895,363	57891,912	57899,789	100	Yes	0,731595234	21,01517754
SG Av Total Pressure TomaF	[mm H(2)O]	57940,370	57938,854	57935,854	57942,505	100	Yes	1,248211497	20,06477964
SG Av Total Pressure Colector I1	[mm H(2)O]	58176,624	58174,343	58172,606	58176,624	100	Yes	0,197550679	16,28331581
SG Av Total Pressure Colector I2	[mm H(2)O]	58173,682	58171,560	58169,928	58173,682	100	Yes	0,195777593	16,29178178
SG Av Total Pressure Colector I3	[mm H(2)O]	58159,791	58157,836	58156,303	58159,791	100	Yes	0,129614473	16,38994359
SG Av Total Pressure Colector D1	[mm H(2)O]	58168,686	58166,873	58165,532	58168,686	100	Yes	0,127290871	16,36436607
SG Av Total Pressure Colector D2	[mm H(2)O]	58167,782	58165,922	58164,694	58167,782	100	Yes	0,13889828	16,34677063
SG Av Total Pressure Colector D3	[mm H(2)O]	58163,189	58161,065	58159,536	58163,189	100	Yes	0,123530262	16,36472615
SG Av Total Pressure Salida R	[mm H(2)O]	58245,496	58244,137	58242,503	58245,496	100	Yes	0,149726188	15,41440598

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Volume Flow Rate Entrada	[m ³ /s]	0,02110605	0,02110599	0,02110585	0,02110620	100	Yes	9,17308E-09	2,11576E-08
SG Av Velocity Entrada	[m/s]	3,146	3,146	3,146	3,146	100	Yes	6,46852E-06	0,001434174
SG Av Velocity TomaC	[m/s]	2,714	2,714	2,714	2,714	100	Yes	5,09751E-05	0,00054626
SG Av Velocity TomaD	[m/s]	2,729	2,729	2,729	2,729	100	Yes	7,90839E-05	0,000610801
SG Av Velocity TomaB	[m/s]	2,531	2,531	2,530	2,531	100	Yes	5,97765E-05	0,000247018
SG Av Velocity TomaE	[m/s]	2,483	2,483	2,483	2,483	100	Yes	6,5559E-05	0,00014733
SG Av Velocity TomaA	[m/s]	2,760	2,760	2,760	2,760	100	Yes	0,000336837	0,000558601
SG Av Velocity TomaF	[m/s]	2,502	2,502	2,502	2,502	100	Yes	0,00013981	0,000440769
SG Av Velocity Colector I1	[m/s]	0,224	0,225	0,223	0,226	100	Yes	0,000481541	0,000482905
SG Av Velocity Colector I2	[m/s]	0,530	0,530	0,529	0,531	100	Yes	0,000234013	0,00033328
SG Av Velocity Colector I3	[m/s]	0,795	0,794	0,793	0,796	100	Yes	0,000624916	0,002537753
SG Av Velocity Colector D1	[m/s]	0,194	0,194	0,194	0,195	100	Yes	0,000129229	0,000194013
SG Av Velocity Colector D2	[m/s]	0,306	0,306	0,304	0,308	100	Yes	0,000592372	0,001061091
SG Av Velocity Colector D3	[m/s]	0,876	0,876	0,876	0,876	100	Yes	8,38432E-05	0,000366453
SG Av Velocity Salida Reduccion	[m/s]	1,588	1,588	1,587	1,589	100	Yes	5,99822E-05	0,000311406
Ks Reduccion	[]	0,370	0,372	0,370	0,376	100	Yes	0,000310362	0,010207002
Ks Te Izquierda	[]	2,663	2,684	2,641	2,712	100	Yes	0,004604111	0,064621609
Ks Te Derecha	[]	2,102	2,123	2,082	2,144	100	Yes	0,002908794	0,040839401
Ks C-B	[]	-0,969	-0,960	-1,014	-0,942	100	Yes	0,00692905	0,035917822
Ks B-A	[]	-1,155	-1,082	-1,264	-0,818	100	Yes	0,051431104	0,123262642
Ks D-E	[]	-0,965	-1,017	-1,106	-0,903	100	Yes	0,036051329	0,090539633
Ks E-F	[]	-0,470	-0,494	-0,602	-0,405	100	Yes	0,033127972	0,047694615
Ks A	[]	0,713	0,719	0,712	0,724	100	Yes	0,002271644	0,019723254
Ks B	[]	0,727	0,731	0,727	0,734	100	Yes	0,001089639	0,003974719
Ks C	[]	0,784	0,781	0,775	0,786	100	Yes	0,001020839	0,020337428
Ks D	[]	0,627	0,627	0,626	0,629	100	Yes	0,000766206	0,012329046
Ks E	[]	0,993	0,997	0,990	1,004	100	Yes	0,001839178	0,004467917
Ks F	[]	0,716	0,715	0,702	0,722	100	Yes	0,00408899	0,017548715

Iterations: 142

Analysis interval: 34

6.5.9. Hidrante 10.

ColectorH10AgruSinEntrada.SLDASM [ColectorH10 PresionEntradaCalculada QC [Predeterminado]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	45234,189	45234,930	45232,953	45236,787	100	Yes	0,385407725	13,24416572
SG Av Static Pressure Entrada	[mm H(2)O]	45526,008	45525,995	45525,943	45526,048	100	Yes	0,01599195	13,23858926
SG Av Static Pressure TomaA	[mm H(2)O]	44525,343	44525,499	44522,876	44528,343	100	Yes	0,497241184	12,82359185
SG Av Static Pressure TomaB	[mm H(2)O]	44248,796	44249,158	44244,993	44254,662	100	Yes	1,464030762	19,88577526
SG Av Static Pressure TomaC	[mm H(2)O]	43952,754	43953,929	43951,694	43957,357	100	Yes	0,402394761	14,06638585
SG Av Static Pressure TomaD	[mm H(2)O]	43520,341	43521,936	43519,419	43523,717	100	Yes	0,356891782	18,61051262
SG Av Static Pressure TomaE	[mm H(2)O]	44056,527	44056,900	44053,847	44060,295	100	Yes	1,062383118	29,42719244
SG Av Static Pressure TomaF	[mm H(2)O]	44115,791	44117,064	44113,437	44119,553	100	Yes	0,435758877	12,59033954
SG Av Static Pressure TomaG	[mm H(2)O]	44617,434	44616,423	44613,978	44618,633	100	Yes	0,408098725	11,59024184
SG Av Static Pressure S1	[mm H(2)O]	45130,746	45131,480	45130,014	45133,241	100	Yes	0,397117096	13,07860099
SG Av Static Pressure S2	[mm H(2)O]	45186,704	45187,444	45185,635	45189,386	100	Yes	0,250144739	12,87577817
SG Av Static Pressure S3	[mm H(2)O]	45264,220	45265,203	45262,738	45267,007	100	Yes	0,324630371	12,786704
SG Av Static Pressure S4	[mm H(2)O]	45350,188	45351,185	45348,184	45353,510	100	Yes	0,391029606	12,06492096
SG Av Static Pressure S5	[mm H(2)O]	45444,193	45444,342	45441,419	45446,439	100	Yes	0,440492942	12,09266264
SG Av Total Pressure Colector	[mm H(2)O]	45234,189	45234,930	45232,953	45236,787	100	Yes	0,385407725	13,24416572

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Total Pressure Entrada	[mm H(2)O]	45942,374	45942,372	45942,353	45942,397	100	Yes	0,014880556	12,82769062
SG Av Total Pressure TomaA	[mm H(2)O]	44855,759	44855,946	44853,327	44858,759	100	Yes	0,80223413	12,79126492
SG Av Total Pressure TomaB	[mm H(2)O]	44568,119	44568,492	44564,308	44573,977	100	Yes	1,528518975	19,82655532
SG Av Total Pressure TomaC	[mm H(2)O]	44354,835	44356,023	44353,769	44359,436	100	Yes	1,772824573	14,04452241
SG Av Total Pressure TomaD	[mm H(2)O]	43981,994	43983,614	43981,036	43985,395	100	Yes	0,780852346	18,63628121
SG Av Total Pressure TomaE	[mm H(2)O]	44433,212	44433,589	44430,548	44436,975	100	Yes	0,931194453	29,32340202
SG Av Total Pressure TomaF	[mm H(2)O]	44503,216	44504,485	44500,866	44507,011	100	Yes	0,910133891	12,57878944
SG Av Total Pressure TomaG	[mm H(2)O]	45021,346	45020,395	45018,006	45022,568	100	Yes	0,573163558	11,55332433
SG Av Total Pressure S1	[mm H(2)O]	45633,344	45634,157	45632,671	45635,946	100	Yes	0,333630079	13,23647483
SG Av Total Pressure S2	[mm H(2)O]	45603,615	45604,379	45602,583	45606,321	100	Yes	0,260486766	13,00441746
SG Av Total Pressure S3	[mm H(2)O]	45564,159	45565,135	45562,281	45566,977	100	Yes	0,371730294	12,70839386
SG Av Total Pressure S4	[mm H(2)O]	45484,178	45484,992	45481,748	45487,099	100	Yes	0,461945302	12,06833185
SG Av Total Pressure S5	[mm H(2)O]	45482,469	45482,353	45479,733	45484,306	100	Yes	0,385435876	12,09259741
SG Av Velocity Colector	[m/s]	0,000	0,000	0,000	0,000	100	Yes	0	0
SG Av Velocity Entrada	[m/s]	2,861	2,861	2,861	2,861	100	Yes	8,19585E-06	0,000613094
SG Av Velocity TomaA	[m/s]	2,549	2,549	2,549	2,549	100	Yes	0,000200029	0,001085046
SG Av Velocity TomaB	[m/s]	2,506	2,506	2,506	2,506	100	Yes	0,000224502	0,001062964
SG Av Velocity TomaC	[m/s]	2,811	2,811	2,811	2,811	100	Yes	0,000186378	0,002717952
SG Av Velocity TomaD	[m/s]	3,013	3,013	3,012	3,013	100	Yes	0,000506941	0,00105158
SG Av Velocity TomaE	[m/s]	2,721	2,721	2,721	2,721	100	Yes	0,000101597	0,001059075
SG Av Velocity TomaF	[m/s]	2,760	2,759	2,759	2,760	100	Yes	0,000378926	0,002505723
SG Av Velocity TomaG	[m/s]	2,818	2,818	2,818	2,819	100	Yes	0,000523431	0,000532406
SG Av Velocity S1	[m/s]	2,928	2,928	2,928	2,929	100	Yes	0,000118461	0,000956809
SG Av Velocity S2	[m/s]	2,783	2,783	2,783	2,783	100	Yes	3,26879E-05	0,000130679
SG Av Velocity S3	[m/s]	2,316	2,316	2,315	2,316	100	Yes	7,0007E-05	0,000234951
SG Av Velocity S4	[m/s]	1,410	1,410	1,408	1,411	100	Yes	0,000233209	0,00116848
SG Av Velocity S5	[m/s]	0,752	0,752	0,750	0,754	100	Yes	0,000318807	0,000979872
SG Volume Flow Rate T E	[m^3/s]	-0,00175	-0,00175	-0,00175	-0,00175	100	Yes	3,70946E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate T C	[m^3/s]	-0,00115	-0,00115	-0,00115	-0,00115	100	Yes	1,45915E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate T G	[m^3/s]	-0,00452	-0,00452	-0,00452	-0,00452	100	Yes	1,61266E-12	0,00000001
SG Volume Flow Rate T B	[m^3/s]	-0,00161	-0,00161	-0,00161	-0,00161	100	Yes	2,13261E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate T F	[m^3/s]	-0,00431	-0,00431	-0,00431	-0,00431	100	Yes	3,89167E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Entrada	[m^3/s]	0,01817	0,01817	0,01817	0,01817	100	Yes	7,51622E-09	1,82143E-08
SG Volume Flow Rate T A	[m^3/s]	-0,00409	-0,00409	-0,00409	-0,00409	100	Yes	4,53121E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate T D	[m^3/s]	-0,00074	-0,00074	-0,00074	-0,00074	100	Yes	6,41339E-14	0,00000001
Ks codo 90	[]	0,741	0,739	0,734	0,742	100	Yes	0,000827725	0,014158576
Ks Colector 1-2	[]	0,075	0,075	0,075	0,077	100	Yes	0,000267002	0,005194694
Ks Colector 2-3	[]	0,144	0,144	0,140	0,148	100	Yes	0,000616712	0,004903316
Ks Colector 3-4	[]	0,789	0,791	0,780	0,801	100	Yes	0,004598803	0,029340624
Ks Colector 4-5	[]	0,059	0,092	0,050	0,138	100	Yes	0,005218456	0,036313321
Ks A	[]	1,898	1,900	1,895	1,905	100	Yes	0,005648014	0,036992484
Ks B	[]	3,113	3,115	3,103	3,126	100	Yes	0,005110829	0,023275926
Ks C	[]	3,100	3,099	3,093	3,102	100	Yes	0,00886584	0,045201186
Ks D	[]	3,570	3,568	3,564	3,573	100	Yes	0,00561844	0,052257416
Ks E	[]	3,101	3,102	3,097	3,107	100	Yes	0,001450513	0,045221629
Ks F	[]	2,734	2,733	2,728	2,736	100	Yes	0,006700647	0,050668136
Ks G	[]	1,139	1,141	1,138	1,144	100	Yes	0,002309386	0,016927008

Iterations: 176

Analysis interval: 52

6.5.10. Hidrante 11.

ColectorH11 PPH DN110.SLDASM [H11 PentradaCalculada Pto4 Error-3,68 QNB [Predeterminado]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Static Pressure Toma A	[mm H(2)O]	47164,247	47162,802	47161,461	47164,913	100	Yes	0,223212811	45,82594356
SG Av Static Pressure Toma B	[mm H(2)O]	47046,715	47044,808	47043,642	47047,156	100	Yes	1,193248209	53,33915247
SG Av Static Pressure Toma C	[mm H(2)O]	47195,507	47194,269	47192,103	47196,960	100	Yes	0,354039525	65,08335436
SG Av Static Pressure Toma D	[mm H(2)O]	47153,715	47152,021	47149,393	47157,022	100	Yes	1,716908994	65,20913096
SG Av Static Pressure Toma E	[mm H(2)O]	48095,865	48092,762	48089,517	48097,649	100	Yes	0,347891236	77,66150151
SG Av Static Pressure Toma F	[mm H(2)O]	47737,741	47733,865	47730,971	47738,619	100	Yes	0,957568917	76,09533302
SG Av Static Pressure Toma G	[mm H(2)O]	47375,958	47371,689	47366,383	47376,645	100	Yes	0,781870739	93,05534563
SG Av Static Pressure AA-A	[mm H(2)O]	48021,533	48020,912	48019,858	48022,287	100	Yes	0,385757185	38,19273444
SG Av Static Pressure Toma A-B	[mm H(2)O]	48136,572	48135,086	48133,776	48137,047	100	Yes	0,342732929	48,57257425
SG Av Static Pressure Toma B-C	[mm H(2)O]	48376,747	48374,770	48373,454	48376,960	100	Yes	0,243774686	59,8881444
SG Av Static Pressure Toma C-D	[mm H(2)O]	48663,045	48661,670	48659,855	48664,226	100	Yes	0,300501804	66,41529871
SG Av Static Pressure Toma D-E	[mm H(2)O]	48833,506	48831,451	48828,241	48835,866	100	Yes	0,422819151	71,24326354
SG Av Static Pressure Toma E-F	[mm H(2)O]	48887,234	48883,522	48880,063	48888,513	100	Yes	0,254484895	76,98143991
SG Av Static Pressure Toma F-G	[mm H(2)O]	49026,143	49022,015	49018,665	49026,916	100	Yes	0,347117946	80,7515113
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	49309,501	49305,446	49300,513	49311,034	100	Yes	0,455198454	80,7647137
SG Av Static Pressure Salida Curva	[mm H(2)O]	49129,885	49129,962	49129,885	49130,029	100	Yes	0,012385247	27,3570193
SG Av Static Pressure ReduccionToma A	[mm H(2)O]	47828,128	47827,024	47826,014	47828,820	100	Yes	0,757340835	45,1199365
SG Av Static Pressure ReduccionToma B	[mm H(2)O]	47372,531	47370,790	47369,457	47372,837	100	Yes	0,474059502	53,23223384
SG Av Static Pressure ReduccionToma D	[mm H(2)O]	47727,165	47726,057	47723,743	47730,394	100	Yes	0,68184793	65,89578718
SG Av Static Pressure ReduccionToma E	[mm H(2)O]	48687,290	48684,132	48680,853	48689,098	100	Yes	0,301149651	75,43387993
SG Av Static Pressure ReduccionToma F	[mm H(2)O]	48185,196	48181,108	48178,065	48185,983	100	Yes	0,956054136	75,56618951
SG Av Total Pressure Toma A	[mm H(2)O]	47637,353	47635,916	47634,578	47637,995	100	Yes	0,237265365	45,82556144
SG Av Total Pressure Toma B	[mm H(2)O]	47483,292	47481,370	47480,206	47483,708	100	Yes	1,24251288	53,7882732
SG Av Total Pressure Toma C	[mm H(2)O]	47642,681	47641,476	47639,264	47644,195	100	Yes	0,376527801	66,50869031
SG Av Total Pressure Toma D	[mm H(2)O]	47787,656	47785,823	47783,328	47790,777	100	Yes	1,672678033	65,79744774
SG Av Total Pressure Toma E	[mm H(2)O]	48503,934	48500,862	48497,588	48505,775	100	Yes	0,331831819	77,85998284
SG Av Total Pressure Toma F	[mm H(2)O]	48242,361	48238,553	48235,583	48243,363	100	Yes	0,92616172	76,55887048
SG Av Total Pressure Toma G	[mm H(2)O]	48454,777	48450,115	48445,074	48455,659	100	Yes	0,82053647	95,66191344
SG Av Total Pressure AA-A	[mm H(2)O]	49389,385	49388,446	49387,482	49390,015	100	Yes	0,388975114	38,33074976
SG Av Total Pressure Toma A-B	[mm H(2)O]	49382,585	49380,932	49379,573	49382,946	100	Yes	0,347549943	49,14055181
SG Av Total Pressure Toma B-C	[mm H(2)O]	49411,487	49409,449	49408,104	49411,649	100	Yes	0,232756701	60,09770461
SG Av Total Pressure Toma C-D	[mm H(2)O]	49414,763	49413,243	49411,485	49415,717	100	Yes	0,271690051	66,59216106
SG Av Total Pressure Toma D-E	[mm H(2)O]	49400,814	49398,638	49395,721	49402,883	100	Yes	0,37355412	71,4103987
SG Av Total Pressure Toma E-F	[mm H(2)O]	49393,405	49389,690	49386,392	49394,604	100	Yes	0,253280302	77,05541276
SG Av Total Pressure Toma F-G	[mm H(2)O]	49396,474	49392,300	49389,093	49397,162	100	Yes	0,335495779	80,79838468
SG Av Total Pressure Colector	[mm H(2)O]	49309,501	49305,446	49300,513	49311,034	100	Yes	0,455198454	80,7647137
SG Av Total Pressure Salida Curva	[mm H(2)O]	49932,977	49932,991	49932,945	49933,021	100	Yes	0,012519371	25,89136465
SG Av Total Pressure ReduccionToma A	[mm H(2)O]	47912,347	47910,759	47909,333	47913,033	100	Yes	0,743472654	45,23314305
SG Av Total Pressure ReduccionToma B	[mm H(2)O]	47680,805	47679,303	47677,601	47681,712	100	Yes	0,444427003	55,04768882
SG Av Total Pressure ReduccionToma D	[mm H(2)O]	48108,354	48107,804	48105,082	48112,852	100	Yes	0,533761419	69,1943924
SG Av Total Pressure ReduccionToma E	[mm H(2)O]	48759,925	48757,088	48753,610	48762,329	100	Yes	0,379266805	76,9864227
SG Av Total Pressure ReduccionToma F	[mm H(2)O]	48480,029	48476,296	48473,040	48481,009	100	Yes	1,240025976	79,08454429
SG Volume Flow Rate Toma G	[m³/s]	-0,0169	-0,0169	-0,0169	-0,0169	100	Yes	8,4894E-12	1,69513E-08
SG Volume Flow Rate Toma F	[m³/s]	-0,0028	-0,0028	-0,0029	-0,0028	100	Yes	4,34688E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma D	[m³/s]	-0,0032	-0,0032	-0,0032	-0,0032	100	Yes	7,17721E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma B	[m³/s]	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	100	Yes	2,7956E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma E	[m³/s]	-0,0011	-0,0011	-0,0011	-0,0011	100	Yes	2,93692E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma A	[m³/s]	-0,0012	-0,0012	-0,0012	-0,0012	100	Yes	1,92773E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate Toma C	[m³/s]	-0,0042	-0,0042	-0,0042	-0,0042	100	Yes	4,06296E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate AA-A	[m³/s]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	1,69421E-07	0,000504638

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Volume Flow Rate Toma A-B	[m ³ /s]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	2,84347E-08	0,000504638
SG Volume Flow Rate Toma B-C	[m ³ /s]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	2,93578E-08	0,000504638
SG Volume Flow Rate Toma C-D	[m ³ /s]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	2,16835E-07	0,000504638
SG Volume Flow Rate Toma D-E	[m ³ /s]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	2,47749E-08	0,000504638
SG Volume Flow Rate Toma E-F	[m ³ /s]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	2,2115E-08	0,000504638
SG Volume Flow Rate Toma F-G	[m ³ /s]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	2,88482E-08	0,000504638
SG Flow Rate Salida Curva	[m ³ /s]	0,0321	0,0321	0,0321	0,0321	100	Yes	1,44535E-08	3,21494E-08
SG Av Velocity Toma A	[m/s]	3,050	3,050	3,050	3,050	100	Yes	0,000106368	0,000678194
SG Av Velocity Toma B	[m/s]	2,930	2,930	2,929	2,930	100	Yes	0,000171311	0,00155024
SG Av Velocity Toma C	[m/s]	2,963	2,963	2,963	2,964	100	Yes	0,00021292	0,004842293
SG Av Velocity Toma D	[m/s]	3,530	3,530	3,529	3,530	100	Yes	0,000232541	0,00168167
SG Av Velocity Toma E	[m/s]	2,832	2,833	2,832	2,833	100	Yes	7,13819E-05	0,000738543
SG Av Velocity Toma F	[m/s]	3,150	3,150	3,150	3,150	100	Yes	0,000152576	0,001470416
SG Av Velocity Toma G	[m/s]	4,602	4,602	4,600	4,603	100	Yes	0,000263371	0,005653549
SG Av Velocity AA-A	[m/s]	5,099	5,099	5,098	5,099	100	Yes	7,05757E-05	0,000493691
SG Av Velocity Toma A-B	[m/s]	4,911	4,911	4,911	4,911	100	Yes	3,11405E-05	0,000204519
SG Av Velocity Toma B-C	[m/s]	4,492	4,492	4,492	4,492	100	Yes	3,45709E-05	0,000174102
SG Av Velocity Toma C-D	[m/s]	3,823	3,823	3,823	3,823	100	Yes	5,98654E-05	0,000134474
SG Av Velocity Toma D-E	[m/s]	3,315	3,315	3,313	3,316	100	Yes	0,000104298	0,00012498
SG Av Velocity Toma E-F	[m/s]	3,140	3,140	3,140	3,141	100	Yes	4,92802E-05	0,000110472
SG Av Velocity Toma F-G	[m/s]	2,688	2,688	2,687	2,688	100	Yes	4,59977E-05	0,000104083
SG Av Velocity Colector	[m/s]	0,000	0,000	0,000	0,000	100	Yes	0	0
SG AV Velocity Salida Curva	[m/s]	3,967	3,967	3,967	3,967	100	Yes	1,01684E-05	0,001638991
SG Av Velocity ReduccionToma A	[m/s]	1,090	1,088	1,084	1,091	100	Yes	0,000675792	0,012972875
SG Av Velocity ReduccionToma B	[m/s]	2,103	2,105	2,103	2,107	100	Yes	0,000298723	0,016254689
SG Av Velocity ReduccionToma D	[m/s]	2,383	2,384	2,382	2,387	100	Yes	0,00073983	0,013313534
SG Av Velocity ReduccionToma E	[m/s]	1,025	1,028	1,025	1,031	100	Yes	0,000990624	0,011239805
SG Av Velocity ReduccionToma F	[m/s]	2,104	2,105	2,103	2,107	100	Yes	0,000986861	0,011078318
Ks Codo	[]	0,678	0,679	0,677	0,680	100	Yes	0,000489269	0,020547558
Ks Toma A	[]	3,696	3,696	3,696	3,696	100	Yes	0,046345666	1,195447307
Ks Toma B	[]	4,342	4,342	4,342	4,342	100	Yes	0,00290063	0,201782578
Ks Toma C	[]	3,953	3,953	3,953	3,953	100	Yes	0,000988881	0,030607198
Ks Toma D	[]	2,562	2,562	2,562	2,562	100	Yes	0,002279051	0,078970324
Ks Toma E	[]	2,193	2,193	2,193	2,193	100	Yes	0,022193609	0,732841808
Ks Toma F	[]	2,277	2,277	2,277	2,277	100	Yes	0,008687415	0,066918148
Ks Toma G	[]	0,872	0,872	0,872	0,872	100	Yes	0,000926197	0,017442585
KS A-B	[]	0,006	0,006	0,006	0,007	100	Yes	0,000139088	0,010258345
Ks B-C	[]	-0,028	-0,028	-0,028	-0,027	100	Yes	0,000240339	0,010655721
Ks C-D	[]	-0,004	-0,005	-0,006	-0,004	100	Yes	0,000197002	0,008734003
Ks D-E	[]	0,025	0,026	0,023	0,028	100	Yes	0,000457135	0,008716904
Ks E-F	[]	0,015	0,018	0,015	0,020	100	Yes	0,00059912	0,011424014
Ks F-G	[]	-0,008	-0,007	-0,009	-0,005	100	Yes	0,000583923	0,010307515
Ks R Toma A	[]	0,580	0,580	0,578	0,582	100	Yes	0,00139721	0,008631627
Ks R Toma B	[]	0,452	0,453	0,451	0,455	100	Yes	0,003556264	0,00364409
Ks R Toma D	[]	0,505	0,507	0,505	0,510	100	Yes	0,002262591	0,005597161
Ks R Toma E	[]	0,626	0,627	0,625	0,628	100	Yes	0,000275692	0,011033698
Ks R Toma F	[]	0,470	0,470	0,469	0,472	100	Yes	0,003434444	0,004970549

Iterations: 139

Analysis interval: 40

6.5.11. Hidrante Tipo "Costella".

ColectorHTipo.SLDASM [Colector H Tipo PresionEntradaCalculada [Predeterminado]]

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Static Pressure Entrada	[mm H(2)O]	30009,98472	30010,00175	30009,95409	30010,04744	100	Yes	0,004142434	13,82362307
SG Av Static Pressure Colector	[mm H(2)O]	29602,18353	29602,47088	29602,00789	29603,27318	100	Yes	0,096906531	32,77677665
SG Av Static Pressure TomaA	[mm H(2)O]	29233,83642	29235,86171	29233,83642	29238,6075	100	Yes	4,771077126	43,60452628
SG Av Static Pressure TomaG	[mm H(2)O]	28769,59962	28768,704	28765,29754	28772,22655	100	Yes	0,773489175	33,95916579
SG Av Static Pressure TomaB	[mm H(2)O]	28745,72419	28745,73891	28742,54265	28748,70643	100	Yes	1,496254736	41,61134203
SG Av Static Pressure TomaD	[mm H(2)O]	28810,1041	28808,26271	28805,36245	28812,26666	100	Yes	0,911456845	30,80069097
SG Av Static Pressure TomaF	[mm H(2)O]	28839,60222	28839,99819	28837,80172	28841,65731	100	Yes	1,296103824	41,85811108
SG Av Static Pressure TomaE	[mm H(2)O]	29337,38386	29338,9537	29337,38386	29341,13846	100	Yes	3,754593866	42,94292272
SG Av Static Pressure TomaH	[mm H(2)O]	28684,37257	28683,4634	28681,38311	28684,82915	100	Yes	0,375254316	30,33294694
SG Av Static Pressure TomaC	[mm H(2)O]	28925,57161	28926,47728	28924,11591	28929,37372	100	Yes	0,604886352	33,06927638
SG Av Static Pressure Seccion Colector 1	[mm H(2)O]	29555,66338	29555,62756	29555,11767	29556,04857	100	Yes	0,185803702	24,45339536
SG Av Static Pressure Seccion Colector 2	[mm H(2)O]	29657,16718	29657,47166	29656,98766	29658,10493	100	Yes	0,305602482	32,14698058
SG Av Static Pressure Seccion Colector 3	[mm H(2)O]	29692,90328	29693,80272	29692,90328	29694,93426	100	Yes	0,289297873	37,21207731
SG Av Static Pressure Seccion Colector 4	[mm H(2)O]	29760,29516	29761,16219	29760,29516	29762,31531	100	Yes	0,42560291	39,66622468
SG Av Static Pressure Seccion Colector 5	[mm H(2)O]	29772,69597	29773,88162	29772,69597	29774,96693	100	Yes	0,60370297	41,27016754
SG Av Total Pressure Entrada	[mm H(2)O]	30421,14174	30421,14003	30421,11581	30421,16179	100	Yes	0,003240077	13,12467166
SG Av Total Pressure Colector	[mm H(2)O]	29602,18353	29602,47088	29602,00789	29603,27318	100	Yes	0,096906531	32,77677665
SG Av Total Pressure TomaA	[mm H(2)O]	29484,29171	29486,27219	29484,29171	29488,99901	100	Yes	4,70730163	43,49549973
SG Av Total Pressure TomaG	[mm H(2)O]	29155,46503	29154,8321	29151,77689	29158,7095	100	Yes	1,011283221	33,78915187
SG Av Total Pressure TomaB	[mm H(2)O]	29230,43952	29230,6277	29227,31479	29233,50478	100	Yes	1,770242666	41,46326576
SG Av Total Pressure TomaD	[mm H(2)O]	29136,20089	29134,4032	29131,5213	29138,35635	100	Yes	0,769986074	30,67118223
SG Av Total Pressure TomaF	[mm H(2)O]	29270,71821	29271,11786	29268,80486	29272,86549	100	Yes	2,818465652	41,71978783
SG Av Total Pressure TomaE	[mm H(2)O]	29528,73417	29530,31093	29528,73417	29532,4919	100	Yes	3,757721973	42,85689807
SG Av Total Pressure TomaH	[mm H(2)O]	29083,43432	29082,50499	29080,35333	29083,81527	100	Yes	0,373032873	30,15918767
SG Av Total Pressure TomaC	[mm H(2)O]	29228,25351	29229,08256	29226,82102	29231,8552	100	Yes	1,109283941	32,94193878
SG Av Total Pressure Seccion Colector 1	[mm H(2)O]	29999,73763	29999,74511	29999,23454	30000,1869	100	Yes	0,186938067	24,49562055
SG Av Total Pressure Seccion Colector 2	[mm H(2)O]	29925,64098	29925,95285	29925,41152	29926,52186	100	Yes	0,288292439	31,70122641
SG Av Total Pressure Seccion Colector 3	[mm H(2)O]	29901,35719	29902,19121	29901,35719	29903,21982	100	Yes	0,268394367	37,2191752
SG Av Total Pressure Seccion Colector 4	[mm H(2)O]	29815,51515	29816,42675	29815,51515	29817,50156	100	Yes	0,469281128	39,65398329
SG Av Total Pressure Seccion Colector 5	[mm H(2)O]	29810,90701	29812,11623	29810,90701	29813,20049	100	Yes	0,615604309	41,23955906
SG Volume Flow Rate Entrada	[m³/s]	0,01851184	0,018511975	0,018511798	0,01851219	100	Yes	1,11944E-08	1,85571E-08
SG Volume Flow Rate TomaA	[m³/s]	-0,00324	-0,00324	-0,00324	-0,00324	100	Yes	2,58563E-12	0,00000001
SG Volume Flow Rate TomaG	[m³/s]	-0,001073	-0,001073	-0,001073	-0,001073	100	Yes	1,00076E-13	1,17119E-05
SG Volume Flow Rate TomaB	[m³/s]	-0,004283	-0,004283	-0,004283	-0,004283	100	Yes	3,23699E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate TomaD	[m³/s]	-0,000978	-0,000978	-0,000978	-0,000978	100	Yes	8,10135E-14	1,16743E-05
SG Volume Flow Rate TomaF	[m³/s]	-0,00407	-0,00407	-0,00407	-0,00407	100	Yes	3,71214E-13	0,00000001
SG Volume Flow Rate TomaE	[m³/s]	-0,002836	-0,002836	-0,002836	-0,002836	100	Yes	2,40639E-12	0,00000001
SG Volume Flow Rate TomaH	[m³/s]	-0,001089	-0,001089	-0,001089	-0,001089	100	Yes	5,0045E-14	1,16751E-05
SG Volume Flow Rate TomaC	[m³/s]	-0,000943	-0,000943	-0,000943	-0,000943	100	Yes	7,84087E-14	1,1676E-05
SG Av Velocity Entrada	[m/s]	2,839639441	2,839575562	2,839493919	2,839666787	100	Yes	4,29475E-06	0,000218028
SG Av Velocity Colector	[m/s]	0	0	0	0	100	Yes	0	0
SG Av Velocity TomaA	[m/s]	2,219021379	2,218824053	2,218406221	2,219062418	100	Yes	0,000656196	0,001732976
SG Av Velocity TomaG	[m/s]	2,752144951	2,753065981	2,751973761	2,754707051	100	Yes	0,001289426	0,00435463
SG Av Velocity TomaB	[m/s]	3,08387057	3,084426765	3,083787497	3,085032654	100	Yes	0,000900313	0,005231503
SG Av Velocity TomaD	[m/s]	2,528881931	2,529055746	2,528709834	2,529699492	100	Yes	0,000989658	0,004792036
SG Av Velocity TomaF	[m/s]	2,909026827	2,909038675	2,908459205	2,909512325	100	Yes	0,00105312	0,004752494
SG Av Velocity TomaE	[m/s]	1,939609125	1,939644311	1,939366952	1,939769493	100	Yes	0,000402542	0,001705703
SG Av Velocity TomaH	[m/s]	2,798106439	2,798036533	2,797563061	2,798412258	100	Yes	0,000166744	0,004826045
SG Av Velocity TomaC	[m/s]	2,436780299	2,436469775	2,435899729	2,436959344	100	Yes	0,001059615	0,0045677
SG Av Velocity Seccion Colector 1	[m/s]	2,922857309	2,923015379	2,922801427	2,923261706	100	Yes	3,36433E-05	0,000827273

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
SG Av Velocity Seccion Colector 2	[m/s]	2,252515913	2,2527505	2,252228428	2,253085977	100	Yes	2,48069E-05	0,000425566
SG Av Velocity Seccion Colector 3	[m/s]	1,978796621	1,978879645	1,978345991	1,979310313	100	Yes	3,25196E-05	0,000285177
SG Av Velocity Seccion Colector 4	[m/s]	0,881146919	0,881021063	0,880047012	0,881948501	100	Yes	0,001280438	0,002029807
SG Av Velocity Seccion Colector 5	[m/s]	0,833068397	0,832940118	0,832794928	0,833299185	100	Yes	0,000129225	0,000131592
Ks Codo 90	[]	0,967793149	0,967667366	0,966526183	0,968902218	100	Yes	0,000451487	0,028418487
Ks Colector1-2	[]	0,286524555	0,285288092	0,284113045	0,286805744	100	Yes	0,000436507	0,033869639
Ks Colector2-3	[]	0,121678297	0,119051996	0,115282283	0,121678297	100	Yes	0,000336864	0,030159862
Ks Colector3-4	[]	2,169213983	2,167876909	2,155285432	2,18386123	100	Yes	0,009131861	0,106665679
Ks Colector4-5	[]	0,130275674	0,12189935	0,114930981	0,131935855	100	Yes	0,005141868	0,056827326
Ks D	[]	2,649248619	2,654421648	2,643613448	2,663370296	100	Yes	0,002172676	0,02391452
Ks H	[]	2,296200449	2,298662944	2,295425307	2,304329925	100	Yes	0,000709792	0,017625474
Ks C	[]	2,304307306	2,303185155	2,29579051	2,309169103	100	Yes	0,008379323	0,025717065
Ks G	[]	1,995015856	1,996128276	1,985782943	2,003498698	100	Yes	0,003542923	0,022640495
Ks B	[]	1,384127037	1,384959789	1,380244304	1,391119888	100	Yes	0,003923152	0,021237773
Ks F	[]	1,462124536	1,463119818	1,459702686	1,468184601	100	Yes	0,008481915	0,023417405
Ks A	[]	1,301405244	1,298562806	1,290582304	1,30355885	100	Yes	0,012976546	0,019943308
Ks E	[]	1,471586413	1,469616203	1,462944042	1,474584711	100	Yes	0,011640669	0,025619991

Iterations: 179

Analysis interval: 56

6.6. Obtención de los índices estadísticos para la validación de los modelos de EPANET construidos con los Ks obtenidos de las simulaciones con CFD.

Hidrante	Toma	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
1	1-2	3,63	0,0545	1,56	0,12	19,020	19,01	-0,01	0,0001	0,01	518,82	22,77	22,78	2074,30
	3-4	3,84	0,0545	1,65	0,14	18,015	17,88	-0,13	0,0174	0,13	571,39	23,77	23,90	2272,96
	5	6,02	0,0545	2,58	0,34	17,804	17,71	-0,10	0,0091	0,10	579,74	23,98	24,08	2309,77
	A	1,05	0,0531	0,47	0,01	22,177	22,11	-0,06	0,0041	0,0640	387,06	19,61	19,67	1543,19
3	B	2,89	0,0531	1,30	0,09	21,921	21,75	-0,17	0,0292	0,1708	401,47	19,87	20,04	1592,22
	C	2,87	0,0531	1,29	0,09	21,922	21,74	-0,18	0,0332	0,1821	401,87	19,86	20,05	1592,91
	D	0,89	0,0531	0,40	0,01	22,150	22,07	-0,08	0,0064	0,0801	388,75	19,64	19,72	1548,69
	E	1,51	0,0531	0,68	0,02	22,065	21,97	-0,09	0,0090	0,0947	392,70	19,72	19,82	1563,31
	F	2,64	0,0531	1,19	0,07	21,936	21,78	-0,16	0,0244	0,1561	400,27	19,85	20,01	1588,61
	G	2,42	0,0531	1,09	0,06	21,978	21,85	-0,13	0,0163	0,1277	397,47	19,81	19,94	1579,73
	H	2,56	0,0531	1,15	0,07	21,970	21,83	-0,14	0,0195	0,1396	398,27	19,82	19,96	1581,95
	4	3"	11,56	0,070	3,00	0,46	41,50	41,43	-0,08	0,0062	0,0787	0,13	0,28	0,36
1 1/4"		1,76	0,038	1,53	0,12	41,89	41,89	0,00	0,0000	0,0041	0,01	0,11	0,10	0,04
2"		4,55	0,048	2,54	0,33	41,64	41,64	0,00	0,0000	0,0040	0,02	0,15	0,15	0,09
5	72-73	4,57	0,0531	2,06	0,22	28,664	28,64	-0,03	0,0008	0,0274	172,92	13,12	13,15	690,22
	91	2,45	0,0531	1,10	0,06	28,978	28,96	-0,01	0,0002	0,0149	164,45	12,81	12,82	657,03
	90	1,67	0,0372	1,53	0,12	28,880	28,87	-0,01	0,0001	0,0088	166,82	12,91	12,92	666,81

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
6	132	1,57	0,0372	1,44	0,11	28,905	28,91	0,00	0,0000	0,0010	165,91	12,88	12,88	663,70
	88	2,60	0,0531	1,17	0,07	28,961	28,96	0,00	0,0000	0,0019	164,55	12,83	12,83	658,10
	87	1,73	0,0372	1,60	0,13	28,872	28,87	0,00	0,0000	0,0038	166,89	12,91	12,92	667,37
6	A	0,95	0,0257	1,83	0,17	37,373	37,37	-0,01	0,0000	0,0061	19,53	4,41	4,42	78,03
	B	1,13	0,0257	2,18	0,24	37,212	37,20	-0,01	0,0001	0,0115	21,04	4,58	4,59	83,94
	C	1,14	0,0257	2,20	0,25	37,187	37,17	-0,02	0,0004	0,0211	21,35	4,60	4,62	85,02
	D	0,99	0,0257	1,91	0,18	37,328	37,29	-0,04	0,0014	0,0378	20,22	4,46	4,50	80,20
	E	0,87	0,0257	1,67	0,14	37,430	37,40	-0,03	0,0011	0,0329	19,27	4,36	4,39	76,50
	F	0,91	0,0257	1,75	0,16	37,398	37,38	-0,02	0,0004	0,0197	19,44	4,39	4,41	77,40
	G	0,98	0,0257	1,90	0,18	37,362	37,34	-0,02	0,0003	0,0187	19,75	4,43	4,44	78,65
	H	0,93	0,0257	1,80	0,16	37,410	37,40	-0,01	0,0002	0,0145	19,28	4,38	4,39	76,86
7	A	1,58	0,0403	1,24	0,08	53,773	53,73	-0,04	0,0018	0,0428	142,64	11,99	11,94	572,62
	B	1,58	0,0403	1,23	0,08	53,813	53,77	-0,04	0,0018	0,0428	143,60	12,03	11,98	576,45
	C	1,75	0,0403	1,37	0,10	53,866	53,85	-0,01	0,0002	0,0135	145,57	12,08	12,07	582,94
	D	1,90	0,0403	1,49	0,11	53,868	53,86	-0,01	0,0000	0,0070	145,79	12,08	12,07	583,49
	E	1,67	0,0403	1,31	0,09	53,924	53,92	0,00	0,0000	0,0037	147,22	12,14	12,13	589,05
	F	1,71	0,0403	1,34	0,09	53,920	53,93	0,01	0,0001	0,0103	147,46	12,13	12,14	589,34
	G	1,55	0,0403	1,21	0,07	53,965	53,98	0,02	0,0003	0,0177	148,75	12,18	12,20	594,14
	H	1,54	0,0403	1,20	0,07	53,967	53,97	0,00	0,0000	0,0034	148,43	12,18	12,18	593,56
	I	2,83	0,0403	2,22	0,25	53,560	53,52	-0,04	0,0016	0,0400	137,67	11,77	11,73	552,56
	J	2,57	0,0403	2,01	0,21	53,735	53,74	0,00	0,0000	0,0047	142,88	11,95	11,95	571,30
8	A	2,66	0,0419	1,93	0,19	63,731	63,71	-0,02	0,0004	0,0195	480,67	21,94	21,92	1924,41
	B	1,38	0,0366	1,31	0,09	63,923	63,91	-0,01	0,0002	0,0129	489,44	22,14	22,12	1958,90
	C	1,42	0,0366	1,35	0,09	63,907	63,89	-0,02	0,0003	0,0175	488,56	22,12	22,10	1955,77
	D	0,89	0,0285	1,40	0,10	63,870	63,85	-0,02	0,0004	0,0205	486,79	22,08	22,06	1948,96
	E	2,29	0,0419	1,66	0,14	63,790	63,77	-0,02	0,0004	0,0199	483,26	22,00	21,98	1934,81
	F	2,64	0,0419	1,92	0,19	63,714	63,70	-0,01	0,0002	0,0144	480,19	21,93	21,91	1922,03
	G	2,89	0,0419	2,10	0,22	63,646	63,64	-0,01	0,0000	0,0056	477,57	21,86	21,85	1910,75
	H	2,71	0,0419	1,96	0,20	63,703	63,70	0,00	0,0000	0,0026	480,19	21,92	21,91	1920,99
9	A	2,80	0,0362	2,72	0,38	57,575	57,51	-0,06	0,0042	0,0647	247,22	15,79	15,72	992,96
	B	4,06	0,0456	2,48	0,31	57,688	57,61	-0,08	0,0061	0,0783	250,38	15,90	15,82	1006,47
	C	2,76	0,0362	2,68	0,37	57,576	57,49	-0,09	0,0073	0,0857	246,59	15,79	15,70	991,76
	D	7,92	0,0614	2,67	0,36	57,628	57,55	-0,08	0,0062	0,0784	248,48	15,84	15,76	998,88
	E	1,03	0,0233	2,42	0,30	57,626	57,54	-0,09	0,0074	0,0858	248,17	15,84	15,75	998,08
	F	2,54	0,0362	2,47	0,31	57,681	57,62	-0,06	0,0037	0,0608	250,69	15,89	15,83	1006,63
10	A	4,09	0,0456	2,51	0,32	44,576	44,525	-0,05	0,0025	0,0505	7,50	2,79	2,74	30,56
	B	1,61	0,0289	2,46	0,31	44,311	44,249	-0,06	0,0039	0,0622	6,06	2,52	2,46	24,86
	C	1,15	0,0233	2,69	0,37	44,095	43,953	-0,14	0,0203	0,1426	4,69	2,31	2,17	20,02

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(\frac{P_{CFD,i}}{P_{CFD}})^2$	$ \frac{P_{EPA,i}}{P_{CFD}} $	$ \frac{P_{CFD,i}}{P_{CFD}} $	$ \frac{P_{EPA,i}}{P_{CFD}} - \frac{P_{CFD,i}}{P_{CFD}} + \frac{P_{CFD,i}}{P_{CFD}} $
	D	0,74	0,0181	2,88	0,42	43,704	43,520	-0,18	0,0338	0,1838	3,01	1,92	1,73	13,33
	E	1,75	0,0289	2,67	0,36	44,124	44,057	-0,07	0,0045	0,0670	5,15	2,34	2,27	21,22
	F	4,31	0,0456	2,64	0,35	44,252	44,116	-0,14	0,0185	0,1359	5,42	2,46	2,33	22,98
	G	4,52	0,0456	2,79	0,39	44,666	44,617	-0,05	0,0023	0,0484	8,01	2,88	2,83	32,60
11	A	1,180	0,0224	2,99	0,46	47,230	47,164	-0,07	0,0043	0,0653	28,92	5,44	5,38	117,08
	B	2,640	0,0345	2,82	0,41	47,200	47,047	-0,15	0,0235	0,1532	27,67	5,41	5,26	113,92
	C	4,210	0,0447	2,77	0,39	47,424	47,196	-0,23	0,0523	0,2286	29,26	5,64	5,41	122,02
	D	3,190	0,0345	3,41	0,59	47,253	47,154	-0,10	0,0098	0,0988	28,80	5,47	5,37	117,35
	E	1,090	0,0224	2,77	0,39	48,104	48,096	-0,01	0,0001	0,0083	39,81	6,32	6,31	159,43
	F	2,850	0,0345	3,05	0,47	47,781	47,738	-0,04	0,0019	0,0434	35,41	5,99	5,95	142,69
	G	16,910	0,0707	4,39	0,98	47,493	47,376	-0,12	0,0137	0,1170	31,24	5,71	5,59	127,59
Costella	A	3,24	0,0434	2,19	0,24	29,179	29,226	0,05	0,0022	0,0466	157,78	12,61	12,56	633,45
	B	4,28	0,0434	2,89	0,43	28,768	28,702	-0,07	0,0043	0,0657	171,20	13,02	13,08	681,38
	C	0,94	0,0237	2,27	0,26	28,983	28,924	-0,06	0,0035	0,0590	165,44	12,80	12,86	658,73
	D	0,98	0,0235	2,35	0,28	28,890	28,819	-0,07	0,0050	0,0708	168,16	12,90	12,97	668,98
	E	2,84	0,0434	1,92	0,19	29,276	29,329	0,05	0,0028	0,0533	155,19	12,51	12,46	623,43
	F	4,07	0,0434	2,75	0,39	28,838	28,803	-0,04	0,0012	0,0352	168,58	12,95	12,98	672,48
	G	1,07	0,0238	2,58	0,34	28,834	28,768	-0,07	0,0044	0,0667	169,49	12,95	13,02	674,51
	H	1,09	0,0232	2,62	0,35	28,754	28,676	-0,08	0,0060	0,0777	171,89	13,03	13,11	683,48
Suma									0,444	4,19	14396,28	893,82	893,5616	57526,9544

Indice	Valor
ECM	0,006
RECM	0,077
$\overline{P_{CFD}}$	41,787
$\overline{P_{EPA}}$	41,840
NRECM ($\overline{P_{CFD}}$)	0,002
P_{CFD} máximo	63,910
P_{CFD} Mínimo	28,676
NRECM (max,min)	0,002
Error (%)	-0,127
MAE	0,057
r ²	1,000
r	1,000
E	1,000
W	1,000
Wm	0,998
RECM/MAE	1,366

6.7. Obtención de los índices estadísticos para la validación de los modelos de EPANET construidos con los Ks de EPANET (Rossman 2001).

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(\frac{P_{CFD,i}}{P_{EPA,i}} - 1)^2$	$ \frac{P_{EPA,i}}{P_{CFD,i}} - 1 $	$ \frac{P_{CFD,i}}{P_{EPA,i}} - 1 $	$ \frac{P_{EPA,i}}{P_{CFD,i}} - 1 + \frac{P_{CFD,i}}{P_{EPA,i}} - 1 $
1	1-2	3,63	0,0545	1,56	0,12	19,120	19,01	-0,11	0,0122	0,11	518,824	22,667	22,78	2065,23
	3-4	3,84	0,0545	1,65	0,14	18,755	17,88	-0,87	0,7602	0,87	571,388	23,032	23,90	2202,94
	5	6,02	0,0545	2,58	0,34	18,024	17,71	-0,32	0,0995	0,32	579,736	23,762	24,08	2288,67
3	A	1,05	0,0531	0,47	0,01	22,220	22,11	-0,11	0,0115	0,1073	387,055	19,566	19,67	1539,79
	B	2,89	0,0531	1,31	0,09	21,806	21,75	-0,06	0,0031	0,0561	401,470	19,981	20,04	1601,39
	C	2,87	0,0531	1,29	0,09	21,820	21,74	-0,08	0,0064	0,0803	401,871	19,966	20,05	1601,05
	D	0,89	0,0531	0,40	0,01	22,268	22,07	-0,20	0,0392	0,1980	388,749	19,519	19,72	1539,42
	E	1,51	0,0531	0,68	0,02	22,151	21,97	-0,18	0,0327	0,1810	392,702	19,636	19,82	1556,50
	F	2,64	0,0531	1,19	0,07	21,864	21,78	-0,08	0,0070	0,0838	400,269	19,923	20,01	1594,38
	G	2,42	0,0531	1,09	0,06	21,909	21,85	-0,06	0,0035	0,0592	397,473	19,878	19,94	1585,17
	H	2,56	0,0531	1,15	0,07	21,873	21,83	-0,04	0,0019	0,0431	398,271	19,914	19,96	1589,64
4	3"	11,56	0,070	3,00	0,46	40,50	41,43	0,92	0,8487	0,9213	0,131	1,283	0,36	2,71
	1"1/4	1,76	0,038	1,53	0,12	41,77	41,89	0,12	0,0134	0,1159	0,010	0,014	0,10	0,01
	2"	4,55	0,048	2,54	0,33	41,14	41,64	0,50	0,2460	0,4960	0,022	0,646	0,15	0,63
5	72-73	4,57	0,0531	2,06	0,22	28,324	28,64	0,31	0,0977	0,3126	172,915	13,462	13,15	708,20
	91	2,45	0,0531	1,11	0,06	28,868	28,96	0,10	0,0090	0,0951	164,448	12,919	12,82	662,68
	90	1,67	0,0372	1,53	0,12	28,870	28,87	0,00	0,0000	0,0012	166,816	12,917	12,92	667,32
	132	1,57	0,0372	1,44	0,11	28,885	28,91	0,02	0,0004	0,0210	165,913	12,902	12,88	664,73
	88	2,60	0,0531	1,17	0,07	28,831	28,96	0,13	0,0164	0,1281	164,550	12,956	12,83	664,79
	87	1,73	0,0372	1,60	0,13	28,852	28,87	0,02	0,0003	0,0162	166,893	12,935	12,92	668,41
6	A	0,95	0,0257	1,83	0,17	37,113	37,37	0,25	0,0645	0,2539	19,534	4,674	4,42	82,69
	B	1,13	0,0257	2,18	0,24	36,852	37,20	0,35	0,1214	0,3485	21,038	4,935	4,59	90,67
	C	1,14	0,0257	2,20	0,25	36,847	37,17	0,32	0,1017	0,3189	21,351	4,940	4,62	91,40
	D	0,99	0,0257	1,91	0,18	37,078	37,29	0,21	0,0450	0,2122	20,220	4,709	4,50	84,74
	E	0,87	0,0257	1,67	0,14	37,250	37,40	0,15	0,0216	0,1471	19,270	4,537	4,39	79,68
	F	0,91	0,0257	1,75	0,16	37,198	37,38	0,18	0,0325	0,1803	19,437	4,589	4,41	80,96
	G	0,98	0,0257	1,90	0,18	37,092	37,34	0,25	0,0632	0,2513	19,747	4,695	4,44	83,52
	H	0,93	0,0257	1,80	0,16	37,160	37,40	0,24	0,0555	0,2355	19,278	4,626	4,39	81,31
7	A	1,58	0,0403	1,24	0,08	53,753	53,73	-0,02	0,0005	0,0228	142,642	11,966	11,94	571,66
	B	1,58	0,0403	1,23	0,08	53,623	53,77	0,15	0,0217	0,1472	143,599	11,836	11,98	567,36
	C	1,75	0,0403	1,37	0,10	53,376	53,85	0,48	0,2270	0,4765	145,571	11,589	12,07	559,52
	D	1,90	0,0403	1,49	0,11	53,258	53,86	0,60	0,3636	0,6030	145,788	11,471	12,07	554,40
	E	1,67	0,0403	1,31	0,09	53,314	53,92	0,61	0,3676	0,6063	147,217	11,527	12,13	559,81
	F	1,71	0,0403	1,34	0,09	53,270	53,93	0,66	0,4360	0,6603	147,459	11,483	12,14	558,20
	G	1,55	0,0403	1,21	0,07	53,305	53,98	0,68	0,4592	0,6777	148,749	11,519	12,20	562,40

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
	H	1,54	0,0403	1,20	0,07	53,317	53,97	0,65	0,4270	0,6534	148,432	11,530	12,18	562,31
	I	2,83	0,0403	2,22	0,25	52,920	53,52	0,60	0,3600	0,6000	137,670	11,133	11,73	522,88
	J	2,57	0,0403	2,01	0,21	52,865	53,74	0,87	0,7651	0,8747	142,881	11,079	11,95	530,47
8	A	2,66	41,9	1,93	0,19	63,441	63,71	0,27	0,0732	0,2705	480,674	21,654	21,92	1899,05
	B	1,38	36,6	1,31	0,09	63,793	63,91	0,12	0,0137	0,1171	489,440	22,006	22,12	1947,41
	C	1,42	36,6	1,35	0,09	63,777	63,89	0,11	0,0127	0,1125	488,555	21,991	22,10	1944,29
	D	0,89	28,5	1,40	0,10	63,740	63,85	0,11	0,0120	0,1095	486,788	21,954	22,06	1937,50
	E	2,29	41,9	1,66	0,14	63,600	63,77	0,17	0,0289	0,1701	483,265	21,813	21,98	1918,13
	F	2,64	41,9	1,92	0,19	63,434	63,70	0,27	0,0705	0,2656	480,192	21,648	21,91	1897,56
	G	2,89	41,9	2,10	0,22	63,296	63,64	0,34	0,1186	0,3444	477,566	21,509	21,85	1880,28
	H	2,71	41,9	1,96	0,20	63,393	63,70	0,31	0,0945	0,3074	480,192	21,606	21,91	1893,92
9	A	2,80	0,0362	2,72	0,38	56,965	57,51	0,55	0,2973	0,5453	247,222	15,178	15,72	954,89
	B	4,06	0,0456	2,48	0,31	57,188	57,61	0,42	0,1778	0,4217	250,376	15,402	15,82	974,99
	C	2,76	0,0362	2,68	0,37	57,016	57,49	0,47	0,2249	0,4743	246,593	15,229	15,70	956,81
	D	7,92	0,0614	2,67	0,36	57,018	57,55	0,53	0,2826	0,5316	248,481	15,232	15,76	960,69
	E	1,03	0,0233	2,42	0,30	57,216	57,54	0,32	0,1051	0,3242	248,166	15,429	15,75	972,34
	F	2,54	0,0362	2,47	0,31	57,181	57,62	0,44	0,1929	0,4392	250,693	15,394	15,83	975,15
10	A	4,09	0,0456	2,51	0,32	43,818	44,525	0,71	0,4998	0,7070	6,559	1,854	2,56	19,49
	B	1,61	0,0289	2,46	0,31	43,921	44,249	0,33	0,1075	0,3278	5,219	1,957	2,28	17,99
	C	1,15	0,0233	2,69	0,37	43,825	43,953	0,13	0,0162	0,1274	3,954	1,861	1,99	14,82
	D	0,74	0,0181	2,88	0,42	43,834	43,520	-0,31	0,0985	0,3138	2,422	1,870	1,56	11,74
	E	1,75	0,0289	2,67	0,36	43,864	44,057	0,19	0,0372	0,1930	4,378	1,899	2,09	15,93
	F	4,31	0,0456	2,64	0,35	43,752	44,116	0,36	0,1326	0,3641	4,629	1,787	2,15	15,52
	G	4,52	0,0456	2,77	0,39	43,536	44,617	1,08	1,1699	1,0816	7,040	1,572	2,65	17,85
11	A	1,180	0,0224	2,99	0,46	47,690	47,164	-0,53	0,2760	0,5253	27,040	5,725	5,20	119,36
	B	2,640	0,0345	2,82	0,41	47,230	47,047	-0,18	0,0336	0,1832	25,832	5,266	5,08	107,08
	C	4,210	0,0447	2,79	0,39	46,694	47,196	0,50	0,2514	0,5014	27,366	4,730	5,23	99,23
	D	3,190	0,0345	3,41	0,59	45,513	47,154	1,64	2,6934	1,6412	26,931	3,548	5,19	76,35
	E	1,090	0,0224	2,77	0,39	45,764	48,096	2,33	5,4369	2,3317	37,597	3,800	6,13	98,64
	F	2,850	0,0345	3,05	0,47	45,271	47,738	2,47	6,0843	2,4666	33,334	3,307	5,77	82,45
	G	16,910	0,07	4,39	0,98	43,403	47,376	3,97	15,7847	3,9730	29,287	1,439	5,41	46,93
Costella	A	3,24	0,0434	2,19	0,24	28,679	29,226	0,55	0,2988	0,5466	157,776	13,107	12,56	658,87
	B	4,28	0,0434	2,89	0,43	28,018	28,702	0,68	0,4683	0,6843	171,202	13,769	13,08	721,09
	C	0,94	0,0237	2,27	0,26	28,743	28,924	0,18	0,0328	0,1810	165,441	13,043	12,86	671,11
	D	0,98	0,0235	2,35	0,28	28,820	28,819	0,00	0,0000	0,0008	168,163	12,967	12,97	672,61
	E	2,84	0,0434	1,92	0,19	28,896	29,329	0,43	0,1877	0,4333	155,193	12,891	12,46	642,55
	F	4,07	0,0434	2,75	0,39	28,178	28,803	0,62	0,3903	0,6248	168,577	13,608	12,98	707,15
	G	1,07	0,0238	2,58	0,34	28,444	28,768	0,32	0,1045	0,3233	169,494	13,342	13,02	694,92

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
	H	1,09	0,023	2,62	0,35	28,564	28,676	0,11	0,0126	0,1123	171,888	13,223	13,11	693,45
Suma									41,964	33,56	14376,915	873,323	891,0765	56745,7526

Indice	Valor
Tamaño Muestra (n)	74
ECM	0,567
RECM	0,753
$\overline{P_{CFD}}$	41,787
$\overline{P_{EPA}}$	41,418
NRECM ($\overline{P_{CFD}}$)	0,018
P _{CFD} máximo	63,910
P _{CFD} Mínimo	17,709
NRECM (max,min)	0,016
Error (%)	0,881
MAE	0,454
r ²	0,998
r	0,999
E	0,997
W	0,999
Wm	0,981
RECM/MAE	1,660

6.8. Obtención de los índices estadísticos para la validación de los modelos de EPANET construidos con los Ks de ASETUB (Balairón Pérez 2008).

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
1	1-2	3,63	0,0545	1,56	0,12	19,210	19,01	-0,20	0,0403	0,20	518,824	22,577	22,78	2057,06
	3-4	3,84	0,0545	1,65	0,14	18,945	17,88	-1,06	1,1276	1,06	571,388	22,842	23,90	2185,14
	5	6,02	0,0545	2,58	0,34	18,344	17,71	-0,64	0,4037	0,64	579,736	23,442	24,08	2258,15
3	A	1,05	0,0531	0,47	0,01	22,260	22,11	-0,15	0,0217	0,1473	387,055	19,526	19,67	1536,65
	B	2,89	0,0531	1,31	0,09	21,886	21,75	-0,14	0,0185	0,1361	401,470	19,901	20,04	1594,99
	C	2,87	0,0531	1,29	0,09	21,900	21,74	-0,16	0,0257	0,1603	401,871	19,886	20,05	1594,66
	D	0,89	0,0531	0,40	0,01	22,298	22,07	-0,23	0,0520	0,2280	388,749	19,489	19,72	1537,07
	E	1,51	0,0531	0,68	0,02	22,201	21,97	-0,23	0,0533	0,2310	392,702	19,586	19,82	1552,55
	F	2,64	0,0531	1,19	0,07	21,944	21,78	-0,16	0,0268	0,1638	400,269	19,843	20,01	1587,99
	G	2,42	0,0531	1,09	0,06	21,989	21,85	-0,14	0,0194	0,1392	397,473	19,798	19,94	1578,81
	H	2,56	0,0531	1,15	0,07	21,953	21,83	-0,12	0,0152	0,1231	398,271	19,834	19,96	1583,27

Hidrante	Toma	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	(P _{CFD,i} - P _{EPA,i})	(P _{CFD,i} - P _{EPA,i}) ²	P _{CFD,i} - P _{EPA,i}	(P _{CFD,i} - P _{CFD}) ²	P _{EPA,i} - P _{CFD}	P _{CFD,i} - P _{CFD}	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
4	3"	11,56	0,070	3,00	0,46	40,98	41,43	0,44	0,1947	0,4413	0,131	0,803	0,36	1,36
	1 1/4"	1,76	0,038	1,53	0,12	42,00	41,89	-0,11	0,0130	0,1141	0,010	0,216	0,10	0,10
	2"	4,55	0,048	2,54	0,33	41,45	41,64	0,19	0,0346	0,1860	0,022	0,336	0,15	0,24
5	72-73	4,57	0,0531	2,06	0,22	28,484	28,64	0,15	0,0233	0,1526	172,915	13,302	13,15	699,71
	91	2,45	0,0531	1,11	0,06	28,938	28,96	0,03	0,0006	0,0251	164,448	12,849	12,82	659,08
	90	1,67	0,0372	1,53	0,12	28,910	28,87	-0,04	0,0015	0,0388	166,816	12,877	12,92	665,26
	132	1,57	0,0372	1,44	0,11	28,935	28,91	-0,03	0,0008	0,0290	165,913	12,852	12,88	662,16
	88	2,60	0,0531	1,17	0,07	28,911	28,96	0,05	0,0023	0,0481	164,550	12,876	12,83	660,67
	87	1,73	0,0372	1,60	0,13	28,892	28,87	-0,02	0,0006	0,0238	166,893	12,895	12,92	666,34
	6	A	0,95	0,0257	1,83	0,17	37,243	37,37	0,12	0,0154	0,1239	19,534	4,544	4,42
B		1,13	0,0257	2,18	0,24	37,032	37,20	0,17	0,0284	0,1685	21,038	4,755	4,59	87,27
C		1,14	0,0257	2,20	0,25	37,017	37,17	0,15	0,0222	0,1489	21,351	4,770	4,62	88,18
D		0,99	0,0257	1,91	0,18	37,218	37,29	0,07	0,0052	0,0722	20,220	4,569	4,50	82,19
E		0,87	0,0257	1,67	0,14	37,360	37,40	0,04	0,0014	0,0371	19,270	4,427	4,39	77,73
F		0,91	0,0257	1,75	0,16	37,308	37,38	0,07	0,0049	0,0703	19,437	4,479	4,41	78,99
G		0,98	0,0257	1,90	0,18	37,232	37,34	0,11	0,0124	0,1113	19,747	4,555	4,44	80,98
H		0,93	0,0257	1,80	0,16	37,280	37,40	0,12	0,0134	0,1155	19,278	4,506	4,39	79,16
7	A	1,58	0,0403	1,24	0,08	53,933	53,73	-0,20	0,0411	0,2028	142,642	12,146	11,94	580,30
	B	1,58	0,0403	1,23	0,08	53,843	53,77	-0,07	0,0053	0,0728	143,599	12,056	11,98	577,89
	C	1,75	0,0403	1,37	0,10	53,686	53,85	0,17	0,0277	0,1665	145,571	11,899	12,07	574,28
	D	1,90	0,0403	1,49	0,11	53,598	53,86	0,26	0,0691	0,2630	145,788	11,811	12,07	570,52
	E	1,67	0,0403	1,31	0,09	53,654	53,92	0,27	0,0709	0,2663	147,217	11,867	12,13	576,01
	F	1,71	0,0403	1,34	0,09	53,620	53,93	0,31	0,0963	0,3103	147,459	11,833	12,14	574,86
	G	1,55	0,0403	1,21	0,07	53,655	53,98	0,33	0,1074	0,3277	148,749	11,869	12,20	579,12
	H	1,54	0,0403	1,20	0,07	53,657	53,97	0,31	0,0982	0,3134	148,432	11,870	12,18	578,55
	I	2,83	0,0403	2,22	0,25	53,290	53,52	0,23	0,0529	0,2300	137,670	11,503	11,73	539,94
	J	2,57	0,0403	2,01	0,21	53,285	53,74	0,45	0,2068	0,4547	142,881	11,499	11,95	549,99
8	A	2,66	41,9	1,93	0,19	63,561	63,71	0,15	0,0226	0,1505	480,674	21,774	21,92	1909,52
	B	1,38	36,6	1,31	0,09	63,853	63,91	0,06	0,0033	0,0571	489,440	22,066	22,12	1952,71
	C	1,42	36,6	1,35	0,09	63,837	63,89	0,05	0,0028	0,0525	488,555	22,051	22,10	1949,58
	D	0,89	28,5	1,40	0,10	63,810	63,85	0,04	0,0016	0,0395	486,788	22,024	22,06	1943,67
	E	2,29	41,9	1,66	0,14	63,690	63,77	0,08	0,0064	0,0801	483,265	21,903	21,98	1926,02
	F	2,64	41,9	1,92	0,19	63,554	63,70	0,15	0,0212	0,1456	480,192	21,768	21,91	1908,03
	G	2,89	41,9	2,10	0,22	63,446	63,64	0,19	0,0378	0,1944	477,566	21,659	21,85	1893,31
	H	2,71	41,9	1,96	0,20	63,523	63,70	0,18	0,0315	0,1774	480,192	21,736	21,91	1905,25
9	A	2,80	0,0362	2,72	0,38	57,245	57,51	0,27	0,0704	0,2653	247,222	15,458	15,72	972,27
	B	4,06	0,0456	2,48	0,31	57,428	57,61	0,18	0,0330	0,1817	250,376	15,642	15,82	990,04
	C	2,76	0,0362	2,68	0,37	57,276	57,49	0,21	0,0459	0,2143	246,593	15,489	15,70	972,96

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/ s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
	D	7,92	0,0614	2,67	0,36	57,288	57,55	0,26	0,0684	0,2616	248,481	15,502	15,76	977,50
	E	1,03	0,0233	2,42	0,30	57,446	57,54	0,09	0,0089	0,0942	248,166	15,659	15,75	986,73
	F	2,54	0,0362	2,47	0,31	57,421	57,62	0,20	0,0397	0,1992	250,693	15,634	15,83	990,20
10	A	4,09	0,0456	2,51	0,32	44,158	44,525	0,37	0,1347	0,3670	1004,019	31,319	31,69	3969,69
	B	1,61	0,0289	2,46	0,31	44,221	44,249	0,03	0,0008	0,0278	986,570	31,382	31,41	3942,78
	C	1,15	0,0233	2,69	0,37	44,105	43,953	-0,15	0,0233	0,1526	968,060	31,266	31,11	3891,25
	D	0,74	0,0181	2,88	0,42	44,044	43,520	-0,52	0,2744	0,5238	941,339	31,205	30,68	3829,91
	E	1,75	0,0289	2,67	0,36	44,134	44,057	-0,08	0,0059	0,0770	974,528	31,294	31,22	3907,74
	F	4,31	0,0456	2,64	0,35	44,082	44,116	0,03	0,0012	0,0341	978,232	31,243	31,28	3908,66
	G	4,52	0,0456	2,77	0,39	43,916	44,617	0,70	0,4923	0,7016	1009,863	31,077	31,78	3950,76
11	A	1,180	0,0224	2,99	0,46	48,350	47,164	-1,19	1,4050	1,1853	1178,216	35,510	34,33	4877,02
	B	2,640	0,0345	2,82	0,41	48,140	47,047	-1,09	1,1951	1,0932	1170,161	35,301	34,21	4831,42
	C	4,210	0,0447	2,73	0,39	47,864	47,196	-0,67	0,4471	0,6686	1180,363	35,025	34,36	4813,79
	D	3,190	0,0345	3,41	0,59	46,953	47,154	0,20	0,0405	0,2012	1177,493	34,113	34,31	4682,40
	E	1,090	0,0224	2,77	0,39	47,254	48,096	0,84	0,7085	0,8417	1243,040	34,415	35,26	4854,16
	F	2,850	0,0345	3,05	0,47	46,911	47,738	0,83	0,6833	0,8266	1217,916	34,072	34,90	4756,95
	G	16,910	0,0707	4,39	0,98	45,463	47,376	1,91	3,6596	1,9130	1192,795	32,624	34,54	4510,56
Costell a	A	3,24	0,0434	2,19	0,24	28,909	29,226	0,32	0,1002	0,3166	157,776	12,877	12,56	647,11
	B	4,28	0,0434	2,89	0,43	28,348	28,702	0,35	0,1255	0,3543	171,202	13,439	13,08	703,48
	C	0,94	0,0237	2,27	0,26	28,923	28,924	0,00	0,0000	0,0010	165,441	12,863	12,86	661,81
	D	0,98	0,0235	2,35	0,28	28,950	28,819	-0,13	0,0171	0,1308	168,163	12,837	12,97	665,88
	E	2,84	0,0434	1,92	0,19	29,086	29,329	0,24	0,0592	0,2433	155,193	12,701	12,46	632,95
	F	4,07	0,0434	2,75	0,39	28,478	28,803	0,32	0,1055	0,3248	168,577	13,308	12,98	691,28
	G	1,07	0,0238	2,58	0,34	28,674	28,768	0,09	0,0087	0,0933	169,494	13,112	13,02	682,85
	H	1,09	0,0232	2,62	0,35	28,734	28,676	-0,06	0,0033	0,0577	171,888	13,053	13,11	684,53
Suma									12,839	19,99	29357,923	1293,088	1298,8283	116812,3614

Indice	Valor
Tamaño Muestra (n)	74
ECM	0,174
RECM	0,417
$\overline{P_{CFD}}$	41,787
$\overline{P_{EPA}}$	41,722
NRECM ($\overline{P_{CFD}}$)	0,010
P_{CFD} máximo	63,910
P_{CFD} Mínimo	17,709
NRECM (max,min)	0,009
Error (%)	0,155
MAE	0,270

Indice	Valor
r ²	0,999
r	1,000
E	1,000
W	1,000
Wm	0,992
RECM/MAE	1,542

6.9. Obtención de los índices estadísticos para la validación de los modelos de EPANET construidos con los Ks de AGRU (Deutsches Institut für Normung E.V. (DIN) 1997).

Hidrante	Toma	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(\frac{P_{CFD,i}}{P_{EPA,i}} - 1)^2$	$ \frac{P_{EPA,i}}{P_{CFD,i}} - 1 $	$ \frac{P_{CFD,i}}{P_{EPA,i}} - 1 $	$ \frac{P_{EPA,i}}{P_{CFD,i}} - 1 + \frac{P_{CFD,i}}{P_{EPA,i}} - 1 $
1	1-2	3,63	0,0545	1,56	0,12	19,160	19,01	-0,15	0,0227	0,15	518,823	22,627	22,78	2061,59
	3-4	3,84	0,0545	1,65	0,14	18,975	17,88	-1,09	1,1923	1,09	571,386	22,812	23,90	2182,33
	5	6,02	0,0545	2,58	0,34	18,254	17,71	-0,55	0,2975	0,55	579,734	23,532	24,08	2266,71
3	A	1,05	0,0531	0,47	0,01	22,270	22,11	-0,16	0,0257	0,1603	387,172	19,516	19,68	1536,09
	B	2,89	0,0531	1,31	0,09	21,896	21,75	-0,15	0,0214	0,1461	401,468	19,891	20,04	1594,18
	C	2,87	0,0531	1,29	0,09	21,920	21,74	-0,18	0,0325	0,1803	401,869	19,866	20,05	1593,05
	D	0,89	0,0531	0,40	0,01	22,298	22,07	-0,23	0,0520	0,2280	388,747	19,489	19,72	1537,06
	E	1,51	0,0531	0,68	0,02	22,211	21,97	-0,24	0,0581	0,2410	392,701	19,576	19,82	1551,76
	F	2,64	0,0531	1,19	0,07	21,964	21,78	-0,18	0,0338	0,1838	400,267	19,823	20,01	1586,39
	G	2,42	0,0531	1,09	0,06	22,009	21,85	-0,16	0,0253	0,1592	397,471	19,777	19,94	1577,21
	H	2,56	0,0531	1,15	0,07	21,963	21,83	-0,13	0,0177	0,1331	398,269	19,824	19,96	1582,47
4	3"	11,56	0,070	3,00	0,46	40,824	41,43	0,60	0,3615	0,6013	0,131	0,963	0,36	1,75
	1"1/4	1,76	0,038	1,53	0,12	41,853	41,89	0,04	0,0013	0,0359	0,010	0,066	0,10	0,03
	2"	4,55	0,048	2,54	0,33	41,281	41,64	0,36	0,1267	0,3560	0,022	0,506	0,15	0,43
5	72-73	4,57	0,0531	2,06	0,22	28,464	28,64	0,17	0,0298	0,1726	172,914	13,322	13,15	700,76
	91	2,45	0,0531	1,11	0,06	28,928	28,96	0,04	0,0012	0,0351	164,447	12,859	12,82	659,59
	90	1,67	0,0372	1,53	0,12	28,900	28,87	-0,03	0,0008	0,0288	166,815	12,887	12,92	665,77
	132	1,57	0,0372	1,44	0,11	28,925	28,91	-0,02	0,0004	0,0190	165,912	12,862	12,88	662,67
	88	2,60	0,0531	1,17	0,07	28,901	28,96	0,06	0,0034	0,0581	164,549	12,886	12,83	661,18
	87	1,73	0,0372	1,60	0,13	28,890	28,87	-0,02	0,0006	0,0238	166,892	12,895	12,92	666,34
	6	A	0,95	0,0257	1,83	0,17	37,263	37,37	0,10	0,0108	0,1039	19,534	4,524	4,42
B	1,13	0,0257	2,18	0,24	37,062	37,20	0,14	0,0192	0,1385	21,038	4,725	4,59	86,71	
C	1,14	0,0257	2,20	0,25	37,077	37,17	0,09	0,0079	0,0889	21,351	4,710	4,62	87,05	
D	0,99	0,0257	1,91	0,18	37,278	37,29	0,01	0,0001	0,0122	20,220	4,509	4,50	81,10	
E	0,87	0,0257	1,67	0,14	37,400	37,40	0,00	0,0000	0,0029	19,269	4,387	4,39	77,03	
F	0,91	0,0257	1,75	0,16	37,348	37,38	0,03	0,0009	0,0303	19,436	4,439	4,41	78,28	

Hidrante	Toma	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	(P _{CFD,i} - P _{EPA,i})	(P _{CFD,i} - P _{EPA,i}) ²	P _{CFD,i} - P _{EPA,i}	(P _{CFD,i} - P _{CFD}) ²	P _{EPA,i} - P _{CFD}	P _{CFD,i} - P _{CFD}	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
7	G	0,98	0,0257	1,90	0,18	37,262	37,34	0,08	0,0066	0,0813	19,746	4,525	4,44	80,44
	H	0,93	0,0257	1,80	0,16	37,290	37,40	0,11	0,0111	0,1055	19,278	4,496	4,39	78,98
7	A	1,58	0,0403	1,24	0,08	53,873	53,73	-0,14	0,0204	0,1428	142,643	12,086	11,94	577,42
	B	1,58	0,0403	1,23	0,08	53,863	53,77	-0,09	0,0086	0,0928	143,600	12,076	11,98	578,86
	C	1,75	0,0403	1,37	0,10	53,816	53,85	0,04	0,0013	0,0365	145,572	12,029	12,07	580,53
	D	1,90	0,0403	1,49	0,11	53,758	53,86	0,10	0,0106	0,1030	145,789	11,971	12,07	578,19
	E	1,67	0,0403	1,31	0,09	53,824	53,92	0,10	0,0093	0,0963	147,218	12,037	12,13	584,21
	F	1,71	0,0403	1,34	0,09	53,810	53,93	0,12	0,0145	0,1203	147,460	12,023	12,14	584,01
	G	1,55	0,0403	1,21	0,07	53,845	53,98	0,14	0,0190	0,1377	148,750	12,059	12,20	588,30
	H	1,54	0,0403	1,20	0,07	53,827	53,97	0,14	0,0206	0,1434	148,433	12,040	12,18	586,76
	I	2,83	0,0403	2,22	0,25	53,420	53,52	0,10	0,0100	0,1000	137,671	11,633	11,73	546,00
	J	2,57	0,0403	2,01	0,21	53,515	53,74	0,22	0,0505	0,2247	142,882	11,729	11,95	560,83
8	A	2,66	41,9	1,93	0,19	63,561	63,71	0,15	0,0226	0,1505	480,676	21,774	21,92	1909,53
	B	1,38	36,6	1,31	0,09	63,883	63,91	0,03	0,0007	0,0271	489,441	22,096	22,12	1955,37
	C	1,42	36,6	1,35	0,09	63,867	63,89	0,02	0,0005	0,0225	488,557	22,081	22,10	1952,24
	D	0,89	28,5	1,40	0,10	63,840	63,85	0,01	0,0001	0,0095	486,790	22,054	22,06	1946,32
	E	2,29	41,9	1,66	0,14	63,750	63,77	0,02	0,0004	0,0201	483,267	21,963	21,98	1931,30
	F	2,64	41,9	1,92	0,19	63,634	63,70	0,07	0,0043	0,0656	480,194	21,848	21,91	1915,03
	G	2,89	41,9	2,10	0,22	63,526	63,64	0,11	0,0131	0,1144	477,568	21,739	21,85	1900,28
	H	2,71	41,9	1,96	0,20	63,523	63,70	0,18	0,0315	0,1774	480,194	21,736	21,91	1905,25
9	A	2,80	0,0362	2,72	0,38	57,125	57,51	0,39	0,1484	0,3853	247,223	15,338	15,72	964,81
	B	4,06	0,0456	2,48	0,31	57,418	57,61	0,19	0,0367	0,1917	250,378	15,632	15,82	989,41
	C	2,76	0,0362	2,68	0,37	57,306	57,49	0,18	0,0340	0,1843	246,594	15,519	15,70	974,84
	D	7,92	0,0614	2,67	0,36	57,268	57,55	0,28	0,0793	0,2816	248,482	15,482	15,76	976,26
	E	1,03	0,0233	2,42	0,30	57,446	57,54	0,09	0,0089	0,0942	248,167	15,659	15,75	986,74
	F	2,54	0,0362	2,47	0,31	57,301	57,62	0,32	0,1019	0,3192	250,694	15,514	15,83	982,67
10	A	4,09	0,0456	2,51	0,32	44,508	44,525	0,02	0,0003	0,0170	1217,588	34,877	34,89	4867,98
	B	1,61	0,0289	2,46	0,31	44,541	44,249	-0,29	0,0854	0,2922	1198,365	34,910	34,62	4834,00
	C	1,15	0,0233	2,69	0,37	44,325	43,953	-0,37	0,1388	0,3726	1177,956	34,694	34,32	4763,11
	D	0,74	0,0181	2,88	0,42	44,154	43,520	-0,63	0,4017	0,6338	1148,461	34,523	33,89	4680,16
	E	1,75	0,0289	2,67	0,36	44,364	44,057	-0,31	0,0943	0,3070	1185,090	34,732	34,43	4782,73
	F	4,31	0,0456	2,64	0,35	44,412	44,116	-0,30	0,0875	0,2959	1189,174	34,780	34,48	4797,60
	G	4,52	0,0456	2,77	0,39	44,136	44,617	0,48	0,2319	0,4816	1224,023	34,504	34,99	4828,93
11	A	1,180	0,0224	2,99	0,46	48,150	47,164	-0,99	0,9709	0,9853	1408,715	38,518	37,53	5783,76
	B	2,640	0,0345	2,82	0,41	48,320	47,047	-1,27	1,6210	1,2732	1399,906	38,689	37,42	5791,79
	C	4,210	0,0447	2,77	0,39	48,374	47,196	-1,18	1,3892	1,1786	1411,063	38,743	37,56	5822,74
	D	3,190	0,0345	3,41	0,59	47,813	47,154	-0,66	0,4341	0,6588	1407,925	38,181	37,52	5731,02
	E	1,090	0,0224	2,77	0,39	48,204	48,096	-0,11	0,0117	0,1083	1479,516	38,573	38,46	5934,73

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/ s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
	F	2,850	0,0345	3,05	0,47	48,081	47,738	-0,34	0,1179	0,3434	1452,094	38,450	38,11	5860,83
	G	16,910	0,07	4,39	0,98	46,503	47,376	0,87	0,7621	0,8730	1424,652	36,872	37,74	5567,57
Costell a	A	3,24	0,0434	2,19	0,24	29,149	29,226	0,08	0,0059	0,0766	157,775	12,637	12,56	634,95
	B	4,28	0,0434	2,89	0,43	28,618	28,702	0,08	0,0071	0,0843	171,201	13,169	13,08	689,22
	C	0,94	0,023	2,27	0,26	29,153	28,924	-0,23	0,0524	0,2290	165,439	12,633	12,86	650,03
	D	0,98	0,023	2,35	0,28	29,160	28,819	-0,34	0,1162	0,3408	168,162	12,627	12,97	655,08
	E	2,84	0,0434	1,92	0,19	29,336	29,329	-0,01	0,0000	0,0067	155,192	12,451	12,46	620,43
	F	4,07	0,0434	2,75	0,39	28,738	28,803	0,06	0,0042	0,0648	168,576	13,048	12,98	677,67
	G	1,07	0,023	2,58	0,34	28,904	28,768	-0,14	0,0187	0,1367	169,493	12,882	13,02	670,87
	H	1,09	0,023	2,62	0,35	28,944	28,676	-0,27	0,0717	0,2677	171,887	12,843	13,11	673,58
Suma									9,631	17,38	32459,966	1343,745	1343,7387	130110,9119

Indice	Valor
Tamaño Muestra (n)	74
ECM	0,130
RECM	0,361
$\overline{P_{CFD}}$	41,787
$\overline{P_{EPA}}$	41,848
NRECM ($\overline{P_{CFD}}$)	0,009
P _{CFD} máximo	63,910
P _{CFD} Mínimo	17,709
NRECM (max,min)	0,008
Error (%)	-0,147
MAE	0,235
r ²	0,999
r	1,000
E	1,000
W	1,000
Wm	0,994
RECM/MAE	1,536

6.10. Obtención de los índices estadísticos para la validación de los modelos de EPANET construidos con los Ks de Arviza-Agüera (Arviza, Gonzalez y Balbastre 2002; Agüera Soriano 2002).

Hidrante	Toma	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2g	P _{EPA}	P _{CFD}	(P _{CFD,i} - P _{EPA,i})	(P _{CFD,i} - P _{EPA,i}) ²	P _{CFD,i} - P _{EPA,i}	(P _{CFD,i} - P _{CFD}) ²	P _{EPA,i} - P _{CFD}	P _{CFD,i} - P _{CFD}	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
1	1-2	3,63	0,0545	1,56	0,12	19,080	19,01	-0,07	0,0050	0,07	518,823	22,707	22,78	2068,86
	3-4	3,84	0,0545	1,65	0,14	18,715	17,88	-0,83	0,6921	0,83	571,386	23,072	23,90	2206,69
	5	6,02	0,0545	2,58	0,34	17,954	17,71	-0,25	0,0602	0,25	579,734	23,832	24,08	2295,36
3	A	1,05	0,0531	0,47	0,01	22,250	22,11	-0,14	0,0197	0,1403	387,172	19,536	19,68	1537,66
	B	2,89	0,0531	1,31	0,09	21,836	21,75	-0,09	0,0074	0,0861	401,468	19,951	20,04	1598,98
	C	2,87	0,0531	1,29	0,09	21,840	21,74	-0,10	0,0101	0,1003	401,869	19,946	20,05	1599,45
	D	0,89	0,0531	0,40	0,01	22,268	22,07	-0,20	0,0392	0,1980	388,747	19,519	19,72	1539,41
	E	1,51	0,0531	0,68	0,02	22,181	21,97	-0,19	0,0365	0,1910	392,701	19,626	19,82	1555,70
	F	2,64	0,0531	1,19	0,07	21,894	21,78	-0,11	0,0129	0,1138	400,267	19,893	20,01	1591,97
	G	2,42	0,0531	1,09	0,06	21,949	21,85	-0,10	0,0098	0,0992	397,471	19,837	19,94	1581,98
	H	2,56	0,0531	1,15	0,07	21,913	21,83	-0,08	0,0069	0,0831	398,269	19,874	19,96	1586,45
4	3"	11,56	0,070	3,00	0,46	40,66	41,43	0,76	0,5795	0,7613	0,131	1,123	0,36	2,20
	1"1/4	1,76	0,038	1,53	0,12	41,93	41,89	-0,04	0,0019	0,0441	0,010	0,146	0,10	0,06
	2"	4,55	0,048	2,54	0,33	41,32	41,64	0,32	0,0998	0,3160	0,022	0,466	0,15	0,38
5	72-73	4,57	0,0531	2,06	0,22	28,344	28,64	0,29	0,0856	0,2926	172,914	13,442	13,15	707,13
	91	2,45	0,0531	1,11	0,06	28,878	28,96	0,09	0,0072	0,0851	164,447	12,909	12,82	662,16
	90	1,67	0,0372	1,53	0,12	28,870	28,87	0,00	0,0000	0,0012	166,815	12,917	12,92	667,32
	132	1,57	0,0372	1,44	0,11	28,895	28,91	0,01	0,0001	0,0110	165,912	12,892	12,88	664,21
	88	2,60	0,0531	1,17	0,07	28,841	28,96	0,12	0,0139	0,1181	164,549	12,946	12,83	664,27
	87	1,73	0,0372	1,60	0,13	28,862	28,87	0,01	0,0000	0,0062	166,892	12,925	12,92	667,89
6	A	0,95	0,0257	1,83	0,17	37,143	37,37	0,22	0,0501	0,2239	19,534	4,644	4,42	82,14
	B	1,13	0,0257	2,18	0,24	36,892	37,20	0,31	0,0951	0,3085	21,038	4,895	4,59	89,90
	C	1,14	0,0257	2,20	0,25	36,877	37,17	0,29	0,0835	0,2889	21,351	4,910	4,62	90,83
	D	0,99	0,0257	1,91	0,18	37,098	37,29	0,19	0,0369	0,1922	20,220	4,689	4,50	84,37
	E	0,87	0,0257	1,67	0,14	37,260	37,40	0,14	0,0188	0,1371	19,269	4,527	4,39	79,50
	F	0,91	0,0257	1,75	0,16	37,218	37,38	0,16	0,0257	0,1603	19,436	4,569	4,41	80,60
	G	0,98	0,0257	1,90	0,18	37,122	37,34	0,22	0,0490	0,2213	19,746	4,665	4,44	82,97
	H	0,93	0,0257	1,80	0,16	37,190	37,40	0,21	0,0422	0,2055	19,278	4,596	4,39	80,76
7	A	1,58	0,0403	1,24	0,08	53,873	53,73	-0,14	0,0204	0,1428	142,643	12,086	11,94	577,42
	B	1,58	0,0403	1,23	0,08	53,863	53,77	-0,09	0,0086	0,0928	143,600	12,076	11,98	578,86
	C	1,75	0,0403	1,37	0,10	53,796	53,85	0,06	0,0032	0,0565	145,572	12,009	12,07	579,57
	D	1,90	0,0403	1,49	0,11	53,728	53,86	0,13	0,0177	0,1330	145,789	11,941	12,07	576,75
	E	1,67	0,0403	1,31	0,09	53,814	53,92	0,11	0,0113	0,1063	147,218	12,027	12,13	583,72
	F	1,71	0,0403	1,34	0,09	53,800	53,93	0,13	0,0170	0,1303	147,460	12,013	12,14	583,53
	G	1,55	0,0403	1,21	0,07	53,855	53,98	0,13	0,0163	0,1277	148,750	12,069	12,20	588,79

Hidrante	Toma	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	(P _{CFD,i} - P _{EPA,i})	(P _{CFD,i} - P _{EPA,i}) ²	P _{CFD,i} - P _{EPA,i}	(P _{CFD,i} - P _{CFD}) ²	P _{EPA,i} - P _{CFD}	P _{CFD,i} - P _{CFD}	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
8	H	1,54	0,0403	1,20	0,07	53,857	53,97	0,11	0,0129	0,1134	148,433	12,070	12,18	588,22
	I	2,83	0,0403	2,22	0,25	53,280	53,52	0,24	0,0576	0,2400	137,671	11,493	11,73	539,48
	J	2,57	0,0403	2,01	0,21	53,415	53,74	0,32	0,1054	0,3247	142,882	11,629	11,95	556,11
8	A	2,66	41,9	1,93	0,19	63,391	63,71	0,32	0,1027	0,3205	480,676	21,604	21,92	1894,70
	B	1,38	36,6	1,31	0,09	63,773	63,91	0,14	0,0188	0,1371	489,441	21,986	22,12	1945,65
	C	1,42	36,6	1,35	0,09	63,747	63,89	0,14	0,0203	0,1425	488,557	21,961	22,10	1941,65
	D	0,89	28,5	1,40	0,10	63,710	63,85	0,14	0,0195	0,1395	486,790	21,924	22,06	1934,87
	E	2,29	41,9	1,66	0,14	63,550	63,77	0,22	0,0484	0,2201	483,267	21,763	21,98	1913,76
	F	2,64	41,9	1,92	0,19	63,384	63,70	0,32	0,0996	0,3156	480,194	21,598	21,91	1893,21
	G	2,89	41,9	2,10	0,22	63,236	63,64	0,40	0,1635	0,4044	477,568	21,449	21,85	1875,08
	H	2,71	41,9	1,96	0,20	63,343	63,70	0,36	0,1278	0,3574	480,194	21,556	21,91	1889,57
9	A	2,80	0,0362	2,72	0,38	57,005	57,51	0,51	0,2553	0,5053	247,223	15,218	15,72	957,37
	B	4,06	0,0456	2,48	0,31	57,218	57,61	0,39	0,1534	0,3917	250,378	15,432	15,82	976,87
	C	2,76	0,0362	2,68	0,37	57,046	57,49	0,44	0,1974	0,4443	246,594	15,259	15,70	958,67
	D	7,92	0,0614	2,67	0,36	57,048	57,55	0,50	0,2516	0,5016	248,482	15,262	15,76	962,56
	E	1,03	0,0233	2,42	0,30	57,236	57,54	0,30	0,0926	0,3042	248,167	15,449	15,75	973,59
	F	2,54	0,0362	2,47	0,31	57,211	57,62	0,41	0,1674	0,4092	250,694	15,424	15,83	977,03
10	A	4,09	0,0456	2,51	0,32	44,218	44,525	0,31	0,0942	0,3070	7,500	2,432	2,74	26,73
	B	1,61	0,0289	2,46	0,31	44,261	44,249	-0,01	0,0001	0,0122	6,062	2,474	2,46	24,37
	C	1,15	0,0233	2,69	0,37	44,005	43,953	-0,05	0,0028	0,0526	4,692	2,219	2,17	19,23
	D	0,74	0,0181	2,88	0,42	43,774	43,520	-0,25	0,0644	0,2538	3,006	1,987	1,73	13,85
	E	1,75	0,0289	2,67	0,36	44,044	44,057	0,01	0,0002	0,0130	5,152	2,257	2,27	20,49
	F	4,31	0,0456	2,64	0,35	44,092	44,116	0,02	0,0006	0,0241	5,425	2,305	2,33	21,47
	G	4,52	0,0456	2,77	0,39	43,936	44,617	0,68	0,4646	0,6816	8,013	2,149	2,83	24,80
11	A	1,180	0,0224	2,99	0,46	47,970	47,164	-0,81	0,6485	0,8053	28,918	6,183	5,38	133,64
	B	2,640	0,0345	2,82	0,41	48,230	47,047	-1,18	1,3999	1,1832	27,668	6,443	5,26	136,97
	C	4,210	0,0447	2,79	0,39	48,284	47,196	-1,09	1,1852	1,0886	29,255	6,497	5,41	141,76
	D	3,190	0,0345	3,41	0,59	47,553	47,154	-0,40	0,1591	0,3988	28,805	5,766	5,37	123,94
	E	1,090	0,0224	2,77	0,39	48,124	48,096	-0,03	0,0008	0,0283	39,806	6,337	6,31	159,94
	F	2,850	0,0345	3,05	0,47	47,931	47,738	-0,19	0,0374	0,1934	35,415	6,144	5,95	146,30
	G	16,910	0,07	4,39	0,98	46,323	47,376	1,05	1,1088	1,0530	31,240	4,536	5,59	102,53
Costella	A	3,24	0,0434	2,19	0,24	28,839	29,226	0,39	0,1495	0,3866	157,775	12,947	12,56	650,67
	B	4,28	0,0434	2,89	0,43	28,128	28,702	0,57	0,3298	0,5743	171,201	13,659	13,08	715,19
	C	0,94	0,0237	2,27	0,26	28,763	28,924	0,16	0,0259	0,1610	165,439	13,023	12,86	670,07
	D	0,98	0,0235	2,35	0,28	28,680	28,819	0,14	0,0194	0,1392	168,162	13,107	12,97	679,89
	E	2,84	0,0434	1,92	0,19	29,056	29,329	0,27	0,0747	0,2733	155,192	12,731	12,46	634,46
	F	4,07	0,0434	2,75	0,39	28,288	28,803	0,51	0,2650	0,5148	168,576	13,498	12,98	701,30
	G	1,07	0,0238	2,58	0,34	28,454	28,768	0,31	0,0982	0,3133	169,493	13,332	13,02	694,39

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/ s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
	H	1,09	0,023	2,6 2	0,35	28,41 4	28,67 6	0,26	0,0688	0,2623	171,887	13,373	13,11	701,37
Suma									10,276	20,31	14396,3988	893,7511	893,5647	57259,6223

Indice	Valor
Tamaño Muestra (n)	74
ECM	0,139
RECM	0,373
$\overline{P_{CFD}}$	41,787
$\overline{P_{EPA}}$	41,687
NRECM ($\overline{P_{CFD}}$)	0,009
P _{CFD} máximo	63,910
P _{CFD} Mínimo	17,709
NRECM (max,min)	0,008
Error (%)	0,239
MAE	0,275
r ²	0,999
r	1,000
E	0,999
W	1,000
Wm	0,989
RECM/MAE	1,358

6.11. Obtención de los índices estadísticos para la validación de los modelos de EPANET construidos con los Ks de Soltelo (Sotelo Avila 1991).

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/ s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
1	1-2	3,63	0,054 5	1,5 6	0,12	19,20 0	19,01	-0,19	0,0363	0,19	518,823	22,58704345	22,78	2057,96
	3-4	3,84	0,054 5	1,6 5	0,14	18,94 5	17,88	-1,06	1,1276	1,06	571,386	22,84176795	23,90	2185,14
	5	6,02	0,054 5	2,5 8	0,34	18,30 4	17,71	-0,60	0,3545	0,60	579,734	23,48227279	24,08	2261,95
	A	1,05	0,053 1	0,4 7	0,01	22,24 0	22,11	-0,13	0,0170	0,1303	387,172	19,54635398	19,68	1538,45
3	B	2,89	0,053 1	1,3 1	0,09	21,85 6	21,75	-0,11	0,0113	0,1061	401,468	19,93055503	20,04	1597,38
	C	2,87	0,053 1	1,2 9	0,09	21,87 0	21,74	-0,13	0,0170	0,1303	401,869	19,91641776	20,05	1597,05
	D	0,89	0,053 1	0,4 0	0,01	22,29 8	22,07	-0,23	0,0520	0,2280	388,747	19,48867385	19,72	1537,06
	E	1,51	0,053 1	0,6 8	0,02	22,20 1	21,97	-0,23	0,0533	0,2310	392,701	19,58571402	19,82	1552,55
	F	2,64	0,053 1	1,1 9	0,07	21,92 4	21,78	-0,14	0,0207	0,1438	400,267	19,86288421	20,01	1589,58
	G	2,42	0,053 1	1,0 9	0,06	21,95 9	21,85	-0,11	0,0119	0,1092	397,471	19,82748191	19,94	1581,19
	H	2,56	0,053 1	1,1 5	0,07	21,92 3	21,83	-0,09	0,0087	0,0931	398,269	19,8635823	19,96	1585,65

Hidrante	Toma	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2g	P _{EPA}	P _{CFD}	(P _{CFD,i} - P _{EPA,i})	(P _{CFD,i} - P _{EPA,i}) ²	P _{CFD,i} - P _{EPA,i}	(P _{CFD,i} - P _{CFD}) ²	P _{EPA,i} - P _{CFD}	P _{CFD,i} - P _{CFD}	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
4	3"	11,56	0,070	3,00	0,46	40,99	41,43	0,43	0,1860	0,4313	0,131	0,792940107	0,36	1,33
	1 1/4"	1,76	0,038	1,53	0,12	41,90	41,89	-0,01	0,0002	0,0141	0,010	0,116463562	0,10	0,05
	2"	4,55	0,048	2,54	0,33	41,37	41,64	0,27	0,0707	0,2660	0,022	0,415646529	0,15	0,32
5	72-73	4,57	0,0531	2,06	0,22	28,474	28,64	0,16	0,0264	0,1626	172,914	13,31227752	13,15	700,23
	91	2,45	0,0531	1,11	0,06	28,938	28,96	0,03	0,0006	0,0251	164,447	12,84878618	12,82	659,08
	90	1,67	0,0372	1,53	0,12	28,890	28,87	-0,02	0,0004	0,0188	166,815	12,89686467	12,92	666,29
	132	1,57	0,0372	1,44	0,11	28,915	28,91	-0,01	0,0001	0,0090	165,912	12,87167609	12,88	663,18
	88	2,60	0,0531	1,17	0,07	28,911	28,96	0,05	0,0023	0,0481	164,549	12,87575866	12,83	660,67
	87	1,73	0,0372	1,60	0,13	28,872	28,87	0,00	0,0000	0,0038	166,892	12,91484123	12,92	667,37
	6	A	0,95	0,0257	1,83	0,17	37,243	37,37	0,12	0,0154	0,1239	19,534	4,543602697	4,42
B	1,13	0,0257	2,18	0,24	37,032	37,20	0,17	0,0284	0,1685	21,038	4,755136845	4,59	87,27	
C	1,14	0,0257	2,20	0,25	37,027	37,17	0,14	0,0193	0,1389	21,351	4,759601677	4,62	87,99	
D	0,99	0,0257	1,91	0,18	37,228	37,29	0,06	0,0039	0,0622	20,220	4,558852442	4,50	82,00	
E	0,87	0,0257	1,67	0,14	37,370	37,40	0,03	0,0007	0,0271	19,269	4,416767834	4,39	77,55	
F	0,91	0,0257	1,75	0,16	37,308	37,38	0,07	0,0049	0,0703	19,436	4,479005347	4,41	78,99	
G	0,98	0,0257	1,90	0,18	37,222	37,34	0,12	0,0147	0,1213	19,746	4,564978843	4,44	81,16	
H	0,93	0,0257	1,80	0,16	37,280	37,40	0,12	0,0134	0,1155	19,278	4,506222472	4,39	79,15	
7	A	1,58	0,0403	1,24	0,08	53,903	53,73	-0,17	0,0299	0,1728	142,643	12,11614756	11,94	578,86
	B	1,58	0,0403	1,23	0,08	53,703	53,77	0,07	0,0045	0,0672	143,600	11,91614756	11,98	571,18
	C	1,75	0,0403	1,37	0,10	53,386	53,85	0,47	0,2176	0,4665	145,572	11,59885398	12,07	559,99
	D	1,90	0,0403	1,49	0,11	53,258	53,86	0,60	0,3636	0,6030	145,789	11,47136163	12,07	554,40
	E	1,67	0,0403	1,31	0,09	53,264	53,92	0,66	0,4307	0,6563	147,218	11,4770497	12,13	557,45
	F	1,71	0,0403	1,34	0,09	53,220	53,93	0,71	0,5046	0,7103	147,460	11,43299771	12,14	555,84
	G	1,55	0,0403	1,21	0,07	53,235	53,98	0,75	0,5590	0,7477	148,750	11,4486552	12,20	559,09
	H	1,54	0,0403	1,20	0,07	53,237	53,97	0,73	0,5379	0,7334	148,433	11,44989374	12,18	558,53
	I	2,83	0,0403	2,22	0,25	53,070	53,52	0,45	0,2025	0,4500	137,671	11,28332391	11,73	529,77
	J	2,57	0,0403	2,01	0,21	52,885	53,74	0,85	0,7306	0,8547	142,882	11,09859914	11,95	531,39
8	A	2,66	41,9	1,93	0,19	63,531	63,71	0,18	0,0326	0,1805	480,676	21,74384379	21,92	1906,91
	B	1,38	36,6	1,31	0,09	63,873	63,91	0,04	0,0014	0,0371	489,441	22,08622911	22,12	1954,48
	C	1,42	36,6	1,35	0,09	63,857	63,89	0,03	0,0011	0,0325	488,557	22,07080607	22,10	1951,35
	D	0,89	28,5	1,40	0,10	63,830	63,85	0,02	0,0004	0,0195	486,790	22,04379792	22,06	1945,44
	E	2,29	41,9	1,66	0,14	63,730	63,77	0,04	0,0016	0,0401	483,267	21,94324746	21,98	1929,54
	F	2,64	41,9	1,92	0,19	63,604	63,70	0,10	0,0091	0,0956	480,194	21,81775816	21,91	1912,41
	G	2,89	41,9	2,10	0,22	63,496	63,64	0,14	0,0209	0,1444	477,568	21,70892534	21,85	1897,67
	H	2,71	41,9	1,96	0,20	63,493	63,70	0,21	0,0430	0,2074	480,194	21,70589272	21,91	1902,64
9	A	2,80	0,0362	2,72	0,38	57,185	57,51	0,33	0,1058	0,3253	247,223	15,39803339	15,72	968,54
	B	4,06	0,0456	2,48	0,31	57,488	57,61	0,12	0,0148	0,1217	250,378	15,70164195	15,82	993,82
	C	2,76	0,0362	2,68	0,37	57,376	57,49	0,11	0,0131	0,1143	246,594	15,58904256	15,70	979,21

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/ s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
	D	7,92	0,0614	2,67	0,36	57,328	57,55	0,22	0,0491	0,2216	248,482	15,54176937	15,76	980,01
	E	1,03	0,0233	2,42	0,30	57,516	57,54	0,02	0,0006	0,0242	248,167	15,72908843	15,75	991,14
	F	2,54	0,0362	2,47	0,31	57,371	57,62	0,25	0,0621	0,2492	250,694	15,58416489	15,83	987,06
10	A	4,09	0,0456	2,51	0,32	44,138	44,525	0,39	0,1498	0,3870	7,500	2,351672533	2,74	25,91
	B	1,61	0,0289	2,46	0,31	44,251	44,249	0,00	0,0000	0,0022	6,062	2,464287212	2,46	24,27
	C	1,15	0,0233	2,69	0,37	44,295	43,953	-0,34	0,1174	0,3426	4,692	2,508665397	2,17	21,85
	D	0,74	0,0181	2,88	0,42	44,464	43,520	-0,94	0,8908	0,9438	3,006	2,677472737	1,73	19,46
	E	1,75	0,0289	2,67	0,36	44,334	44,057	-0,28	0,0767	0,2770	5,152	2,546876406	2,27	23,20
	F	4,31	0,0456	2,64	0,35	44,122	44,116	-0,01	0,0000	0,0059	5,425	2,334995672	2,33	21,75
	G	4,52	0,0456	2,77	0,39	43,906	44,617	0,71	0,5064	0,7116	8,013	2,119149597	2,83	24,50
11	A	1,180	0,0224	2,99	0,46	48,260	47,164	-1,10	1,1997	1,0953	28,918	6,472890678	5,38	140,43
	B	2,640	0,0345	2,82	0,41	47,390	47,047	-0,34	0,1178	0,3432	27,668	5,603232166	5,26	118,01
	C	4,210	0,0447	2,73	0,39	46,584	47,196	0,61	0,3738	0,6114	29,255	4,797477834	5,41	104,17
	D	3,190	0,0345	3,41	0,59	45,263	47,154	1,89	3,5765	1,8912	28,805	3,475887619	5,37	78,20
	E	1,090	0,0224	2,74	0,39	45,244	48,096	2,85	8,1323	2,8517	39,806	3,457477834	6,31	95,39
	F	2,850	0,0345	3,05	0,47	44,641	47,738	3,10	9,5892	3,0966	35,415	2,85441973	5,95	77,54
	G	16,910	0,0707	4,39	0,98	43,073	47,376	4,30	18,5158	4,3030	31,240	1,286285173	5,59	47,27
Costell a	A	3,24	0,0434	2,19	0,24	29,019	29,226	0,21	0,0427	0,2066	157,775	12,76745591	12,56	641,52
	B	4,28	0,0434	2,89	0,43	28,528	28,702	0,17	0,0304	0,1743	171,201	13,25869954	13,08	693,96
	C	0,94	0,0237	2,27	0,26	29,173	28,924	-0,25	0,0620	0,2490	165,439	12,61333256	12,86	649,01
	D	0,98	0,0235	2,35	0,28	29,340	28,819	-0,52	0,2713	0,5208	168,162	12,44687996	12,97	645,90
	E	2,84	0,0434	1,92	0,19	29,186	29,329	0,14	0,0205	0,1433	155,192	12,60089627	12,46	627,93
	F	4,07	0,0434	2,75	0,39	28,648	28,803	0,15	0,0239	0,1548	168,576	13,13845489	12,98	682,37
	G	1,07	0,0238	2,54	0,34	28,944	28,768	-0,18	0,0312	0,1767	169,493	12,84227242	13,02	668,80
	H	1,09	0,0232	2,62	0,35	29,144	28,676	-0,47	0,2187	0,4677	171,887	12,64287385	13,11	663,24
Suma									49,981	31,06	14396,399	873,7811	893,5647	56708,3378

Indice	Valor
Tamaño Muestra (n)	74
ECM	0,675
RECM	0,822
$\overline{P_{CFD}}$	41,787
$\overline{P_{EPA}}$	41,574
NRECM ($\overline{P_{CFD}}$)	0,020
P_{CFD} máximo	63,910
P_{CFD} Mínimo	17,709
NRECM (max,min)	0,018
Error (%)	0,509
MAE	0,420

Indice	Valor
r ²	0,997
r	0,998
E	0,997
W	0,999
Wm	0,982
RECM/MAE	1,958

6.12. Obtención de los índices estadísticos para la validación de los modelos de EPANET construidos con los Ks de CRANE 1 (Crane 2001).

Hidrante	Toma	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
1	1-2	3,63	0,0545	1,56	0,12	19,190	19,01	-0,181	0,0326	0,18	518,8225	22,5970	22,78	2058,87
	3-4	3,84	0,0545	1,65	0,14	18,945	17,88	-1,062	1,1276	1,06	571,3857	22,8418	23,90	2185,14
	5	6,02	0,0545	2,58	0,34	18,314	17,71	-0,605	0,3665	0,61	579,7345	23,4723	24,08	2261,00
3	A	1,05	0,0531	0,47	0,01	22,270	22,11	-0,160	0,0257	0,1603	387,1716	19,5164	19,68	1536,09
	B	2,89	0,0531	1,31	0,09	21,906	21,75	-0,156	0,0244	0,1561	401,4684	19,8806	20,04	1593,39
	C	2,87	0,0531	1,29	0,09	21,910	21,74	-0,170	0,0290	0,1703	401,8692	19,8764	20,05	1593,85
	D	0,89	0,0531	0,40	0,01	22,308	22,07	-0,238	0,0566	0,2380	388,7473	19,4787	19,72	1536,28
	E	1,51	0,0531	0,68	0,02	22,211	21,97	-0,241	0,0581	0,2410	392,7007	19,5757	19,82	1551,76
	F	2,64	0,0531	1,19	0,07	21,964	21,78	-0,184	0,0338	0,1838	400,2671	19,8229	20,01	1586,39
	G	2,42	0,0531	1,09	0,06	22,009	21,85	-0,159	0,0253	0,1592	397,4711	19,7775	19,94	1577,21
	H	2,56	0,0531	1,15	0,07	21,973	21,83	-0,143	0,0205	0,1431	398,2689	19,8136	19,96	1581,67
4	3"	11,56	0,070	3,00	0,46	40,964	41,43	0,46	0,2128	0,4613	0,1308	0,8229	0,36	1,40
	1"1/4	1,76	0,0383	1,53	0,12	41,913	41,89	-0,02	0,0006	0,0241	0,0105	0,1265	0,10	0,05
	2"	4,55	0,0484	2,54	0,33	41,391	41,64	0,25	0,0605	0,2460	0,0224	0,3956	0,15	0,30
5	72-73	4,57	0,0531	2,06	0,22	28,554	28,64	0,08	0,0068	0,0826	172,9140	13,2323	13,15	696,01
	91	2,45	0,0531	1,11	0,06	28,958	28,96	0,01	0,0000	0,0051	164,4467	12,8288	12,82	658,05
	90	1,67	0,0372	1,53	0,12	28,910	28,87	-0,04	0,0015	0,0388	166,8147	12,8769	12,92	665,26
	132	1,57	0,0372	1,44	0,11	28,935	28,91	-0,03	0,0008	0,0290	165,9118	12,8517	12,88	662,15
	88	2,60	0,0531	1,17	0,07	28,931	28,96	0,03	0,0008	0,0281	164,5493	12,8558	12,83	659,64
	87	1,73	0,0372	1,60	0,13	28,902	28,87	-0,03	0,0011	0,0338	166,8922	12,8848	12,92	665,82
	6	A	0,95	0,0257	1,83	0,17	37,273	37,37	0,09	0,0088	0,0939	19,5335	4,5136	4,42
B	1,13	0,0257	2,18	0,24	37,062	37,20	0,14	0,0192	0,1385	21,0376	4,7251	4,59	86,71	
C	1,14	0,0257	2,20	0,25	37,057	37,17	0,11	0,0119	0,1089	21,3506	4,7296	4,62	87,43	
D	0,99	0,0257	1,91	0,18	37,238	37,29	0,05	0,0027	0,0522	20,2201	4,5489	4,50	81,82	
E	0,87	0,0257	1,67	0,14	37,380	37,40	0,02	0,0003	0,0171	19,2693	4,4068	4,39	77,38	
F	0,91	0,0257	1,75	0,16	37,328	37,38	0,05	0,0025	0,0503	19,4364	4,4590	4,41	78,64	

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/ s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }$
	G	0,98	0,0257	1,90	0,18	37,252	37,34	0,09	0,0083	0,0913	19,7463	4,5350	4,44	80,62
	H	0,93	0,0257	1,80	0,16	37,300	37,40	0,10	0,0091	0,0955	19,2780	4,4862	4,39	78,80
7	A	1,58	0,0403	1,24	0,08	53,913	53,73	-0,18	0,0334	0,1828	142,6430	12,1261	11,94	579,34
	B	1,58	0,0403	1,23	0,08	53,823	53,77	-0,05	0,0028	0,0528	143,6001	12,0361	11,98	576,94
	C	1,75	0,0403	1,37	0,10	53,676	53,85	0,18	0,0311	0,1765	145,5720	11,8889	12,07	573,80
	D	1,90	0,0403	1,49	0,11	53,588	53,86	0,27	0,0745	0,2730	145,7893	11,8014	12,07	570,05
	E	1,67	0,0403	1,31	0,09	53,634	53,92	0,29	0,0820	0,2863	147,2175	11,8470	12,13	575,06
	F	1,71	0,0403	1,34	0,09	53,610	53,93	0,32	0,1026	0,3203	147,4603	11,8230	12,14	574,38
	G	1,55	0,0403	1,21	0,07	53,645	53,98	0,34	0,1140	0,3377	148,7503	11,8587	12,20	578,64
	H	1,54	0,0403	1,20	0,07	53,647	53,97	0,32	0,1046	0,3234	148,4334	11,8599	12,18	578,08
	I	2,83	0,0403	2,22	0,25	53,300	53,52	0,22	0,0484	0,2200	137,6709	11,5133	11,73	540,41
	J	2,57	0,0403	2,01	0,21	53,295	53,74	0,44	0,1978	0,4447	142,8820	11,5086	11,95	550,46
8	A	2,66	41,9	1,93	0,19	63,521	63,71	0,19	0,0363	0,1905	480,6760	21,7338	21,92	1906,04
	B	1,38	36,6	1,31	0,09	63,813	63,91	0,10	0,0094	0,0971	489,4415	22,0262	22,12	1949,18
	C	1,42	36,6	1,35	0,09	63,797	63,89	0,09	0,0086	0,0925	488,5569	22,0108	22,10	1946,06
	D	0,89	28,5	1,40	0,10	63,770	63,85	0,08	0,0063	0,0795	486,7903	21,9838	22,06	1940,15
	E	2,29	41,9	1,66	0,14	63,660	63,77	0,11	0,0121	0,1101	483,2665	21,8732	21,98	1923,40
	F	2,64	41,9	1,92	0,19	63,524	63,70	0,18	0,0308	0,1756	480,1938	21,7378	21,91	1905,42
	G	2,89	41,9	2,10	0,22	63,416	63,64	0,22	0,0504	0,2244	477,5678	21,6289	21,85	1890,71
	H	2,71	41,9	1,96	0,20	63,493	63,70	0,21	0,0430	0,2074	480,1938	21,7059	21,91	1902,64
9	A	2,80	0,0362	2,72	0,38	57,345	57,51	0,17	0,0273	0,1653	247,2229	15,5580	15,72	978,52
	B	4,06	0,0456	2,48	0,31	57,508	57,61	0,10	0,0103	0,1017	250,3776	15,7216	15,82	995,08
	C	2,76	0,0362	2,68	0,37	57,376	57,49	0,11	0,0131	0,1143	246,5944	15,5890	15,70	979,21
	D	7,92	0,0614	2,67	0,36	57,388	57,55	0,16	0,0261	0,1616	248,4824	15,6018	15,76	983,77
	E	1,03	0,0233	2,42	0,30	57,526	57,54	0,01	0,0002	0,0142	248,1672	15,7391	15,75	991,77
	F	2,54	0,0362	2,47	0,31	57,501	57,62	0,12	0,0142	0,1192	250,6941	15,7142	15,83	995,24
10	A	4,09	0,0456	2,51	0,32	44,368	44,525	0,16	0,0246	0,1570	7,5003	2,5817	2,74	28,31
	B	1,61	0,0289	2,46	0,31	44,421	44,249	-0,17	0,0296	0,1722	6,0620	2,6343	2,46	25,97
	C	1,15	0,0233	2,69	0,37	44,295	43,953	-0,34	0,1174	0,3426	4,6919	2,5087	2,17	21,85
	D	0,74	0,0181	2,88	0,42	44,224	43,520	-0,70	0,4953	0,7038	3,0056	2,4375	1,73	17,40
	E	1,75	0,0289	2,67	0,36	44,334	44,057	-0,28	0,0767	0,2770	5,1522	2,5469	2,27	23,20
	F	4,31	0,0456	2,64	0,35	44,292	44,116	-0,18	0,0309	0,1759	5,4248	2,5050	2,33	23,37
	G	4,52	0,0456	2,77	0,39	44,136	44,617	0,48	0,2319	0,4816	8,0132	2,3491	2,83	26,83
11	A	1,180	0,0224	2,99	0,46	48,220	47,164	-1,06	1,1137	1,0553	28,9183	6,4329	5,38	139,49
	B	2,640	0,0345	2,82	0,41	48,080	47,047	-1,03	1,0675	1,0332	27,6680	6,2932	5,26	133,48
	C	4,210	0,0447	2,77	0,39	47,774	47,196	-0,58	0,3348	0,5786	29,2554	5,9875	5,41	129,88
	D	3,190	0,0345	3,41	0,59	46,963	47,154	0,19	0,0365	0,1912	28,8051	5,1759	5,37	111,15
	E	1,090	0,0224	2,77	0,39	47,154	48,096	0,94	0,8868	0,9417	39,8059	5,3675	6,31	136,34

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/ s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
	F	2,850	0,0345	3,05	0,47	46,891	47,738	0,85	0,7168	0,8466	35,4152	5,1044	5,95	122,22
	G	16,910	0,07	4,39	0,98	45,503	47,376	1,87	3,5081	1,8730	31,2401	3,7163	5,59	86,59
Costell a	A	3,24	0,0434	2,19	0,24	29,129	29,226	0,10	0,0093	0,0966	157,7751	12,6575	12,56	635,96
	B	4,28	0,0434	2,89	0,43	28,568	28,702	0,13	0,0180	0,1343	171,2010	13,2187	13,08	691,85
	C	0,94	0,023	2,27	0,26	29,123	28,924	-0,20	0,0396	0,1990	165,4395	12,6633	12,86	651,56
	D	0,98	0,023	2,35	0,28	29,140	28,819	-0,32	0,1029	0,3208	168,1619	12,6469	12,97	656,11
	E	2,84	0,0434	1,92	0,19	29,306	29,329	0,02	0,0005	0,0233	155,1917	12,4809	12,46	621,93
	F	4,07	0,0434	2,75	0,39	28,698	28,803	0,10	0,0110	0,1048	168,5764	13,0885	12,98	679,76
	G	1,07	0,023	2,58	0,34	28,864	28,768	-0,10	0,0093	0,0967	169,4931	12,9223	13,02	672,95
	H	1,09	0,023	2,62	0,35	28,924	28,676	-0,25	0,0614	0,2477	171,8871	12,8629	13,11	674,62
	Suma									12,150	19,42	14396,3988	887,0011	893,5647

Indice	Valor
Tamaño Muestra (n)	74
ECM	0,164
RECM	0,405
$\overline{P_{CFD}}$	41,787
$\overline{P_{EPA}}$	41,764
NRECM ($\overline{P_{CFD}}$)	0,010
P_{CFD} máximo	63,910
P_{CFD} Mínimo	17,709
NRECM (max,min)	0,009
Error (%)	0,055
MAE	0,262
r ²	0,999
r	1,000
E	0,999
W	1,000
Wm	0,989
RECM/MAE	1,544

6.13. Obtención de los índices estadísticos para la validación de los modelos de EPANET construidos con los Ks de CRANE 2 (Crane 2001).

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/ s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
1	1-2	3,63	0,0545	1,56	0,12	19,180	19,01	-0,171	0,0291	0,17	518,823	22,607	22,78	2059,77
	3-4	3,84	0,0545	1,65	0,14	18,935	17,88	-1,052	1,1065	1,05	571,386	22,852	23,90	2186,07
	5	6,02	0,0545	2,58	0,34	18,294	17,71	-0,585	0,3427	0,59	579,734	23,492	24,08	2262,90
3	A	1,05	0,0531	0,47	0,01	22,270	22,11	-0,160	0,0257	0,1603	387,172	19,516	19,68	1536,09
	B	2,89	0,0531	1,31	0,09	21,916	21,75	-0,166	0,0276	0,1661	401,468	19,871	20,04	1592,59
	C	2,87	0,0531	1,29	0,09	21,930	21,74	-0,190	0,0362	0,1903	401,869	19,856	20,05	1592,26
	D	0,89	0,0531	0,40	0,01	22,308	22,07	-0,238	0,0566	0,2380	388,747	19,479	19,72	1536,28
	E	1,51	0,0531	0,68	0,02	22,211	21,97	-0,241	0,0581	0,2410	392,701	19,576	19,82	1551,76
	F	2,64	0,0531	1,19	0,07	21,974	21,78	-0,194	0,0376	0,1938	400,267	19,813	20,01	1585,60
	G	2,42	0,0531	1,09	0,06	22,019	21,85	-0,169	0,0286	0,1692	397,471	19,767	19,94	1576,42
	H	2,56	0,0531	1,15	0,07	21,983	21,83	-0,153	0,0234	0,1531	398,269	19,804	19,96	1580,88
4	3"	11,56	0,0700	3,00	0,46	41,174	41,43	0,25	0,0631	0,2513	0,131	0,613	0,36	0,95
	1 1/4"	1,76	0,0383	1,53	0,12	41,923	41,89	-0,03	0,0012	0,0341	0,010	0,136	0,10	0,06
	2"	4,55	0,0484	2,54	0,33	41,471	41,64	0,17	0,0275	0,1660	0,022	0,316	0,15	0,22
5	72-73	4,57	0,0531	2,06	0,22	28,604	28,64	0,03	0,0011	0,0326	172,914	13,182	13,15	693,37
	91	2,45	0,0531	1,11	0,06	28,978	28,96	-0,01	0,0002	0,0149	164,447	12,809	12,82	657,02
	90	1,67	0,0372	1,53	0,12	28,920	28,87	-0,05	0,0024	0,0488	166,815	12,867	12,92	664,74
	132	1,57	0,0372	1,44	0,11	28,935	28,91	-0,03	0,0008	0,0290	165,912	12,852	12,88	662,15
	88	2,60	0,0531	1,17	0,07	28,951	28,96	0,01	0,0001	0,0081	164,549	12,836	12,83	658,61
	87	1,73	0,0372	1,60	0,13	28,902	28,87	-0,03	0,0011	0,0338	166,892	12,885	12,92	665,82
6	A	0,95	0,0257	1,83	0,17	37,303	37,37	0,06	0,0041	0,0640	19,534	4,484	4,42	79,27
	B	1,13	0,0257	2,18	0,24	37,112	37,20	0,09	0,0077	0,0880	21,038	4,675	4,59	85,77
	C	1,14	0,0257	2,20	0,25	37,097	37,17	0,07	0,0048	0,0690	21,351	4,690	4,62	86,68
	D	0,99	0,0257	1,91	0,18	37,278	37,29	0,01	0,0001	0,0120	20,220	4,509	4,50	81,10
	E	0,87	0,0257	1,67	0,14	37,410	37,40	-0,01	0,0002	0,0130	19,269	4,377	4,39	76,85
	F	0,91	0,0257	1,75	0,16	37,358	37,38	0,02	0,0004	0,0200	19,436	4,429	4,41	78,10
	G	0,98	0,0257	1,90	0,18	37,292	37,34	0,05	0,0026	0,0510	19,746	4,495	4,44	79,89
	H	0,93	0,0257	1,80	0,16	37,340	37,40	0,06	0,0031	0,0560	19,278	4,447	4,39	78,10
7	A	1,58	0,0403	1,24	0,08	53,933	53,73	-0,20	0,0411	0,2028	142,643	12,146	11,94	580,30
	B	1,58	0,0403	1,23	0,08	53,843	53,77	-0,07	0,0053	0,0728	143,600	12,056	11,98	577,90
	C	1,75	0,0403	1,37	0,10	53,696	53,85	0,16	0,0245	0,1565	145,572	11,909	12,07	574,76
	D	1,90	0,0403	1,49	0,11	53,618	53,86	0,24	0,0590	0,2430	145,789	11,831	12,07	571,48
	E	1,67	0,0403	1,31	0,09	53,664	53,92	0,26	0,0657	0,2563	147,218	11,877	12,13	576,50
	F	1,71	0,0403	1,34	0,09	53,640	53,93	0,29	0,0843	0,2903	147,460	11,853	12,14	575,82

Hidrante	Toma	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2g	P _{EPA}	P _{CFD}	(P _{CFD,i} - P _{EPA,i})	(P _{CFD,i} - P _{EPA,i}) ²	P _{CFD,i} - P _{EPA,i}	(P _{CFD,i} - P _{CFD}) ²	P _{EPA,i} - P _{CFD}	P _{CFD,i} - P _{CFD}	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
8	G	1,55	0,0403	1,21	0,07	53,665	53,98	0,32	0,1009	0,3177	148,750	11,879	12,20	579,60
	H	1,54	0,0403	1,20	0,07	53,667	53,97	0,30	0,0921	0,3034	148,433	11,880	12,18	579,04
	I	2,83	0,0403	2,22	0,25	53,370	53,52	0,15	0,0225	0,1500	137,671	11,583	11,73	543,67
	J	2,57	0,0403	2,01	0,21	53,355	53,74	0,38	0,1480	0,3847	142,882	11,569	11,95	553,28
8	A	2,66	41,9	1,93	0,19	63,601	63,71	0,11	0,0122	0,1105	480,676	21,814	21,92	1913,03
	B	1,38	36,6	1,31	0,09	63,843	63,91	0,07	0,0045	0,0671	489,441	22,056	22,12	1951,83
	C	1,42	36,6	1,35	0,09	63,827	63,89	0,06	0,0039	0,0625	488,557	22,041	22,10	1948,70
	D	0,89	28,5	1,40	0,10	63,800	63,85	0,05	0,0025	0,0495	486,790	22,014	22,06	1942,79
	E	2,29	41,9	1,66	0,14	63,720	63,77	0,05	0,0025	0,0501	483,267	21,933	21,98	1928,67
	F	2,64	41,9	1,92	0,19	63,604	63,70	0,10	0,0091	0,0956	480,194	21,818	21,91	1912,41
	G	2,89	41,9	2,10	0,22	63,506	63,64	0,13	0,0181	0,1344	477,568	21,719	21,85	1898,54
	H	2,71	41,9	1,96	0,20	63,573	63,70	0,13	0,0162	0,1274	480,194	21,786	21,91	1909,62
9	A	2,80	0,0362	2,72	0,38	57,445	57,51	0,07	0,0043	0,0653	247,223	15,658	15,72	984,79
	B	4,06	0,0456	2,48	0,31	57,608	57,61	0,00	0,0000	0,0017	250,378	15,822	15,82	1001,40
	C	2,76	0,0362	2,68	0,37	57,476	57,49	0,01	0,0002	0,0143	246,594	15,689	15,70	985,48
	D	7,92	0,0614	2,67	0,36	57,508	57,55	0,04	0,0017	0,0416	248,482	15,722	15,76	991,31
	E	1,03	0,0233	2,42	0,30	57,546	57,54	-0,01	0,0000	0,0058	248,167	15,759	15,75	993,03
	F	2,54	0,0362	2,47	0,31	57,581	57,62	0,04	0,0015	0,0392	250,694	15,794	15,83	1000,30
10	A	4,09	0,0456	2,51	0,32	44,608	44,525	-0,08	0,0069	0,0830	7,500	2,822	2,74	30,92
	B	1,61	0,0289	2,46	0,31	44,591	44,249	-0,34	0,1171	0,3422	6,062	2,804	2,46	27,74
	C	1,15	0,0233	2,69	0,37	44,475	43,953	-0,52	0,2731	0,5226	4,692	2,689	2,17	23,57
	D	0,74	0,0181	2,88	0,42	44,394	43,520	-0,87	0,7635	0,8738	3,006	2,607	1,73	18,85
	E	1,75	0,0289	2,67	0,36	44,524	44,057	-0,47	0,2181	0,4670	5,152	2,737	2,27	25,07
	F	4,31	0,0456	2,64	0,35	44,552	44,116	-0,44	0,1900	0,4359	5,425	2,765	2,33	25,95
	G	4,52	0,0456	2,77	0,39	44,416	44,617	0,20	0,0406	0,2016	8,013	2,629	2,83	29,81
11	A	1,180	0,0224	2,99	0,46	48,280	47,164	-1,12	1,2439	1,1153	28,918	6,493	5,38	140,91
	B	2,640	0,0345	2,82	0,41	48,210	47,047	-1,16	1,3530	1,1632	27,668	6,423	5,26	136,50
	C	4,210	0,0447	2,77	0,39	47,924	47,196	-0,73	0,5309	0,7286	29,255	6,137	5,41	133,32
	D	3,190	0,0345	3,41	0,59	47,153	47,154	0,00	0,0000	0,0012	28,805	5,366	5,37	115,20
	E	1,090	0,0224	2,77	0,39	47,594	48,096	0,50	0,2517	0,5017	39,806	5,807	6,31	146,81
	F	2,850	0,0345	3,05	0,47	47,041	47,738	0,70	0,4853	0,6966	35,415	5,254	5,95	125,56
	G	16,910	0,079	4,39	0,98	45,933	47,376	1,44	2,0822	1,4430	31,240	4,146	5,59	94,78
Costella	A	3,24	0,0434	2,19	0,24	29,299	29,226	-0,07	0,0054	0,0734	157,775	12,487	12,56	627,42
	B	4,28	0,0434	2,89	0,43	28,878	28,702	-0,18	0,0309	0,1757	171,201	12,909	13,08	675,64
	C	0,94	0,0237	2,27	0,26	29,253	28,924	-0,33	0,1082	0,3290	165,439	12,533	12,86	644,94
	D	0,98	0,0235	2,35	0,28	29,280	28,819	-0,46	0,2124	0,4608	168,162	12,507	12,97	648,96
	E	2,84	0,0434	1,92	0,19	29,436	29,329	-0,11	0,0114	0,1067	155,192	12,351	12,46	615,46
	F	4,07	0,0434	2,75	0,39	28,968	28,803	-0,17	0,0273	0,1652	168,576	12,818	12,98	665,75

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/ s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
	G	1,07	0,023	2,58	0,34	29,034	28,768	-0,27	0,0711	0,2667	169,493	12,752	13,02	664,16
	H	1,09	0,023	2,62	0,35	29,094	28,676	-0,42	0,1745	0,4177	171,887	12,693	13,11	665,82
Suma									10,811	18,12	14396,399	889,170	893,5647	57066,6926

Indice	Valor
Tamaño Muestra (n)	74
ECM	0,146
RECM	0,382
$\overline{P_{CFD}}$	41,787
$\overline{P_{EPA}}$	41,853
NRECM ($\overline{P_{CFD}}$)	0,009
P _{CFD} máximo	63,910
P _{CFD} Mínimo	17,709
NRECM (max,min)	0,008
Error (%)	-0,158
MAE	0,245
r ²	0,999
r	1,000
E	0,999
W	1,000
Wm	0,990
RECM/MAE	1,561

6.14. Obtención de los índices estadísticos para la validación de los modelos de EPANET construidos con los Ks de IDELCHIK 1 (Idelchik y Fried 1986).

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/ s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
1	1-2	3,63	0,0545	1,56	0,12	19,300	19,01	-0,29	0,0845	0,29	518,823	22,487	22,78	2048,89
	3-4	3,84	0,0545	1,65	0,14	18,825	17,88	-0,94	0,8872	0,94	571,386	22,962	23,90	2196,37
	5	6,02	0,0545	2,58	0,34	18,564	17,71	-0,86	0,7317	0,86	579,734	23,222	24,08	2237,29
	A	1,05	0,0531	1,37	0,01	22,260	22,11	-0,15	0,0226	0,1503	387,172	19,526	19,68	1536,88
3	B	2,89	0,0531	1,31	0,09	21,966	21,75	-0,22	0,0467	0,2161	401,468	19,821	20,04	1588,60
	C	2,87	0,0531	1,29	0,09	21,940	21,74	-0,20	0,0401	0,2003	401,869	19,846	20,05	1591,46
	D	0,89	0,0531	0,40	0,01	22,258	22,07	-0,19	0,0353	0,1880	388,747	19,529	19,72	1540,20
	E	1,51	0,0531	0,68	0,02	22,131	21,97	-0,16	0,0259	0,1610	392,701	19,656	19,82	1558,07
	F	2,64	0,0531	1,19	0,07	21,944	21,78	-0,16	0,0268	0,1638	400,267	19,843	20,01	1587,99
	G	2,42	0,0531	1,09	0,06	22,009	21,85	-0,16	0,0253	0,1592	397,471	19,777	19,94	1577,21

Hidrante	Toma	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	(P _{CFD,i} - P _{EPA,i})	(P _{CFD,i} - P _{EPA,i}) ²	P _{CFD,i} - P _{EPA,i}	(P _{CFD,i} - P _{CFD}) ²	P _{EPA,i} - P _{CFD}	P _{CFD,i} - P _{CFD}	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
	H	2,56	0,0531	1,15	0,07	22,003	21,83	-0,17	0,0300	0,1731	398,269	19,784	19,96	1579,29
4	3"	11,56	0,070	3,00	0,46	41,264	41,43	0,16	0,0260	0,1613	0,131	0,523	0,36	0,78
	1 1/4"	1,76	0,038	1,53	0,12	41,853	41,89	0,04	0,0013	0,0359	0,010	0,066	0,10	0,03
	2"	4,55	0,048	2,54	0,33	41,521	41,64	0,12	0,0134	0,1160	0,022	0,266	0,15	0,17
5	72-73	4,57	0,0531	2,06	0,22	28,754	28,64	-0,12	0,0138	0,1174	172,914	13,032	13,15	685,49
	91	2,45	0,0531	1,11	0,06	28,968	28,96	0,00	0,0000	0,0049	164,447	12,819	12,82	657,54
	90	1,67	0,0372	1,53	0,12	28,880	28,87	-0,01	0,0001	0,0088	166,815	12,907	12,92	666,80
	132	1,57	0,0372	1,44	0,11	28,905	28,91	0,00	0,0000	0,0010	165,912	12,882	12,88	663,70
	88	2,60	0,0531	1,17	0,07	28,971	28,96	-0,01	0,0001	0,0119	164,549	12,816	12,83	657,59
	87	1,73	0,0372	1,60	0,13	28,902	28,87	-0,03	0,0011	0,0338	166,892	12,885	12,92	665,82
6	A	0,95	0,0257	1,83	0,17	37,473	37,37	-0,11	0,0113	0,1061	19,534	4,314	4,42	76,27
	B	1,13	0,0257	2,18	0,24	37,332	37,20	-0,13	0,0173	0,1315	21,038	4,455	4,59	81,75
	C	1,14	0,0257	2,20	0,25	37,277	37,17	-0,11	0,0123	0,1111	21,351	4,510	4,62	83,36
	D	0,99	0,0257	1,91	0,18	37,328	37,29	-0,04	0,0014	0,0378	20,220	4,459	4,50	80,20
	E	0,87	0,0257	1,67	0,14	37,450	37,40	-0,05	0,0028	0,0529	19,269	4,337	4,39	76,15
	F	0,91	0,0257	1,75	0,16	37,458	37,38	-0,08	0,0063	0,0797	19,436	4,329	4,41	76,35
	G	0,98	0,0257	1,90	0,18	37,452	37,34	-0,11	0,0118	0,1087	19,746	4,335	4,44	77,06
	H	0,93	0,0257	1,80	0,16	37,510	37,40	-0,11	0,0131	0,1145	19,278	4,276	4,39	75,12
7	A	1,58	0,0403	1,24	0,08	53,493	53,73	0,24	0,0563	0,2372	142,643	11,706	11,94	559,30
	B	1,58	0,0403	1,23	0,08	53,423	53,77	0,35	0,1205	0,3472	143,600	11,636	11,98	557,88
	C	1,75	0,0403	1,37	0,10	53,356	53,85	0,50	0,2465	0,4965	145,572	11,569	12,07	558,57
	D	1,90	0,0403	1,49	0,11	53,358	53,86	0,50	0,2530	0,5030	145,789	11,571	12,07	559,12
	E	1,67	0,0403	1,31	0,09	53,434	53,92	0,49	0,2365	0,4863	147,218	11,647	12,13	565,51
	F	1,71	0,0403	1,34	0,09	53,420	53,93	0,51	0,2604	0,5103	147,460	11,633	12,14	565,31
	G	1,55	0,0403	1,21	0,07	53,495	53,98	0,49	0,2378	0,4877	148,750	11,709	12,20	571,45
	H	1,54	0,0403	1,20	0,07	53,507	53,97	0,46	0,2148	0,4634	148,433	11,720	12,18	571,36
	I	2,83	0,0403	2,22	0,25	53,100	53,52	0,42	0,1764	0,4200	137,671	11,313	11,73	531,15
	J	2,57	0,0403	2,01	0,21	53,245	53,74	0,49	0,2448	0,4947	142,882	11,459	11,95	548,12
8	A	2,66	41,9	1,93	0,19	63,861	63,71	-0,15	0,0224	0,1495	480,676	22,074	21,92	1935,84
	B	1,38	36,6	1,31	0,09	63,983	63,91	-0,07	0,0053	0,0729	489,441	22,196	22,12	1964,22
	C	1,42	36,6	1,35	0,09	63,967	63,89	-0,08	0,0060	0,0775	488,557	22,181	22,10	1961,08
	D	0,89	28,5	1,40	0,10	63,950	63,85	-0,10	0,0101	0,1005	486,790	22,164	22,06	1956,04
	E	2,29	41,9	1,66	0,14	63,860	63,77	-0,09	0,0081	0,0899	483,267	22,073	21,98	1940,98
	F	2,64	41,9	1,92	0,19	63,814	63,70	-0,11	0,0131	0,1144	480,194	22,028	21,91	1930,82
	G	2,89	41,9	2,10	0,22	63,776	63,64	-0,14	0,0184	0,1356	477,568	21,989	21,85	1922,14
	H	2,71	41,9	1,96	0,20	63,823	63,70	-0,12	0,0150	0,1226	480,194	22,036	21,91	1931,53
9	A	2,80	0,0362	2,72	0,38	57,79	57,51	-0,28	0,0811	0,2847	247,223	16,008	15,72	1006,88
	B	4,06	0,0456	2,48	0,31	57,78	57,61	-0,17	0,0283	0,1683	250,378	15,992	15,82	1012,19

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/ s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
	C	2,76	0,036 2	2,6 8	0,37	57,72	57,49	-0,23	0,0509	0,2257	246,594	15,929	15,70	1000,61
	D	7,92	0,061 4	2,6 7	0,36	57,65	57,55	-0,10	0,0097	0,0984	248,482	15,862	15,76	1000,15
	E	1,03	0,023 3	2,4 2	0,30	57,91	57,54	-0,37	0,1338	0,3658	248,167	16,119	15,75	1015,85
	F	2,54	0,036 2	2,4 7	0,31	57,88	57,62	-0,26	0,0680	0,2608	250,694	16,094	15,83	1019,36
10	A	4,09	0,045 6	2,5 1	0,32	44,32 8	44,52 5	0,20	0,0388	0,1970	7,500	2,542	2,74	27,88
	B	1,61	0,028 9	2,4 6	0,31	44,32 1	44,24 9	-0,07	0,0052	0,0722	6,062	2,534	2,46	24,96
	C	1,15	0,023 3	2,6 9	0,37	43,63 5	43,95 3	0,32	0,1008	0,3174	4,692	1,849	2,17	16,12
	D	0,74	0,018 1	2,8 8	0,42	43,81 4	43,52 0	-0,29	0,0863	0,2938	3,006	2,027	1,73	14,15
	E	1,75	0,028 9	2,6 7	0,36	44,28 4	44,05 7	-0,23	0,0515	0,2270	5,152	2,497	2,27	22,72
	F	4,31	0,045 6	2,6 4	0,35	44,17 2	44,11 6	-0,06	0,0031	0,0559	5,425	2,385	2,33	22,22
	G	4,52	0,045 6	2,7 7	0,39	44,26 6	44,61 7	0,35	0,1236	0,3516	8,013	2,479	2,83	28,20
11	A	1,180	0,022 4	2,9 9	0,46	45,53 0	47,16 4	1,63	2,6722	1,6347	28,918	3,743	5,38	83,18
	B	2,640	0,034 5	2,8 2	0,41	46,76 0	47,04 7	0,29	0,0823	0,2868	27,668	4,973	5,26	104,72
	C	4,210	0,044 7	2,7 7	0,39	46,32 4	47,19 6	0,87	0,7593	0,8714	29,255	4,537	5,41	98,93
	D	3,190	0,034 5	3,4 1	0,59	45,91 3	47,15 4	1,24	1,5405	1,2412	28,805	4,126	5,37	90,12
	E	1,090	0,022 4	2,7 7	0,39	45,52 4	48,09 6	2,57	6,6137	2,5717	39,806	3,737	6,31	100,94
	F	2,850	0,034 5	3,0 5	0,47	45,81 1	47,73 8	1,93	3,7120	1,9266	35,415	4,024	5,95	99,51
	G	16,91 0	0,07 0,07	4,3 9	0,98	44,76 3	47,37 6	2,61	6,8278	2,6130	31,240	2,976	5,59	73,37
Costell a	A	3,24	0,043 4	2,1 9	0,24	29,16 9	29,22 6	0,06	0,0032	0,0566	157,775	12,617	12,56	633,95
	B	4,28	0,043 4	2,8 9	0,43	28,71 8	28,70 2	-0,02	0,0002	0,0157	171,201	13,069	13,08	683,98
	C	0,94	0,023 7	2,2 7	0,26	28,84 3	28,92 4	0,08	0,0066	0,0810	165,439	12,943	12,86	665,93
	D	0,98	0,023 5	2,3 5	0,28	28,82 0	28,81 9	0,00	0,0000	0,0008	168,162	12,967	12,97	672,60
	E	2,84	0,043 4	1,9 2	0,19	29,24 6	29,32 9	0,08	0,0069	0,0833	155,192	12,541	12,46	624,92
	F	4,07	0,043 4	2,7 5	0,39	28,75 8	28,80 3	0,04	0,0020	0,0448	168,576	13,028	12,98	676,63
	G	1,07	0,023 8	2,5 8	0,34	28,73 4	28,76 8	0,03	0,0011	0,0333	169,493	13,052	13,02	679,71
	H	1,09	0,023 2	2,6 2	0,35	28,73 4	28,67 6	-0,06	0,0033	0,0577	171,887	13,053	13,11	684,53
Suma									27,246	24,48	14396,399	876,071	893,5647	56981,1696

Indice	Valor
Tamaño Muestra (n)	74
ECM	0,368
RECM	0,607
$\overline{P_{CFD}}$	41,787
$\overline{P_{EPA}}$	41,656
NRECM ($\overline{P_{CFD}}$)	0,015
P_{CFD} máximo	63,910
P_{CFD} Mínimo	17,709
NRECM (max,min)	0,013
Error (%)	0,312

Indice	Valor
MAE	0,331
r ²	0,998
r	0,999
E	0,998
W	1,000
Wm	0,986
RECM/MAE	1,834

6.15. Obtención de los índices estadísticos para la validación de los modelos de EPANET construidos con los Ks de IDELCHIK 2 (Idelchik y Fried 1986).

Hidrante	Toma	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
1	1-2	3,63	0,0545	1,56	0,12	19,280	19,01	-0,27	0,0732	0,27	518,823	22,507	22,78	2050,71
	3-4	3,84	0,0545	1,65	0,14	18,865	17,88	-0,98	0,9641	0,98	571,386	22,922	23,90	2192,62
	5	6,02	0,0545	2,58	0,34	18,404	17,71	-0,70	0,4836	0,70	579,734	23,382	24,08	2252,45
3	A	1,05	0,0531	0,47	0,01	22,260	22,11	-0,15	0,0226	0,1503	387,172	19,526	19,68	1536,88
	B	2,89	0,0531	1,31	0,09	21,936	21,75	-0,19	0,0346	0,1861	401,468	19,851	20,04	1590,99
	C	2,87	0,0531	1,29	0,09	21,930	21,74	-0,19	0,0362	0,1903	401,869	19,856	20,05	1592,26
	D	0,89	0,0531	0,40	0,01	22,258	22,07	-0,19	0,0353	0,1880	388,747	19,529	19,72	1540,20
	E	1,51	0,0531	0,68	0,02	22,151	21,97	-0,18	0,0327	0,1810	392,701	19,636	19,82	1556,49
	F	2,64	0,0531	1,19	0,07	21,954	21,78	-0,17	0,0302	0,1738	400,267	19,833	20,01	1587,19
	G	2,42	0,0531	1,09	0,06	22,009	21,85	-0,16	0,0253	0,1592	397,471	19,777	19,94	1577,21
	H	2,56	0,0531	1,15	0,07	21,983	21,83	-0,15	0,0234	0,1531	398,269	19,804	19,96	1580,88
4	3"	11,56	0,070	3,00	0,46	41,154	41,43	0,27	0,0736	0,2713	0,131	0,633	0,36	0,99
	1 1/4	1,76	0,038	1,53	0,12	41,773	41,89	0,12	0,0134	0,1159	0,010	0,014	0,10	0,01
	2"	4,55	0,048	2,54	0,33	41,401	41,64	0,24	0,0557	0,2360	0,022	0,386	0,15	0,29
5	72-73	4,57	0,0531	2,06	0,22	28,624	28,64	0,01	0,0002	0,0126	172,914	13,162	13,15	692,32
	91	2,45	0,0531	1,11	0,06	28,958	28,96	0,01	0,0000	0,0051	164,447	12,829	12,82	658,05
	90	1,67	0,0372	1,53	0,12	28,890	28,87	-0,02	0,0004	0,0188	166,815	12,897	12,92	666,29
	132	1,57	0,0372	1,44	0,11	28,915	28,91	-0,01	0,0001	0,0090	165,912	12,872	12,88	663,18
	88	2,60	0,0531	1,17	0,07	28,941	28,96	0,02	0,0003	0,0181	164,549	12,846	12,83	659,13
	87	1,73	0,0372	1,60	0,13	28,882	28,87	-0,01	0,0002	0,0138	166,892	12,905	12,92	666,85
6	A	0,95	0,0257	1,83	0,17	37,373	37,37	-0,01	0,0000	0,0061	19,534	4,414	4,42	78,03
	B	1,13	0,0257	2,18	0,24	37,202	37,20	0,00	0,0000	0,0015	21,038	4,585	4,59	84,12
	C	1,14	0,0257	2,20	0,25	37,187	37,17	-0,02	0,0004	0,0211	21,351	4,600	4,62	85,01
	D	0,99	0,0257	1,91	0,18	37,318	37,29	-0,03	0,0008	0,0278	20,220	4,469	4,50	80,38
	E	0,87	0,0257	1,67	0,14	37,440	37,40	-0,04	0,0018	0,0429	19,269	4,347	4,39	76,33

Hidrante	Toma	Q (l/s)	Di (m)	V m/s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} } + \frac{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
7	F	0,91	0,0257	1,75	0,16	37,418	37,38	-0,04	0,0016	0,0397	19,436	4,369	4,41	77,05
	G	0,98	0,0257	1,90	0,18	37,362	37,34	-0,02	0,0003	0,0187	19,746	4,425	4,44	78,65
	H	0,93	0,0257	1,80	0,16	37,410	37,40	-0,01	0,0002	0,0145	19,278	4,376	4,39	76,86
	A	1,58	0,0403	1,24	0,08	53,663	53,73	0,07	0,0045	0,0672	142,643	11,876	11,94	567,37
7	B	1,58	0,0403	1,23	0,08	53,673	53,77	0,10	0,0094	0,0972	143,600	11,886	11,98	569,75
	C	1,75	0,0403	1,37	0,10	53,706	53,85	0,15	0,0215	0,1465	145,572	11,919	12,07	575,24
	D	1,90	0,0403	1,49	0,11	53,678	53,86	0,18	0,0335	0,1830	145,789	11,891	12,07	574,35
	E	1,67	0,0403	1,31	0,09	53,744	53,92	0,18	0,0311	0,1763	147,218	11,957	12,13	580,35
	F	1,71	0,0403	1,34	0,09	53,740	53,93	0,19	0,0362	0,1903	147,460	11,953	12,14	580,63
	G	1,55	0,0403	1,21	0,07	53,785	53,98	0,20	0,0391	0,1977	148,750	11,999	12,20	585,40
	H	1,54	0,0403	1,20	0,07	53,797	53,97	0,17	0,0301	0,1734	148,433	12,010	12,18	585,31
	I	2,83	0,0403	2,22	0,25	53,360	53,52	0,16	0,0256	0,1600	137,671	11,573	11,73	543,20
	J	2,57	0,0403	2,01	0,21	53,515	53,74	0,22	0,0505	0,2247	142,882	11,729	11,95	560,83
	8	A	2,66	41,9	1,93	0,19	63,711	63,71	0,00	0,0000	0,0005	480,676	21,924	21,92
B		1,38	36,6	1,31	0,09	63,923	63,91	-0,01	0,0002	0,0129	489,441	22,136	22,12	1958,91
C		1,42	36,6	1,35	0,09	63,907	63,89	-0,02	0,0003	0,0175	488,557	22,121	22,10	1955,77
D		0,89	28,5	1,40	0,10	63,890	63,85	-0,04	0,0016	0,0405	486,790	22,104	22,06	1950,73
E		2,29	41,9	1,66	0,14	63,790	63,77	-0,02	0,0004	0,0199	483,267	22,003	21,98	1934,82
F		2,64	41,9	1,92	0,19	63,694	63,70	0,01	0,0000	0,0056	480,194	21,908	21,91	1920,29
G		2,89	41,9	2,10	0,22	63,616	63,64	0,02	0,0006	0,0244	477,568	21,829	21,85	1908,14
H		2,71	41,9	1,96	0,20	63,673	63,70	0,03	0,0008	0,0274	480,194	21,886	21,91	1918,37
9	A	2,80	0,0362	2,72	0,38	57,625	57,51	-0,11	0,0132	0,1147	247,223	15,838	15,72	996,12
	B	4,06	0,0456	2,48	0,31	57,748	57,61	-0,14	0,0191	0,1383	250,378	15,962	15,82	1010,28
	C	2,76	0,0362	2,68	0,37	57,636	57,49	-0,15	0,0212	0,1457	246,594	15,849	15,70	995,55
	D	7,92	0,0614	2,67	0,36	57,638	57,55	-0,09	0,0078	0,0884	248,482	15,852	15,76	999,51
	E	1,03	0,0233	2,42	0,30	57,766	57,54	-0,23	0,0510	0,2258	248,167	15,979	15,75	1006,95
	F	2,54	0,0362	2,47	0,31	57,751	57,62	-0,13	0,0171	0,1308	250,694	15,964	15,83	1011,08
10	A	4,09	0,0456	2,51	0,32	44,728	44,52	-0,20	0,0412	0,2030	7,500	2,942	2,74	32,27
	B	1,61	0,0289	2,46	0,31	44,641	44,24	-0,39	0,1538	0,3922	6,062	2,854	2,46	28,26
	C	1,15	0,0233	2,69	0,37	44,385	43,95	-0,43	0,1871	0,4326	4,692	2,599	2,17	22,70
	D	0,74	0,0181	2,88	0,42	44,224	43,52	-0,70	0,4953	0,7038	3,006	2,437	1,73	17,40
	E	1,75	0,0289	2,67	0,36	44,464	44,05	-0,41	0,1657	0,4070	5,152	2,677	2,27	24,47
	F	4,31	0,0456	2,64	0,35	44,562	44,11	-0,45	0,1988	0,4459	5,425	2,775	2,33	26,05
	G	4,52	0,0456	2,77	0,39	44,596	44,61	0,02	0,0005	0,0216	8,013	2,809	2,83	31,81
11	A	1,180	0,0224	2,99	0,46	47,400	47,16	-0,24	0,0554	0,2353	28,918	5,613	5,38	120,79
	B	2,640	0,0345	2,82	0,41	47,550	47,04	-0,50	0,2532	0,5032	27,668	5,763	5,26	121,51
	C	4,210	0,0447	2,74	0,39	47,694	47,19	-0,50	0,2486	0,4986	29,255	5,907	5,41	128,06
	D	3,190	0,0345	3,41	0,59	47,543	47,15	-0,39	0,1512	0,3888	28,805	5,756	5,37	123,72

Hidran te	Tom a	Q (l/s)	Di (m)	V m/ s	V ² /2 g	P _{EPA}	P _{CFD}	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})$	$(P_{CFD,i} - P_{EPA,i})^2$	$ P_{CFD,i} - P_{EPA,i} $	$(P_{CFD,i} - P_{CFD})^2$	$ P_{EPA,i} - P_{CFD} $	$ P_{CFD,i} - P_{CFD} $	$\frac{ P_{EPA,i} - P_{CFD} }{ P_{CFD,i} - P_{CFD} }$
	E	1,090	0,022 4	2,7 7	0,39	48,00 4	48,09 6	0,09	0,0084	0,0917	39,806	6,217	6,31	156,92
	F	2,850	0,034 5	3,0 5	0,47	47,87 1	47,73 8	-0,13	0,0178	0,1334	35,415	6,084	5,95	144,85
	G	16,91 0	0,07	4,3 9	0,98	46,96 3	47,37 6	0,41	0,1706	0,4130	31,240	5,176	5,59	115,90
Costell a	A	3,24	0,043 4	2,1 9	0,24	29,40 9	29,22 6	-0,18	0,0336	0,1834	157,775	12,377	12,56	621,92
	B	4,28	0,043 4	2,8 9	0,43	28,94 8	28,70 2	-0,25	0,0604	0,2457	171,201	12,839	13,08	672,01
	C	0,94	0,023 7	2,2 7	0,26	29,25 3	28,92 4	-0,33	0,1082	0,3290	165,439	12,533	12,86	644,94
	D	0,98	0,023 5	2,3 5	0,28	29,18 0	28,81 9	-0,36	0,1302	0,3608	168,162	12,607	12,97	654,06
	E	2,84	0,043 4	1,9 2	0,19	29,53 6	29,32 9	-0,21	0,0427	0,2067	155,192	12,251	12,46	610,51
	F	4,07	0,043 4	2,7 5	0,39	29,02 8	28,80 3	-0,23	0,0507	0,2252	168,576	12,758	12,98	662,66
	G	1,07	0,023 8	2,5 8	0,34	29,08 4	28,76 8	-0,32	0,1003	0,3167	169,493	12,702	13,02	661,58
	H	1,09	0,023 2	2,6 2	0,35	29,03 4	28,67 6	-0,36	0,1279	0,3577	171,887	12,753	13,11	668,92
Suma									5,127	13,91	14396,399	891,328	893,5647	57204,3352

Indice	Valor
Tamaño Muestra (n)	74
ECM	0,069
RECM	0,263
$\overline{P_{CFD}}$	41,787
$\overline{P_{EPA}}$	41,897
NRECM ($\overline{P_{CFD}}$)	0,006
P _{CFD} máximo	63,910
P _{CFD} Mínimo	17,709
NRECM (max,min)	0,006
Error (%)	-0,265
MAE	0,188
r ²	1,000
r	1,000
E	1,000
W	1,000
Wm	0,992
RECM/MAE	1,401