



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

# DISEÑO DE LA RED DE SUMINISTRO DE AGUA A UNA POBLACIÓN DE 20000 HABITANTES Y ALTA VARIACIÓN ESTACIONAL

AUTORA: Gómez Hernández, María

TUTOR: Arregui de la Cruz, Francisco

COTUTOR: García-Serra García, Jorge

Curso Académico: 2013-14



## ÍNDICE DEL TRABAJO

1-MEMORIA

2-PRESUPUESTO

3-PLANOS

4-ANEJOS

**MEMORIA**



## ÍNDICE

<b>OBJETIVO</b> .....	1
<b>ANTECEDENTES</b> .....	3
<b>Localización geográfica</b> .....	3
<b>Población, abonados, y tipos de consumo</b> .....	5
<b>Fuentes de suministro</b> .....	9
<b>Origen del Agua potable para el abastecimiento urbano</b> .....	9
<b>NORMATIVA</b> .....	11
<b>Normativa Europea UNE EN 805: 2000</b> .....	11
<b>Instalaciones interiores:</b> .....	11
<b>Protección contra incendios</b> .....	11
<b>INSTALACIÓN A DISEÑAR</b> .....	13
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	13
<b>TOPOLOGÍA Y TOPOGRAFÍA</b> .....	13
<b>Clasificación y trazado de la red</b> .....	14
<b>Cotas</b> .....	15
<b>ELEMENTOS</b> .....	15
<b>Tuberías</b> .....	16
<b>Válvulas</b> .....	18
<b>Hidrantes</b> .....	19
<b>Desagües</b> .....	20
<b>Ventosas</b> .....	20
<b>Zanjas</b> .....	21
<b>Registros</b> .....	21
<b>Arquetas</b> .....	21
<b>Análisis de la demanda</b> .....	23
<b>DOTACIÓN</b> .....	23
<b>Demanda actual de agua</b> .....	23
<b>Futuras demandas de agua</b> .....	23
<b>Caracterización de las demandas de agua</b> .....	24
<b>Curva de modulación</b> .....	24



<b>Coefficientes punta</b> .....	26
<b>Procedimiento de carga</b> .....	27
<b>Diseño de la Red</b> .....	29
<b>Explicación del procedimiento</b> .....	29
<b>Caudal Punta</b> .....	29
<b>Proceso para el cálculo de diámetros</b> .....	29
<b>Comprobación de roturas</b> .....	31
<b>Comprobación de hidrantes</b> .....	32
<b>Resultados</b> .....	33
<b>Inventario</b> .....	33
<b>OPERACIÓN DE LA RED EN HORA PUNTA</b> .....	34
<b>ANÁLISIS DINÁMICO</b> .....	41
<b>ANÁLISIS EN ÉPOCA ESTIVAL</b> .....	41
<b>ANÁLISIS EN ÉPOCA INVERNAL</b> .....	43
<b>Introducción de la nueva demanda base del modelo</b> .....	43
<b>ANÁLISIS DINÁMICO DE LA RED EN ÉPOCA INVERNAL</b> .....	43
<b>ANÁLISIS ESTÁTICO EN HORA PUNTA</b> .....	43

Diseño de la red de suministro de agua a una población de 20000 habitantes  
con alta variación estacional



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

## OBJETIVO

El siguiente trabajo fin de grado presenta el diseño de la red de suministro de agua potable del municipio de Canet d'En Berenguer presentando una población de 20000 habitantes permitiendo a su población obtener la cantidad de agua pertinente para cubrir sus necesidades, tanto un caudal preciso como una presión. Este diseño está determinado por características de la red, estando conformes con la norma y con el servicio a la población, con el objeto de valorar una reposición íntegra de la red, siguiendo diversos objetivos:

- Dimensionado hidráulico de las tuberías
  - Modelo de Epanet, incluyendo la carga.
  - Proceso iterativo según la máxima pendiente hidráulica
- Validación del diseño mediante análisis dinámico de situaciones imprevistas de operación y variación estacional.
- Presupuesto de construcción de la red



## ANTECEDENTES

### Localización geográfica

Canet d'En Berenguer está situado al Este de España, en zona litoral situada en las coordenadas UTM 0°13'0.30" Oeste y 39°40'40.08" Norte y su elevación general es aproximadamente 10 m sobre el nivel del mar ya que la población es costera.



Figura 1. Mapa de la Provincia de Valencia y ubicación de Canet d'En Berenguer

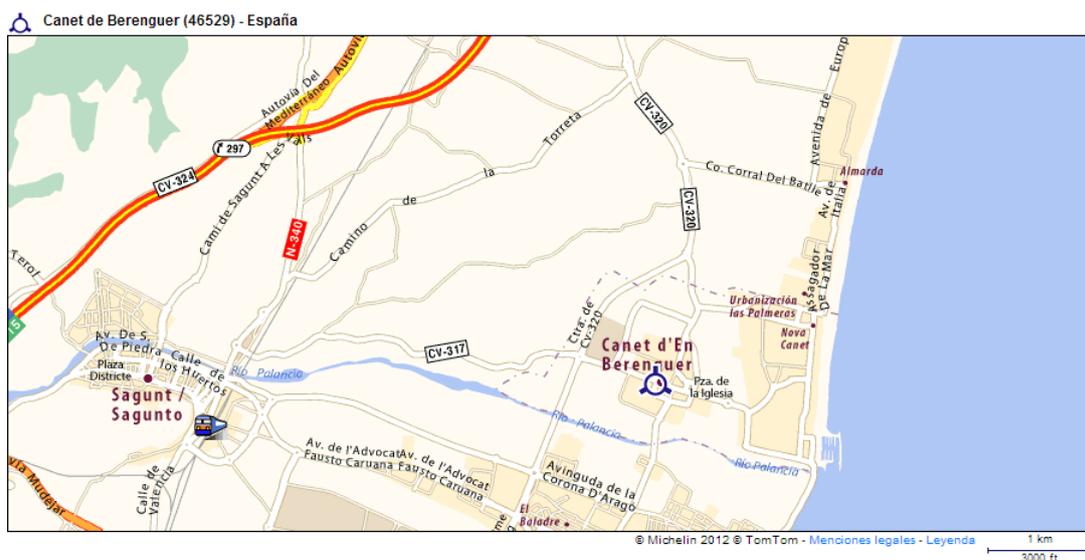


Figura 2. Carreteras de Canet d'En Berenguer

El pueblo de Canet está situado a 30,8 km de Valencia, y se accede por la V-21, la V-23 y la N-340, tomando de ésta forma la CV-317. Y a 42,8 km de Castellón por la A-7 y la N-340.

Canet d'En Berenguer es un municipio de la Comunidad Valenciana, España. Pertenece a la provincia de Valencia en la comarca del Campo Murviedro (Camp de Morvedre, en valenciano) y está rodeado por el término municipal de Sagunto.



Figura 3. Mapa comarcal de la Comunidad Valenciana

## Población, abonados, y tipos de consumo

El estudio demográfico de la población de Canet d'En Berenguer, describe un espectacular crecimiento de los últimos años. Este fuerte crecimiento es debido al desarrollo del sector turístico exclusivamente en la Playa de Canet y manteniéndose aproximadamente constante el pueblo.

Año	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
<b>Población</b>	1519	1578	1690	1975	2244	3562	2712
Año	2004	2006	2008	2010	2012	2013	
<b>Población</b>	3669	4327	5060	5598	6014	6009	

Figura 4. Evolución de la población

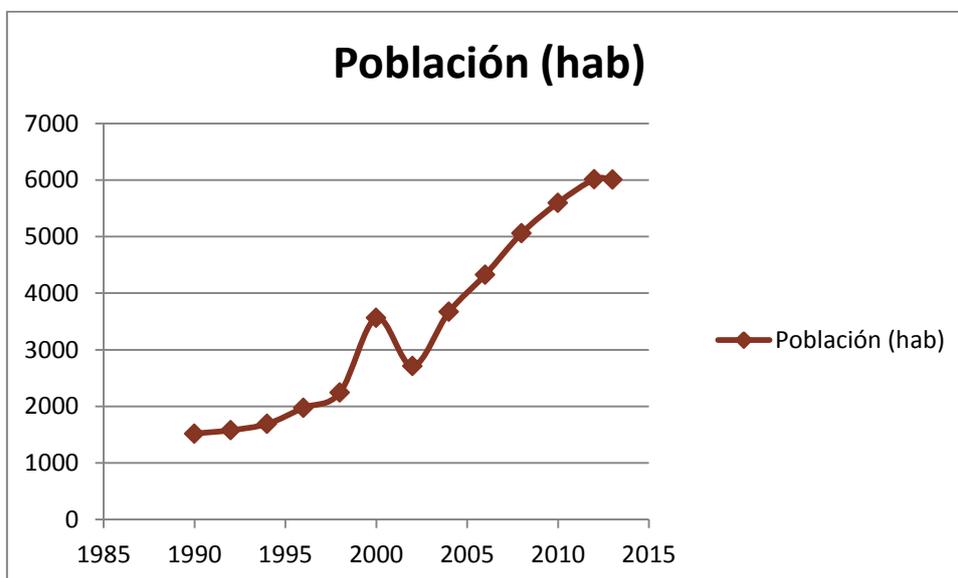


Figura 5. Variación de la población en los últimos años

A partir de la gráfica, se observa que la población durante los últimos 25 años ha tenido un crecimiento importante. Hasta el año 2000, el crecimiento no ha sido tan pronunciado, pero en este año existe un pico importante que describe el “boom de la construcción”, que ha permitido tanto el crecimiento poblacional, como la expansión territorial urbana en la zona de la costa. Además, observamos que los últimos años, del 2012 hasta el día de hoy, la población se ha mantenido.

Los datos presentados en las gráficas son los habitantes censados en Canet d'En Berenguer, sin embargo la población en época estival aumenta al ser un pueblo costero hasta aproximadamente 20000 habitantes. Tomaremos éste último valor para el diseño de la Red ya que será el punto más desfavorable con el que trabajemos ya que presentará una demanda superior.

## Tipos de población y superficies

Canet está situado en el litoral del mar Mediterráneo, el río Palancia define su límite sur. La superficie del término es completamente llana, extendiéndose  $3.8 \text{ km}^2$ .

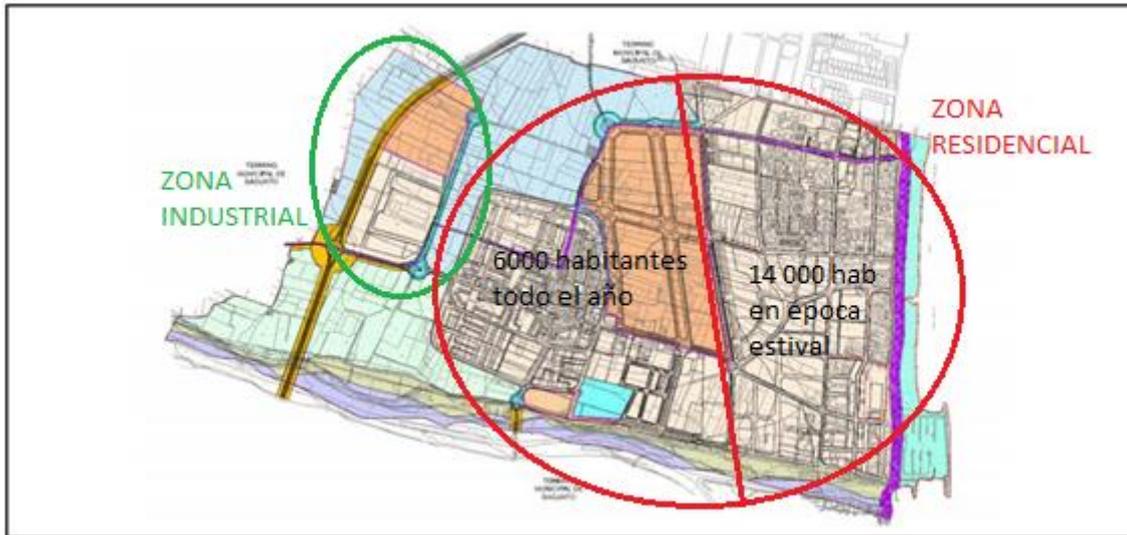


Figura 6. Sectores de la población

La Figura 6 delimita los diferentes sectores, de forma que agruparemos por un lado la Zona Industrial con la zona Residencial de 6000 habitantes, ya que son dos sectores constantes durante todo el año. Y por otra parte tendremos la Zona Residencial de 14000 habitantes que se explotara únicamente en verano, y de esta forma aparecerá únicamente en nuestro estudio de la época estival.

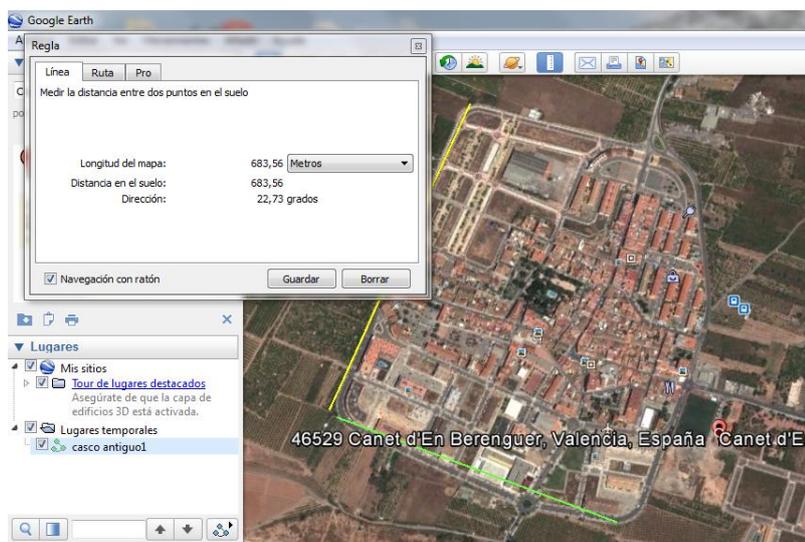


Figura 7. Superficie del casco antiguo de Canet d'En Berenguer

$$SUP_{casco\ antiguo} = 683.56 * 604.77 = 413\ 396.6\ m^2$$

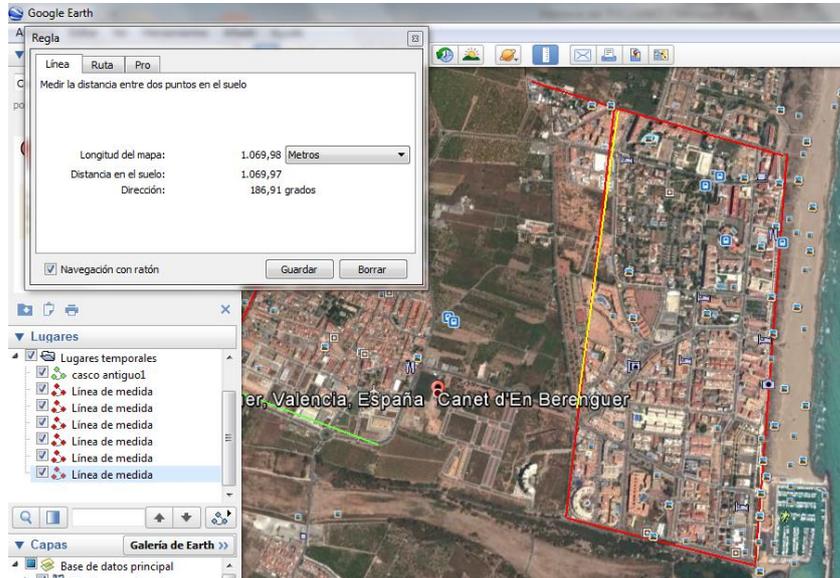


Figura 8. Superficie de la zona de playa de Canet d'En Berenguer

$$\begin{aligned} SUP_{playa} &= SUP_{triang} + SUP_{rectang} \\ &= \left( \frac{1669.98 * 317.59}{2} \right)_{triang} + (662.22 * 1441.73)_{rectang} \\ &= 1\ 219\ 926.9\ m^2 \end{aligned}$$

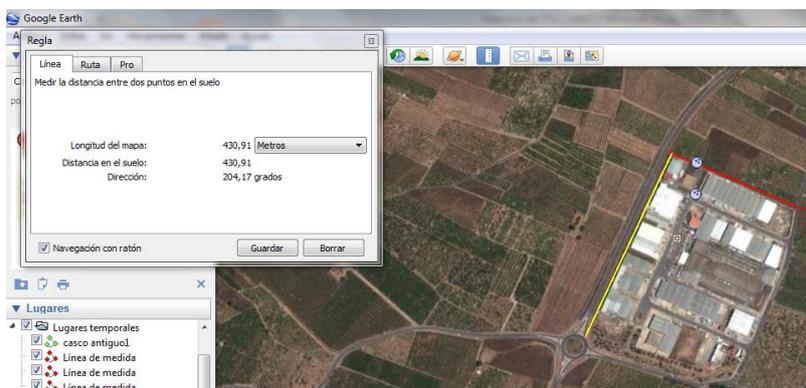


Figura 9. Superficie de la zona industrial de Canet d'En Berenguer

$$SUP_{zind} = 311.12 * 430.91 = 134\ 064.72\ m^2$$

En Canet d'En Berenguer existen tres sectores que presentan dotaciones independientes. Partimos de tener unos 20.000 habitantes que repartiremos en cada uno de los sectores, de forma que la aproximación tomada esté bastante ligada con la realidad.

- SECTOR 1: Residencial (playa). Este sector presenta una superficie de  $1\,219\,926.9\ m^2$ , y supone una ampliación del casco urbano en la zona costera. Suponemos que se compone mayoritariamente de habitantes no empadronados ya que estos habitantes solo viven en verano como máximo tres meses, por lo tanto este sector representará unos 14.000 habitantes.
- SECTOR 2: Residencial (casco urbano). Este sector está ubicado en el centro histórico y presenta una superficie de  $413\,396.6\ m^2$ . El sector Residencial, presenta habitantes censados que viven todo el año en Canet d'En Berenguer y representan alrededor de 6000 habitantes.
- SECTOR 3: Industrial. Corresponde con el actual polígono industrial que limita con la CV-320. Presenta una superficie de  $134\,064.7\ m^2$ . Para las zonas industriales tomaremos una dotación en función del área superficial de ésta.

Estos tres sectores son característicos de poblaciones costeras. Los sectores 2 y 3 presentarían un consumo continuo de agua a lo largo del año. Mientras que el sector 1 (zona playa), teniendo una mayor superficie y mayor población, presentará mayores demandas en la época estival que en la época hibernal, por lo que habrá que hacer el estudio en las dos épocas.

Para proseguir con el diseño de la red, consideraremos unas dotaciones en las zonas residenciales de  $250\ L/hab \cdot día$ , mientras que en la zona industrial consideraremos  $1\ L/m^2 \cdot día$ .

## Fuentes de suministro

### Origen del Agua potable para el abastecimiento urbano

El río Palancia limita el municipio de Canet d'En Berenguer por el sur. No obstante, el cauce seco de ese río ha hecho necesario que hasta 1962 todas las viviendas de Canet recurriesen a pozos propios para el abastecimiento de agua potable.

Desde 1962 hasta 1980 el suministro de agua pasó a depender del pozo de los regantes. En este momento Canet tenía una población aproximada de 1200 habitantes.

A partir de 1980, debido al crecimiento demográfico, se realizó la perforación del Pozo del Cabeçol, que suministró agua potable hasta 1986 cuando, debido a una fuerte sequía, el pozo se salinizó y fue declarado no apto para consumo humano.

A partir de ese momento se empieza a tratar el agua mediante ósmosis inversa para poder ser potable. Hasta 2009 el agua potable se suministraba mediante fuentes de ósmosis inversa que los habitantes de Canet utilizaban mediante una tarjeta magnética.

En resumen, el origen del abastecimiento hasta el año 2.009 ha sido el pozo municipal Cabeçol, con un caudal de 1171002 m<sup>3</sup> al año. A partir de junio de 2010 se lleva a cabo el trasvase y el agua de Canet d'En Berenguer proviene de la planta potabilizadora de Sagunto (ETAP) mezclada con el agua del pozo municipal, concretamente en el año 2010 se abastecieron 834.052 de agua de pozo y 372236 de agua de la ETAP de Sagunto.

Las instalaciones que componen la red de agua potable municipal están gestionadas por la empresa EGEVASA.

La calidad del agua cumple todos los requisitos establecidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad de agua de consumo humano y por la normativa desarrollada por el Decreto 58/2006, de 5 de mayo, del Consell de la Generalitat Valenciana, con excepción del parámetro de sulfatos, cuyo valor excede el parámetro permitido, hecho que se encuentra en conocimiento de la Consellería de Agua, Medio Ambiente, Urbanismo y Vivienda. En los últimos años, la calidad del agua ha mejorado gracias a la planta potabilizadora.

Para el diseño de la red, el pozo de Capbeçol no se tiene en cuenta ya que presenta una altura inferior a los puntos de la red y habría que diseñar también un sistema de bombeo, que está fuera de los objetivos de este trabajo. Sin embargo, se tomará como única fuente de abastecimiento un embalse situado en la ETAP de Sagunto, a 46 m con



respecto del nivel del mar. Éste depósito será el punto de inyección a la red y estará a 4,2 km de distancia de la población a abastecer.

## **NORMATIVA**

Salvo en aspectos cualitativos de materiales no hay Normativa de obligado cumplimiento a nivel nacional. Pese a ello, el trabajo se apoya en diferentes normativas.

### **Normativa Europea UNE EN 805: 2000**

“Abastecimiento de agua; especificaciones de redes exteriores a los edificios y sus componentes”

### **Normas Tecnológicas NTE. (MOPU) 1976**

Normas para la Redacción de Proyectos de Abastecimiento de agua y Saneamiento de poblaciones (MOPU) 1976

### **Instalaciones interiores:**

- Código Técnico de la Edificación (CTE) HS4 “Suministro de agua”
- NIA: Normas básicas instalaciones interiores (1976). Derogada por CTE en Abril 2007

### **Protección contra incendios**

- Pliego de prescripciones técnicas para tuberías de abastecimiento de agua (MOPU) 1974
- Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión (CEDEX)



## INSTALACIÓN A DISEÑAR

### INTRODUCCIÓN

La instalación a diseñar corresponde a la de una red de abastecimiento de agua potable, constituye un conjunto de tuberías de diferentes diámetros que permiten el transporte de agua a todos los nudos de consumo. La red diseñada constituirá una ramificación hacia tres zonas principales, gracias a una arteria principal, y posteriormente un mallado secundario permitirá la distribución dentro de cada una de las zonas.

### TOPOLOGÍA Y TOPOGRAFÍA

Para el siguiente diseño, es necesario establecer unas presiones mínimas en las acometidas, que podrán ser variables a lo largo del día. Asegurar estas presiones permitirá obtener una red viable para el transporte de agua, que se definirá a partir de diferentes elementos: tuberías, válvulas, etc.

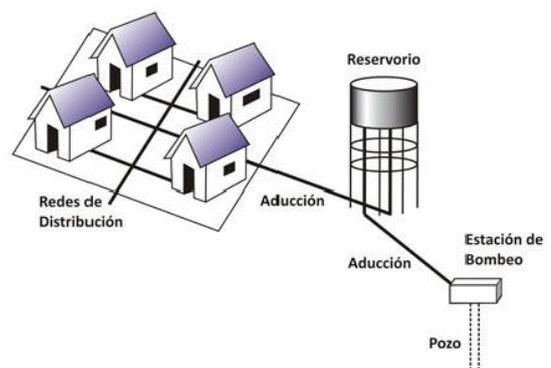


Figura 10. Ejemplo de instalación de abastecimiento poblacional

De esta manera, antes de plantear el trazado de la red, será necesario hablar de los términos en los que nos vamos a apoyar a lo largo del trabajo ciéndonos a la *Norma UNE EN 805*.

**Red de distribución de agua:** Parte de la red de abastecimiento de agua, que incluye a las conducciones, los depósitos, las estaciones de bombeo y otros equipos, por los cuales el agua se suministra a los consumidores.

Comienza a la salida de la estación de tratamiento de agua (o en la toma de agua si no existe tratamiento, como es el caso de los pozos) y termina en el punto de acometida a las instalaciones del consumidor.

**Presión de diseño:** Presión máxima de funcionamiento (en régimen permanente) de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones, pero excluyendo el golpe de ariete.

**Presión máxima de diseño (MDP):** presión máxima de funcionamiento de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones e incluyendo golpe de ariete.

**Presión de servicio:** presión interna en el punto de conexión a la instalación del consumidor.

**Agua potable:** agua destinada al consumo humano según definen las autoridades nacionales competentes.

**Depósito:** Instalación destinada al almacenamiento de agua.

**Arteria principal:** conducción que interconecta red, plantas de tratamiento de agua, depósitos y/o zona de consumo, normalmente sin acometidas directas al consumidor.

**Válvula:** componente que permite cortar o regular el caudal y la presión (válvula de aislamiento, de regulación, dispositivo reductor de presión, válvula anti-retorno, hidrantes y bocas de incendio y de riego,...).

### **Clasificación y trazado de la red**

Como norma general, las redes de distribución deberán ser malladas y deberán disponer de mecanismos adecuados que permitan su cierre por sectores o cerradas.

Al no disponer de información precisa acerca de la disposición de las tuberías de la red de abastecimiento de agua potable de Canet d'En Berenguer, y con el fin de poder analizar con detalle el trazado de la red, se ha trazado manualmente siguiendo consignas basadas en el trazado de viales de dicha población. La población de Canet representa una red que ramifica la playa y la zona industrial a partir del casco antiguo, mientras que cada una de las tres zonas presenta una red mallada interna.

En la **Figura 11**, se detalla el mapa urbano en el que aparece trazado el conjunto de tuberías que definen la red de Abastecimiento de Agua de la población. En las zonas urbanas las conducciones discurren por vías y espacios públicos no edificables, generalmente ubicandolas bajo aceras y calzadas. Existirá una red arterial, que permitirá un suministro alternativo en caso de avería. Por lo que se trazará más adelante un anillo de circunvalación principal del cual se derivará una red secundaria hacia diferentes áreas de consumo.



Figura 11. Mapa urbano de Canet con conducciones principales

## Cotas

Para la obtención de cotas del conjunto de nudos de la red, el estudio se ha basado en la página web [www.aemet.es](http://www.aemet.es), del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, donde define la población Canet d'En Berenguer con una cota de 10m.

Puesto que la diferencia de cota en toda la población no excede los 30 m de altitud, simplificamos el sistema de referencia a una población costera 0m con respecto del nivel del Mar.

## ELEMENTOS

Consta de:

- Tuberías principales, secundarias y terciarias
- Válvulas de seccionamiento o regulación
- Hidrantes contra incendios
- Ventosas
- Desagües

El trazado del conjunto de conducciones depende de diferentes factores como la implantación de válvulas de seccionamiento, ventosas, purgadores y válvulas de entrada de aire, de vaciado, de hidrantes y de bocas.

El diseño de una red de distribución caracteriza un trazado de tuberías de abastecimiento, debiendo instalarse en terrenos de dominio público como son aceras, calzadas o caminos. En vías urbanas, las conducciones irán por vías o espacios públicos no edificables. Además, los conductos que constituyen la red secundaria se ubicarán bajo las aceras.

### **Tuberías**

Según la norma UNE-EN 805, clasifica las diferentes tuberías a partir de la carga por rotura y según el grado de deformación. Este estudio es interesante ya que múltiples cargas actúan sobre las tuberías durante el funcionamiento. La presión interna y el peso propio, del tubo, del terreno y del agua, son las principales cargas que las tuberías deben soportar, aunque cargas puntuales externas, sísmicas, térmicas y del viento pueden influir también.

Para redes de distribución, las tuberías más comunes son las de Acero (AC), Fundición Dúctil (FD), Hormigón con camisa de chapa Polietileno (PE), PVC plastificado u orientado y PRFV (Poliéster con Fibra de Vidrio), y presentan una vida media máxima de 50 años.

Referente a este trabajo, donde se estudian tuberías de alrededor de 100-300 mm, se usarán tuberías de Fundición dúctil para diámetros mayores y Polietileno para diámetros menores.



Figura 12. Ejemplo de los diferentes tipos de conducción

No todas las conducciones tienen el mismo tamaño o están posicionadas de la misma forma. Las conducciones principales son las de mayor diámetro y recorren la red estratégicamente, ya que se sitúan en los puntos donde más caudal hay que trasegar, además presentan menores pérdidas al ser éstas inversamente proporcionales al diámetro elevado a la quinta. A partir de las conducciones principales, se crean las conducciones secundarias con diámetros menores, se diseñan tanto para los caudales punta estimados, como los hidrantes de incendio que precisan un caudal mayor en un menor tiempo como veremos más adelante.

Durante el funcionamiento de una red de abastecimiento de agua potable, la dirección del caudal va desde el extremo con altura piezométrica (energía interna por unidad de peso del agua) mayor hacia el extremo de la conducción con menor altura, siguiendo siempre el sentido de la disminución de altura.

Las tuberías están normalizadas, y se compran en conjuntos de longitud fija, por lo que hay que utilizar juntas para la unión de tubos entre sí, cuyo diseño depende del material base de la instalación.

Por razones de normalización, mantenimiento, etc., los materiales admitidos por el Servicio de Agua en el proyecto y construcción de redes de distribución son los que se desarrollan a continuación:

- Polietileno PE100, para diámetros de DN inferiores a 250.
- Fundición dúctil para diámetros iguales o superiores a DN 300.

## Válvulas

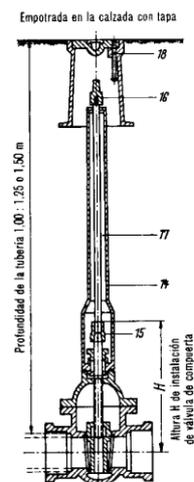
Las válvulas permiten regular el paso del agua a través de la conducción, y pueden ubicarse para aislar un tramo de la conducción, un sector de la red o una acometida, o incluso para aislar un elemento concreto de la red.

Tuberías de Red	
Diam > 300 mm	Diam < 300
Válvula de mariposa	Válvula de compuerta

**Válvulas de seccionamiento o corte:** Son válvulas concebidas para actuar como todo o nada, generalmente para aislar un tramo de tubería, una maniobra necesaria para realizar obras o reparar una tubería.

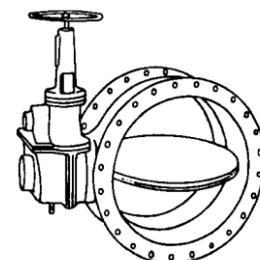
**Válvulas de compuerta:** (por debajo de los 300 mm) Las válvulas de compuerta fueron las primeras válvulas de cierre que empezaron a utilizarse y se emplean para cerrar circuitos. Estas válvulas serán las que se utilicen en la distribución secundaria que exige menor diámetro que la principal.

La válvula de compuerta consta de un cuerpo exterior protector del sistema, donde existe una cuña o compuerta que se desplaza a través de unas guías, verticalmente hacia arriba o abajo mediante un husillo o eje.



**Válvulas de mariposa:** Las válvulas de mariposa se utilizan en secciones más grandes, pueden llegar a secciones de 8 m de diámetro. Se escoge este tipo de válvulas para la red principal, que tendrá un gran diámetro y estará constituida por fundición.

En estas válvulas, una lámina gira alrededor de un eje situado en el diámetro interior de la tubería. A la lámina suele llamársela lenteja que como se observa en la figura, el giro lo hace de la posición horizontal a la vertical. El eje puede estar en posición horizontal en redes de distribución de agua potable.



**Válvulas de retención:** Estas válvulas sólo permiten el paso del flujo en un sentido y se instalan para evitar flujos de retorno que impidan, por ejemplo, el vaciado de un depósito cuando se le alimenta por su parte inferior.

**Válvulas de regulación:** Este tipo de válvulas permite variar el caudal de paso de agua a través de una conducción, y la forma más sencilla de hacerlo es aumentando la resistencia del sistema, y de este modo aumentando la pérdida adicional.

**Válvulas reductoras de presión:** En ocasiones desde un mismo punto de suministro se alimentan zonas de una ciudad situadas a diferentes niveles, y es necesario disminuir la presión. En estas válvulas se fija el valor de la presión a la salida, una presión de tarado y su misión es disipar el exceso de energía igual a la caída de presión entre la entrada y salida multiplicada por el caudal que atraviesa la válvula.

## Hidrantes

Los hidrantes representan puntos donde se toma agua en caso de incendios. Suelen estar instalados de modo que no obstaculicen el paso de vehículos o peatones. Los hidrantes son también bocas de riego, pues permiten también la toma de agua para la extinción de incendios, riego de calle, incluso para la limpieza de la red de saneamiento.

En España, los hidrantes de incendios deben cumplir la normativa NBE-CPI/91 (Norma básica de la Edificación. Condiciones de Protección de Incendios) y el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios del ministerio de Industria y Energía (r. D. 1942/1993).



Figura 13. Tipos de hidrantes de incendio

Se distinguen dos tipos de hidrantes: de columna y enterrados. Los hidrantes de columna estarán preparados para resistir las heladas y las acciones mecánicas cuando sea necesario. Se conectará a la red mediante una conducción independiente para cada hidrante siendo el diámetro de la misma el del tramo de

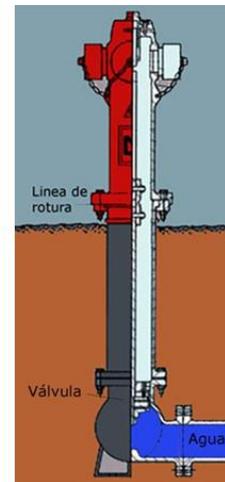
red al que se conecta.

Los hidrantes enterrados, disponen de una sola salida, se encuentran recogidos en una arqueta. Para su funcionamiento se conecta la manguera en la boca mediante rosca,

luego se abre la válvula. La única dificultad que presentan es la difícil localización en casos de nevada.

Los hidrantes de incendios estarán situados en lugares fácilmente accesibles que no dificulten el tráfico en las calles y distribuidos de manera que la distancia entre ellos medida por metros lineales de las viales no supere a 200m, aunque se recomienda 100m en ciudades y 200m en zonas rurales o poblaciones pequeñas. Además, los hidrantes de incendios se instalan en redes cuyo DN sea superior o igual a 150 mm, y el modelo estará presentado en el plano de detalle adjunto a la memoria. Los hidrantes presentados en este trabajo estarán constituidos por los siguientes elementos:

- Derivación independiente DN 80
- Válvula de compuerta de cierre elástico, DN 80
- Codo 90º de fundición dúctil de DN 80
- Carrete de fundición dúctil, DN 80
- Racor de salida DN 80 con enchufe rápido



## Desagües

Los desagües se colocan en los puntos bajos de la red, distribuidos cada 2 o 3 manzanas, y sirven para vaciar completamente la red en caso de avería, limpieza, desinfección, etc.

Los desagües son derivaciones de las tuberías situadas en la generatriz inferior de ésta, y se constituyen de una válvula de seccionamiento de compuerta o mariposa, según su diámetro, y un tramo de tubería hasta llegar a la red de alcantarillado o a un punto de desagüe apropiado.

A título orientativo, los diámetros nominales (DN) de los desagües, en función del tamaño de la tubería, equivalen a un tercio del DN de la tubería. El diseño de los desagües será el modelo normalizado correspondiente al plano de detalle adjunto a la memoria.

## Ventosas

El aire y otros gases disueltos en el agua, se concentran en los puntos altos de las conducciones por su menor densidad, es necesario eliminarlos pues su acumulación excesiva produce alteraciones en la presión y caudal, la eliminación se hace mediante ventosas.



Las ventosas se disponen en los puntos altos de la red para evacuar el aire de las conducciones y de manera esporádica dejar entrar al mismo. El DN de las ventosas corresponde aproximadamente a un octavo del DN de la tubería.

Las ventosas son válvulas de aireación, al permitir tanto la expulsión como la admisión de aire a las conducciones, se convierten en elementos no sólo de protección y seguridad sino también necesarios para conseguir un comportamiento eficiente de cualquier bombeo y red de tuberías.

## Zanjas

Las zanjas son excavaciones que permiten el alojamiento de las tuberías, se extenderán a lo largo de la red. Existe una gran dependencia entre la profundidad de la zanja y el diámetro de la tubería. La anchura de la zanja depende exclusivamente de la calidad del terreno, es decir de la compactación de la arena que la rodea.

En cuanto a las profundidades mínimas a las que instalar las redes de distribución, existe una regla general que define una profundidad mínima de la generatriz superior de 80 cm si discurren por la hacer y de 100 cm si discurren por la calzada.

## Registros

Los pozos de registro son elementos que se instalan para el alojamiento de los dispositivos de maniobra y control de la red de distribución visitables exclusivamente a través de una tapa de registro. La tapa deberá llevar grabada la inscripción “Abastecimiento”, excepto cuando el elemento alojado en el pozo de registro sea un hidrante, en cuyo caso llevará grabada la inscripción “Incendios”.

El diseño de los pozos de registros se presenta en el plano de detalles constructivos adjunto a la memoria.

## Arquetas

Las arquetas o cámaras son alojamientos subterráneos que contienen elementos de maniobra y/o control de la red de abastecimiento. Una arqueta se define generalmente por:

- Un muro perimetral, reforzado en los puntos de entrada y salida de las tuberías con el objetivo de asegurar su anclaje y transmitirlo a la solera.

En el diseño de la red de distribución se instalará arquetas como las definidas en los planos de detalle constructivos adjuntos a la memoria, y se definirá una arqueta por:



- Válvula de mariposa
- Ventosa
- Y dos arquetas por desagüe: arqueta seca y húmeda

## Análisis de la demanda

### DOTACIÓN

#### Demanda actual de agua

El desarrollo de los diferentes sectores estudiados permitirá el crecimiento residencial y aumentará el desarrollo de las actividades económicas industriales del municipio. La demanda de agua se calculará teniendo en cuenta una dotación de agua de 250 L/hab.día, cantidad pertinente según el MOP (1976) para una población de 20.000 habitantes.

		Agua inyectada
Núcleos de población con un número de habitantes		Dotación (l/hab.día)
menor de	1.000	100
entre	1.000 y 6.000	150
entre	6.000 y 12.000	200
entre	12.000 y 50.000	250
entre	50.000 y 250.000	300
mayor de	250.000	400

Figura 14. MOP 1976. "Normas para la redacción de proyectos de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Poblaciones"

Teniendo en cuenta la dotación por habitante y superficial, además de la población residencial y superficie del área industrial obtenemos la siguiente tabla descompuesta en la suma de la Zona Industrial y el Pueblo (Casco antiguo), y por otra parte la Zona de la Playa. Para el diseño de la red de abastecimiento se utilizará la suma total de los dos caudales de demanda, mientras que para el estudio de la época invernal sólo tomaremos el primero.

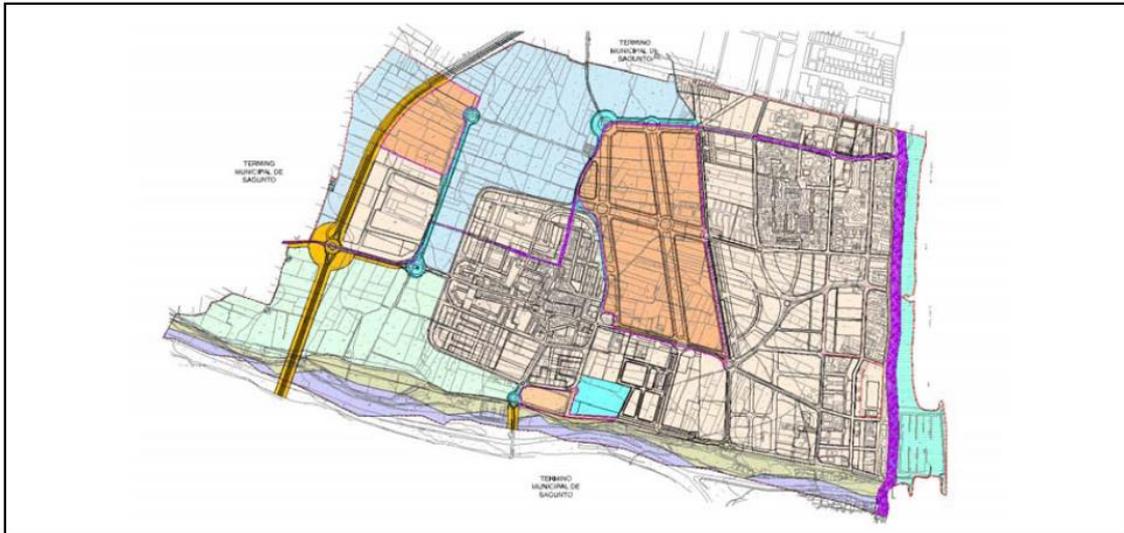
ZONA INDUSTRIAL	ZONA PUEBLO	6000 hab	ZONA PLAYA	14000 hab
1 L/m <sup>2</sup> .dia	250 L/dia.hab		250 L/dia.hab	
134064,72 L/dia	1500000 L/dia		3500000 L/dia	
1,551675 L/seg	17,3611111 L/seg		40,5092593 L/seg	
Caudal total 18,9127861 L/seg			Caudal total 40,5092593 L/seg	

Figura 15. Cálculo de los caudales de la población

#### Futuras demandas de agua

La futura demanda de agua va ligada con el desarrollo de Canet d'En Berenguer. Este desarrollo se establecerá principalmente en un aumento de zona Residencial

intentando unir la Playa con el Pueblo, y también mediante un crecimiento del sector Industrial ofreciendo una expansión del Área industrial. Estas dos áreas en expansión se representan en la figura siguiente en color naranja sombreado. Esta demanda es pura información, el resto del trabajo se ha realizado con la demanda actual.



**Figura 16. Localización de las futuras demandas**

### **Caracterización de las demandas de agua**

La demanda de agua se caracteriza por grupos de consumos semejantes, entre los cuales se encuentran:

- Suministros domésticos: son consumos correspondientes a viviendas particulares.
- Suministros municipales: corresponden a los consumos de edificios municipales, jardines, colegios y locales públicos. Estos suministros corresponden alrededor de un 10% de la demanda total.
- Suministros Industriales. Consumos que provienen de la zona industrial y que no pertenecen ni a los suministros domésticos ni municipales.

### **Curva de modulación**

La modulación de los consumos de agua se entiende como la fluctuación de dichos consumos alrededor de un valor medio calculado en la demanda base. De este modo aplicando un coeficiente se reducirá o aumentará la demanda de agua en función de la hora del día, del día de la semana, del día del mes o incluso del mes del año.

Esta curva presenta una aproximación realista del estudio cuasi-estático del programa Epanet. Al estudiar una población costera en época estival, en la curva de modulación habrá que presentar los valores típicos del consumo doméstico, por lo que no deben haber demandas importantes durante las horas nocturnas, pero sí se presentarán

durante el día. Ésta es una de las características más destacables de la curva de modulación, pues el consumo nocturno presenta alrededor de un 6% del consumo diario, y el consumo en hora punta, hora en la que más demanda de agua se presenta, es casi el doble del consumo medio.

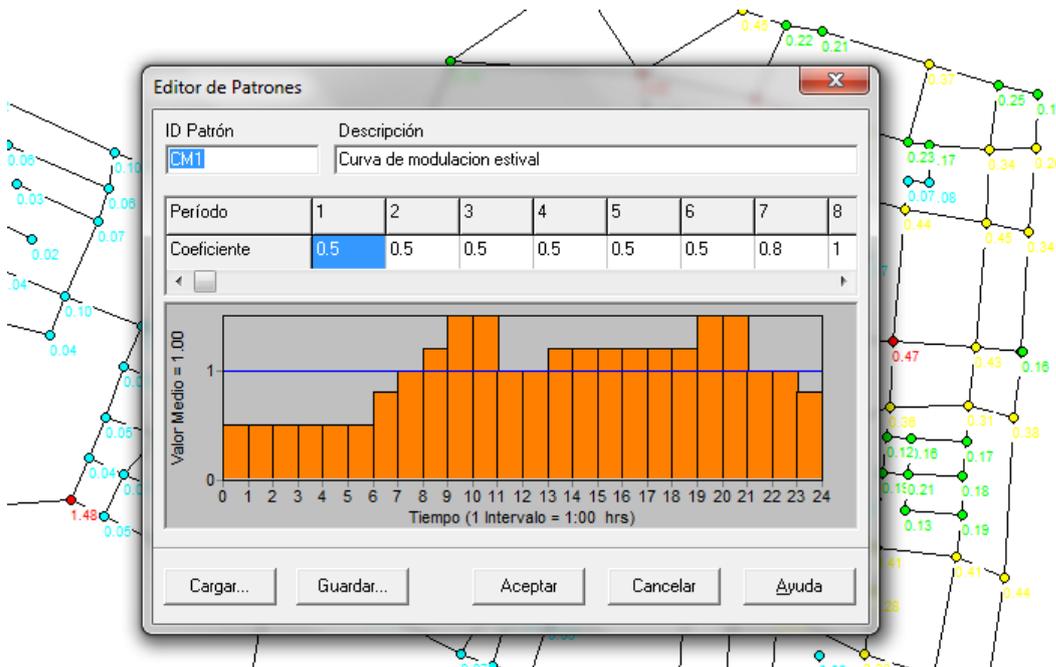


Figura 17. Curva de modulación introducida en Epanet, característica de la población a estudiar

Los consumos variables en el tiempo en los nudos se modelan mediante el concepto de coeficiente de modulación  $C_m$ , aplicado al caudal medio que define por el volumen registrado dividido por el tiempo.

$$Q(t) = C_m(t) \cdot Q_m$$

Los consumos a lo largo del día no serán constantes, sino que variarán siguiendo la curva de modulación diaria. Esta modulación de caudales depende directamente de los hábitos de consumo de cada sector (residencial, comercial e industrial), ya que el uso doméstico difiere bastante por ejemplo del uso comercial.

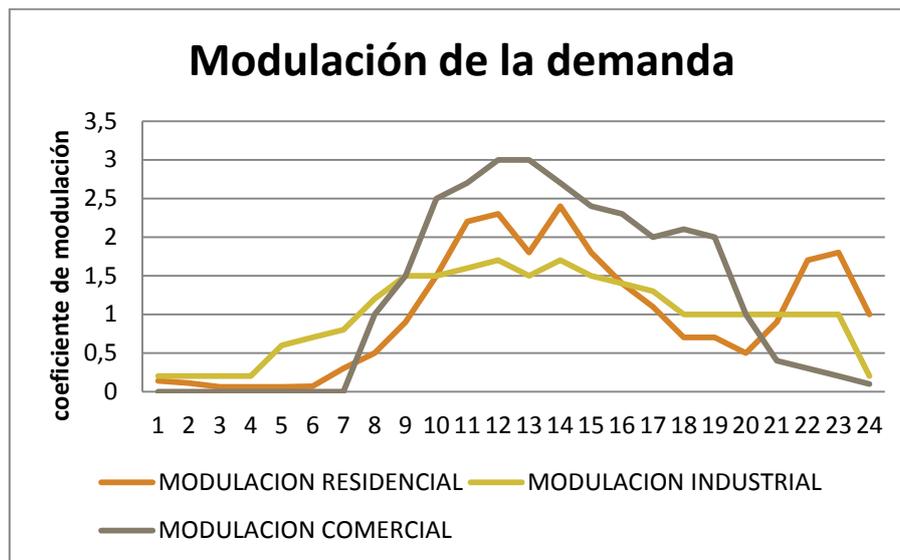


Figura 18. Curvas de modulación según el sector

El caudal de cada hora se obtendrá multiplicando el caudal medio instantáneo obtenido por un coeficiente definido por la curva de modulación, teniendo en cuenta, de forma ponderada, las variaciones de consumo diario, semanal y estacional.

En la **Figura 17**, podemos observar dónde el coeficiente de modulación punta en uso comercial llega al 300% más del caudal medio mientras que el máximo en uso doméstico es de 230%.

A diferencia de lo anterior, en la población a diseñar, el sector industrial presenta un caudal que representa un 2,6% del caudal total a abastecer, por lo tanto en este caso utilizaremos directamente una curva de modulación de tipo residencial, **Figura 17**.

### Coeficientes punta

El coeficiente punta aparece en la curva de modulación como el coeficiente máximo. Al multiplicar este coeficiente por el caudal medio obtenemos el caudal máximo con el que se abastece cada nudo de la red, la demanda base máxima. Este coeficiente aparece en una hora que, obviamente, es la hora donde la demanda poblacional de agua es máxima, y pues constituye el punto con el que vamos a diseñar la red, es decir el más desfavorable.

A lo largo del trabajo no se hablará de curvas de modulación anuales ni mensuales, ya que la población de 20000 habitantes corresponde con la máxima población anual, por lo tanto la que presentará un consumo a lo largo de la red más desfavorable. En este estudio, se introducirá pues únicamente una curva de modulación diaria, que permitirá saber la variación del consumo de agua en todas las horas del día. Aun así, para el diseño de la red de distribución, haremos un estudio estático de la red en la hora de máximo consumo, la hora punta.

## Procedimiento de carga

Una vez se haya introducido en Epanet la información de la red de tuberías, es necesario hacer la carga del modelo. La carga del modelo conlleva a introducir en cada nudo de la red el valor de la demanda que le corresponde.

En un primer lugar se debe calcular la cantidad total de agua de la red a partir de la dotación por habitante y el número de habitantes como la dotación superficial de la zona industrial y el área que corresponde a esa zona. Ésta cantidad total de agua la calcularemos en unidades de caudal.

$$Caudal_{medio poblacional} (L/seg) = \frac{Habitantes(hab) \times Dotación\left(\frac{L}{dia.hab}\right)}{24 * 3600}$$

$$Caudal_{medio industrial} (L/seg) = \frac{Habitantes(hab) \times Dotación\left(\frac{L}{dia.m^2}\right)}{24 * 3600}$$

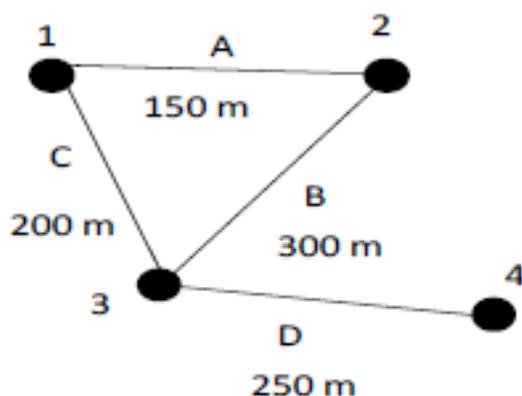
$$Caudal_{medio} \left(\frac{L}{seg}\right) = Caudal_{medio poblacional} + Caudal_{medio industrial}$$

Una vez calculada la cantidad total, se divide por los metros lineales del conjunto de tuberías, donde obtendremos el caudal por metro lineal de tubería. Para cada tubería, se multiplica el valor de su longitud por el caudal por metro lineal correspondiente a esa tubería y se divide por la mitad asignándolo a cada uno de los nudos extremos.

$$Caudal_{medio diario} \left(\frac{L}{m.s}\right) = \frac{Caudal_{medio}}{\Sigma Longitudes de la red}$$

$$Caudal_{medio tubería i} = Caudal_{medio diario} * Longitud_{tubería i}$$

Visto desde otro punto de vista, la demanda base de un nudo de la red corresponde a la suma de todos los caudales por metro lineal de las tuberías que lo componen dividido entre dos. Sin embargo hay una única excepción, y ésta es, el embalse. El agua que sale del embalse va directamente al primer nudo de la red, por lo tanto esa es la única tubería de la red en la que no hay que dividir entre dos el caudal por metro lineal sino que se aplica el caudal por metro lineal de la tubería.



En el ejemplo de la figura, la demanda base que presenta el nudo 3, sería la suma del caudal C por  $L_c/2$ , el caudal de B por  $L_b/2$  y el caudal de

D por  $L_d/2$ .

$$DB_3 = \frac{Q_C \cdot L_C}{2} + \frac{Q_B \cdot L_B}{2} + \frac{Q_D \cdot L_D}{2}$$

Hay que subrayar que las demandas base de los puntos de la red corresponden a los consumos medios diarios.

Los consumos medios diarios, en este punto del estudio son constantes, eso supone que un abonado de la red consume la misma cantidad de agua tanto a las 3 de la mañana como a las 5 de la tarde, cosa que se desvía de la realidad. Por esta simple razón, hay que introducir la curva de modulación diaria definida en la **Figura 17**.

## Diseño de la Red

### Explicación del procedimiento

#### Caudal Punta

Una vez introducidos los consumos medios diarios a la red, habrá que definir la curva de modulación característica de la población e introducirla también dentro de las propiedades de los nudos. De esta forma al simular el modelo se podrá ver el comportamiento de diferentes parámetros, como el caudal o la presión, que aparecen en la red de distribución a lo largo del día.

El caudal punta no es más que el mayor caudal que la red presenta a lo largo del día, correspondiente a la hora punta presentada en la curva de modulación. Éste será el caudal que se utilizará a lo largo de la modulación de la red, ya que el diseño se hace siempre cuando la red presenta el momento más desfavorable.

#### Proceso para el cálculo de diámetros

Inicialmente hemos definido un diámetro mínimo a 110,2 mm para todas las tuberías de la red, sin embargo la presión de la primera iteración es un valor negativo muy grande alrededor de los -2000 mca, valor que debemos aumentar hasta llegar a la presión mínima establecida de 30 mca para todas las conducciones.

Para explicar ese valor negativo tan grande, deben considerarse las pérdidas de carga en las tuberías: la resistencia hidráulica es muy grande debido a que los diámetros de las tuberías inicialmente son muy pequeños en comparación con el agua que estos deben trasegar. De este modo, las presiones tan grandes negativas reflejan que el estado de la red, presentando pérdidas unitarias muy elevadas de alrededor de 125m/km, está lejos de ser aceptable.

Esta idea lleva a aumentar el diámetro de las tuberías que mayores pérdidas lineales presenten, de manera que permitan trasegar mayor caudal disminuyendo las pérdidas; siendo éste el proceso para el cálculo de diámetros.

En un principio todas las tuberías tendrán el mismo diámetro, un diámetro mínimo que iremos aumentando hasta lograr la presión mínima requerida, añadiendo además un diámetro mínimo superior en las tuberías que presenten hidrante contra incendios.

### *Calcular las presiones en los nudos de la red*

El cálculo de las presiones de la red se realiza a partir del programa Epanet que permite modelar el comportamiento la red para cada una de las iteraciones, en las que permite calcular presiones, caudales, velocidad del fluido, etc.

Las presiones tras la modulación varían a lo largo del día, pues dependen directamente del factor de modulación ya que cuanto más elevado sea más, más grande será el caudal y más pequeñas serán las presiones. Por ello buscamos el momento del día más desfavorable que corresponde con la hora punta. En esa hora, el caudal será máximo por lo que la resistencia hidráulica también, mientras que la presión será mínima.

Inicialmente las presiones son muy elevadas y negativas, lo que se correlaciona con las altísimas pérdidas unitarias. Estos dos factores informan de la necesidad de cambiar la red, de ahí que comience el siguiente apartado, incremento del diámetro hasta llegar a la presión mínima establecida.

### *Incrementar el diámetro de una tubería*

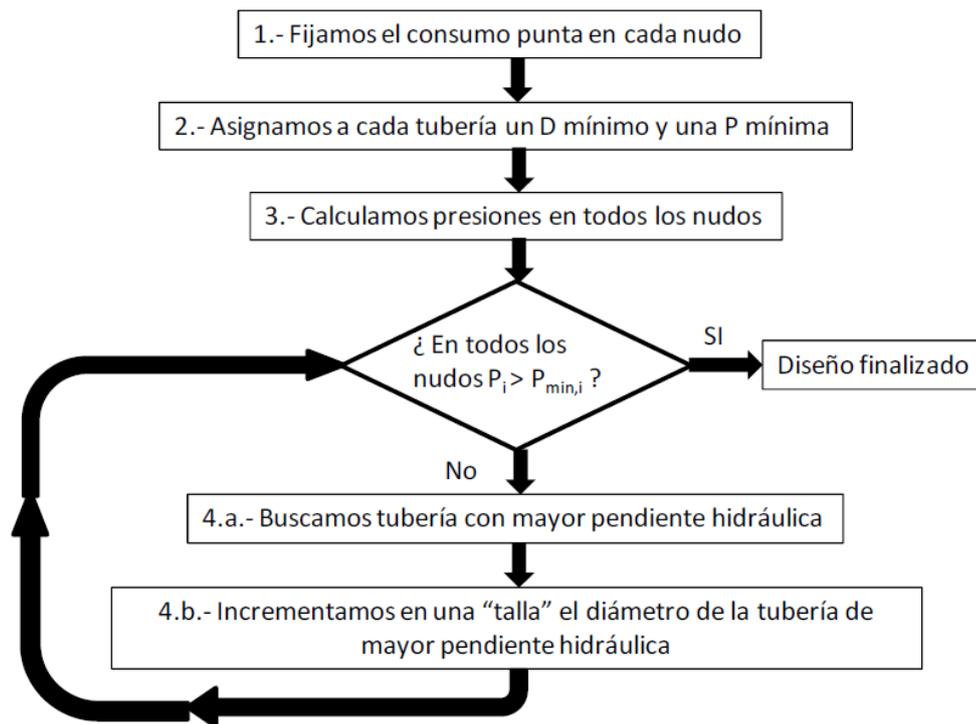
$$\text{Caudal} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) = \frac{\text{Volumen} (\text{m}^3)}{\text{Tiempo} (\text{s})} = \text{Sección} (\text{m}^2) \cdot \text{Velocidad} \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

La idea principal será disminuir las pérdidas unitarias aumentando el diámetro de la tubería que mayor resistencia hidráulica presente, aumentando de este modo la presión de la red.

Incrementando sucesivamente los diámetros de las tuberías, llegaremos a la obtención de la presión mínima de todas las tuberías de la red, disminuyendo de forma progresiva las pérdidas de las tuberías de mayores diámetros.

Las tuberías con las que trabajamos están normalizadas en series comerciales, por lo que aumentar el diámetro será pasar del diámetro actual, al diámetro superior, aumentando progresivamente hasta conseguir la presión adecuada.

La siguiente figura resume el proceso a seguir:



La finalización del diseño de la red se obtiene cuando todos los nudos o puntos de consumo de la red superan los 30 mca requeridos inicialmente.

### Comprobación de roturas

Las roturas son eventualidades críticas en la operación de una red de distribución, en las que se puede asumir una relajación en la condición de presión mínima de suministro. Así, la presión mínima en dicho caso de rotura se ha fijado en este trabajo a un valor de 20 mca.

Cuando existe rotura de una tubería, es necesario cerrar las válvulas que se sitúan alrededor de ésta constituyendo un tramo de tubería denominado cerrada. Una vez cerradas hay que extraer en su totalidad el agua de la tubería a través de los desagües, dejando entrar el aire por las ventosas, para en ese momento analizar la rotura y ver si lo mejor es un cambio o es fácilmente subsanable. Una vez solucionado el problema se rellena la cerrada y se abren de nuevo las válvulas.

La comprobación de roturas se hace cuando se cierran las válvulas, ya que el agua que en condiciones normales debe pasar por esa cerrada se desvía por otro camino disminuyendo la presión en el resto de la red.

### **Comprobación de hidrantes**

Uno de los factores importantes a la hora de calcular los diámetros mínimos de las tuberías de la red de abastecimiento es la localización de los hidrantes de incendio.

Durante un incendio, es necesario que los bomberos extraigan agua con mucho caudal durante un corto periodo (duración del incendio, máximo horas). Para extraer ese caudal dejando en la red una presión mínima de aproximadamente 10 mca, es necesario establecer unos diámetros mínimos de tubería de red de 150 mm. Para mayor seguridad de la población y velocidad del cuerpo de bomberos está establecido que no haya una distancia superior a los 200m entre un hidrante y otro.

Los hidrantes de abastecimiento no es normativo pero aparece en el NBE CPI 96, Anexo 2. El diseño de los hidrantes de incendio de la red aparece en plano adjunto PLANO 2.

## Resultados

### Inventario

							EMBALSE	TOTAL
INVENTARIO DE TUBERIAS								
<b>DIAMETROS</b>	110.2	123.4	141	156.8	220.4	350		
<b>LONGITUD</b>	16805.46	115.64	440.5	15207.81	4565.57	4200	41334.98	
INVENTARIO DE VALVULAS								
<b>DIAMETROS</b>	110.2	123.4	141	156.8	220.4	350		
<b>VALVULAS</b>	168.0546	1.1564	4.405	152.0781	45.6557	42	413.3498	
	<b>169</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>153</b>	<b>46</b>	<b>4</b>	<b>379</b>	
INVENTARIO DE DESAGÜES								
<b>DIAMETROS</b>	110.2	123.4	141	156.8	220.4	350		
<b>DESAGÜES</b>	16.80546	0.11564	0.4405	15.20781	4.56557	4.2	41.33498	
	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	
INVENTARIO DE VENTOSAS								
<b>DIAMETRO</b>	110.2	123.4	141	156.8	220.4	350		
<b>VENTOSAS</b>	8.40273	0.05782	0.22025	7.603905	2.282785	2.1	20.66749	
	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	
INVENTARIO DE HIDRANTES								
<b>DIAMETRO</b>	110.2	123.4	141	156.8	220.4	350		
<b>HIDRANTES</b>	84.0273	0.5782	2.2025	76.03905	22.82785	21	206.6749	
	<b>85</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>77</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>189</b>	

Figura 19. Inventario de longitudes, válvulas, desagües, ventosas e hidrantes

### *Longitudes de tuberías por diámetros*

La red diseñada presenta unos 41,4 km de tubería distribuidas en diferentes diámetros como veremos en el apartado llamado *Operaciones de la red en hora punta*.

La red presenta solo una tubería de diámetro 350mm, máximo en la red a estudiar, y lleva el agua del embalse hasta el primer nudo de la distribución. Las tuberías de 220.4 mm corresponden a las tuberías de la arteria principal que permite un sistema de distribución de agua más seguro, esto conlleva también a definir la red como una red sobredimensionada del lado de la seguridad. El resto de tuberías más pequeñas definen la distribución secundaria que va de la arteria principal al resto de nudos de suministro.

### Nº válvulas por diámetros

El número de válvulas vendrá dado por la normativa del canal de Isabel II, que define unas 10 válvulas por kilómetro. Como veremos en el plano adjunto a la memoria, que define la distribución de las válvulas de la red, estará el número exacto de válvulas a incorporar a la red.

Válvulas de compuerta: 300

Válvulas de mariposa: 25

### Nº ventosas por diámetros y desagües

Tanto el número de ventosas como el de desagües se calculan de la misma forma que el de tuberías. Es decir, partiendo de la normativa, sabemos que se deben poner unas 2 ventosas y 1 desagüe por kilómetro. Los cálculos y el inventario aparecen en la **Figura 19. Inventario de longitudes, válvulas, desagües, ventosas e hidrantes.**

### Nº hidrantes

Los hidrantes de abastecimiento son definidos en el NBE CPI 96 Anexo 2, no normativo. Dónde describe que los hidrantes deben distanciarse como mucho de 200 m unos de otros siguiendo las viales. El número de hidrantes será el total de los dispuestos en el Plano de la red, adjunto en el documento planos.

## OPERACIÓN DE LA RED EN HORA PUNTA

### En condiciones normales de operación

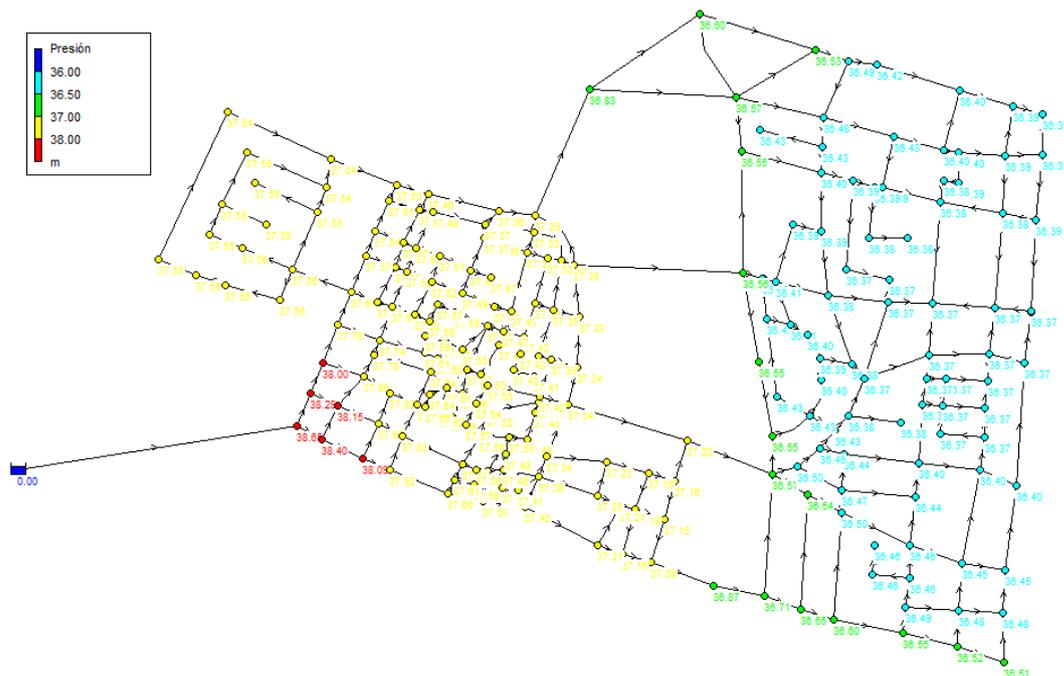


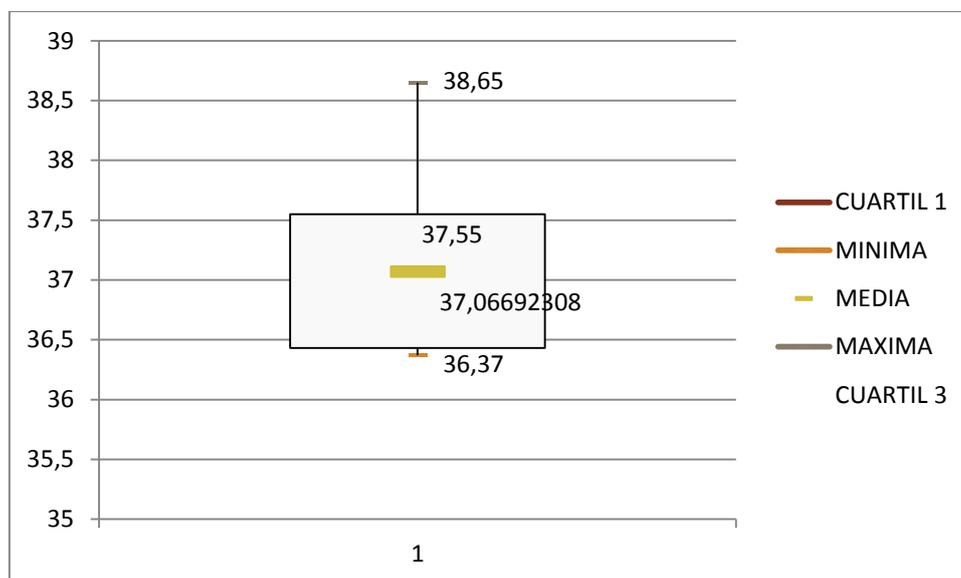
Figura 20. Presiones de los nudos de la red en condiciones normales

En condiciones normales, se observa que los puntos con más presión corresponden con los puntos de entrada del agua a la red de distribución, estos son los puntos que presentan mayor altura piezométrica. Conforme se va transportando el agua de los primeros nudos hacia los últimos nudos de suministro, la energía del agua en forma de presión va disminuyendo, esto es debido al rozamiento y la fricción.

Además, la presión mínima presente en la red es de 36.37 mca, presión que sobrepasa la presión mínima establecida. En la **Figura 21** se presentan los diferentes valores de estudio para el comportamiento en condiciones normales.

CONDICIONES NORMALES	
CUARTIL 1	36.43
MINIMA	36.37
MEDIA	37.06692308
MAXIMA	38.65
CUARTIL 3	37.55
DESVIACION TIPICA	0.568625475

**Figura 21. Parámetros estadísticos en condiciones normales**



**Figura 22. Diagrama de caja y bigotes en condiciones normales**

Antes de comenzar las conclusiones de esta operación estaría bien hablar un poco del diagrama de caja y bigotes, ya que representa la dispersión de las presiones a lo largo de la red de distribución para el momento estudiado. Este diagrama representa en colores tanto el máximo y el mínimo como la media, valores principales con los que se va a estudiar. No obstante la mayoría de los puntos de la red están representados por la caja blanca dónde está

contenida la media aritmética de las presiones. Esta caja representa las presiones de la mitad de los puntos que están entre el primer cuartil y el tercer cuartil, lo que será de gran ayuda para estudiar los diferentes casos a continuación ya que al variar el conjunto de presiones de toda la red variará la situación de la caja dentro del gráfico.

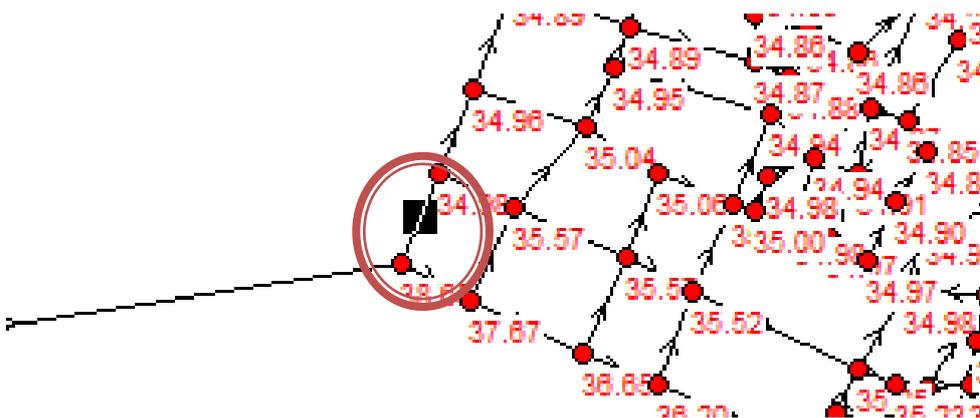
Existen muchas correlaciones entre el plano de isóbaras de Epanet con el diagrama de caja y bigotes. Como se puede apreciar en el plano se observan la mayoría de nudos con presiones color verde que corresponden a las presiones entre 36 y 37 mca, lo que corresponde a los puntos que se encuentran entre el primer y tercer cuartil que representan los puntos entre 36.37 y 37.55 mca. El diagrama de caja y bigotes no es simétrico, ya que la pérdida de altura es progresiva a lo largo de la red, y la mayoría de los nudos de suministro se encuentran alejados del embalse.

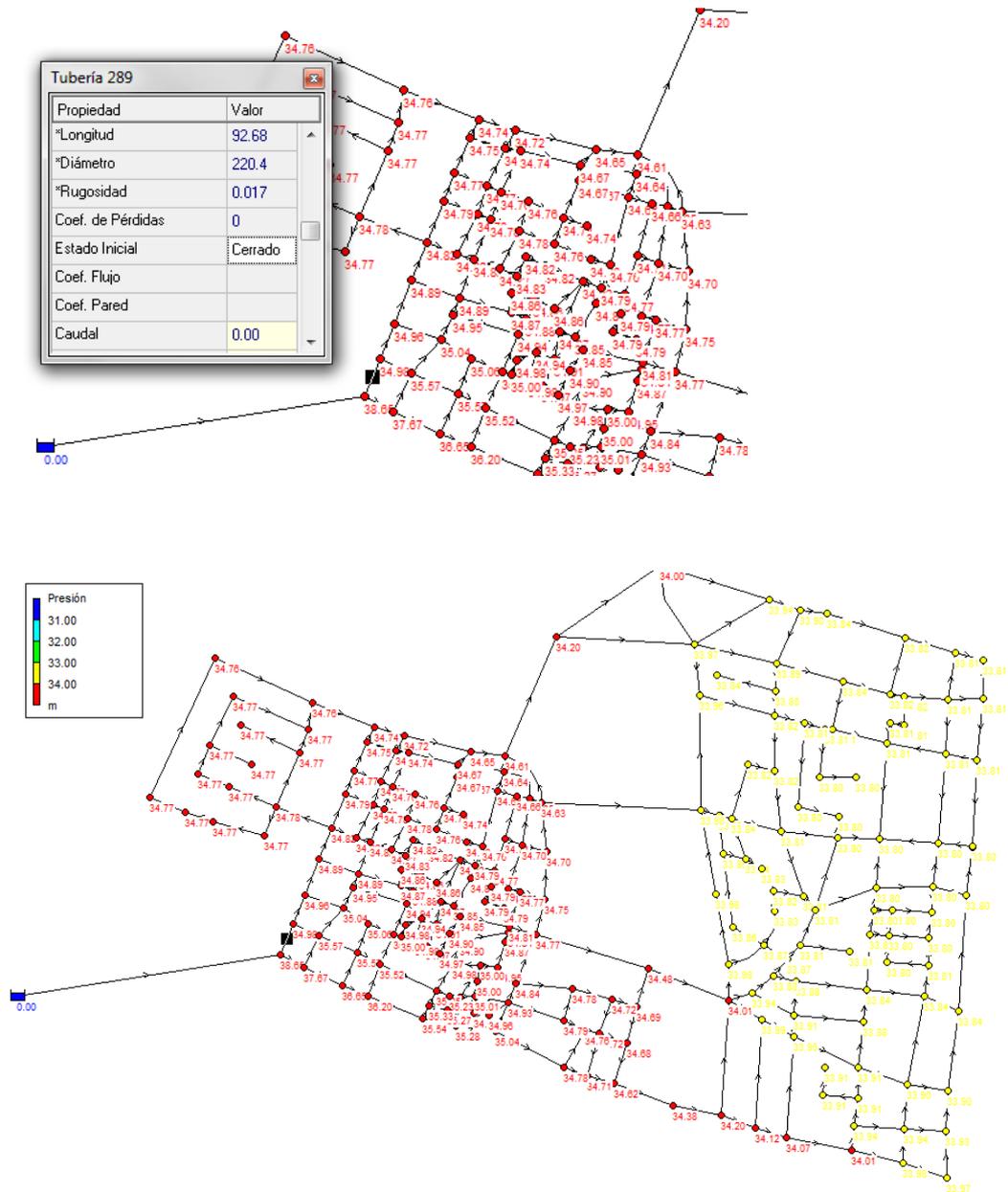
Además, como es lógico, el punto de mayor presión será el primer nudo al que llega el agua que sale del embalse, con 34,97 mca.

La desviación típica corresponde a cuánto se desvía el conjunto de presiones de la media aritmética calculada. Cuando más cercana a cero esté, menos se desvían los puntos de unas presiones mayores que otras.

### ***En condiciones de la rotura más desfavorable***

La rotura más desfavorable se sitúa en las primeras tuberías de la red en dirección del caudal, es decir la tubería 289 que sale del primer nudo de la red.





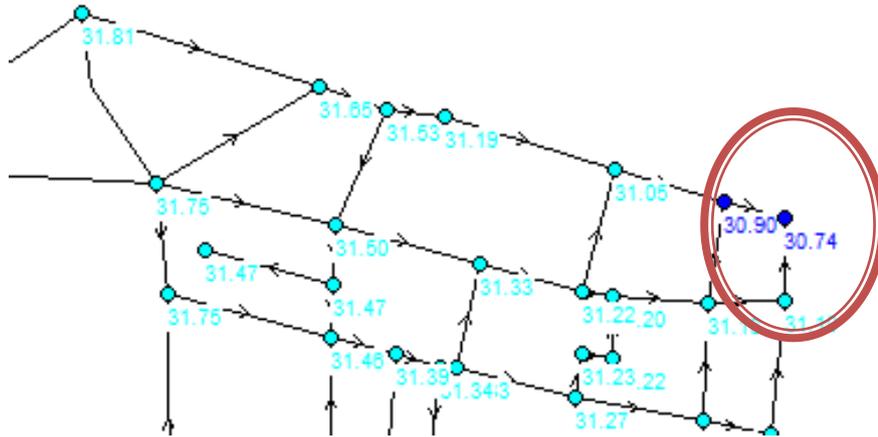
La red diseñada también cumple a rotura, ya que la presión mínima del nudo más desfavorable es muy superior a la mínima exigida en este ensayo, 20 mca.

Se estudia en este caso también los diferentes parámetros estadísticos.

ROTURA MAS DESFAVORABLE	
CUARTIL 1	33.86
MINIMA	33.8
MEDIA	34.4864126
MAXIMA	38.65
CUARTIL 3	34.82
DESVIACION TIPICA	0.64592112

**En condiciones de operación del hidrante más desfavorable**

En el caso del hidrante más desfavorable el estudio se centra en el punto con más problemas de abastecimiento de un caudal de 2000 LPM, lo que dará lugar a puntos más alejados del depósito, estos puntos corresponden con los nudos a los que les llega menos caudal.



El hidrante más desfavorable corresponde con el nudo de menor presión, por lo tanto metiendo una demanda de 16.67 lps se obtendrá el siguiente gráfico:

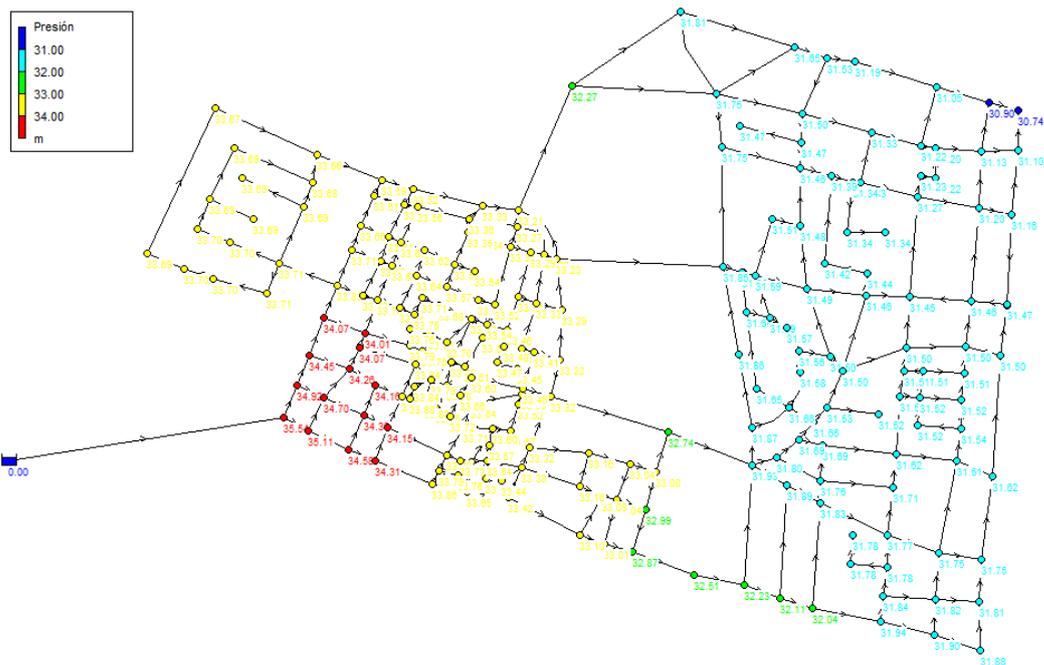


Figura 23. Ensayo con hidrante más desfavorable



HIDRANTE MAS DESFAVORABLE	
CUARTIL 1	22.0425
MINIMA	19.27
MEDIA	23.783018
MAXIMA	28.07
CUARTIL 3	25.28
DESVIACION TIPICA	1.79249451

Como se puede observar, el diseño de la red presenta mayor presión que la mínima requerida para el ensayo al hidrante más desfavorable, 10 mca.



## ANÁLISIS DINÁMICO

Como se ha ido mencionando a lo largo del trabajo, se ha diseñado la red de distribución de agua de esta población en época estival. En este apartado se va a estudiar tanto la evolución en época estival como en época invernal.

Cuando se habla de estudio dinámico, hay que recalcar que seguiremos dentro de un estudio cuasi-estático, ya que se sigue utilizando el programa Epanet para ello. No obstante, en este análisis se estudia la evolución a lo largo del día a partir de un conjunto de instantáneas por horas.

## ANÁLISIS EN ÉPOCA ESTIVAL

Para el estudio estival, no habrá que hacer cambios en la red estudiada. Para ello se va a elegir el punto con mayor presión (nudo ID 122), el de menor presión (nudo ID 78) y un punto intermedio (nudo ID 47).

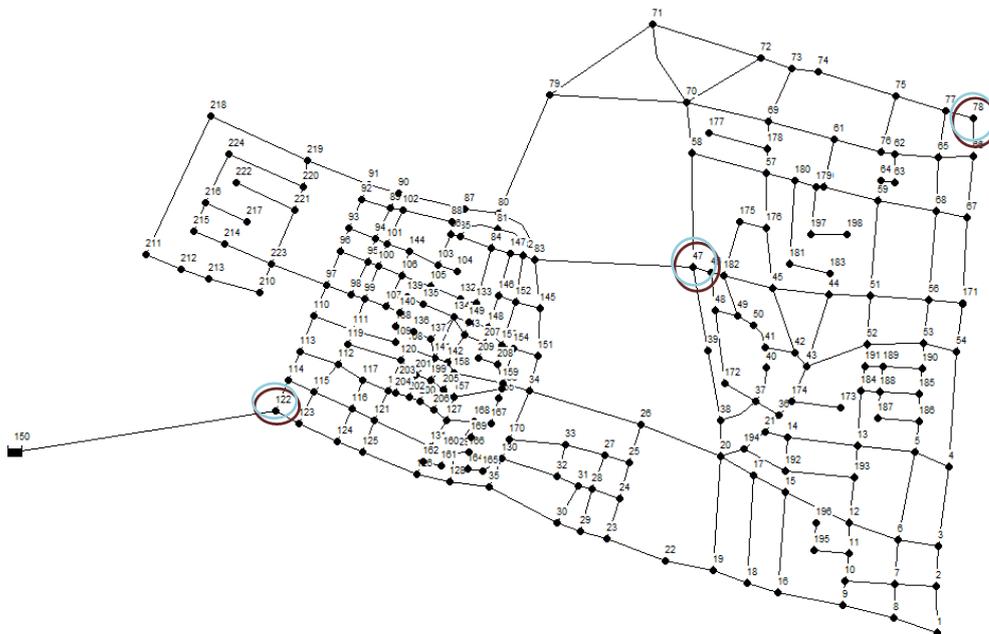


Figura 24. Elección de nudos para el análisis dinámico

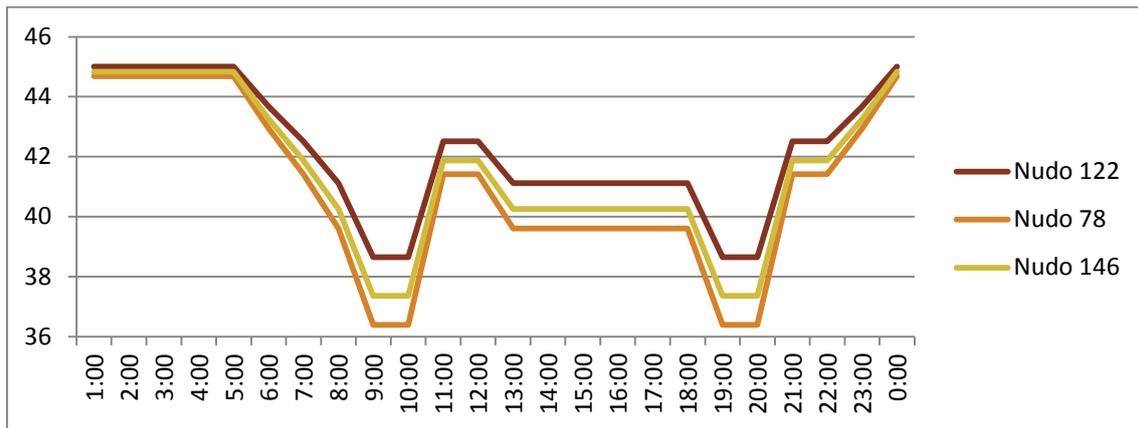


Figura 25. Evolución temporal de la presión a lo largo de un día en época estival

		Presión NUDO 122 (mca)	Presión NUDO 78 (mca)	Presión NUDO 146 (mca)
HORA VALLE	5:00	45.01	44.69	44.83
HORA INTERMEDIA	15:00	41.12	39.61	40.26
HORA PUNTA	20:00	38.65	36.39	37.36

En la tabla se observa que conforme se pasa de la demanda mínima a la demanda máxima la presión de los nudos disminuye siendo mínima en la demanda máxima.

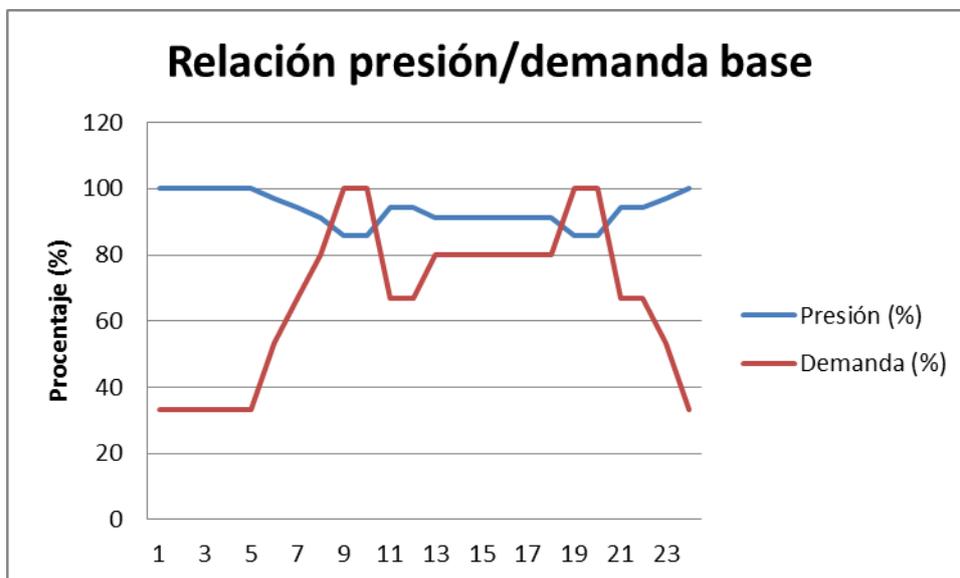


Figura 26. Relación presión/demanda base del nudo 122

Si se toma como ejemplo el del nudo 122, se observa que la presión y la demanda son opuestas. Es decir, que en horas valle donde la demanda es mínima, por ejemplo las 5 de la mañana, es el momento del día donde la presión es máxima. Y viceversa, cuando estamos en horas punta, como las 20h de la tarde, la demanda que presenta el nudo 122 es máxima, y sin embargo, la presión en esa hora es mínima.

## ANÁLISIS EN ÉPOCA INVERNAL

En el estudio de la época invernal, sí habrá que hacer cambios en el modelo de la red de distribución en Epanet.

### Introducción de la nueva demanda base del modelo

En la época invernal, la población de Canet d'En Berenguer será de 6000 habitantes que tendrán una dotación de 250 L/hab-día. Además, habrá que contar con la actividad de la zona industrial que es constante a lo largo del año presentando una dotación de 1 L/m<sup>2</sup>-día.

En forma de aproximación, este caudal total obtenido por las demandas del casco antiguo y la zona industrial se repartirá únicamente en estas zonas, caracterizando la zona de playa como zona "no poblada" durante el invierno.

Para la carga del modelo, se selecciona la zona de la playa en Epanet y dentro de la edición del grupo se multiplica la demanda por 0.001, que es lo mismo que dividir por 1000. De esta forma la demanda de la playa no influenciará los resultados.

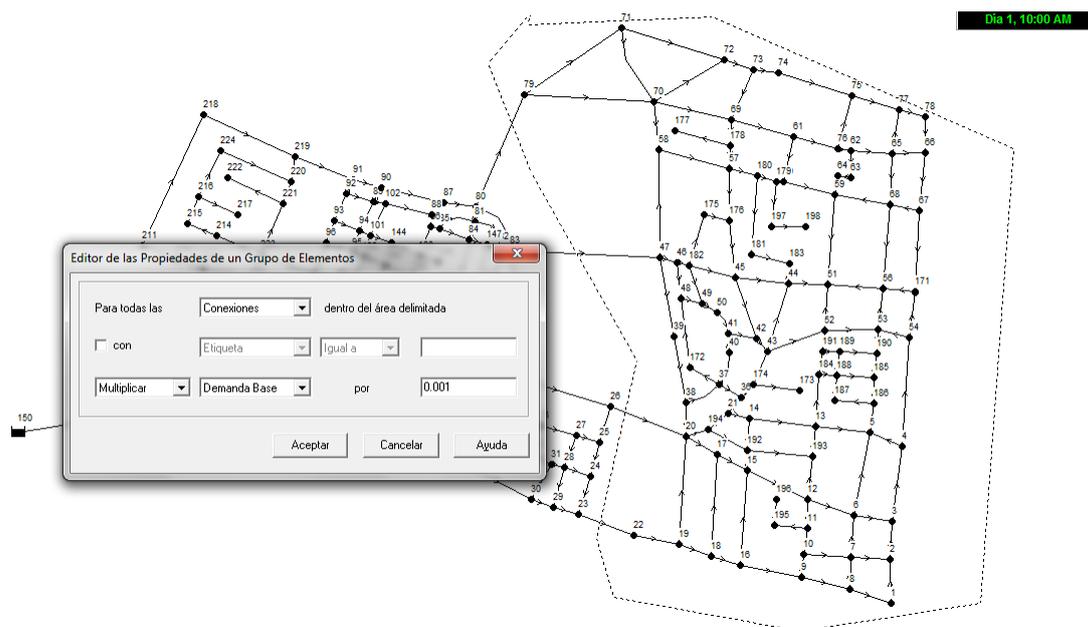


Figura 27. Cálculo de la demanda base de todos los puntos en época invernal

## ANÁLISIS DINÁMICO DE LA RED EN ÉPOCA INVERNAL

Como se ha ido viendo a lo largo del trabajo, cuando hay menos demanda, como es el caso, las presiones de toda la red aumentan.

## ANÁLISIS ESTÁTICO EN HORA PUNTA

Antes de empezar el análisis, se estudia la red en hora punta para comparar con el apartado OPERACIÓN DE LA RED EN HORA PUNTA.

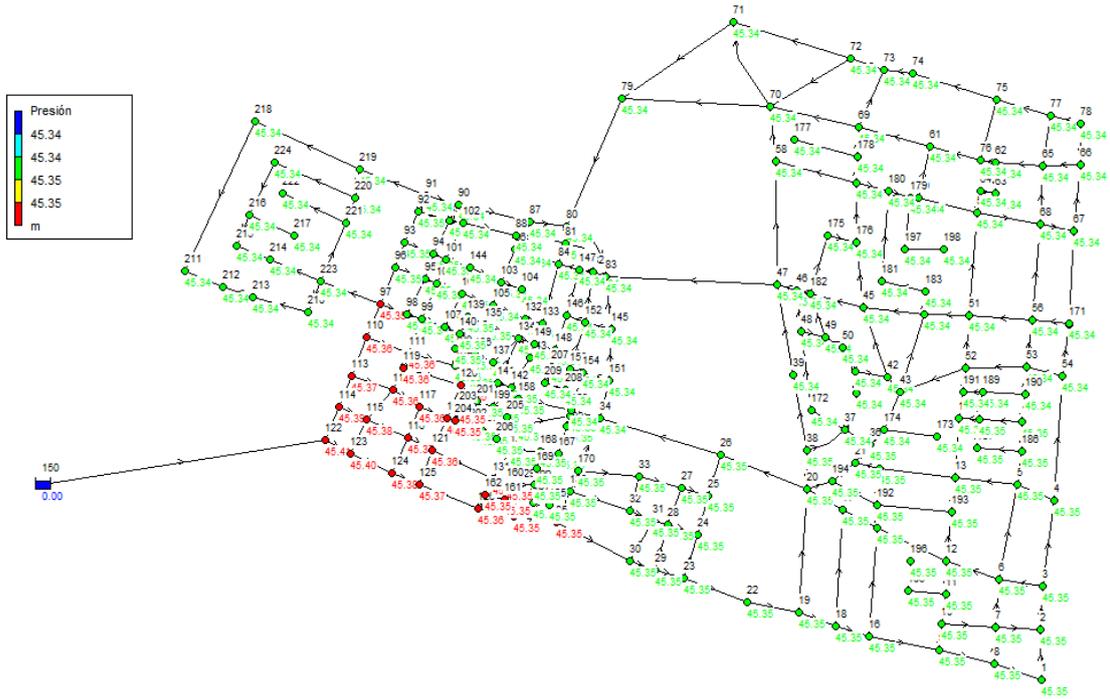


Figura 28. Presiones en la red en época invernal en hora punta

Para evaluar el análisis estático se hace un estudio estadístico de la red.

INVIERNO	
CUARTIL 1	45.34
MINIMA	45.34
MEDIA	45.34
MAXIMA	45.41
CUARTIL 3	45.35
DESVIACION TIPICA	0.009464915

Figura 29. Parámetros estadísticos de la red en época invernal en hora punta

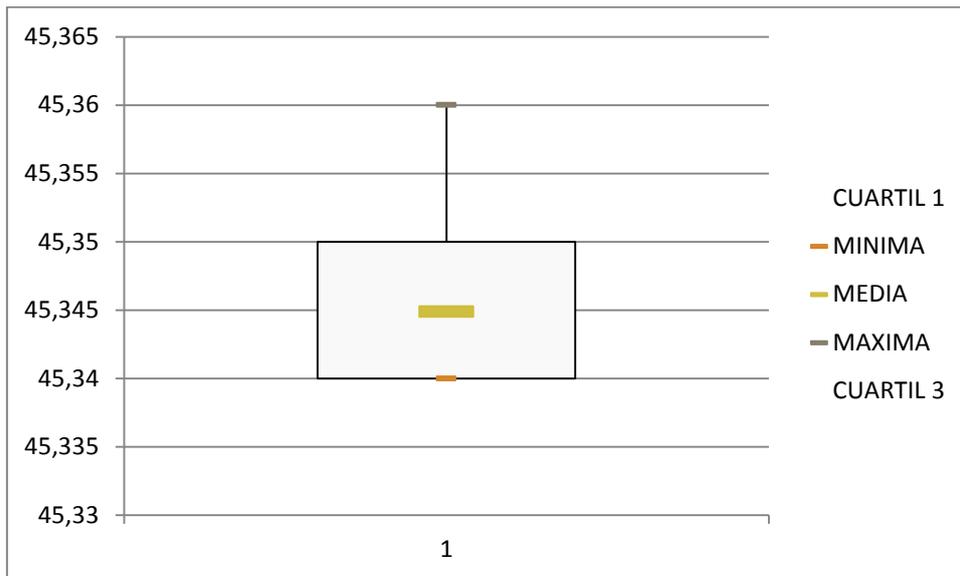


Figura 30. Diagrama de caja y bigotes de la época invernal en hora punta

EL parámetro más impactante de la figura es la desviación típica, que nos dice que la diferencia entre los puntos es casi nula. Las presiones de los nudos de la red son muy homogéneas, y la diferencia entre el máximo y mínimo es casi nula.

En comparación con las condiciones normales en época estival, la presión del conjunto de nudos ha aumentado considerablemente y presenta menos fluctuaciones entre nudos. La presión en la red ha aumentado en un 23%.

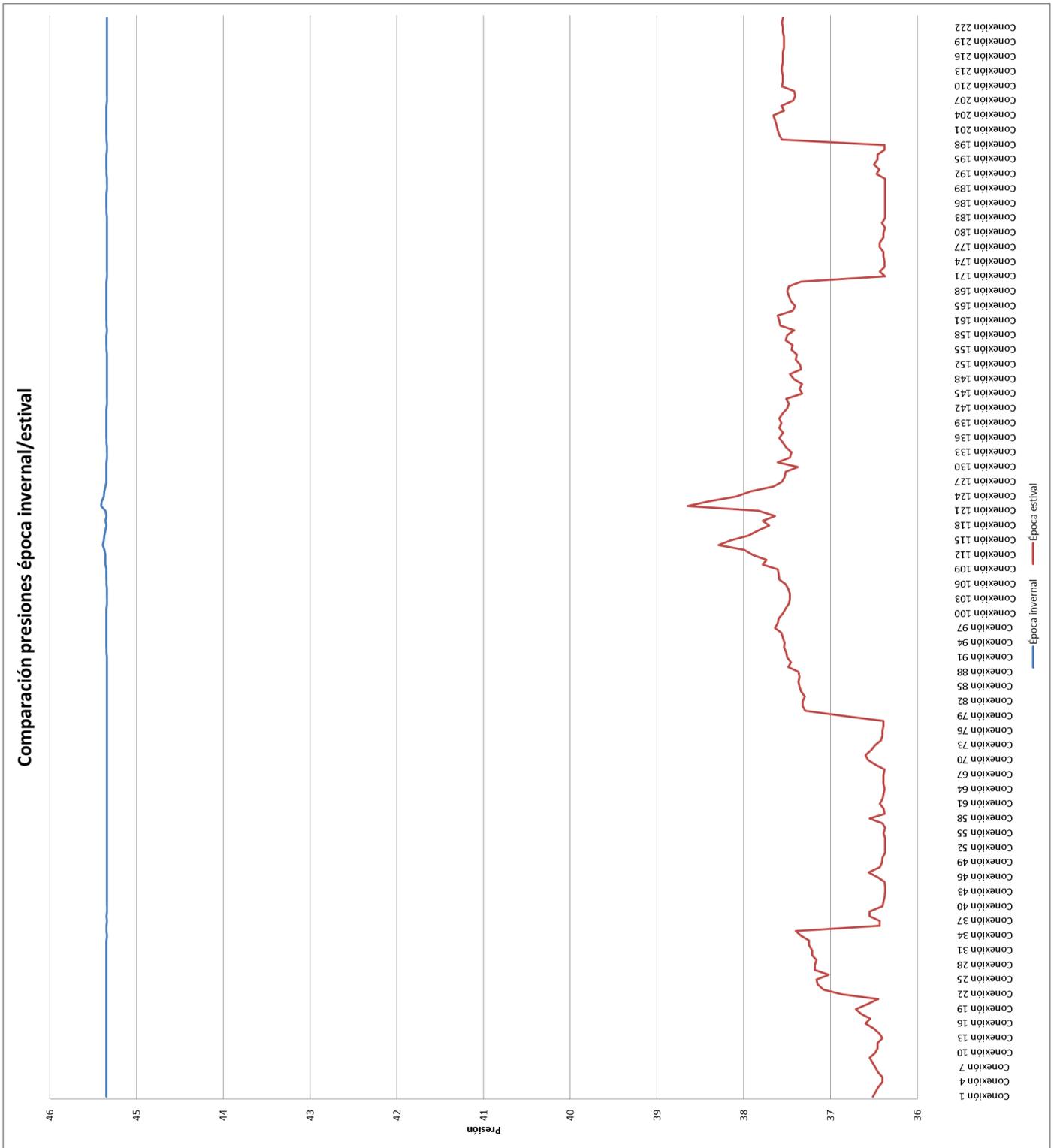


Figura 31. Comparación de presiones época invernal/estival

## ANÁLISIS DINÁMICO EN ÉPOCA INVENCIAL

El procedimiento será el mismo que en el apartado anterior, pero solo se utilizarán dos puntos ya que la red de distribución no presenta grandes diferencias de presión entre el punto máximo y el punto mínimo. Se eligen los mismos puntos máximo (Nudo ID 122) y mínimo (Nudo ID 78).

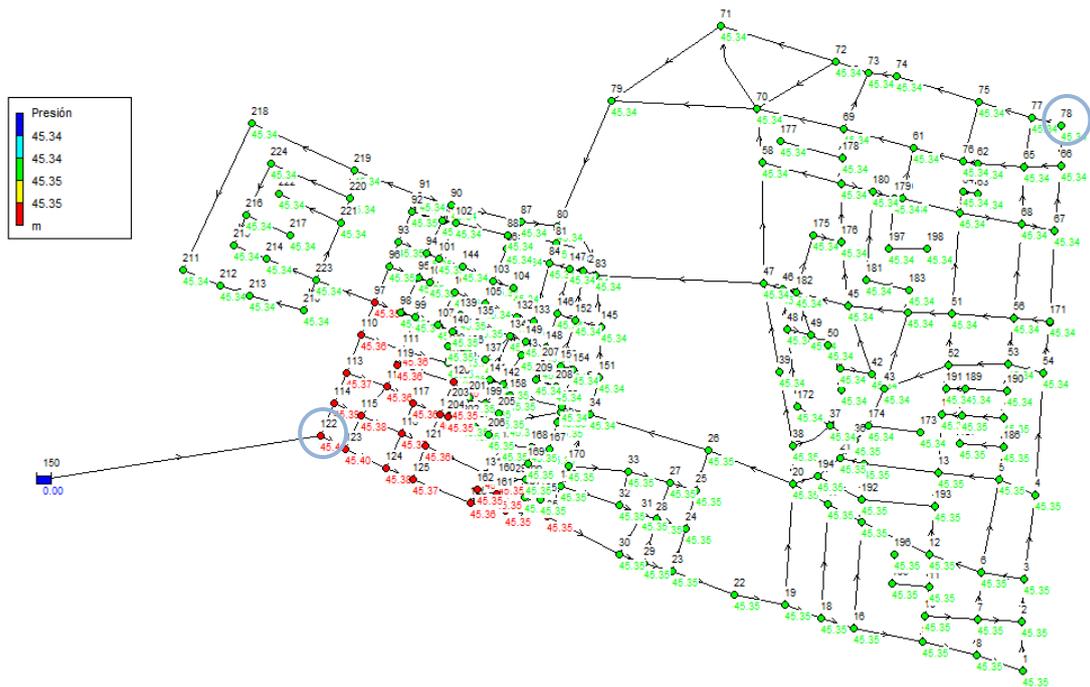


Figura 32. Presiones de la red de distribución en hora punta en época invernal y selección de los nudos a estudiar.

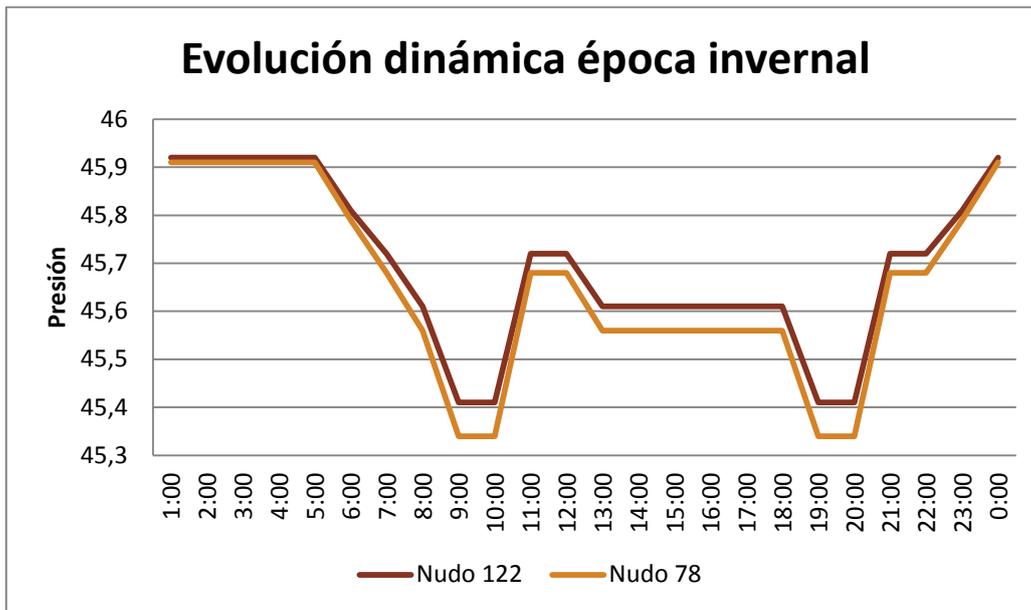


Figura 33. Evolución dinámica época invernal

Presión	Hora	Presión NUDO 122	Presión NUDO 78
HORA VALLE	5:00	45.92	45.91
HORA INTERMEDIA	15:00	45.61	45.56
HORA PUNTA	20:00	45.41	45.34

Figura 34. Nudos característicos en época invernal

Las presiones en la evolución dinámica también están muy acotadas con diferencias de presión mínimas. Además, también se puede observar que la presión es máxima en horas donde la demanda es mínima, es decir en horas valle; y mínima en horas donde la demanda es máxima, es decir en horas punta.

En rasgos generales, la evolución dinámica de la presión en época invernal difiere solo de la época estival en el valor de la presión, ya que se observa que el comportamiento es prácticamente el mismo y se podrían aplicar aquí también las mismas conclusiones.

# **PRESUPUESTO**

**ÍNDICE**

JUSTIFICACIÓN DE PRESIOS. UNIDADES DE OBRA.....2

PRESUPUESTO.....2

PRESUPUESTO. RESUMEN DE CAPITULOS .....2



# **JUSTIFICACIÓN DE PRESIOS. UNIDADES DE OBRA**

	Red de suministro de agua potable de Canet d'En Berenguer	Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS Nº 2	Ref.: procdp2a
	DEMOLICIONES Y RECOMPOSICIONES	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	-------------------------------------	-------------	--------	---------

**01 1 OBRA CIVIL**

**01.01 1.1 DEMOLICIONES Y RECOMPOSICIONES**

01.01.01	DA02075	ML	Arrancado de bordillo, incluso base de hormigón y retirada de escombros a vertedero.			
	MQPP002	h	Compresor diésel 4m3	0,080	5,26	0,42
	MQPP003	h	Martillo picador neumático	0,080	1,11	0,09
	MOPP002	h	Peón especializado.	0,080	20,58	1,65
	MOPP003	h	Peón ordinario.	0,111	20,07	2,23
	PAPP001	m3	Carga y transporte a lugar de em	0,100	2,07	0,21
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	4,60	0,18
	AP01		Sin descomposición.			
			Clase: Material			4,60
			Clase: Medio auxiliar			0,18
			Coste Total			4,78
01.01.02	DA02110	m2	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE HASTA 10 CM. DE ESPESOR, CON CORTE LIMPIO Y RECTO DE LOS BORDES DE ZANJA, INCLUSO RETIRADA DE ESCOMBROS A VERTEDERO.			
	MMM660	h	CORTADORA ASFALTO/HORMIGON	0,095	7,17	0,68
	MMM035	h	RETROEXC. S/NEUMAT. 90 CV. C/M.	0,050	50,16	2,51
	MMM615	h	COMPRESOR PORTATIL 4000 L/M.	0,120	5,36	0,64
	MMM320	h	CAMION BASCULANTE 15 TM.	0,052	41,73	2,17
	MO040	h	PEON ORDINARIO CONST.	0,212	16,07	3,41
			Clase: Material			9,41
			Coste Total			9,41
01.01.03	DA02640	m2	Demolición base de pavimento, de hormigón de 25 cm. de espesor, incluso retirada de escombros a vertedero.			
	MQPP002	h	Compresor diésel 4m3	0,220	5,26	1,16
	MQPP003	h	Martillo picador neumático	0,220	1,11	0,24
	MOPP002	h	Peón especializado.	0,300	20,58	6,17
	MOPP003	h	Peón ordinario.	0,461	20,07	9,25
	PAPP001	m3	Carga y transporte a lugar de em	0,300	2,07	0,62
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	17,44	0,70
	AP01		Sin descomposición.			
			Clase: Material			17,44
			Clase: Medio auxiliar			0,70
			Coste Total			18,14
01.01.04	DA02015	m2	DEMOLICIÓN DE ACERAS DE BALDOSA HIDRÁULICA, CON CORTE LIMPIO Y RECTO DE LOS BORDES DE ZANJA, INCLUSO BASE DE HORMIGÓN DE 10 CM. DE ESPESOR Y RETIRADA DE ESCOMBROS A VERTEDERO.			
	MQPP002_A	h	COMPRESOR DIESEL 4M3	0,200	5,00	1,00

	MMM036	h	MARTILLO PICADOR NEUMATICO	0,200	1,00	0,20
	MO023	h	PEÓN ORDINARIO CONSTRUCCIÓN	0,625	15,00	9,38
	PAPP001_A	m3	CARGA Y TRANSPORTE A LUGAR DE EM	0,300	2,08	0,62
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	11,20	0,45
			Clase: Material			11,20
			Clase: Medio auxiliar			0,45
			Coste Total			11,65
01.01.05	DA11110	m2	RECOMPOSICIÓN DE PAVIMENTO CON AGLOMERADO ASFÁLTICO DE 10 CM. DE ESPESOR, EXTENDIDO EN DOS CAPAS.			
	MTPP1008_A	t	MEZCLA BITUM. CALIENTE D-12, ÁRIDO GRANITICO, BETÚN ASF.	0,010	60,99	0,61
	MO003	h	OFICIAL 1ª CONSTRUCCION	0,260	18,00	4,68
	MO023	h	PEÓN ORDINARIO CONSTRUCCIÓN	0,549	15,00	8,24
	MMM053	h	RODILLO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO NEUMATICO	0,100	65,76	6,58
	MMM026	h	EXTENDEDORA P/PAVIMENTO MEZCLA BITUM.	0,150	60,95	9,14
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	29,25	1,17
			Clase: Material			29,25
			Clase: Medio auxiliar			1,17
			Coste Total			30,42
01.01.06	DA11075	ML	COLOCACIÓN DE BORDILLO, INCLUSO LECHO DE HORMIGÓN Y REJUNTADO CON MORTERO DE CEMENTO.			
	MTPP1009_A	m	BORDILLO PREF HORM., 20X25 CM.	1,050	4,99	5,24
	MO003	h	OFICIAL 1ª CONSTRUCCIÓN	0,117	18,00	2,11
	MO023	h	PEÓN ORDINARIO CONSTRUCCION	0,247	15,00	3,71
	PAPP002_A	m3	MORTERO CEM. PORTLAND+ARENA 250KG/M3,1:6,HORM.165L	0,001	79,77	0,08
	MTPP1005_A	m3	HORMIGON HM-20/B/20/I	0,100	66,94	6,69
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	17,83	0,71
	RE		Redondeo	1,000	0,01	0,01
			Clase: Material			17,83
			Clase: Medio auxiliar			0,71
			Resto de obra			0,01
			Coste Total			18,55
01.01.07	DA11025	m2	RECOMPOSICIÓN DE ACERA DE LOSETA DE HORMIGÓN (IMITACIÓN GRANITO) DE 18X12 CM, INCLUSO BASE DE HORMIGÓN Y MORTERO DE AGARRE.			
	MTPP1000_A	m2	LOSETA 18X12X2,5CM,1A T2	1,000	5,78	5,78
	MO003	h	OFICIAL 1ª CONSTRUCCIÓN	0,123	18,00	2,21
	MO023	h	PEÓN ORDINARIO CONSTRUCCION	0,343	15,00	5,15
	PAPP002_A	m3	MORTERO CEM. PORTLAND+ARENA 250KG/M3,1:6,HORM.165L	0,010	79,77	0,80
	MTPP1005_A	m3	HORMIGON HM-20/B/20/I	0,100	66,94	6,69
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	20,63	0,83
			Clase: Material			20,63
			Clase: Medio auxiliar			0,83
			Coste Total			21,46

**01.02 1.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

01.02.01	DA21025	m3	Excavación con medios mecánicos de zanja en tierra, con una tolerancia de rasanteo de +/- 5 cm.			
	MQPP007	h	Retro neumático 130cv 1m3	0,070	65,28	4,57
	MOPP001	h	Oficial de 1ª.	0,100	17,70	1,77
	MOPP003	h	Peón ordinario.	0,102	20,07	2,05
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	8,39	0,34
	AP01		Sin descomposición.			
			Clase: Material			8,39
			Clase: Medio auxiliar			0,34
			Coste Total			8,73
01.02.02	DA21080	m3	Excavación manual de zanja en tierra, con una tolerancia de rasanteo de +/- 5 cm.			
	MOPP001	h	Oficial de 1ª.	1,259	17,70	22,28
	MOPP002	h	Peón especializado.	1,300	20,58	26,75
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	49,03	1,96
	AP01		Sin descomposición.			
			Clase: Material			49,03
			Clase: Medio auxiliar			1,96
			Coste Total			50,99
01.02.03	DA21410	m3	Tapado y compactado de zanja con aportación de material granular, en fondo de excavación, para mejora y consolidación del terreno, en capas de 25 cm. de espesor máximo, compactadas al 95% del proctor modificado.			
	MTPP1002	m3	Agua	0,050	1,12	0,06
	MTPP1028	t	Grava caliza 25/40 s/lvd	0,200	5,53	1,11
	MQPP007	h	Retro neumático 130cv 1m3	0,100	65,28	6,53
	MQPP014	h	Motoniveladora 140cv	0,010	61,26	0,61
	MQPP022	h	Rodillo vibratorio autpro 4tm	0,020	55,41	1,11
	MQPP023	h	Camión <10 tm 8 m3	0,020	15,79	0,32
	MOPP002	h	Peón especializado.	0,090	20,58	1,85
	MOPP003	h	Peón ordinario.	0,093	20,07	1,87
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	13,46	0,54
	AP01		Sin descomposición.			
			Clase: Material			13,46
			Clase: Medio auxiliar			0,54
			Coste Total			14,00
01.02.04	DA21420	m3	Tapado y regado de zanja con aportación de arena o árido fino, en lecho, laterales y lomo de tubería (recubriendo ésta al menos 15 cm. por encima de la generatriz).			
	MTPP1041	t	Arena amarilla.	0,500	6,75	3,38
	MQPP007	h	Retro neumático 130cv 1m3	0,100	65,28	6,53
	MQPP022	h	Rodillo vibratorio autpro 4tm	0,020	55,41	1,11
	MOPP002	h	Peón especializado.	0,100	20,58	2,06
	MOPP003	h	Peón ordinario.	0,132	20,07	2,65
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	15,73	0,63
	AP01		Sin descomposición.			
			Clase: Material			15,73
			Clase: Medio auxiliar			0,63
			Coste Total			16,36
01.02.05	DA21450	m3	Tapado y compactado de zanja con aportación de zahorras limpias, procedentes de machaqueo, extendidas en capas de 25 cm. de espesor máximo, compactadas al 95% del proctor modificado.			

MTPP1034	t	Zahorra artificial 0/80	1,500	6,92	10,38
MQPP007	h	Retro neumático 130cv 1m3	0,060	65,28	3,92
MQPP022	h	Rodillo vibratorio autpro 4tm	0,030	55,41	1,66
MOPP002	h	Peón especializado.	0,150	20,58	3,09
MOPP003	h	Peón ordinario.	0,150	20,07	3,01
%M.AUX AP01	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad) Sin descomposición.	0,040	22,06	0,88

Clase: Material 22,06  
Clase: Medio auxiliar 0,88  
Coste Total 22,94

01.02.06	DA21620	m3	Transporte de productos procedentes de la excavación, a vertedero.			
	MQPP013	h	Camión basculante de 12	0,061	21,80	1,33
	MQPP007	h	Retro neumático 130cv 1m3	0,080	65,28	5,22
	%M.AUX AP01	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad) Sin descomposición.	0,040	6,55	0,26

Clase: Material 6,55  
Clase: Medio auxiliar 0,26  
Coste Total 6,81

### 01.03 1.3 HORMIGONES Y ALBAÑILERIA

01.03.01	PSF430	UD	Arqueta para ventosa diámetro 50 mm., formada por anillo prefabricado de hormigón vibrado (diámetro 1000 mm.) rematado con cono excéntrico (diámetro 1000/600 mm.) del mismo material, para colocación de la trapa, apoyados sobre solera de hormigón armado HA-25/P/20/IIa de 25 cm. de espesor, y anclaje mediante relleno lateral con hormigón en masa HM-20/B/20/I, incluyendo trapa de fundición diámetro 600 mm., y pates de polipropileno para acceso a interior.			
	MTPP1074	UD	Anillo horm. 1000	1,000	69,71	69,71
	MTPP1071	UD	Marco y trapa de fundición diámetro 600 mm.	1,000	99,82	99,82
	MTPP1052	u	Pate pref a galv 250x315 mm	5,000	3,93	19,65
	MTPP1102	m3	Hormigón HA-25/P/20/IIa	0,010	70,51	0,71
	MTPP1101	m3	Hormigón HM-20/B/12/I	2,500	67,99	169,98
	MTPP1047	kg	Acero corrú AEH-500NØ16 (1.580)	3,100	0,72	2,23
	MOPP001	h	Oficial de 1ª.	1,422	17,70	25,17
	MOPP003	h	Peón ordinario.	1,500	20,07	30,11
	%M.AUX AP01	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad) Sin descomposición.	0,040	417,38	16,70

Clase: Material 417,38  
Clase: Medio auxiliar 16,70  
Coste Total 434,08

01.03.02	PSF450	UD	ARQUETA PARA DESAGÜE DIÁMETRO 200-150 MM., FORMADA POR ANILLOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN VIBRADO (DIÁMETRO 1.200 MM. PARA ALOJAMIENTO VÁLVULA Y DIÁMETRO 1.000 MM. PARA POCETA DE DESCARGA, REMATADOS CON CONOS EXCÉNTRICOS 1.200/600 MM.Y 1.000/600 MM. DEL MISMO MATERIAL, PARA COLOCACIÓN DE LA TRAPA), APOYADOS SOBRE SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO HA-25/P/20/IIA DE 25 CM. DE ESPESOR, Y ANCLAJE MEDIANTE RELLENO LATERAL CON HORMIGÓN EN MASA HM-20/B/20/I, INCLUYENDO TRAPA DE FUNDICIÓN DIÁMETRO 600 MM., Y PATES DE POLIPROPILENO PARA ACCESO A INTERIOR.			
	MTPP1074_	UD	ANILLO HORM. 1000	1,000	70,00	70,00
	A					

	MTPP1072_	UD	ANILLO HORM. 1200	1,000	74,00	74,00
	A					
	MTPP1077	UD	CONO HORM. 1200/600	1,000	106,00	106,00
	MTPP1079	UD	Cono horm. 1000/600	1,000	83,84	83,84
	MTPP1071_	UD	MARCO Y TRAPA DE FUNDICION DIAMETRO 600 MM.	1,000	100,00	100,00
	A					
	MTPP1052_	u	PATE PREF A GALV 250X315 MM	5,000	4,00	20,00
	A					
	MTPP1102	m3	Hormigón HA-25/P/20/IIa	0,800	70,51	56,41
	MTPP1101_	m3	HORMIGON HM-20/B/12/I	3,500	68,00	238,00
	A					
	MTPP1047	kg	Acero corru AEH-500NØ16 (1.580)	3,100	0,72	2,23
	MO003	h	OFICIAL 1ª CONSTRUCCION	5,300	18,00	95,40
	MO023	h	PEON ORDINARIO CONSTRUCCION	7,813	15,00	117,20
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	963,08	38,52
			Clase: Material			963,08
			Clase: Medio auxiliar			38,52
			Coste Total			1.001,60
01.03.03	PSF315	UD	ARQUETA PARA VÁLVULA DIÁMETRO 350-250 MM., DE UNAS DIMENSIONES INTERIORES DE 1.20X1.60 M. Y PROFUNDIDAD SEGÚN PERFIL (APROX. 2.00 M.); FORMADA POR SOLERA DE HORMIGÓN DE 25 CM. DE ESPESOR, MUROS DE 20 CM. DE ESPESOR, Y LOSA DE CUBRICIÓN DE 20 CM. DE ESPESOR, TODO EN HORMIGÓN ARMADO HA-25/P/20/IIA, INCLUYENDO TRAPA DE FUNDICIÓN DIÁMETRO 600 MM., Y PATES DE POLIPROPILENO PARA ACCESO A INTERIOR.			
	MTPP1071_	UD	MARCO Y TRAPA DE FUNDICION DIAMETRO 600 MM.	1,000	100,00	100,00
	A					
	MTPP1102	m3	Hormigón HA-25/P/20/IIa	5,650	70,51	398,38
	MTPP1047	kg	Acero corru AEH-500NØ16 (1.580)	9,800	0,72	7,06
	MTPP1052_	u	PATE PREF A GALV 250X315 MM	4,000	4,00	16,00
	A					
	MO003	h	OFICIAL 1ª CONSTRUCCION	3,000	18,00	54,00
	MO023	h	PEÓN ORDINARIO CONSTRUCCION	5,573	15,00	83,60
	DA31310	m2	ENCOFRADO MUROS Y LOSAS	19,600	31,03	608,19
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	1.267,23	50,69
			Clase: Material			659,04
			Clase: Medio auxiliar			50,69
			Resto de obra			608,19
			Coste Total			1.317,92
01.03.04	DA31165	m3	HORMIGON VIBRADO H-200, CONSISTENCIA PLASTICA, TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO 25 MM., COLOCADO PARA RELLENO Y SUJECCION DE ANILLOS PREFABRICADOS, PARA FORMACION DE ARQUETAS Y POCETAS.			
	A120	m3	HORMIGON HM-20-P-25-IIA	1,000	60,48	60,48
	MO003	h	OFICIAL 1ª CONSTRUCCION	0,385	18,00	6,93
	MO023	h	PEON ORDINARIO CONSTRUCCION	1,070	15,00	16,05
	MMM056	h	VIBRADOR HORMIGON 30/50 MM.	0,320	2,31	0,74
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	84,20	3,37
	%EL.AUX	%	ELEMENTOS AUXILIARES (codos,tes, dobles tes)	0,030	87,57	2,63
			Clase: Material			84,20
			Clase: Medio auxiliar			6,00
			Coste Total			90,20

**02 2 TUBERIA, PIEZAS Y ACCESORIOS**

**02.01 2.1 TUBERIA, VALVULAS Y MECANISMOS**

02.01.01	TU0045	m	Tubería de polietileno de 10 atm. de 110 mm.				
	MTPP245	m	Tubería de polietileno de 10 atm. de 110 mm.	1,000	18,00	18,00	
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	18,00	1,08	
	%EL.AUX		ELEMENTOS AUXILIARES (codos,tes, dobles tes)	0,030	19,08	0,57	
			Clase: Material			18,00	
			Clase: Medio auxiliar			1,65	
			Coste Total			19,65	
02.01.02	TU0034	m	Tubería de hierro fundido PAM de Ø300 mm.				
	MTPP234	m	Tubería de hierro fundido PAM de Ø300 mm.	1,000	114,00	114,00	
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	114,00	6,84	
	%EL.AUX		ELEMENTOS AUXILIARES (codos,tes, dobles tes)	0,030	120,84	3,63	
			Clase: Material			114,00	
			Clase: Medio auxiliar			10,47	
			Coste Total			124,47	
02.01.03	PZ0589	UD	Válvula de mariposa de Ø250 mm.				
	MTPP734_D		Válvula de mariposa de Ø250 mm.	1,000	1.699,00	1.699,00	
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	1.699,00	101,94	
			Clase: Material			1.699,00	
			Clase: Medio auxiliar			101,94	
			Coste Total			1.800,94	
02.01.04	PZ0575	UD	Válvula de compuerta de cierre elástico de Ø125 mm.				
	MTPP720_D		Válvula de compuerta de cierre elástico de Ø125 mm.	1,000	326,00	326,00	
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	326,00	19,56	
			Clase: Material			326,00	
			Clase: Medio auxiliar			19,56	
			Coste Total			345,56	
02.01.05	PZ0577	UD	Válvula de compuerta de cierre elástico de Ø200 mm.				
	MTPP722_D		Válvula de compuerta de cierre elástico de Ø200 mm.	1,000	568,00	568,00	
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	568,00	34,08	
			Clase: Material			568,00	
			Clase: Medio auxiliar			34,08	
			Coste Total			602,08	
02.01.06	TU0044	m	Tubería de polietileno de 10 atm. de 90 mm.				
	MTPP244_D	m	Tubería de polietileno de 10 atm. de 90 mm.	1,000	16,00	16,00	
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	16,00	0,96	
	%EL.AUX		ELEMENTOS AUXILIARES (codos,tes, dobles tes)	0,030	16,96	0,51	
			Clase: Material			16,00	
			Clase: Medio auxiliar			1,47	
			Coste Total			17,47	

02.01.07	TU0046	m	Tubería de polietileno de 10 atm. de 160 mm.			
	MTPP246	m	Tubería de polietileno de 10 atm. de 160 mm.	1,000	18,00	18,00
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	18,00	1,08
	%EL.AUX		ELEMENTOS AUXILIARES (codos,tes, dobles tes)	0,030	19,08	0,57
			Clase: Material			18,00
			Clase: Medio auxiliar			1,65
			Coste Total			19,65
02.01.08	PZ0590	UD	Válvula de mariposa de Ø300 mm.			
	MTPP735_D		Válvula de mariposa de Ø300 mm.	1,000	2.234,00	2.234,00
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	2.234,00	134,04
			Clase: Material			2.234,00
			Clase: Medio auxiliar			134,04
			Coste Total			2.368,04
02.01.09	PZ0576	UD	Válvula de compuerta de cierre elástico de Ø150 mm.			
	MTPP721_D		Válvula de compuerta de cierre elástico de Ø150 mm.	1,000	328,00	328,00
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	328,00	19,68
			Clase: Material			328,00
			Clase: Medio auxiliar			19,68
			Coste Total			347,68
02.01.10	TU0042	m	Tubería de polietileno de 10 atm. de 75 mm.			
	MTPP242	m	Tubería de polietileno de 10 atm. de 75 mm.	1,000	27,00	27,00
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	27,00	1,62
	%EL.AUX		ELEMENTOS AUXILIARES (codos,tes, dobles tes)	0,030	28,62	0,86
			Clase: Material			27,00
			Clase: Medio auxiliar			2,48
			Coste Total			29,48
02.01.11	PZ0605	UD	Ventosa automática de Ø50 mm.			
	MTPP750		Ventosa automática de Ø50 mm.	1,000	588,00	588,00
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	588,00	35,28
			Clase: Material			588,00
			Clase: Medio auxiliar			35,28
			Coste Total			623,28
02.01.12	PZ0572	UD	Válvula de compuerta de cierre elástico de Ø60 mm.			
	MTPP717		Válvula de compuerta de cierre elástico de Ø60 mm.	1,000	328,02	328,02
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	328,02	19,68
	MTPP241	m	Tubería de polietileno de 10 atm. de 63 mm.	1,500	4,17	6,26
			Clase: Material			334,28
			Clase: Medio auxiliar			19,68
			Coste Total			353,96
02.01.13	PZ0573	UD	Válvula de compuerta de cierre elástico de Ø80 mm.			
	MTPP718		Válvula de compuerta de cierre elástico de Ø80 mm.	1,000	327,00	327,00
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	327,00	19,62
			Clase: Material			327,00
			Clase: Medio auxiliar			19,62

				Coste Total			346,62
02.01.14	TU0047	m	Tubería de polietileno de 10 atm. de 200 mm.				
	MTPP247	m	Tubería de polietileno de 10 atm. de 200 mm.	1,000	35,00		35,00
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	35,00		2,10
	%EL.AUX		ELEMENTOS AUXILIARES (codos,tes, dobles tes)	0,030	37,10		1,11
				Clase: Material			35,00
				Clase: Medio auxiliar			3,21
				Coste Total			38,21

**02.02      2.2                      PIEZAS ESPECIALES Y ACCESORIOS**

02.02.01	AC0003	m	Cinta verde de señalización subterránea.				
	MTPP756		Cinta verde de señalización subterránea.	1,000	0,06		0,06
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	0,06		
				Clase: Material			0,06
				Coste Total			0,06

03	3	MONTAJE				
03.01	3.1	MONTAJE DE TUBERIA Y PIEZAS				
03.01.01	DE11430	UD	Montaje válvula compuerta, diámetro 150 mm.			
	MOPP001	h	Oficial de 1ª.	2,449	17,70	43,35
	MOPP003	h	Peón ordinario.	2,500	20,07	50,18
	AP156		Montaje válvula compuerta.			
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	93,53	3,74
			Clase: Material			93,53
			Clase: Medio auxiliar			3,74
			Coste Total			97,27
03.01.02	DE11450	UD	Montaje válvula compuerta, diámetro 100 mm.			
	MOPP001	h	Oficial de 1ª.	2,460	17,70	43,54
	MOPP003	h	Peón ordinario.	2,600	20,07	52,18
	AP156		Montaje válvula compuerta.			
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	95,72	3,83
			Clase: Material			95,72
			Clase: Medio auxiliar			3,83
			Coste Total			99,55
03.01.03	DE12480	UD	MONTAJE DE HIDRANTE, DIÁMETRO 80 MM.			
	MO003	h	OFICIAL 1ª CONSTRUCCIÓN	1,469	18,00	26,44
	MO023	h	PEON ORDINARIO CONSTRUCCION	2,058	15,00	30,87
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	57,31	2,29
	REDON_A		REDONDEO	1,000		
			Clase: Material			57,31
			Clase: Medio auxiliar			2,29
			Coste Total			59,60
03.01.04	DE11230	UD	MONTAJE DE VÁLVULA MARIPOSA, DIÁMETRO 250 MM.			
	MO003	h	OFICIAL 1ª CONSTRUCCIÓN	4,897	18,00	88,15
	MO023	h	PEON ORDINARIO CONSTRUCCION	6,860	15,00	102,90
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	191,05	7,64
			Clase: Material			191,05
			Clase: Medio auxiliar			7,64
			Coste Total			198,69
03.01.05	DE12450	UD	MONTAJE DE VENTOSA, DIÁMETRO 50 MM.			
	MO003	h	OFICIAL 1ª CONSTRUCCION	0,784	18,00	14,11
	MO023	h	PEON ORDINARIO CONSTRUCCION	1,098	15,00	16,47
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	30,58	1,22
			Clase: Material			30,58
			Clase: Medio auxiliar			1,22
			Coste Total			31,80
03.01.06	MJ0045	UD	Tubería de fundición dúctil de Ø300 mm.			
	MOPP045_D	h	Oficial Ayudante	0,380	45,00	17,10
	MOPP047_D	h	Peón.	0,390	40,00	15,60
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	32,70	1,96

Clase: Material 32,70  
Clase: Medio auxiliar 1,96  
Coste Total 34,66

03.01.07	MJ0052	UD	Tubería de polietileno entre Ø160 y Ø200 mm.			
	MOPP045_D	h	Oficial Ayudante	0,165	45,00	7,43
	MOPP047_D	h	Peón.	0,168	40,00	6,72
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	14,15	0,85

Clase: Material 14,15  
Clase: Medio auxiliar 0,85  
Coste Total 15,00

03.01.08	MJ0051	UD	Tubería de polietileno entre Ø110 y Ø160 mm.			
	MOPP045_D	h	Oficial Ayudante	0,124	45,00	5,58
	MOPP047_D	h	Peón.	0,125	40,00	5,00
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	10,58	0,63

Clase: Material 10,58  
Clase: Medio auxiliar 0,63  
Coste Total 11,21

03.01.09	DE11432	UD	MONTAJE VÁLVULA COMPUERTA, DIÁMETRO 125 MM.			
	MO003	h	OFICIAL 1ª CONSTRUCCION	2,300	18,00	41,40
	MO023	h	PEON ORDINARIO CONSTRUCCION	3,101	15,00	46,52
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	87,92	3,52

Clase: Material 87,92  
Clase: Medio auxiliar 3,52  
Coste Total 91,44

03.01.10	DE11220	UD	MONTAJE DE VÁLVULA MARIPOSA, DIÁMETRO 300 MM.			
	MO003	h	OFICIAL 1ª CONSTRUCCION	6,367	18,00	114,61
	MO023	h	PEON ORDINARIO CONSTRUCCIÓN	8,918	15,00	133,77
	%M.AUX	%	4% (3% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,040	248,38	9,94
	REDON_A		REDONDEO	1,000		

Clase: Material 248,38  
Clase: Medio auxiliar 9,94  
Coste Total 258,32

03.01.11	MJ0044	UD	Tubería de fundición dúctil de Ø250 mm.			
	MOPP045_D	h	Oficial Ayudante	0,273	45,00	12,29
	MOPP047_D	h	Peón.	0,330	40,00	13,20
	%M.AUX6	%	6% (5% Medios Auxiliares + 1% Control Calidad)	0,060	25,49	1,53

Clase: Material 25,49  
Clase: Medio auxiliar 1,53  
Coste Total 27,02

<b>04</b>	<b>4</b>	<b>VARIOS</b>		
<b>04.01</b>	<b>4.1</b>	<b>TRABAJOS VARIOS</b>		
04.01.01	DA01750	PA	DESVIOS DE TRAFICO, SEÑALIZACION ADICIONAL Y MEDIOS AUXILIARES POR CONEXIONES Y CRUCES EN PUENTE PINEDO, ROTONDAS Y CARRETERA DEL SALER.	
				Coste Total 7.953,20
04.01.02	DO02110	PA	AVISO Y CERRADA DEL SERVICIO, MANIOBRANDO LAS VALVULAS NECESARIAS PARA AISLAR Y AFECTAR LA MENOR ZONA POSIBLE.	
				Coste Total 636,26
04.01.03	DO02120	PA	VACIADO DE LAS TUBERIAS DE LA ZONA CERRADA, MEDIANTE VERTIDO AL ALCANTARILLADO POR LOS MECANISMOS DE DESAGUE DE LA TUBERIA, O UTILIZANDO MEDIOS AUXILIARES DE BOMBEO.	
				Coste Total 397,67
04.01.04	DO02310	PA	DESINFECCION Y LIMPIEZA DE LA TUBERIA: LLENADO, CLORADO, ENJUAGADO Y ACHIQUE DEL AGUA DE LIMPIEZA.	
				Coste Total 4.358,36
04.01.05	DO02320	PA	PUESTA EN SERVICIO: LLENADO Y PUESTA EN CARGA DE LA TUBERIA, APERTURA DE VALVULAS, CORRECCION DE PRESIONES Y COMIENZO DEL SERVICIO.	
				Coste Total 596,50
04.01.06	DO03950	UD	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CARTEL ANUCIADOR DE LAS OBRAS, NORMALIZADO POR EL AYUNTAMIENTO DE VALENCIA.	
				Coste Total 1.749,70

**05            5                    SEGURIDAD Y SALUD**

**05.01        5.1                    PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD**

05.01.01    ESS                    PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD, DESARROLLADO EN  
SEPARATA ADJUNTA.

Coste Total

48.528,47





# PRESUPUESTO

	Red de suministro de agua potable de Canet d'En Berenguer	Pág.: 1
	PRESUPUESTO	Ref.: propre1
	OBRA CIVIL	Fec.:

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

## Red de suministro de agua potable de Canet d'En Berenguer

### 01 OBRA CIVIL

#### 01.01 DEMOLICIONES Y RECOMPOSICIONES

01.01.01 DA02075	ML	Arrancado de bordillo, incluso base de hormigón y retirada de escombros a vertedero.	32.569,41	4,78 €	155.681,78 €
01.01.02 DA02110	m2	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE HASTA 10 CM. DE ESPESOR, CON CORTE LIMPIO Y RECTO DE LOS BORDES DE ZANJA, INCLUSO RETIRADA DE ESCOMBROS A VERTEDERO.	5.889,34	9,41 €	55.418,69 €
01.01.03 DA02640	m2	Demolición base de pavimento, de hormigón de 25 cm. de espesor, incluso retirada de escombros a vertedero.	558,89	18,14 €	10.138,26 €
01.01.04 DA02015	m2	DEMOLICIÓN DE ACERAS DE BALDOSA HIDRÁULICA, CON CORTE LIMPIO Y RECTO DE LOS BORDES DE ZANJA, INCLUSO BASE DE HORMIGÓN DE 10 CM. DE ESPESOR Y RETIRADA DE ESCOMBROS A VERTEDERO.	19.541,65	11,65 €	227.660,22 €
01.01.05 DA11110	m2	RECOMPOSICIÓN DE PAVIMENTO CON AGLOMERADO ASFÁLTICO DE 10 CM. DE ESPESOR, EXTENDIDO EN DOS CAPAS.	5.889,34	30,42 €	179.153,72 €
01.01.06 DA11075	ML	COLOCACIÓN DE BORDILLO, INCLUSO LECHO DE HORMIGÓN Y REJUNTADO CON MORTERO DE CEMENTO.	32.569,41	18,55 €	604.162,56 €
01.01.07 DA11025	m2	RECOMPOSICIÓN DE ACERA DE LOSETA DE HORMIGÓN (IMITACIÓN GRANITO) DE 18X12 CM, INCLUSO BASE DE HORMIGÓN Y MORTERO DE AGARRE.	19.541,65	21,46 €	419.363,81 €

**Total Capítulo 01.01**

**1.651.579,04 €**

#### 01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS

01.02.01 DA21025	m3	Excavación con medios mecánicos de zanja en tierra, con una tolerancia de rasanteo de +/- 5 cm.	41.054,52	8,73 €	358.405,96 €
01.02.02 DA21080	m3	Excavación manual de zanja en tierra, con una tolerancia de rasanteo de +/- 5 cm.	2.560,63	50,99 €	130.566,52 €
01.02.03 DA21410	m3	Tapado y compactado de zanja con aportación de material granular, en fondo de excavación, para mejora y consolidación del terreno, en capas de 25 cm. de espesor máximo, compactadas al 95% del proctor modificado.	7.787,08	14,00 €	109.019,12 €
01.02.04 DA21420	m3	Tapado y regado de zanja con aportación de arena o árido fino, en lecho, laterales y lomo de tubería (recubriendo ésta al menos 15 cm. por encima de la generatriz).	10.851,10	16,36 €	177.524,00 €
01.02.05 DA21450	m3	Tapado y compactado de zanja con aportación de zahorras limpias, procedentes de machaqueo, extendidas en capas de 25 cm. de espesor máximo, compactadas al 95% del proctor modificado.	17.340,69	22,94 €	397.795,43 €
01.02.06 DA21620	m3	Transporte de productos procedentes de la excavación, a vertedero.	43.615,14	6,81 €	297.019,10 €
<b>Total Capítulo 01.02</b>					<b>1.470.330,13 €</b>

### 01.03 HORMIGONES Y ALBAÑILERIA

01.03.01 PSF430	UD	Arqueta para ventosa diámetro 50 mm., formada por anillo prefabricado de hormigón vibrado (diámetro 1000 mm.) rematado con cono excéntrico (diámetro 1000/600 mm.) del mismo material, para colocación de la trapa, apoyados sobre solera de hormigón armado HA-25/P/20/IIa de 25 cm. de espesor, y anclaje mediante relleno lateral con hormigón en masa HM-20/B/20/I, incluyendo trapa de fundición diámetro 600 mm., y pates de polipropileno para acceso a interior.	85,00	434,08 €	36.896,80 €
01.03.02 PSF450	UD	ARQUETA PARA DESAGÜE DIÁMETRO 200-150 MM., FORMADA POR ANILLOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN VIBRADO (DIÁMETRO 1.200 MM. PARA ALOJAMIENTO VÁLVULA Y DIÁMETRO 1.000 MM. PARA POCETA DE DESCARGA, REMATADOS CON CONOS EXCÉNTRICOS 1.200/600 MM.Y 1.000/600 MM. DEL MISMO MATERIAL, PARA COLOCACIÓN DE LA TRAPA), APOYADOS SOBRE SOLERA DE HORMIGÓN ARMADO HA-25/P/20/IIA DE 25 CM. DE ESPESOR, Y ANCLAJE MEDIANTE RELLENO LATERAL CON HORMIGÓN EN MASA HM-20/B/20/I, INCLUYENDO TRAPA DE FUNDICIÓN DIÁMETRO 600 MM., Y PATES DE POLIPROPILENO PARA ACCESO A INTERIOR.	80,00	1.001,60 €	80.128,00 €
01.03.03 PSF315	UD	ARQUETA PARA VÁLVULA DIÁMETRO 350-250 MM., DE UNAS DIMENSIONES INTERIORES DE 1.20X1.60 M. Y PROFUNDIDAD SEGÚN PERFIL (APROX. 2.00 M.); FORMADA POR SOLERA DE HORMIGÓN DE 25 CM. DE ESPESOR, MUROS DE 20 CM. DE ESPESOR, Y LOSA DE CUBRICIÓN DE 20 CM. DE ESPESOR, TODO EN HORMIGÓN ARMADO HA-25/P/20/IIA, INCLUYENDO TRAPA DE FUNDICIÓN DIÁMETRO 600 MM., Y PATES DE POLIPROPILENO PARA ACCESO A INTERIOR.	50,00	1.317,92 €	65.896,00 €

01.03.04 DA31165	m3	HORMIGON VIBRADO H-200, CONSISTENCIA PLASTICA, TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO 25 MM., COLOCADO PARA RELLENO Y SUJECCION DE ANILLOS PREFABRICADOS, PARA FORMACION DE ARQUETAS Y POCETAS.	6.511,43	90,20 €	587.330,99 €
---------------------	----	--	----------	---------	--------------

**Total Capítulo 01.03** 770.251,79 €

**Total Capítulo 01** 3.892.160,96 €

## 02 TUBERIA, PIEZAS Y ACCESORIOS

### 02.01 TUBERIA, VALVULAS Y MECANISMOS

02.01.01 TU0045	m	Tubería de polietileno de 10 atm. de 110 mm.	16.805,46	19,65 €	330.227,29 €
02.01.02 TU0034	m	Tubería de hierro fundido PAM de Ø300 mm.	4.200,00	124,47 €	522.774,00 €
02.01.03 PZ0589	UD	Válvula de mariposa de Ø250 mm.	46,00	1.800,94 €	82.843,24 €
02.01.04 PZ0575	UD	Válvula de compuerta de cierre elástico de Ø125 mm.	169,00	345,56 €	58.399,64 €
02.01.05 PZ0577	UD	Válvula de compuerta de cierre elástico de Ø200 mm.	153,00	602,08 €	92.118,24 €
02.01.06 TU0044	m	Tubería de polietileno de 10 atm. de 90 mm.	115,64	17,47 €	2.020,23 €
02.01.07 TU0046	m	Tubería de polietileno de 10 atm. de 160 mm.	440,50	19,65 €	8.655,83 €
02.01.08 PZ0590	UD	Válvula de mariposa de Ø300 mm.	4,00	2.368,04 €	9.472,16 €
02.01.09 PZ0576	UD	Válvula de compuerta de cierre elástico de Ø150 mm.	5,00	347,68 €	1.738,40 €
02.01.10 TU0042	m	Tubería de polietileno de 10 atm. de 75 mm.	15.207,81	29,48 €	448.326,24 €
02.01.11 PZ0605	UD	Ventosa automática de Ø50 mm.	85,00	623,28 €	52.978,80 €
02.01.12 PZ0572	UD	Válvula de compuerta de cierre elástico de Ø60 mm.	40,00	353,96 €	14.158,40 €
02.01.13 PZ0573	UD	Válvula de compuerta de cierre elástico de Ø80 mm.	2,00	346,62 €	693,24 €
02.01.14 TU0047	m	Tubería de polietileno de 10 atm. de 200 mm.	4.565,57	38,21 €	174.450,43 €
<b>Total Capítulo 02.01</b>					<b>1.798.856,14 €</b>

### 02.02 PIEZAS ESPECIALES Y ACCESORIOS

02.02.01	m	Cinta verde de señalización subterránea.	41.334,98	0,06 €	2.480,10 €
----------	---	--	-----------	--------	------------

AC0003

**Total Capítulo 02.02** **2.480,10 €**

**Total Capítulo 02** **1.801.336,24 €**

### 03 MONTAJE

#### 03.01 MONTAJE DE TUBERIA Y PIEZAS

03.01.01 DE11430	UD	Montaje válvula compuerta, diámetro 150 mm.	2,00	97,27 €	194,54 €
03.01.02 DE11450	UD	Montaje válvula compuerta, diámetro 100 mm.	5,00	99,55 €	497,75 €
03.01.03 DE12480	UD	MONTAJE DE HIDRANTE, DIÁMETRO 80 MM.	189,00	59,60 €	11.264,40 €
03.01.04 DE11230	UD	MONTAJE DE VÁLVULA MARIPOSA, DIÁMETRO 250 MM.	46,00	198,69 €	9.139,74 €
03.01.05 DE12450	UD	MONTAJE DE VENTOSA, DIÁMETRO 50 MM.	85,00	31,80 €	2.703,00 €
03.01.06 MJ0045	UD	Tubería de fundición dúctil de Ø300 mm.	4.200,00	34,66 €	145.572,00 €
03.01.07 MJ0052	UD	Tubería de polietileno entre Ø160 y Ø200 mm.	15.207,81	15,00 €	228.117,15 €
03.01.08 MJ0051	UD	Tubería de polietileno entre Ø110 y Ø160 mm.	17.325,60	11,21 €	194.219,98 €
03.01.09 DE11432	UD	MONTAJE VÁLVULA COMPUERTA, DIÁMETRO 125 MM.	169,00	91,44 €	15.453,36 €
03.01.10 DE11220	UD	MONTAJE DE VÁLVULA MARIPOSA, DIÁMETRO 300 MM.	4,00	258,32 €	1.033,28 €
03.01.11 MJ0044	UD	Tubería de fundición dúctil de Ø250 mm.	4.565,57	27,02 €	123.361,70 €

**Total Capítulo 03.01 731.556,90 €**

**Total Capítulo 03 731.556,90 €**

**04 VARIOS**

**04.01 TRABAJOS VARIOS**

04.01.01 DA01750	PA	DESVIOS DE TRAFICO, SEÑALIZACION ADICIONAL Y MEDIOS AUXILIARES POR CONEXIONES Y CRUCES EN PUENTE PINEDO, ROTONDAS Y CARRETERA DEL SALER.	1,00	7.953,20 €	7.953,20 €
04.01.02 DO02110	PA	AVISO Y CERRADA DEL SERVICIO, MANIOBRANDO LAS VALVULAS NECESARIAS PARA AISLAR Y AFECTAR LA MENOR ZONA POSIBLE.	2,00	636,26 €	1.272,52 €
04.01.03 DO02120	PA	VACIADO DE LAS TUBERIAS DE LA ZONA CERRADA, MEDIANTE VERTIDO AL ALCANTARILLADO POR LOS MECANISMOS DE DESAGUE DE LA TUBERIA, O UTILIZANDO MEDIOS AUXILIARES DE BOMBEO.	2,00	397,67 €	795,34 €
04.01.04 DO02310	PA	DESINFECCION Y LIMPIEZA DE LA TUBERIA: LLENADO, CLORADO, ENJUAGADO Y ACHIQUE DEL AGUA DE LIMPIEZA.	1,00	4.358,36 €	4.358,36 €
04.01.05 DO02320	PA	PUESTA EN SERVICIO: LLENADO Y PUESTA EN CARGA DE LA TUBERIA, APERTURA DE VALVULAS, CORRECCION DE PRESIONES Y COMIENZO DEL SERVICIO.	1,00	596,50 €	596,50 €
04.01.06 DO03950	UD	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CARTEL ANUCIADOR DE LAS OBRAS, NORMALIZADO POR EL AYUNTAMIENTO DE VALENCIA.	2,00	1.749,70 €	3.499,40 €

**Total Capítulo 04.01 18.475,32 €**

**Total Capítulo 04 18.475,32 €**

**05 SEGURIDAD Y SALUD**

**05.01 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD**

05.01.01 ESS	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD, DESARROLLADO EN SEPARATA ADJUNTA.	1,00	48.528,47 €	48.528,47 €
-----------------	---	------	-------------	-------------

**Total Capítulo 05.01 48.528,47 €**

**Total Capítulo 05 48.528,47 €**

**Total Presupuesto 6.492.057,89 €**





# **PRESUPUESTO. RESUMEN DE CAPITULOS**

	Red de suministro de agua potable de Canet d'En Berenguer	Pág.: 1
	RESUMEN DE CAPÍTULOS	Ref.: prores2
		Fec.:

Nº Orden	Código	Descripción de los capítulos	Importe
----------	--------	------------------------------	---------

01	1	OBRA CIVIL	3.892.160,96
01.01	1.1	DEMOLICIONES Y RECOMPOSICIONES	1.651.579,04
01.02	1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	1.470.330,13
01.03	1.3	HORMIGONES Y ALBAÑILERIA	770.251,79
02	2	TUBERIA, PIEZAS Y ACCESORIOS	1.801.336,24
02.01	2.1	TUBERIA, VALVULAS Y MECANISMOS	1.798.856,14
02.02	2.2	PIEZAS ESPECIALES Y ACCESORIOS	2.480,10
03	3	MONTAJE	731.556,90
03.01	3.1	MONTAJE DE TUBERIA Y PIEZAS	731.556,90
04	4	VARIOS	18.475,32
04.01	4.1	TRABAJOS VARIOS	18.475,32
05	5	SEGURIDAD Y SALUD	48.528,47
05.01	5.1	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	48.528,47

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL ..... 6.492.057,89

13% Gastos Generales ..... 843.967,53

6% Beneficio Industrial..... 389.523,47

PRESUPUESTO TOTAL..... 7.725.548,89

21% I.V.A..... 1.622.365,27

PRESUPUESTO EJECUCION POR CONTRATA ..... 9.347.914,16

Suma el presente presupuesto la cantidad de:

NOVE MILLONES TRESCIENTOS CUARENTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS CATORCE EUROS CON DIECISEIS  
CÉNTIMOS

Diseño de la red de suministro de agua a una población de 20000 habitantes con alta variación estacional.



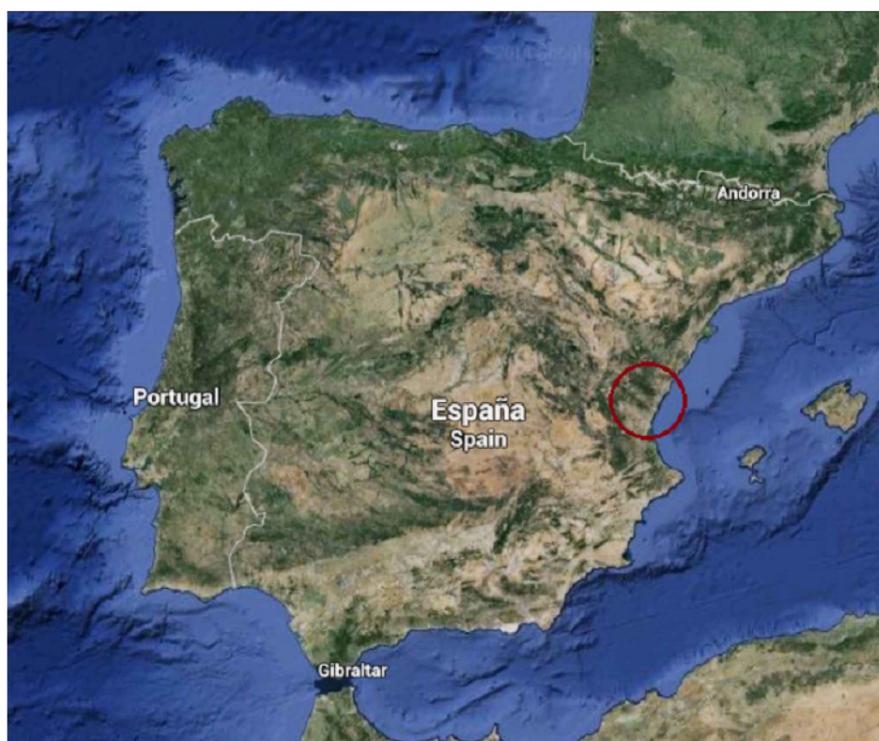
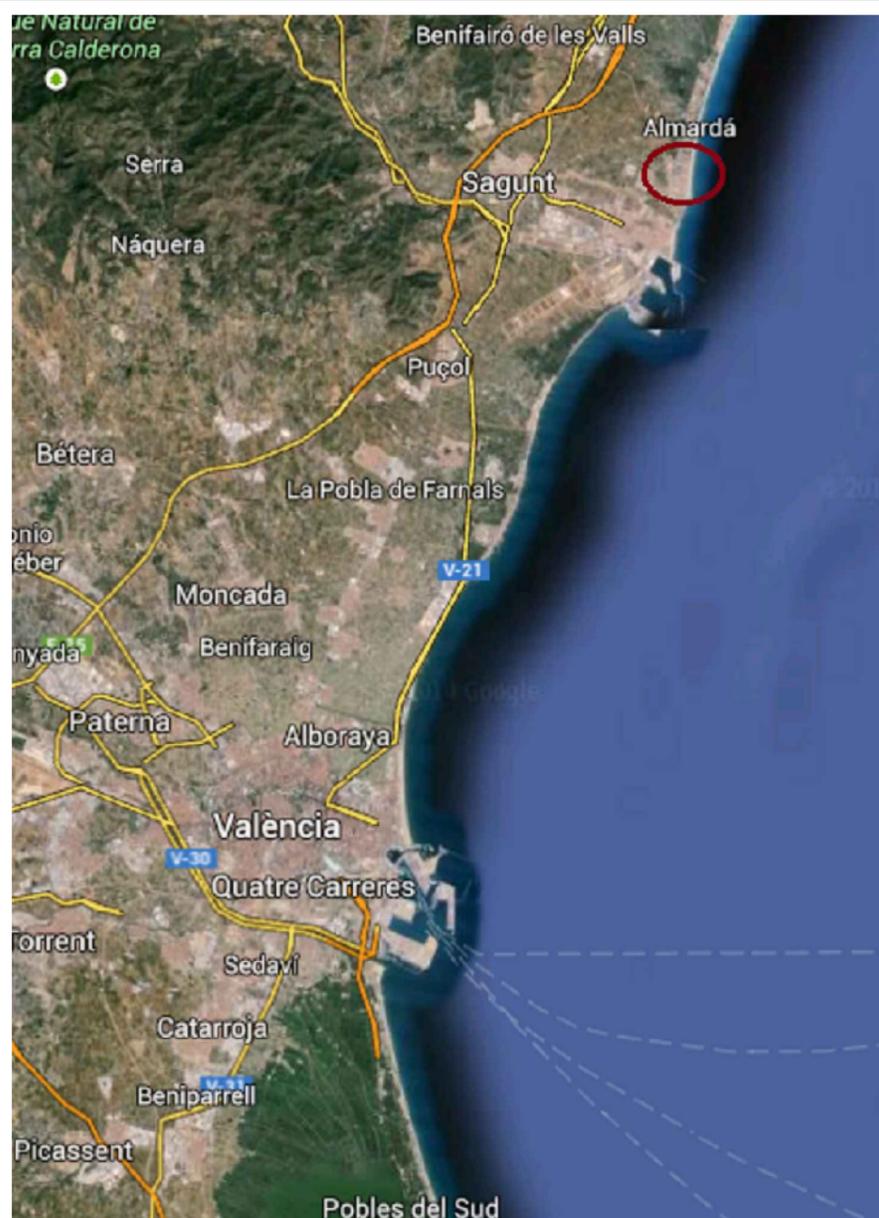
ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

# PLANOS



## ÍNDICE DE PLANOS

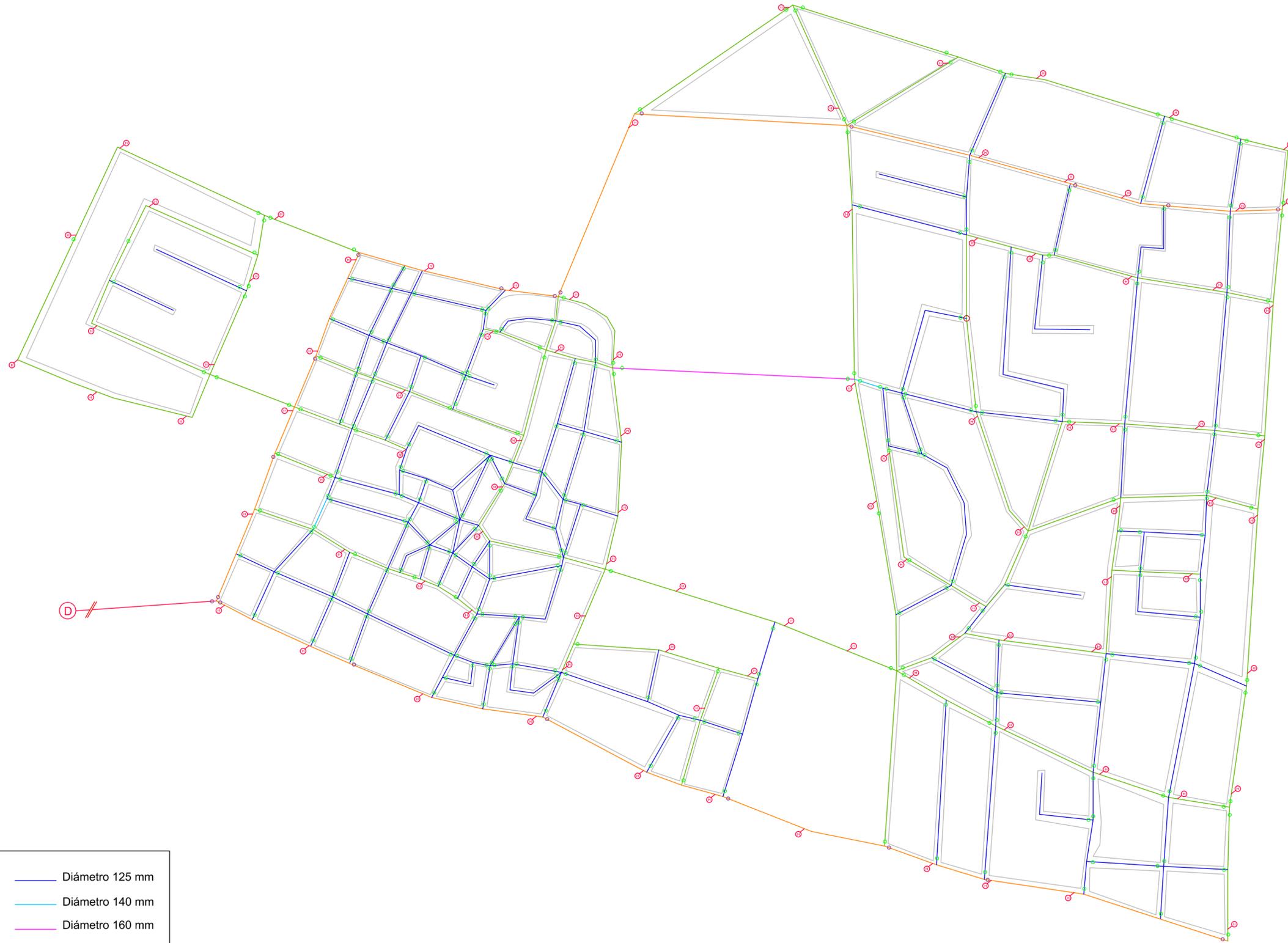
1. Localización de la red de abastecimiento
2. Diseño de la red de suministro de agua, localización de hidrantes y válvulas
3. Diseño de la red de suministro de agua con depósito
4. Tapado de zanjas
5. Codos y topes
6. Arquetas de desagües y ventosas
7. Arquetas para válvulas



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
 TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



<b>Diseño de la red de suministro de agua a una población de 20000 habitantes y alta variación estacional</b>	
Autor:	María Gómez Hernández
Fecha:	Julio 2014
Plano:	Localización de la red de abastecimiento
Escala:	
Nº Plano:	<b>1</b>



- Diámetro 125 mm
- Diámetro 140 mm
- Diámetro 160 mm
- Diámetro 180 mm
- Diámetro 250 mm
- Diámetro 350 mm
- Válvula compuerta
- Válvula mariposa
- H Hidrante incendio

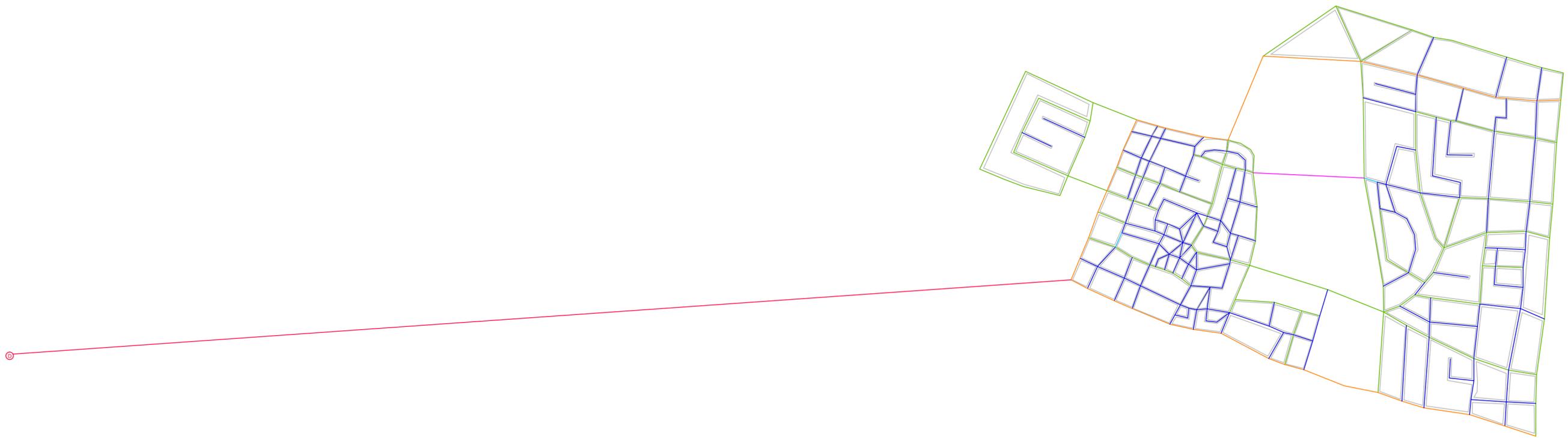


TRABAJO FINAL DE GRADO EN  
INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



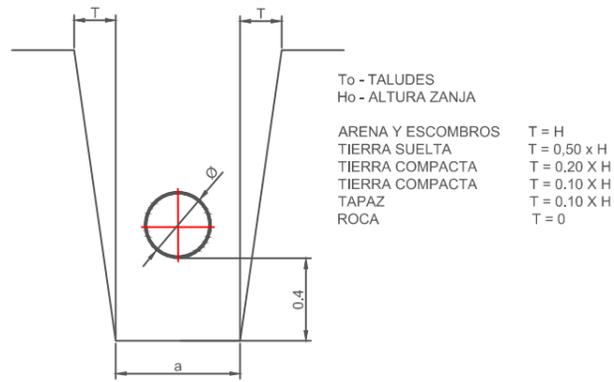
**Diseño de la red de suministro de agua de una población de 20000 habitantes y alta variación estacional**

Autor: María Gómez Hernández	Fecha: Julio 2014
Diseño de la red de suministro de agua, localización de hidrantes y válvulas	Escala: 1:5000
	Nº Plano: <b>2</b>



 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>	TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES	 <b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA</b>
<b>Diseño de la red de suministro de agua de una población de 20000 habitantes y alta variación estacional</b>		
Autor: <b>María Gómez Hernández</b>	Fecha: <b>Julio 2014</b>	
Plano: <b>Diseño de la red de suministro de agua con depósito</b>	Escala: <b>1:10000</b>	
	Nº Plano: <b>3</b>	

### ZANJAS TIPO

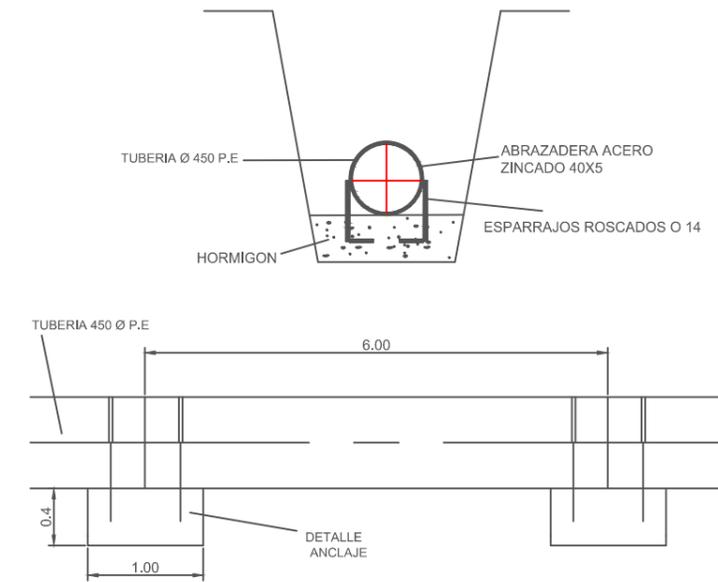


### TUBERIA DE POLIETILENO Y HIERRO FUNDIDO

#### B.- ANCHO ZANJA

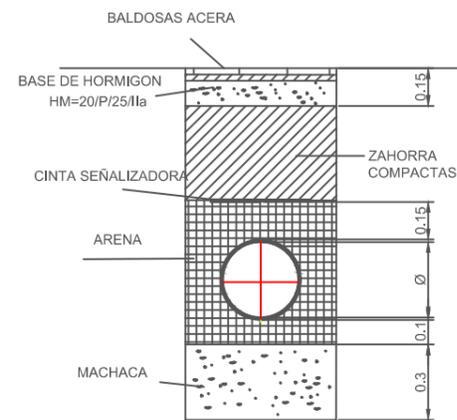
DIAMETRO	B TIERRA	B TAPAZ	B ROCA
100	0.60	0.60	0.60
150	0.60	0.60	0.60
200	0.60	0.60	0.60
250	0.60	0.60	0.60
300	0.85	0.75	0.65
350	0.90	0.80	0.70
400	1.00	0.90	0.80
450	1.05	0.95	0.85
500	1.10	1.00	0.90
600	1.20	1.10	1.00

### DETALLES DEL ANCLAJE TUBO DURMIENTES ANTIFLOTACION

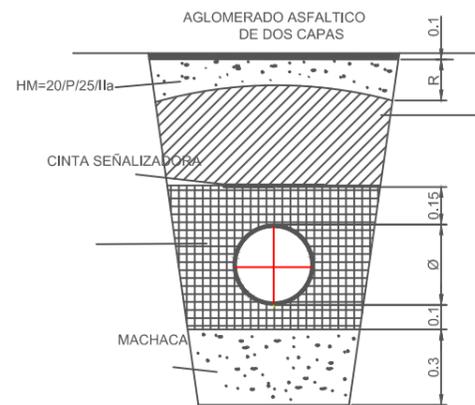


## TAPADO DE ZANJAS

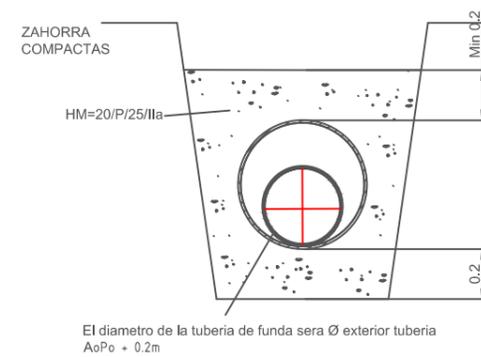
### ACERAS



### CALZADA



### PROTECCION DE CRUCES



## DISEÑO DE LA RED DE SUMINISTRO DE AGUA A UNA POBLACION DE 20000 HABITANTES CON ALTA VARIACION POBLACIONAL

Autor: **María Gómez Hernández**

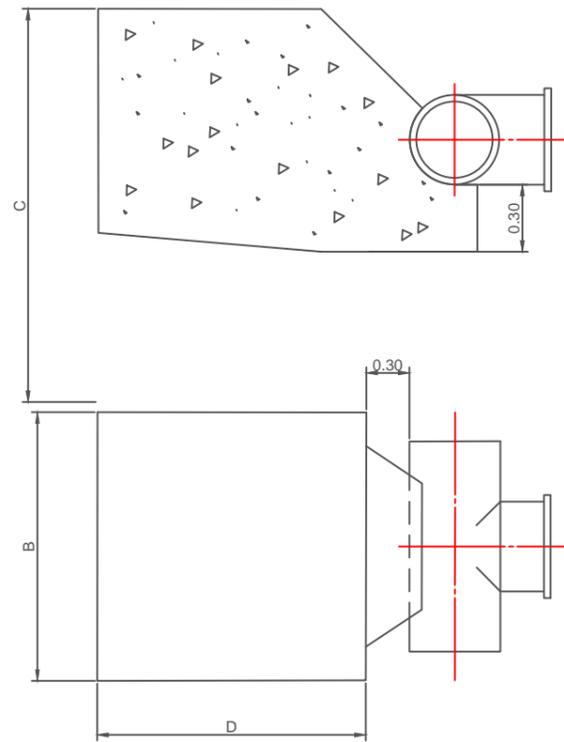
Fecha: **Julio 2014**

Plano: **TAPADO ZANJAS**

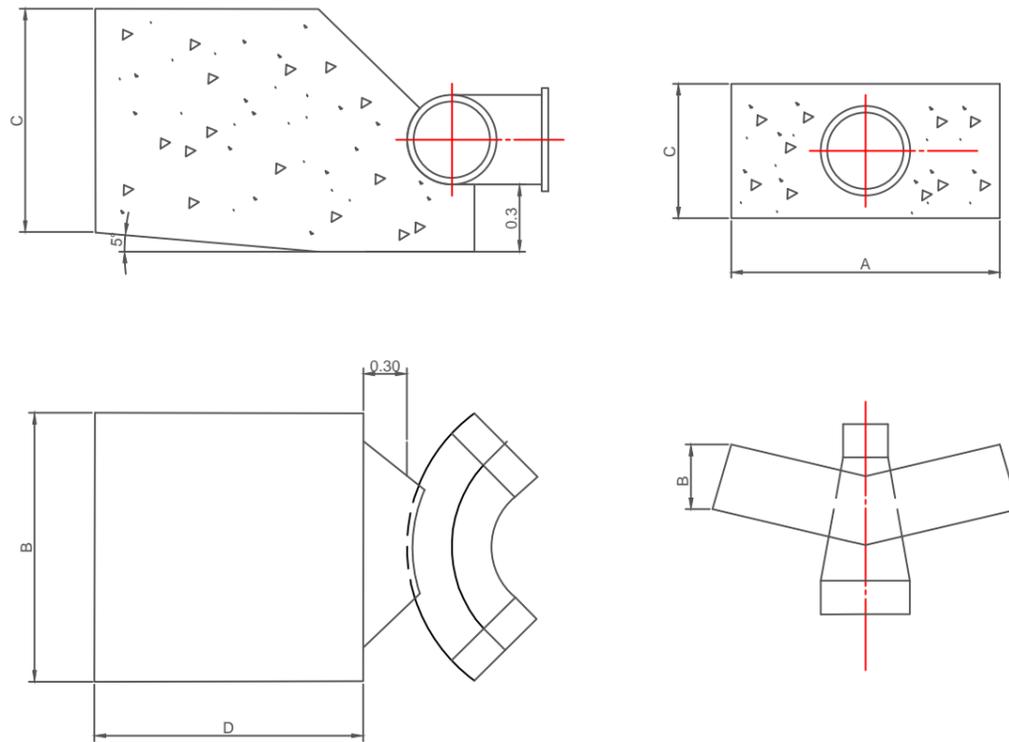
Escala: **1:20**

Nº Plano: **4**

TES



CODOS



PRESION DE 10 Atm  
TOPES PARA REDUCCIONES  
HORMIGON HM-20/P/25/IIa

REDUCCION	a	b	c	M3
1600-1400	5.50	3.00	1.30	21.42
1600-1200	6.00	3.60	1.85	39.96
1600-1000	6.00	3.95	2.35	44.55
1400-1200	5.00	2.50	1.50	18.58
1400-1000	6.00	4.00	1.45	34.27
1400-800	6.00	4.50	1.75	47.12
1200-1000	5.00	2.50	1.25	15.70
1000-800	4.68	2.35	1.17	12.85
800-600	4.30	2.16	1.08	10.00
600-500	3.16	1.58	0.79	3.92
600-450	3.56	1.78	0.89	5.62
600-400	3.85	1.93	0.96	7.13
500-450	2.38	1.20	0.60	1.69
500-400	2.95	1.47	0.74	3.21
500-300	3.57	1.79	0.89	5.71
450-400	2.29	1.15	0.57	1.51
450-350	2.83	1.42	0.71	2.85
450-300	3.18	1.59	0.80	4.01
400-350	2.20	1.10	0.55	1.33
400-300	2.71	1.35	0.68	2.50
400-250	3.03	1.52	0.76	3.48
350-300	2.10	1.05	0.53	1.16
350-250	2.58	1.29	0.65	2.14
350-200	2.86	1.43	0.72	2.94
300-250	1.99	1.00	0.49	0.98
300-200	2.42	1.22	0.60	1.78
250-200	1.86	0.93	0.46	0.80
250-150	2.25	1.13	0.56	1.42
200-150	1.70	0.85	0.43	0.62
200-100	2.04	1.02	0.52	1.07
150-100	1.50	0.75	0.40	0.45
100-80	1.00	0.50	0.30	0.13

TOPES PARA TES  
HORMIGON HM-20/P/25/IIa

Ø TES	a	b	c	M3
1600	4.50	4.50	4.50	91.39
1400	4.21	4.21	4.21	75.05
1200	3.72	3.72	3.72	51.41
1000	3.29	3.29	3.29	35.70
800	2.83	2.83	2.83	22.85
600	2.34	2.24	2.24	12.85
500	2.07	2.07	2.07	8.92
450	1.93	1.93	1.93	7.23
400	1.79	1.79	1.79	5.71
350	1.63	1.63	1.63	4.37
300	1.47	1.47	1.47	3.21
250	1.30	1.30	1.30	2.23
200	1.12	1.12	1.12	1.42
150	0.93	0.93	0.93	0.80
100	0.71	0.71	0.71	0.36
80	0.61	0.61	0.61	0.23

TOPES PARA CODOS  
HORMIGON HM-20/P/25/IIa

Ø CODOS	α	a	b	c	M3
1600	90°	5.05	5.05	5.05	129.24
1600	45°	4.12	4.12	4.12	69.94
1600	22°30'	3.29	3.29	3.29	35.65
1400	90°	4.73	4.73	4.73	106.14
1400	45°	3.85	3.85	3.85	57.44
1400	22°30'	3.08	3.08	3.08	29.28
1200	90°	4.17	4.17	4.17	72.70
1200	45°	3.40	3.40	3.40	39.34
1200	22°30'	2.72	2.72	2.72	20.06
1000	90°	3.69	3.69	3.69	50.48
1000	45°	3.01	3.01	3.01	27.32
1000	22°30'	2.40	2.40	2.40	13.93
800	90°	3.18	3.18	3.18	32.31
800	45°	2.59	2.59	2.59	17.49
800	22°30'	2.07	2.07	2.07	8.91
600	90°	2.63	2.63	2.63	18.17
600	45°	2.14	2.14	2.14	9.93
600	22°30'	1.71	1.71	1.71	5.01
500	90°	2.33	2.33	2.33	12.62
500	45°	1.89	1.89	1.89	6.83
500	22°30'	1.51	1.51	1.51	3.48

Ø CODOS	α	a	b	c	M3
450	90°	2.17	2.17	2.17	10.22
450	45°	1.76	1.76	1.76	5.53
450	22°30'	1.41	1.41	1.41	2.82
400	90°	2.00	2.00	2.00	8.00
400	45°	1.63	1.63	1.63	4.37
400	22°30'	1.30	1.30	1.30	2.23
350	90°	1.83	1.83	1.83	6.18
350	45°	1.49	1.49	1.49	3.34
350	22°30'	1.19	1.19	1.19	1.70
300	90°	1.65	1.65	1.65	4.54
300	45°	1.35	1.35	1.35	2.46
300	22°30'	1.07	1.07	1.07	1.25
250	90°	1.46	1.46	1.46	3.15
250	45°	1.19	1.19	1.19	1.70
250	22°30'	0.95	0.95	0.95	0.87
200	90°	1.26	1.26	1.26	2.01
200	45°	1.03	1.03	1.03	1.09
200	22°30'	0.82	0.82	0.82	0.55
150	90°	1.04	1.04	1.04	1.13
150	45°	0.85	0.85	0.85	0.61
150	22°30'	0.67	0.67	0.67	0.31

Ø CODOS	α	a	b	c	M3
100	90°	0.80	0.80	0.80	0.50
100	45°	0.65	0.65	0.65	0.27
100	22°30'	0.52	0.52	0.52	0.14
80	90°	0.69	0.69	0.69	0.32
80	45°	0.55	0.55	0.55	0.17
80	22°30'	0.45	0.45	0.45	0.09



TRABAJO FINAL DE GRADO EN  
INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



DISEÑO DE LA RED DE SUMINISTRO DE AGUA A UNA POBLACION DE  
20000 HABITANTES CON ALTA VARIACION ESTACIONAL

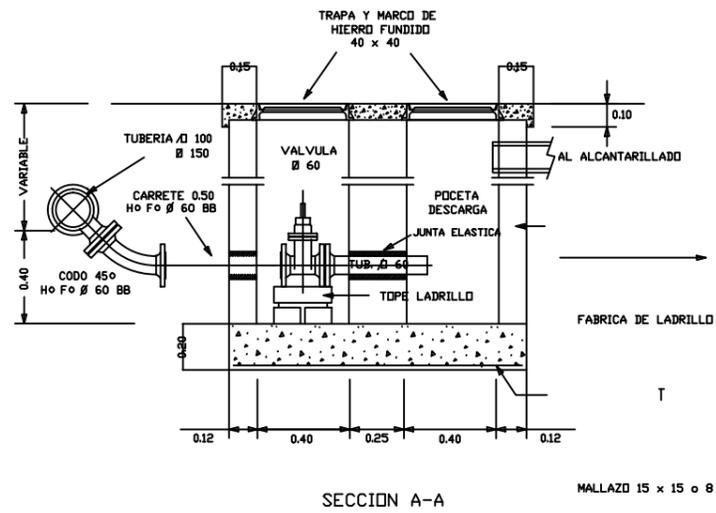
Autor: **María Gómez Hernández**

Fecha: **Julio 2014**

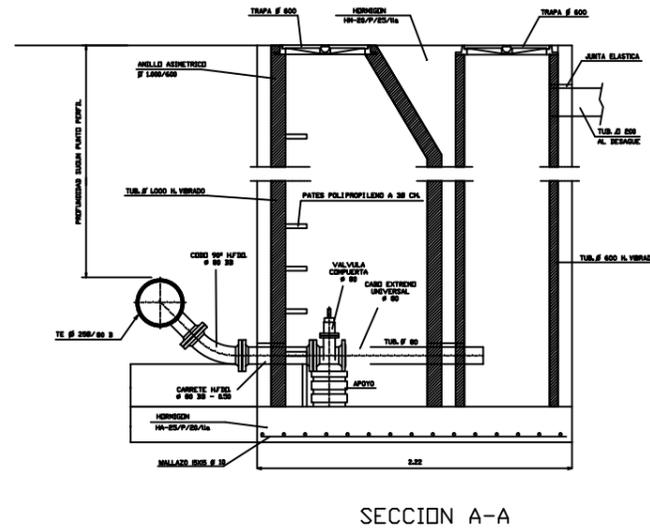
Plano:  
**CODOS Y TOPES**

Escala:  
Nº Plano: **5**

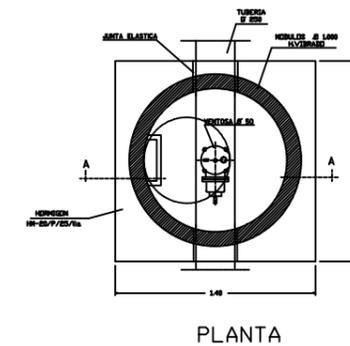
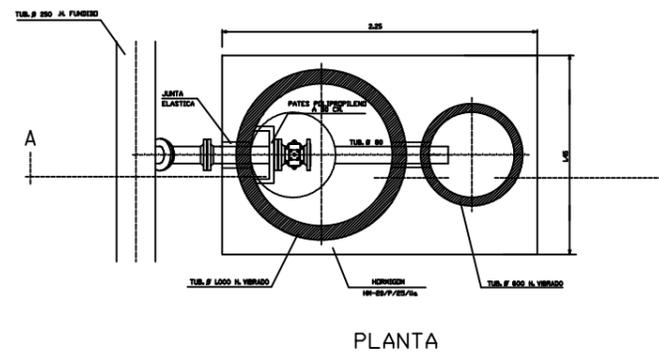
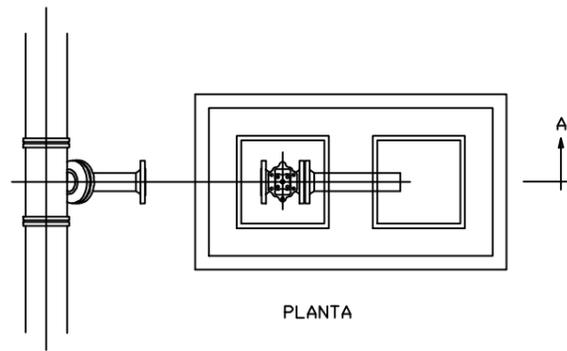
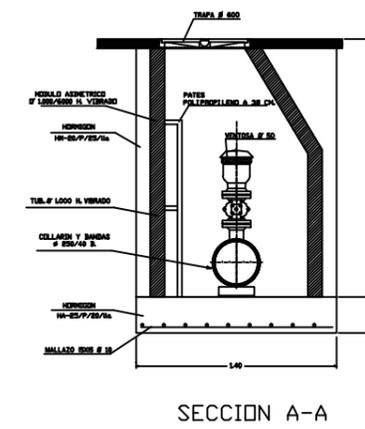
ARQUETA DESAGÜE Ø 60 EN ACERA



ARQUETA DESAGUE D 80 / TUB. D 250



ARQUETA VENTOSA D 50



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN  
INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA  
TÉCNICA  
SUPERIOR  
INGENIEROS  
INDUSTRIALES  
VALENCIA

DISEÑO DE LA RED DE SUMINISTRO DE AGUA A UNA POBLACION DE  
20000 HABITANTES CON ALTA VARIACION ESTACIONAL

Autor: María Gómez Hernández

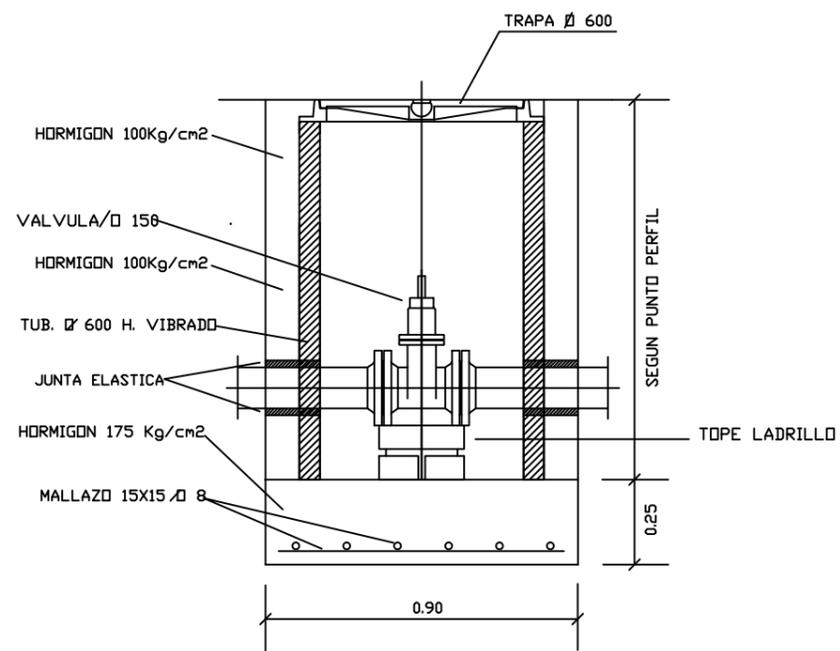
Fecha: Julio 2014

Plano: ARQUETAS DE DESAGUES Y VENTOSAS

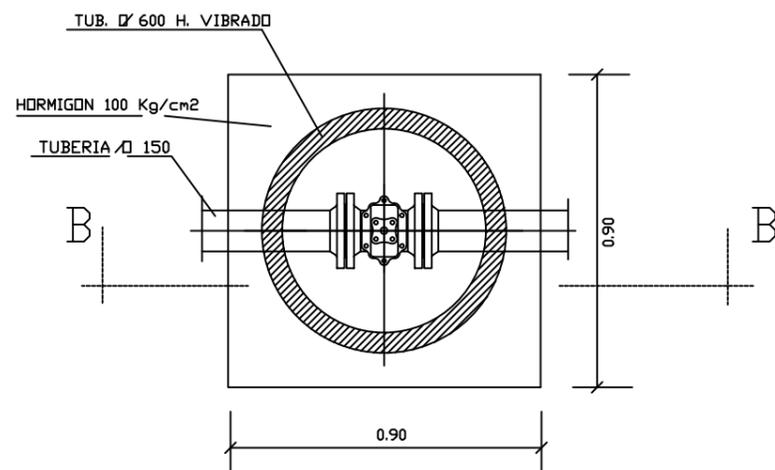
Escala: 1/20

Nº Plano: 6

ARQUETA VALVULA D 150

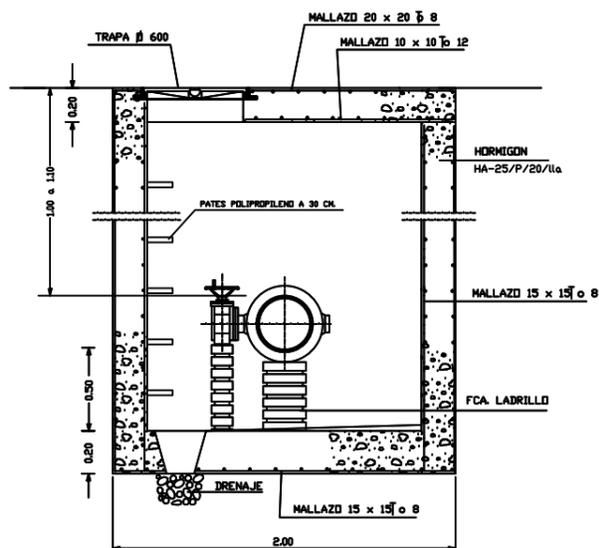


SECCION B-B

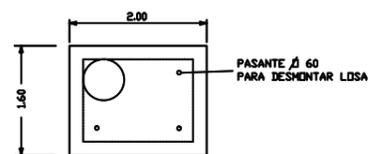


PLANTA

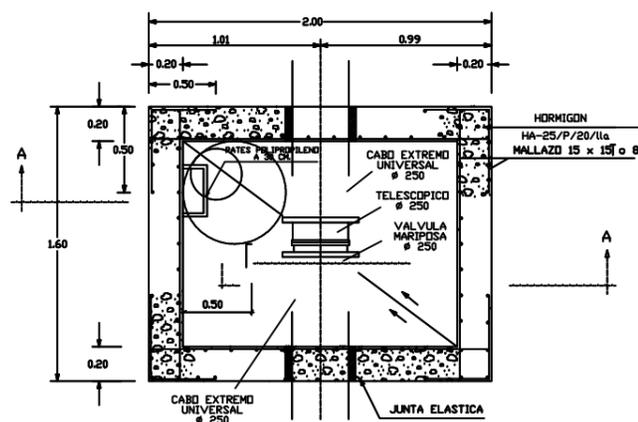
ARQUETA VALVULA D. 250



SECCION A-A

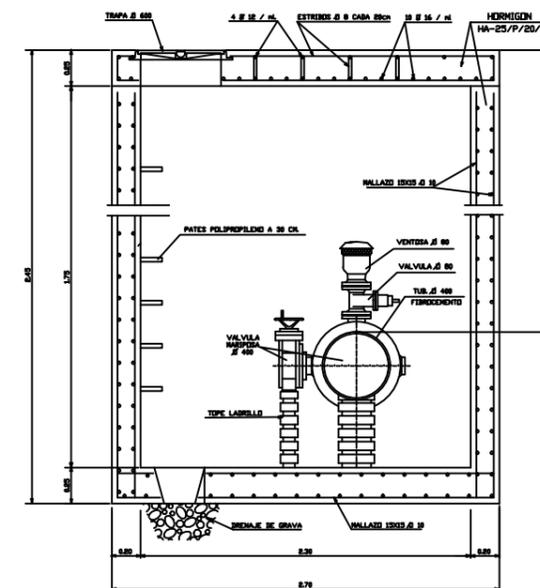


DETALLE LOSA ESC/1/50

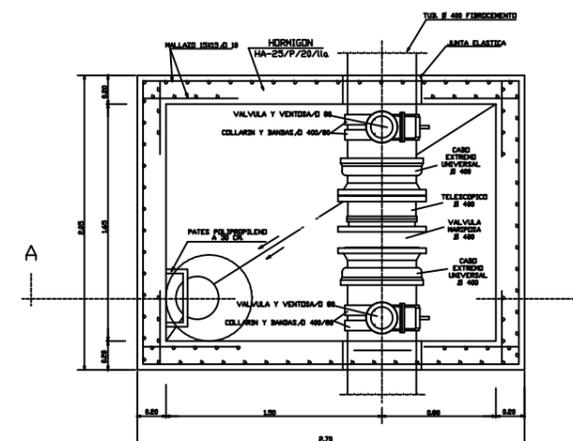


PLANTA

ARQUETA VALVULA D. 300-400



SECCION A-A



PLANTA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

DISEÑO DE LA RED DE SUMINISTRO DE AGUA A UNA POBLACION DE 20000 HABITANTES CON ALTA VARIACION ESTACIONAL

Autor: María Gómez Hernández

Fecha: Julio 2014

ARQUETAS PARA VALVULAS

Escala: 1/20

Nº Plano: 7



# ANEJOS

Diseño de la red de suministro de agua a una población de 20000 habitantes  
con alta variación estacional.



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA



## ÍNDICE

<b>ANEJO 1 FUNDAMENTOS DE REDES HIDRÁULICAS A PRESIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>ENERGÍA DEL FLUJO .....</b>	<b>1</b>
Concepto de altura .....	2
<b>FLUJO DE LÁMINA LIBRE.....</b>	<b>4</b>
<b>FLUJO A PRESIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>ANEJO 2 MODELO MATEMATICO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO: Epanet .....</b>	<b>7</b>
La modelación cuasi estática.....	7
Manejo del programa Epanet.....	8
Modelo de Simulación Hidráulica .....	9
<b>ANEJO 3. Clasificación de redes de distribución de agua.....</b>	<b>11</b>
<b>ANEJO 4. MATERIALES DE LAS TUBERIAS ESTUDIADAS.....</b>	<b>13</b>
Fundición dúctil.....	13
Poliétileno (PEAD, polietileno de alta densidad).....	14
<b>ANEJO 5. IDENTIFICACION DE LOS NUDOS Y TUBERIAS .....</b>	<b>15</b>
<b>ANEJO 7 NECESIDADES HÍDRICAS .....</b>	<b>27</b>
NECESIDADES HÍDRICAS DE CANET D'EN BERENGUER.....	27
CONCLUSIÓN .....	27
<b>ANEJO 8 CALCULO DE LA DEMANDA BASE.....</b>	<b>29</b>
<b>ANEJO 9 PROCEDIMIENTO ITERATIVO PARA CALCULO ÓPTIMO DE DIÁMETROS.....</b>	<b>37</b>
INTRODUCCION DE LA CURVA DE MODULACION .....	37
MODULACION ANUAL .....	37
MODULACION DIARIA.....	38
ITERACIONES.....	39
DISEÑO DE UNA ARTERIA PRINCIPAL EN LA RED .....	39
DISEÑO FINAL DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	40
<b>ANEJO 10. OPERACIONES DE LA RED EN HORA PUNTA .....</b>	<b>45</b>
<b>EN CONDICIONES DE OPERACIÓN NORMALES .....</b>	<b>45</b>
Cambio de diámetros, diámetros finales. ....	45
Condiciones normales .....	46



<b>EN CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL HIDRANTE MÁS DESFAVORABLE .....</b>	<b>48</b>
<b>Ensayo del hidrante más desfavorable .....</b>	<b>48</b>
<b>EN CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA ROTURA MÁS DESFAVORABLE.....</b>	<b>52</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEJO 10. ANÁLISIS DINÁMICO .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEJO 11 CÁLCULO DE MEDICIONES PARA PRESUPUESTO .....</b>	<b>69</b>
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS .....</b>	<b>69</b>
<b>DEMOLICION.....</b>	<b>69</b>
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS.....</b>	<b>73</b>
<b>TUBERÍAS Y PIEZAS Y ACCESORIOS .....</b>	<b>74</b>
<b>MONTAJE.....</b>	<b>75</b>

## ANEJO 1 FUNDAMENTOS DE REDES HIDRÁULICAS A PRESIÓN

Para introducir el análisis hidráulico de redes de distribución se debe hablar en un principio de la tipología del abastecimiento del agua. Pues la conducción del agua puede hacerse como flujo de lámina libre o a presión.

### ENERGÍA DEL FLUJO

En el siglo XVIII, Daniel Bernouilli formuló la ecuación para el flujo estacionario de fluidos que describe la relación entre presión, velocidad y elevación de cualquier punto del flujo. Su adecuación a tuberías de presión es posible introduciendo el concepto de pérdidas de carga en tubería gracias a los trabajos de Weisbach (1845) y Darcy.

La ecuación de Bernouilli, basada en la ecuación del balance de fuerzas expresada por Euler, incorpora dos condiciones adicionales que la diferencian de ésta y la definen tal y como la conocemos hoy en día. La ecuación de Euler representa el balance de fuerzas diferenciales por unidad de masa que actúa sobre una partícula de fluido que se mueve a lo largo de una línea de corriente, inmersa en un fluido ideal y unidimensional.

$$\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial P}{\partial s} + g \cdot \frac{dz}{ds} + \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial v^2}{\partial s} = 0$$

Flujo en régimen permanente e  
 $v = cste$  y  $\rho = cste$   
incompresible.

La ecuación de Bernouilli representa un balance energético del recorrido que hace una partícula entre dos puntos concretos, a lo largo de una línea de corriente, e inmersa en un flujo ideal, unidimensional en  $s$ , permanente e incompresible.

$$\int_2^1 \frac{\partial}{\partial s} \cdot \left( \frac{P}{\rho} + g \cdot z + \frac{v^2}{2} \right) \cdot ds = 0$$

Obtenemos las tres formas de energía que representa un fluido; energía de presión o elástica  $\frac{P}{\gamma}$ , energía potencial o de gravedad  $z$  y energía cinética  $\frac{v^2}{2 \cdot g}$ ; comúnmente nos referimos a estos tres términos con el nombre de altura, que relaciona la energía por unidad de peso con una longitud. La ecuación anterior se puede expresar en energía por unidad de peso y diferenciando las tres alturas, esta ecuación es la más utilizada.

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$$

### Concepto de altura

La forma más común de la ecuación de Bernoulli plantea el balance energético entre dos secciones de un flujo en forma de energía por unidad de peso.

$$\frac{[Energía]}{[Peso]} = \frac{[F] \cdot [L]}{[F]} = [L]$$

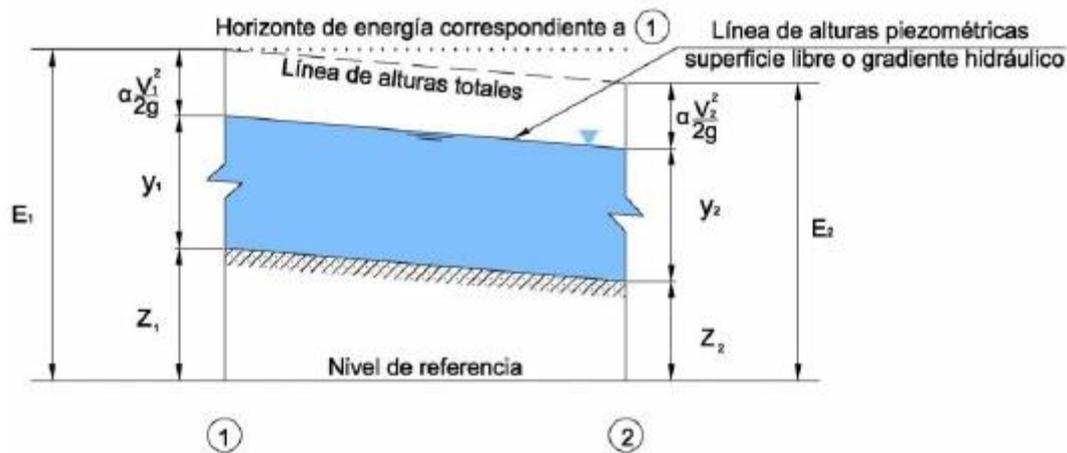
Como podemos observar la ecuación presentará unidades de longitud, independiente del sistema o red que se utilice. Habríamos llegado al mismo resultado comprobando únicamente el término de cota (Z), ya que se mide en longitud. Sin embargo habrá que subrayar que esos metros provienen de energía por unidad de peso y no a una longitud física, así se denomina “metros de columna de fluido”, mcf; en este trabajo “metros de columna de agua”, mca.

La altura total se representa por la suma de los tres términos de altura por unidad de peso que tiene cada partícula de fluido en una sección concreta.

$$B = \frac{p}{\gamma} + z + \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

La altura piezométrica corresponde únicamente con la suma de los términos de altura de presión y cota. Esta altura corresponde con la altura que alcanza el agua en el interior de un tubo piezométrico, lo que resulta más práctico en aquellos sistemas donde la altura cinética presenta un valor despreciable. En el caso de los sistemas de distribución de agua, en los que la velocidad del agua es 2 m/s, se da lugar a alturas cinéticas de 0,2 mca, mientras que los desniveles en la red y la presión llegan a alcanzar varias decenas de metros.

En la siguiente figura vemos las alturas totales y piezométricas entre dos puntos de una conducción cerrada.



La ecuación de Bernoulli es sólo aplicable a sistemas donde las pérdidas energéticas sean despreciables. Por lo tanto el siguiente paso es escribir la ecuación de Bernoulli generalizada donde aparecen las inercias, los aportes de energía y las pérdidas energéticas debidas tanto a la fricción del agua en la tubería como a los diferentes elementos de la red que introducen pérdidas localizadas.

### ***Término de inercia.***

El término de inercia aparece cuando hablamos de flujos transitorios, con velocidad cambiante es decir con aceleración del flujo. Sin embargo no lo tendremos en cuenta, el programa informático que se utilizará en este trabajo presenta un modelo cuasi-estático, por lo que la ecuación de Bernoulli será la vista anteriormente.

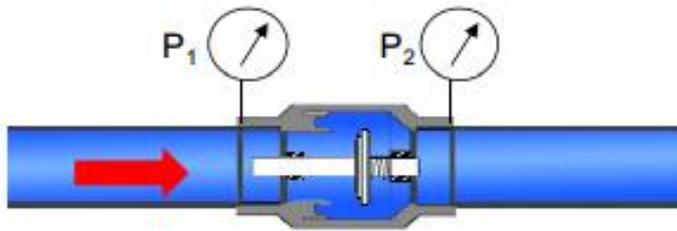
### ***Pérdidas por fricción***

Las pérdidas por fricción se producen a lo largo de las tuberías debido al rozamiento mecánico de las partículas de fluido en su recorrido a través de la misma. La forma más habitual de modelar las pérdidas por fricción es a través de la ecuación de Darcy-Weissbach:

$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$ , también expresadas en mca. Estas pérdidas dependen tanto de la geometría del conducto, como de la velocidad del fluido dentro de ella y del factor de fricción que se verá cómo calcularlo más adelante.

### ***Pérdidas menores***

Las pérdidas menores se producen cuando el fluido atraviesa el interior de elementos accesorios de la instalación como válvulas, acoplamientos, entradas a depósitos o salidas de los mismos, instrumentación de medición, etc. Se presentan puntualmente y se denotan como  $\sum_{i=1}^{n_e} h_{mi}$ , siendo  $n_e$  el número de elementos que generan pérdidas menores. Se calculan como la diferencia de presión interna del fluido expresada en mca entre los dos puntos que engloban el elemento, como se refleja en la siguiente figura:



$$h_m = B_1 - B_2 = \left( \frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} \right) - \left( \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \right) \cong \frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma}$$

### FLUJO DE LÁMINA LIBRE

El flujo en lámina libre se define perfectamente en los cauces de ríos o conductos parcialmente llenos, en los que el flujo presenta su superficie en contacto con la atmósfera. Existen diferentes aplicaciones como el flujo en ríos y cauces, el transporte de agua por canales, y sistemas de evacuación de aguas tanto pluviales como residuales. Sin embargo, entre las aplicaciones del flujo de lámina libre no aparece la conducción del agua para el abastecimiento poblacional, aplicación que presenta principalmente el flujo a presión.

La diferencia básica y fundamental entre este modo de transporte de líquido y la conducción por tuberías a presión está en el hecho de que el fluido no puede almacenar energía elástica (energía a presión), por lo que el líquido solamente dispondrá de las energías potencial y cinética. De esta forma, no cabría la posibilidad de que el fluido ascendiera por una conducción abierta, excepto que por inercia subiera una pequeña rampa. De esta manera en el flujo en lámina libre, el trabajo que siempre hay que realizar para vencer las fuerzas de rozamiento sólo lo puede aportar la energía potencial gravitatoria. Esto se resume en que el flujo en lámina libre siempre tiene que ir de una cota superior a una cota inferior.

### FLUJO A PRESIÓN

El almacenamiento de energía elástica en forma de presión caracteriza al flujo a presión. Dicho de otro modo, puede ganar cota a costa de perder energía elástica o de presión, aun venciendo el rozamiento que se opone a su movimiento.

En este apartado se introducirá la ecuación de continuidad para definir el balance de materia en flujos incompresibles estacionarios, establece que la suma de caudales que

se dirigen hacia el nudo es igual a la suma de los que lo abandonan. En esta ecuación consideraremos tanto los caudales entrantes y salientes de un nudo  $Q_{ij}$  positivos cuando el fluido sea aportado a la red y negativo cuando salga de esta, tanto las demandas de los abonados de la red  $D_i$  como flujo saliente (negativo), tanto las aportaciones de agua a la red  $S_i$  por embalses, pozos, etc. Extendiendo la ecuación a la red, obtendríamos que la suma de las demandas y las fugas que pueden existir sea igual a la de los aportes  $A_i$ .

$$\sum_{i=1}^n A_i = \sum_{j=1}^N (D_j + F_j)$$

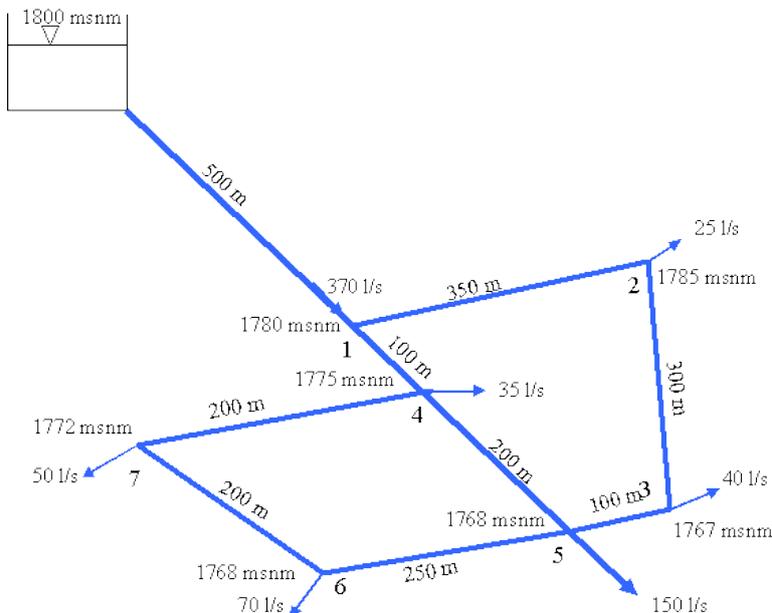
Donde N es el número de nudos total de la red, mientras que n es el de puntos desde los cuales se inyecta agua al sistema



## ANEJO 2 MODELO MATEMATICO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO: Epanet

El nivel de vida de una población va estrechamente ligado con el consumo de agua, además hay que tener en cuenta que la presión del agua y la calidad de suministro son variables en el espacio y en el tiempo, de este modo el modelo informático es el más aconsejable tanto para analizar como diseñar una red de abastecimiento.

De este problema nace el programa informático de dominio público, Epanet, desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, la EPA. Éste permite el análisis de sistemas de distribución de agua potable, y además, permite trabajar con períodos de simulación sobre hidráulica y el comportamiento de la calidad de las aguas dentro de la red presurizada.



### La modelación cuasi estática

El análisis estático tiene validez exclusivamente instantánea, en un momento dado. Tradicionalmente, las tuberías se dimensionan considerando el estado estacionario del sistema más desfavorable, y por ello, los modelos estáticos son una herramienta auxiliar de los modelos de diseño.

Centrándonos en sistemas de distribución de agua, tanto los consumos como los caudales y presiones varían a lo largo del día, existen grandes fluctuaciones diarias importantes acorde con las necesidades de la población a abastecer.

El modelo **cuasi-estático** o **simulación en periodo extendido**, permite crear un conjunto de todos los momentos estáticos a lo largo de un periodo de tiempo. Este sistema es de gran utilidad en el comportamiento evolutivo de un sistema hidráulico a presión. Dentro de este análisis se encuentra la simulación de la evolución de las variables asociadas a la red en un periodo de tiempo, por ejemplo 24 horas. Estas variables serán la presión, niveles de depósitos y caudales, y se asociaran a condiciones de contorno como las demandas, que varían lentamente con el tiempo, para resolver el problema.

Además, en este modelo es despreciable la inercia del agua al presentar esta última variaciones de velocidad despreciables, de forma que supone que los equilibrios hidráulicos se establecen de un modo casi instantáneo.

## Manejo del programa Epanet

El programa Epanet representa un modelo en condiciones de cuasi-equilibrio. De esta forma se hará una aproximación del comportamiento real de la red estudiada, sin presentar cambios bruscos en la red además de diferentes factores. Sin embargo, existen algunos fenómenos reales y rápidos como un reventón en una tubería, golpe de ariete al cerrar una válvula de no retorno, el inicio o la parada de una bomba, etc. Éstos son fenómenos muy rápidos y Epanet no tiene capacidad para calcularlos, no obstante, como se verá más adelante, se estudiarán diferentes ensayos tanto para roturas como para hidrantes de incendios.

El programa informático Epanet, permite modelizar un sistema de distribución de agua mediante una serie de líneas interconectadas a partir de nudos. Los nudos representan las conexiones, embalses y depósitos de la red, mientras que las líneas representan las tuberías, bombas y válvulas.

**Nudo o conexión:** El nudo es un punto con cota determinada por donde sale agua de la red. La información básica que se requiere para las conexiones es la cota y la demanda puntual de agua. En los nudos es conocida la demanda y desconocida la presión.

Las conexiones también pueden tener:

La demanda puede ser negativa cuando inyectas agua a la red desde ese nudo por ejemplo el nudo de conexión de un embalse.

La demanda puede ser variable con el tiempo, para ello se usaran las curvas de modulación que modificará la demanda media introducida en cada nudo.

**Embalse:** El embalse actúa como fuente de suministro de agua a la red, se suelen considerar fuentes infinitas externas o sumideros para el sistema. En Epanet no se determina su volumen según las entradas y salidas de agua, sino que se supone que su tamaño es muy grande en comparación con el sistema, pues son utilizados para modelizar lagos, ríos, acuíferos subterráneos y conexiones con otros sistemas. El embalse se caracteriza por su altura piezométrica, y en el modelo supone un punto donde se desconoce el caudal y se conoce la altura total (cota + presión).

**El depósito o tanque:** El depósito es un nudo con capacidad limitada de almacenar agua, o variable a lo largo de la simulación.

**La tubería:** La tubería es el medio que permite el transporte de agua entre diferentes partes del sistema.

Epanet asume que siempre están llenas, y además se pueden abrir o cerrar o limitar el flujo a una sola dirección a partir de sus propiedades.

### Modelo de Simulación Hidráulica

#### DATOS DE ENTRADA:

- Características de las conducciones:
  - Longitud
  - Diámetro
  - Rugosidad
- Características de componentes espaciales
  - Niveles de los depósitos
- Consumo de los nudos
- Altura piezométrica de referencia (suma de altura de presión y cota)

#### INCÓGNITAS-DATOS DE SALIDA:

- Caudales circulantes por tuberías
- Alturas piezométricas

El modelo de simulación hidráulica de Epanet calcula alturas en conexiones y caudales en líneas, para un conjunto fijo de niveles de embalse, niveles de depósitos, y demandas de agua a lo largo de una sucesión de instantes temporales.

Desde un instante de tiempo, los valores de niveles de depósitos y demandas en las conexiones son actualizadas siguiendo los patrones de tiempo que se les ha asociado.

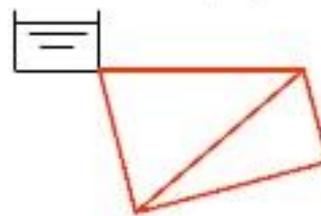
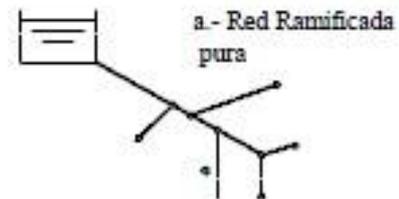


### ANEJO 3. Clasificación de redes de distribución de agua

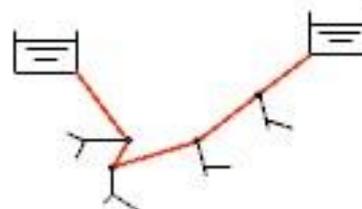
Las redes de abastecimiento de agua potable también se pueden clasificar según la estructura que presentan en redes ramificadas, malladas o mixtas.

Las redes ramificadas presentan un caudal que se va bifurcando en dos caudales en cada nudo de demanda, y así en cada nudo hasta que se acaba la red, de esta forma la primera conducción por la que pasa el agua tendrá un caudal mucho mayor que el de la última, por lo que las pérdidas aumentan conforme nos adentramos en la red. Este tipo de redes se utiliza principalmente en instalaciones interiores, industriales y de PCI, además de pequeñas urbanizaciones y redes de riego. El diseño de esta red es sencillo con regulación simple y abaratando el coste ya que de esta forma se usan los mínimos metros lineales de tubería. Aunque el mayor problema que presentan las redes ramificadas es la rotura o avería en una de las tuberías, ya que al dejar de pasar agua la población que se encuentra aguas debajo de esta se queda sin agua lo que presenta una falta de seguridad importante, problema que no pasa con las redes malladas.

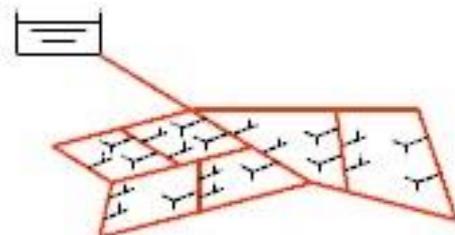
Por otra parte las redes malladas presentan un sistema más complejo donde pueden diseñarse arterias o anillos con una regulación más compleja, de forma que aumenta el coste de la instalación. La red mallada no es más que una red ramificada que se malla por los extremos, intentamos llevar al lado de la seguridad, evitando el colapso de la red en el momento que hay una rotura o avería, y pudiendo aún así cubrir las demandas requeridas gracias a válvulas de corte. Permite además mejores garantías sanitarias evitando la estancamiento del agua ya que este tipo de redes hace circular constantemente el agua. Y finalmente, el equilibrio de la presión juega un papel importante si la red está bien dimensionada definiéndose en un



b.- Red Mallada pura



c.- Red Mixta  
Zona mallada ———  
Zona ramificada ———



d.- Red Mixta  
Zona mallada ———  
Zona ramificada ———



intervalo que sugiere la norma UNE-EN 805. Las redes malladas dan opción a presentarse en poblaciones de mayor tamaño donde se requiera mayor seguridad de suministro. Y el tercer tipo de red es la mixta que presenta ventajas tanto de la ramificada como de la mallada.

## ANEJO 4. MATERIALES DE LAS TUBERIAS ESTUDIADAS

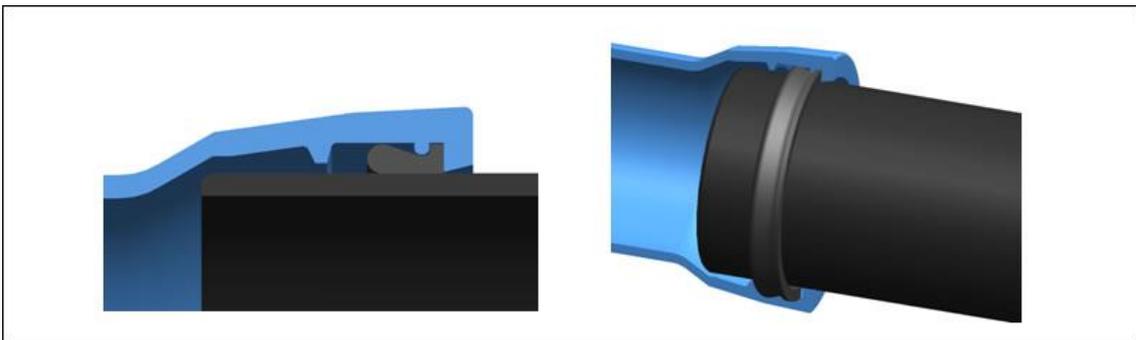
Los materiales admitidos por el servicio de Agua en el proyecto y construcción de redes de distribución son los que se desarrollan a continuación:

### Fundición dúctil

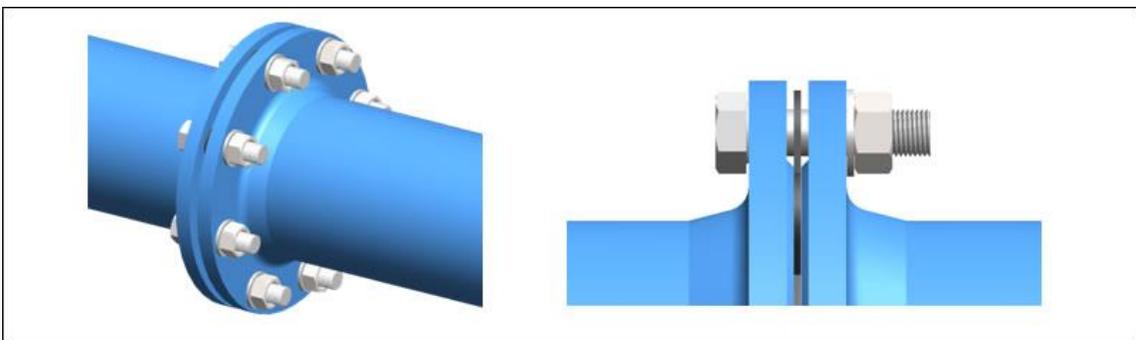
La fundición dúctil destinada a la fabricación de tubos deberá cumplir la norma UNE-EN 545. Los conductos en fundición dúctil presentan resistencia al choque, a la tracción, al alargamiento y gran elasticidad. Sin embargo, la rugosidad interna a la vez que la corrosión, la rigidez de las uniones son inconvenientes que presenta este material.

La tubería de fundición dúctil se empleará obligatoriamente para diámetros iguales o superiores a DN 300 mm. Las tuberías de fundición dúctil deberán estar protegidas por poliuretano o polietileno dependiendo de la agresividad del terreno.

Las juntas con enchufe serán de tipo automático. El material utilizado para los anillos de junta será una goma normalizada.



Para el caso de tubos con bridas, serán de fundición dúctil centrifugados y llevarán soldadas las bridas. La arandela de junta de bridas tendrá un espesor mínimo y estará reforzada si fuese necesario.



### **Polietileno (PEAD, polietileno de alta densidad)**

Se utilizará Polietileno de Alta Densidad (PEAD) para diámetros comprendidos entre 100 y 250 mm.. Todos los tubos, uniones y piezas especiales se protegerán con revestimiento tanto en el interior como en el exterior, y los codos estarán estar protegidos con una capa de hormigón para contrarrestar las presiones que ejerce el fluido en los cambios de dirección.

Las principales ventajas de las conducciones de polietileno son la flexibilidad, resistencia química y a la corrosión, excelente estanqueidad, impermeabilidad a los gases, baja rugosidad y durabilidad.

Hay diferentes tipos de unión de tuberías de polietileno:

- Unión mediante accesorios mecánicos
- Unión mediante accesorios electrosoldables: Los accesorios deberán ir etiquetados con códigos de barras que contengan los parámetros de soldadura y la unión se efectuará, exclusivamente, con maquinaria de soldadura automática y provista de lápiz óptico para lectura del código de barras del accesorio.
- Unión mediante soldadura a tope: este tipo de soldadura se utilizara para materiales compatibles para su soldadura y en tuberías del mismo espesor de pared y cuyo diámetro sea mayor de 160 mm, empleándose exclusivamente máquinas automáticas con sistema de trazabilidad.

Las tuberías de polietileno presentan un diámetro nominal (DN) que coincide, aproximadamente con el exterior (DE), por lo que para la introducción de los diámetros en Epanet se deberá calcular el diámetro interior (DI). Además, para la identificación de los nudos deberá especificarse el tipo de polietileno empleado en su fabricación, el diámetro nominal (DN) y la presión nominal (PN).

## ANEJO 5. IDENTIFICACION DE LOS NUDOS Y TUBERIAS

El programa informático Epanet permite identificar todos los nudos y tuberías de la red utilizando una numeración precedida de la letra P para tuberías y J para los nudos. Presentaremos inicialmente los nudos de la red diseñada.

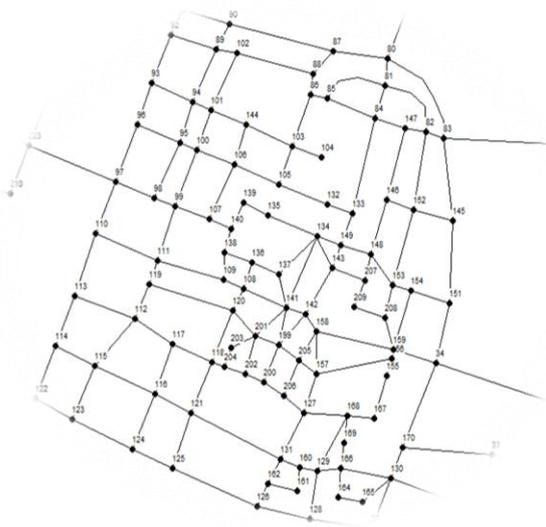
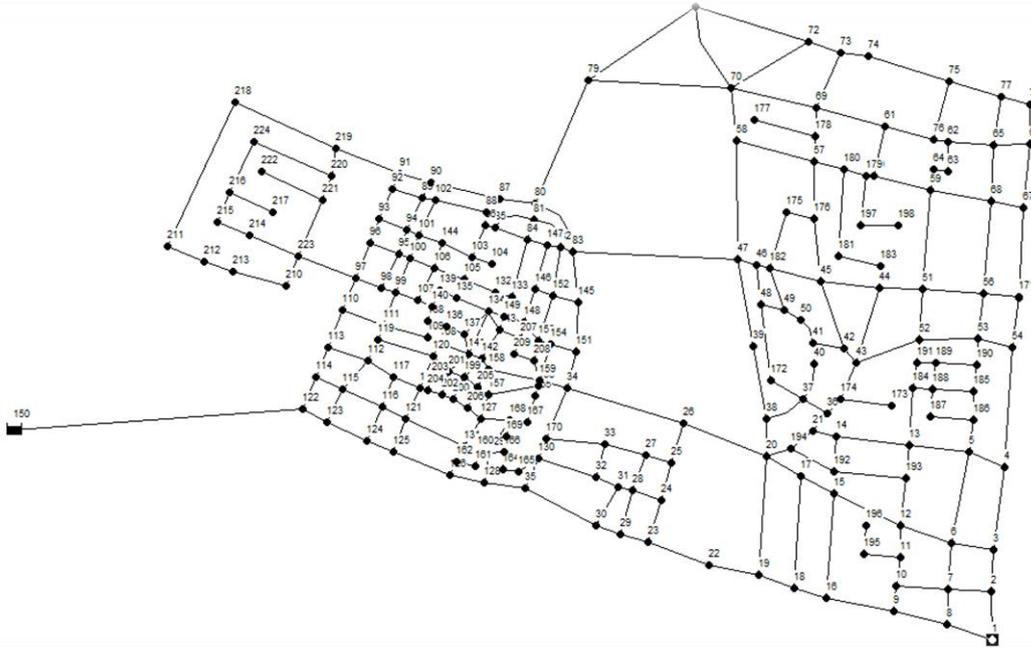


Tabla de Red -  
Nudos

	Cota	Demanda Base			
			<b>Conexión 111</b>	0	0.088889809
<b>ID Nudo</b>	m	LPS	<b>Conexión 112</b>	0	0.07264363
<b>Conexión 1</b>	0	0.29617669	<b>Conexión 113</b>	0	0.055952387
<b>Conexión 2</b>	0	0.409246732	<b>Conexión 114</b>	0	0.080392648
<b>Conexión 3</b>	0	0.368833517	<b>Conexión 115</b>	0	0.084168861
<b>Conexión 4</b>	0	0.407427451	<b>Conexión 116</b>	0	0.103353004
<b>Conexión 5</b>	0	0.530516145	<b>Conexión 117</b>	0	0.081326462
<b>Conexión 6</b>	0	0.721865605	<b>Conexión 118</b>	0	0.086631727
<b>Conexión 7</b>	0	0.545074953	<b>Conexión 119</b>	0	0.075630743
<b>Conexión 8</b>	0	0.423892518	<b>Conexión 120</b>	0	0.091964296
<b>Conexión 9</b>	0	0.452474684	<b>Conexión 121</b>	0	0.088422902
<b>Conexión 10</b>	0	0.341166	<b>Conexión 122</b>	0	2.36609081
<b>Conexión 11</b>	0	0.424270105	<b>Conexión 123</b>	0	0.095055166
<b>Conexión 12</b>	0	0.572604453	<b>Conexión 124</b>	0	0.349417412
<b>Conexión 13</b>	0	0.649536038	<b>Conexión 125</b>	0	0.325064526
<b>Conexión 14</b>	0	0.507156098	<b>Conexión 126</b>	0	0.029352341
<b>Conexión 15</b>	0	0.75055075	<b>Conexión 127</b>	0	0.045868834
<b>Conexión 16</b>	0	0.634139637	<b>Conexión 128</b>	0	0.023288011
<b>Conexión 17</b>	0	0.579606969	<b>Conexión 129</b>	0	0.069798501
<b>Conexión 18</b>	0	0.56267278	<b>Conexión 130</b>	0	0.14710847
<b>Conexión 19</b>	0	0.51770521	<b>Conexión 131</b>	0	0.066139697
<b>Conexión 20</b>	0	0.780753257	<b>Conexión 132</b>	0	0.038272722
<b>Conexión 21</b>	0	0.39881161	<b>Conexión 133</b>	0	0.288829129
<b>Conexión 22</b>	0	0.084245313	<b>Conexión 134</b>	0	0.084414601
<b>Conexión 23</b>	0	0.10108127	<b>Conexión 135</b>	0	0.05905964
<b>Conexión 24</b>	0	0.083038454	<b>Conexión 136</b>	0	0.07252349
<b>Conexión 25</b>	0	0.071649746	<b>Conexión 137</b>	0	0.072741926
<b>Conexión 26</b>	0	0.169182137	<b>Conexión 138</b>	0	0.065746512
<b>Conexión 27</b>	0	0.078093609	<b>Conexión 139</b>	0	0.058884891
<b>Conexión 28</b>	0	0.093793698	<b>Conexión 140</b>	0	0.077842407
<b>Conexión 29</b>	0	0.073378121	<b>Conexión 141</b>	0	0.170745978
<b>Conexión 30</b>	0	0.109433717	<b>Conexión 142</b>	0	0.230941485
<b>Conexión 31</b>	0	0.060413943	<b>Conexión 143</b>	0	0.03505079
<b>Conexión 32</b>	0	0.081514863	<b>Conexión 144</b>	0	0.076174102
<b>Conexión 33</b>	0	0.081807021	<b>Conexión 145</b>	0	0.089419516
<b>Conexión 34</b>	0	0.098563794	<b>Conexión 146</b>	0	0.052629429
<b>Conexión 35</b>	0	0.090276878	<b>Conexión 147</b>	0	0.030133249
<b>Conexión 36</b>	0	0.388572189	<b>Conexión 148</b>	0	0.071474997
<b>Conexión 37</b>	0	0.356774815	<b>Conexión 149</b>	0	0.261272014
<b>Conexión 38</b>	0	0.176156915	<b>Conexión 151</b>	0	0.075914709

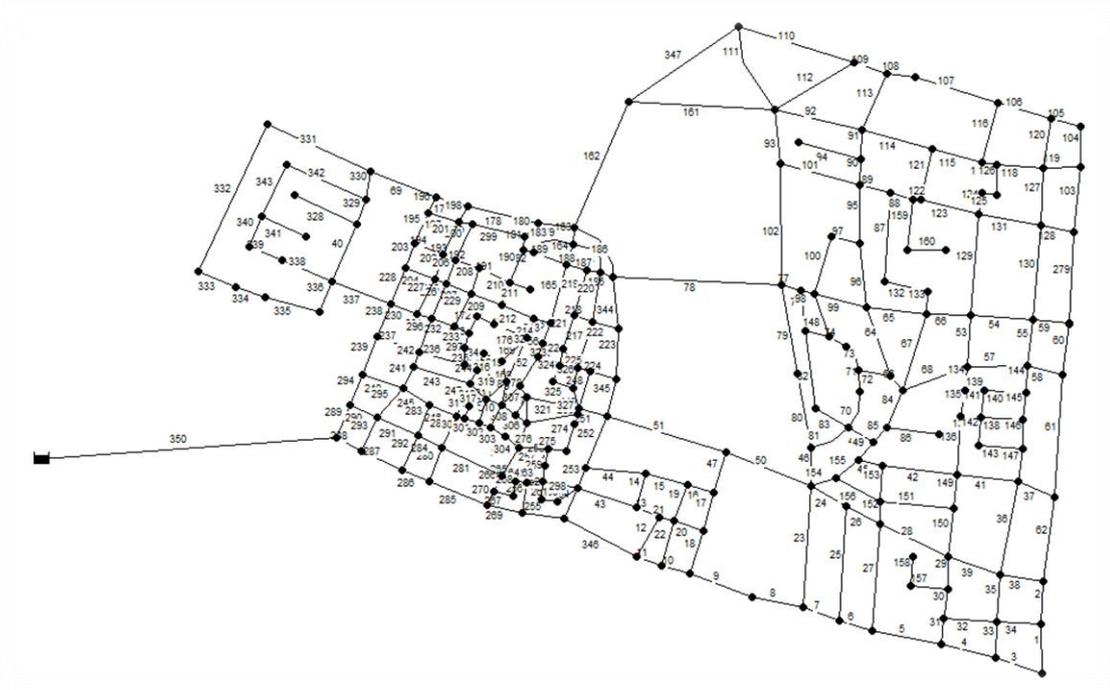


Conexión 39	0	0.143894845	Conexión 152	0	0.069236028
Conexión 40	0	0.310410563	Conexión 153	0	0.085946384
Conexión 41	0	0.573725771	Conexión 154	0	0.058450749
Conexión 42	0	0.502316124	Conexión 155	0	0.021556905
Conexión 43	0	0.50370987	Conexión 156	0	0.067455774
Conexión 44	0	0.849753064	Conexión 157	0	0.08822631
Conexión 45	0	0.764612992	Conexión 158	0	0.057320343
Conexión 46	0	0.429018543	Conexión 159	0	0.099675088
Conexión 47	0	0.436459	Conexión 160	0	0.036582573
Conexión 48	0	0.300948012	Conexión 161	0	0.024781567
Conexión 49	0	0.247957217	Conexión 162	0	0.044981438
Conexión 50	0	0.255360204	Conexión 164	0	0.051780259
Conexión 51	0	0.590419678	Conexión 165	0	0.061710907
Conexión 52	0	0.488999446	Conexión 166	0	0.089105515
Conexión 53	0	0.432468607	Conexión 167	0	0.036571651
Conexión 54	0	0.469340222	Conexión 168	0	0.099579522
Conexión 55	0	0.041289869	Conexión 169	0	0.055641116
Conexión 56	0	0.388678163	Conexión 170	0	0.071150074
Conexión 57	0	0.506595439	Conexión 171	0	0.324221081
Conexión 58	0	0.635157977	Conexión 172	0	0.182511662
Conexión 59	0	0.414578714	Conexión 173	0	0.224423782
Conexión 60	0	0.385481657	Conexión 174	0	0.617763926
Conexión 61	0	0.33956483	Conexión 175	0	0.280112094
Conexión 62	0	0.712162772	Conexión 176	0	0.262033702
Conexión 63	0	0.260145769	Conexión 177	0	0.068022809
Conexión 64	0	0.247227728	Conexión 178	0	0.249744972
Conexión 65	0	0.833860098	Conexión 179	0	0.529273523
Conexión 66	0	0.314094893	Conexión 180	0	0.48065638
Conexión 67	0	0.152746587	Conexión 181	0	0.222078168
Conexión 68	0	0.288098624	Conexión 182	0	0.704851321
Conexión 69	0	0.56386275	Conexión 183	0	0.25862398
Conexión 70	0	0.769841995	Conexión 184	0	0.781947653
Conexión 71	0	0.312663531	Conexión 185	0	0.312985017
Conexión 72	0	0.484272058	Conexión 186	0	0.269333711
Conexión 73	0	0.816502553	Conexión 187	0	0.23364605
Conexión 74	0	0.609550736	Conexión 188	0	0.574995835
Conexión 75	0	0.786650323	Conexión 189	0	0.219217663
Conexión 76	0	0.747484288	Conexión 190	0	0.250500146
Conexión 77	0	0.5570547	Conexión 191	0	0.471388343
Conexión 78	0	0.200372656	Conexión 192	0	0.41478467
Conexión 79	0	0.334666535	Conexión 193	0	0.295204118
Conexión 80	0	0.2903896	Conexión 194	0	0.381763
Conexión 81	0	0.273357049	Conexión 195	0	0.289860695
Conexión 82	0	0.099246407	Conexión 196	0	0.069292874



<b>Conexión 83</b>	0	0.138360107	<b>Conexión 197</b>	0	0.187443173
<b>Conexión 84</b>	0	0.28169686	<b>Conexión 198</b>	0	0.077508244
<b>Conexión 85</b>	0	0.081361958	<b>Conexión 199</b>	0	0.05590597
<b>Conexión 86</b>	0	0.072812918	<b>Conexión 200</b>	0	0.065569033
<b>Conexión 87</b>	0	0.038335522	<b>Conexión 201</b>	0	0.075892866
<b>Conexión 88</b>	0	0.055130522	<b>Conexión 202</b>	0	0.069883145
<b>Conexión 89</b>	0	0.07519114	<b>Conexión 203</b>	0	0.026111296
<b>Conexión 90</b>	0	0.044358895	<b>Conexión 204</b>	0	0.065738321
<b>Conexión 91</b>	0	0.072700969	<b>Conexión 205</b>	0	0.07209754
<b>Conexión 92</b>	0	0.073462765	<b>Conexión 206</b>	0	0.055021304
<b>Conexión 93</b>	0	0.06245905	<b>Conexión 207</b>	0	0.053074493
<b>Conexión 94</b>	0	0.061274035	<b>Conexión 208</b>	0	0.052421915
<b>Conexión 95</b>	0	0.061011912	<b>Conexión 209</b>	0	0.032604307
<b>Conexión 96</b>	0	0.05512233	<b>Conexión 210</b>	0	0.067865342
<b>Conexión 97</b>	0	0.07634339	<b>Conexión 211</b>	0	0.030641113
<b>Conexión 98</b>	0	0.053628774	<b>Conexión 212</b>	0	0.02977556
<b>Conexión 99</b>	0	0.096573296	<b>Conexión 213</b>	0	0.064064555
<b>Conexión 100</b>	0	0.099642322	<b>Conexión 214</b>	0	0.197138511
<b>Conexión 101</b>	0	0.108169519	<b>Conexión 215</b>	0	0.145967142
<b>Conexión 102</b>	0	0.057972921	<b>Conexión 216</b>	0	0.074352892
<b>Conexión 103</b>	0	0.073039545	<b>Conexión 217</b>	0	0.021941899
<b>Conexión 104</b>	0	0.008685562	<b>Conexión 218</b>	0	0.028494979
<b>Conexión 105</b>	0	0.060875389	<b>Conexión 219</b>	0	0.06476082
<b>Conexión 106</b>	0	0.101594594	<b>Conexión 220</b>	0	0.069088584
<b>Conexión 107</b>	0	0.091423667	<b>Conexión 221</b>	0	0.094558224
<b>Conexión 108</b>	0	0.098279828	<b>Conexión 222</b>	0	0.037606492
<b>Conexión 109</b>	0	0.067881725	<b>Conexión 223</b>	0	0.164004497
<b>Conexión 110</b>	0	0.039640677	<b>Conexión 224</b>	0	0.063420169
			<b>Embalse 150</b>	46	No Disponible

Las tuberías presentan mayor cantidad de información ya que tienen una longitud y rugosidad fija.



ID Línea	Longitud d	Diámetro	Rugosidad d	Long	Diám	Rug
	m	mm	mm	m	mm	mm
Tubería 1	129.97	156.8	0.017	Tubería 184	122.12	110.0
Tubería 2	113.85	156.8	0.017	Tubería 185	32.68	156.8
Tubería 3	128.88	220.4	0.017	Tubería 186	176.26	156.8
Tubería 4	145.43	220.4	0.017	Tubería 187	37.51	156.8
Tubería 5	183.31	220.4	0.017	Tubería 188	55.37	156.8
Tubería 6	91.08	220.4	0.017	Tubería 189	90.22	156.8
Tubería 7	100.42	220.4	0.017	Tubería 190	90.22	110.2
Tubería 8	135.52	220.4	0.017	Tubería 191	88.61	110.2
Tubería 9	173.02	220.4	0.017	Tubería 192	66.36	110.2
Tubería 10	78.09	220.4	0.017	Tubería 193	35.1	110.2
Tubería 11	67.74	220.4	0.017	Tubería 194	78.72	110.2
Tubería 12	119.04	110.2	0.017	Tubería 195	85.31	220.4



						4	
<b>Tubería 13</b>	62.82	110.2	0.017	<b>Tubería 196</b>	46.22	220.	0.017
						4	
<b>Tubería 14</b>	94.19	110.2	0.017	<b>Tubería 197</b>	83.16	110.	0.017
						2	
<b>Tubería 15</b>	112.16	156.8	0.017	<b>Tubería 198</b>	47.62	110.	0.017
						2	
<b>Tubería 16</b>	73.43	156.8	0.017	<b>Tubería 199</b>	37.38	110.	0.017
						2	
<b>Tubería 17</b>	104.25	110.2	0.017	<b>Tubería 200</b>	103.67	110.	0.017
						2	
<b>Tubería 18</b>	119.09	110.2	0.017	<b>Tubería 201</b>	95.1	110.	0.017
						2	
<b>Tubería 19</b>	100.42	156.8	0.017	<b>Tubería 202</b>	70.04	110.	0.017
						2	
<b>Tubería 20</b>	80.78	110.2	0.017	<b>Tubería 203</b>	72.41	220.	0.017
						4	
<b>Tubería 21</b>	39.4	110.2	0.017	<b>Tubería 204</b>	80.89	156.	0.017
						8	
<b>Tubería 22</b>	122.91	156.8	0.017	<b>Tubería 205</b>	31.81	156.	0.017
						8	
<b>Tubería 23</b>	319.7	156.8	0.017	<b>Tubería 206</b>	69.65	110.	0.017
						2	
<b>Tubería 24</b>	104.59	156.8	0.017	<b>Tubería 207</b>	70.52	156.	0.017
						8	
<b>Tubería 25</b>	300.26	110.2	0.017	<b>Tubería 208</b>	68.18	110.	0.017
						2	
<b>Tubería 26</b>	101.71	156.8	0.017	<b>Tubería 209</b>	84.73	156.	0.017
						8	
<b>Tubería 27</b>	279.83	110.2	0.017	<b>Tubería 210</b>	66.36	110.	0.017
						2	
<b>Tubería 28</b>	196.16	156.8	0.017	<b>Tubería 211</b>	54.63	110.	0.017
						2	
<b>Tubería 29</b>	87.12	110.2	0.017	<b>Tubería 212</b>	91.59	156.	0.017
						8	
<b>Tubería 30</b>	90.91	110.2	0.017	<b>Tubería 213</b>	45.99	156.	0.017
						8	
<b>Tubería 31</b>	66.71	110.2	0.017	<b>Tubería 214</b>	44.15	110.	0.017
						2	
<b>Tubería 32</b>	140.55	110.2	0.017	<b>Tubería 215</b>	55.17	110.	0.017
						2	
<b>Tubería 33</b>	96.16	110.2	0.017	<b>Tubería 216</b>	63.2	110.	0.017
						2	
<b>Tubería 34</b>	113.85	110.2	0.017	<b>Tubería 217</b>	128.21	110.	0.017
						2	
<b>Tubería 35</b>	125.82	110.2	0.017	<b>Tubería 218</b>	50.43	110.	0.017
						2	
<b>Tubería 36</b>	248.17	110.2	0.017	<b>Tubería 219</b>	122.51	110.	0.017
						2	



<b>Tubería 37</b>	103.15	110.2	0.017	<b>Tubería 220</b>	128.78	110. 2	0.017
<b>Tubería 38</b>	112.15	156.8	0.017	<b>Tubería 221</b>	92.23	110. 2	0.017
<b>Tubería 39</b>	144.75	156.8	0.017	<b>Tubería 222</b>	71.1	110. 2	0.017
<b>Tubería 41</b>	161.92	110.2	0.017	<b>Tubería 223</b>	134.53	156. 8	0.017
<b>Tubería 42</b>	196.52	156.8	0.017	<b>Tubería 224</b>	71.22	110. 2	0.017
<b>Tubería 45</b>	63.13	156.8	0.017	<b>Tubería 225</b>	32.96	110. 2	0.017
<b>Tubería 46</b>	101.89	156.8	0.017	<b>Tubería 226</b>	99.27	110. 2	0.017
<b>Tubería 48</b>	74.2	156.8	0.017	<b>Tubería 227</b>	101.03	110. 2	0.017
<b>Tubería 49</b>	62.03	156.8	0.017	<b>Tubería 228</b>	100.63	220. 4	0.017
<b>Tubería 50</b>	238.54	156.8	0.017	<b>Tubería 229</b>	99.05	110. 2	0.017
<b>Tubería 51</b>	323.18	156.8	0.017	<b>Tubería 230</b>	72.94	156. 8	0.017
<b>Tubería 53</b>	134.57	110.2	0.017	<b>Tubería 231</b>	39.23	156. 8	0.017
<b>Tubería 54</b>	164.32	156.8	0.017	<b>Tubería 232</b>	63.97	156. 8	0.017
<b>Tubería 55</b>	119.04	110.2	0.017	<b>Tubería 233</b>	41.98	156. 8	0.017
<b>Tubería 57</b>	156.58	156.8	0.017	<b>Tubería 234</b>	45.99	110. 2	0.017
<b>Tubería 58</b>	96.35	156.8	0.017	<b>Tubería 235</b>	38.39	110. 2	0.017
<b>Tubería 59</b>	94.91	156.8	0.017	<b>Tubería 236</b>	120.7	110. 2	0.017
<b>Tubería 60</b>	135.34	156.8	0.017	<b>Tubería 237</b>	117.9	156. 8	0.017
<b>Tubería 61</b>	322.55	156.8	0.017	<b>Tubería 238</b>	91.32	220. 4	0.017
<b>Tubería 62</b>	222.18	156.8	0.017	<b>Tubería 239</b>	108.36	220. 4	0.017
<b>Tubería 63</b>	50.16	110.2	0.017	<b>Tubería 240</b>	112.54	156. 8	0.017
<b>Tubería 64</b>	190.04	156.8	0.017	<b>Tubería 241</b>	61.47	123. 4	0.017
<b>Tubería 65</b>	157.51	110.2	0.017	<b>Tubería 242</b>	41.13	110. 2	0.017
<b>Tubería 66</b>	113.78	156.8	0.017	<b>Tubería 243</b>	153.74	110. 2	0.017
<b>Tubería 67</b>	208.76	156.8	0.017	<b>Tubería 244</b>	40.3	110. 2	0.017



<b>Tubería 68</b>	178.88	156.8	0.017	<b>Tubería 245</b>	78.26	156.8	0.017
<b>Tubería 70</b>	99.92	110.2	0.017	<b>Tubería 246</b>	75.42	156.8	0.017
<b>Tubería 71</b>	57.76	110.2	0.017	<b>Tubería 247</b>	91.9	110.2	0.017
<b>Tubería 72</b>	84	110.2	0.017	<b>Tubería 248</b>	101.56	110.2	0.017
<b>Tubería 73</b>	73.56	110.2	0.017	<b>Tubería 249</b>	15.06	110.2	0.017
<b>Tubería 74</b>	52.2	110.2	0.017	<b>Tubería 250</b>	28.72	110.2	0.017
<b>Tubería 75</b>	62.31	110.2	0.017	<b>Tubería 251</b>	79	156.8	0.017
<b>Tubería 76</b>	105.34	110.2	0.017	<b>Tubería 252</b>	148.8	156.8	0.017
<b>Tubería 77</b>	54.17	123.4	0.017	<b>Tubería 253</b>	54.98	156.8	0.017
<b>Tubería 79</b>	238.65	156.8	0.017	<b>Tubería 254</b>	88.03	156.8	0.017
<b>Tubería 80</b>	196.14	156.8	0.017	<b>Tubería 255</b>	110.26	220.4	0.017
<b>Tubería 81</b>	115.83	110.2	0.017	<b>Tubería 256</b>	79.38	110.2	0.017
<b>Tubería 82</b>	204.22	156.8	0.017	<b>Tubería 257</b>	103.95	110.2	0.017
<b>Tubería 83</b>	100.03	156.8	0.017	<b>Tubería 258</b>	43.96	110.2	0.017
<b>Tubería 84</b>	106.45	156.8	0.017	<b>Tubería 259</b>	42.49	110.2	0.017
<b>Tubería 85</b>	52.37	110.2	0.017	<b>Tubería 260</b>	89.94	110.2	0.017
<b>Tubería 86</b>	140.12	110.2	0.017	<b>Tubería 261</b>	43.23	110.2	0.017
<b>Tubería 87</b>	232.29	110.2	0.017	<b>Tubería 262</b>	47.53	110.2	0.017
<b>Tubería 88</b>	59.45	156.8	0.017	<b>Tubería 263</b>	41.51	110.2	0.017
<b>Tubería 89</b>	84.18	156.8	0.017	<b>Tubería 264</b>	31.57	110.2	0.017
<b>Tubería 90</b>	67.99	110.2	0.017	<b>Tubería 265</b>	36.47	110.2	0.017
<b>Tubería 91</b>	76.84	110.2	0.017	<b>Tubería 266</b>	45.61	110.2	0.017
<b>Tubería 92</b>	233.19	220.4	0.017	<b>Tubería 267</b>	53.01	110.2	0.017
<b>Tubería 93</b>	142.37	156.8	0.017	<b>Tubería 268</b>	38.65	110.2	0.017
<b>Tubería 94</b>	167.97	110.2	0.017	<b>Tubería 269</b>	95.29	220.4	0.017



<b>Tubería 95</b>	152.09	156.8	0.017	<b>Tubería 270</b>	41.61	110. 2	0.017
<b>Tubería 96</b>	170.73	156.8	0.017	<b>Tubería 271</b>	85.91	110. 2	0.017
<b>Tubería 97</b>	76.74	110.2	0.017	<b>Tubería 272</b>	67.49	110. 2	0.017
<b>Tubería 98</b>	35.1	110.2	0.017	<b>Tubería 273</b>	133.65	110. 2	0.017
<b>Tubería 99</b>	140.02	110.2	0.017	<b>Tubería 274</b>	73.33	110. 2	0.017
<b>Tubería 100</b>	156.58	110.2	0.017	<b>Tubería 275</b>	47.46	110. 2	0.017
<b>Tubería 101</b>	215.24	110.2	0.017	<b>Tubería 276</b>	76.95	110. 2	0.017
<b>Tubería 102</b>	317.49	156.8	0.017	<b>Tubería 277</b>	69.4	110. 2	0.017
<b>Tubería 103</b>	169.11	156.8	0.017	<b>Tubería 278</b>	34.42	156. 8	0.017
<b>Tubería 104</b>	109.31	156.8	0.017	<b>Tubería 280</b>	95.75	110. 2	0.017
<b>Tubería 105</b>	80.58	156.8	0.017	<b>Tubería 281</b>	175.02	110. 2	0.017
<b>Tubería 106</b>	144.82	156.8	0.017	<b>Tubería 282</b>	90.55	110. 2	0.017
<b>Tubería 107</b>	227	156.8	0.017	<b>Tubería 283</b>	86.93	110. 2	0.017
<b>Tubería 108</b>	73.31	110.2	0.017	<b>Tubería 284</b>	70.66	110. 2	0.017
<b>Tubería 109</b>	90.59	156.8	0.017	<b>Tubería 285</b>	161.51	220. 4	0.017
<b>Tubería 110</b>	315.69	156.8	0.017	<b>Tubería 286</b>	77.36	220. 4	0.017
<b>Tubería 111</b>	247	156.8	0.017	<b>Tubería 287</b>	116.95	220. 4	0.017
<b>Tubería 112</b>	242.6	156.8	0.017	<b>Tubería 288</b>	73.31	220. 4	0.017
<b>Tubería 113</b>	162.67	110.2	0.017	<b>Tubería 289</b>	92.68	220. 4	0.017
<b>Tubería 114</b>	190.25	220.4	0.017	<b>Tubería 290</b>	76.62	110. 2	0.017
<b>Tubería 115</b>	132.87	220.4	0.017	<b>Tubería 291</b>	115.75	110. 2	0.017
<b>Tubería 116</b>	162.27	110.2	0.017	<b>Tubería 292</b>	98.5	110. 2	0.017
<b>Tubería 117</b>	41.76	220.4	0.017	<b>Tubería 293</b>	95.81	110. 2	0.017
<b>Tubería 118</b>	121.52	220.4	0.017	<b>Tubería 294</b>	88.03	220. 4	0.017
<b>Tubería 119</b>	94.55	220.4	0.017	<b>Tubería 295</b>	104.49	110. 2	0.017



<b>Tubería 120</b>	132.81	110.2	0.017	<b>Tubería 296</b>	93.86	110.2	0.017
<b>Tubería 121</b>	133.25	110.2	0.017	<b>Tubería 297</b>	44.3	110.2	0.017
<b>Tubería 122</b>	20.67	156.8	0.017	<b>Tubería 298</b>	63.35	110.2	0.017
<b>Tubería 123</b>	157.6	156.8	0.017	<b>Tubería 299</b>	138.59	110.2	0.017
<b>Tubería 124</b>	56.42	110.2	0.017	<b>Tubería 300</b>	23.35	156.8	0.017
<b>Tubería 125</b>	41.45	110.2	0.017	<b>Tubería 301</b>	38.76	156.8	0.017
<b>Tubería 126</b>	78.26	110.2	0.017	<b>Tubería 302</b>	35.1	156.8	0.017
<b>Tubería 127</b>	147.77	110.2	0.017	<b>Tubería 303</b>	41.79	156.8	0.017
<b>Tubería 128</b>	86.01	156.8	0.017	<b>Tubería 304</b>	45.2	156.8	0.017
<b>Tubería 129</b>	266.83	110.2	0.017	<b>Tubería 305</b>	63.42	110.2	0.017
<b>Tubería 130</b>	251.99	110.2	0.017	<b>Tubería 306</b>	38.71	110.2	0.017
<b>Tubería 131</b>	164.58	156.8	0.017	<b>Tubería 307</b>	56.92	110.2	0.017
<b>Tubería 132</b>	113.89	110.2	0.017	<b>Tubería 308</b>	43.43	110.2	0.017
<b>Tubería 133</b>	59.14	110.2	0.017	<b>Tubería 309</b>	68.94	110.2	0.017
<b>Tubería 134</b>	60.83	156.8	0.017	<b>Tubería 310</b>	66.12	110.2	0.017
<b>Tubería 135</b>	71.62	156.8	0.017	<b>Tubería 311</b>	43.9	110.2	0.017
<b>Tubería 136</b>	152.44	156.8	0.017	<b>Tubería 312</b>	64.5	110.2	0.017
<b>Tubería 137</b>	51.76	156.8	0.017	<b>Tubería 313</b>	46.93	110.2	0.017
<b>Tubería 138</b>	109.35	156.8	0.017	<b>Tubería 314</b>	33.18	110.2	0.017
<b>Tubería 139</b>	48.75	110.2	0.017	<b>Tubería 315</b>	55.51	110.2	0.017
<b>Tubería 140</b>	110.9	110.2	0.017	<b>Tubería 316</b>	81.44	110.2	0.017
<b>Tubería 141</b>	72.73	110.2	0.017	<b>Tubería 317</b>	57.43	110.2	0.017
<b>Tubería 142</b>	72.49	110.2	0.017	<b>Tubería 318</b>	61.98	110.2	0.017
<b>Tubería 143</b>	114.16	110.2	0.017	<b>Tubería 319</b>	71.27	110.2	0.017
<b>Tubería 144</b>	72.41	110.2	0.017	<b>Tubería 320</b>	58.74	110.2	0.017



<b>Tubería 145</b>	71.43	110.2	0.017	<b>Tubería 321</b>	137.73	156.8	0.017
<b>Tubería 146</b>	78.26	110.2	0.017	<b>Tubería 322</b>	44.05	110.2	0.017
<b>Tubería 147</b>	84.8	110.2	0.017	<b>Tubería 323</b>	61.44	110.2	0.017
<b>Tubería 148</b>	116.73	110.2	0.017	<b>Tubería 324</b>	46.93	110.2	0.017
<b>Tubería 149</b>	88.9	110.2	0.017	<b>Tubería 325</b>	57.43	110.2	0.017
<b>Tubería 150</b>	128.02	110.2	0.017	<b>Tubería 326</b>	54.79	110.2	0.017
<b>Tubería 151</b>	192.77	110.2	0.017	<b>Tubería 327</b>	54.26	110.2	0.017
<b>Tubería 152</b>	60.56	110.2	0.017	<b>Tubería 328</b>	180.37	110.2	0.017
<b>Tubería 153</b>	96.08	110.2	0.017	<b>Tubería 329</b>	68.18	156.8	0.017
<b>Tubería 154</b>	67.74	156.8	0.017	<b>Tubería 330</b>	73.31	156.8	0.017
<b>Tubería 155</b>	75.01	156.8	0.017	<b>Tubería 331</b>	294.63	156.8	0.017
<b>Tubería 156</b>	134.11	110.2	0.017	<b>Tubería 332</b>	427.37	156.8	0.017
<b>Tubería 157</b>	98	110.2	0.017	<b>Tubería 333</b>	107.22	156.8	0.017
<b>Tubería 158</b>	75.43	110.2	0.017	<b>Tubería 334</b>	80.36	156.8	0.017
<b>Tubería 159</b>	135.18	110.2	0.017	<b>Tubería 335</b>	147.54	156.8	0.017
<b>Tubería 160</b>	100.42	110.2	0.017	<b>Tubería 336</b>	84.73	156.8	0.017
<b>Tubería 161</b>	383.16	220.4	0.017	<b>Tubería 337</b>	164.53	156.8	0.017
<b>Tubería 162</b>	360.05	220.4	0.017	<b>Tubería 338</b>	141.53	156.8	0.017
<b>Tubería 163</b>	44.52	156.8	0.017	<b>Tubería 339</b>	93.26	156.8	0.017
<b>Tubería 164</b>	56.03	156.8	0.017	<b>Tubería 340</b>	84.73	156.8	0.017
<b>Tubería 165</b>	160.27	156.8	0.017	<b>Tubería 341</b>	128.81	110.2	0.017
<b>Tubería 166</b>	55.39	156.8	0.017	<b>Tubería 342</b>	222.78	156.8	0.017
<b>Tubería 168</b>	35.5	110.2	0.017	<b>Tubería 343</b>	151.22	156.8	0.017
<b>Tubería 169</b>	129.48	110.2	0.017	<b>Tubería 40</b>	165.97	156.8	0.017
<b>Tubería 170</b>	93.5	110.2	0.017	<b>Tubería 43</b>	165.3	110.2	0.017



<b>Tubería 171</b>	47.23	110.2	0.017	<b>Tubería 44</b>	158.49	156.8	0.017
<b>Tubería 172</b>	48.87	110.2	0.017	<b>Tubería 47</b>	107.91	110.2	0.017
<b>Tubería 173</b>	39.69	110.2	0.017	<b>Tubería 69</b>	185.63	156.8	0.017
<b>Tubería 174</b>	51.84	110.2	0.017	<b>Tubería 78</b>	440.5	141	0.017
<b>Tubería 175</b>	51.57	110.2	0.017	<b>Tubería 279</b>	243.99	156.8	0.017
<b>Tubería 176</b>	92.98	110.2	0.017	<b>Tubería 344</b>	136.08	156.8	0.017
<b>Tubería 177</b>	86	220.4	0.017	<b>Tubería 345</b>	99.39	156.8	0.017
<b>Tubería 178</b>	188.38	220.4	0.017	<b>Tubería 346</b>	214.01	220.4	0.017
<b>Tubería 179</b>	96.7	220.4	0.017	<b>Tubería 347</b>	349.36	156.8	0.017
<b>Tubería 180</b>	51.17	110.2	0.017	<b>Tubería 350</b>	4200	350	0.017
<b>Tubería 181</b>	34.25	110.2	0.017	<b>Tubería 52</b>	89.52	156.8	0.017
<b>Tubería 182</b>	30.12	156.8	0.017	<b>Tubería 56</b>	39.07	156.8	0.017
<b>Tubería 183</b>	119	110.2	0.017				

## ANEJO 7 NECESIDADES HÍDRICAS

### NECESIDADES HÍDRICAS DE CANET D'EN BERENGUER

El municipio cuenta con 6009 habitantes, no obstante en época estival llega a contar con 20000 habitantes. Al ser tan grande la diferencia, el diseño de la red se tomará directamente con el valor de 20000 habitantes, de los cuales 6000 habitantes pertenecerán al casco antiguo y 14000 habitantes a la playa de Canet, como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** En el posterior estudio, del funcionamiento de la red en época invernal se volverá a tomar 6000 habitantes.

Población a considerar para el estudio: 20000 habitantes

Dotación que se considera: 250 L/hab·día

Por otro lado hay que contar la zona industrial que tiene una dotación de : 1L/m<sup>2</sup>·día

Y una superficie de 134064.72 m<sup>2</sup>.

Llegaremos pues, a los siguientes resultados:

ZONA INDUSTRIAL	ZONA PUEBLO	6000 hab	ZONA PLAYA	14000 hab
1 L/m <sup>2</sup> .día	250 L/dia.hab		250 L/dia.hab	
134064.72 L/día	1500000 L/día		3500000 L/día	
1.551675 L/seg	17.3611111 L/seg		40.5092593 L/seg	
Caudal total 18.9127861 L/seg		Caudal total 40.5092593 L/seg		

Por lo que el caudal medio en época estival, con el que se comenzará el diseño de la red será:

$$Q_{playa} = 40.51 \text{ Lseg}$$

$$Q_{pueblo+z.industrial} = 18.912 \text{ L/seg}$$

$$Q = 18.912 + 40.509 = 59.42 \text{ L/seg}$$

### CONCLUSIÓN

La conducción del abastecimiento a Canet d'En Berenguer presenta un caudal de 59.42 L/seg , caudal previsto como suficiente para satisfacer las necesidades hídricas actuales. No obstante, separaremos el caudal total en dos tramos uno describe la demanda tanto del pueblo y la zona industrial (nos referiremos como pueblo únicamente) y el segundo pertenecerá a la zona de la playa.

De esta forma será más simple hacer el cálculo de las condiciones invernales.



## ANEJO 8 CALCULO DE LA DEMANDA BASE

Partimos de las longitudes de las tuberías del **ANEJO 5. IDENTIFICACION DE LOS NUDOS Y TUBERIAS**, donde calculamos la longitud total de tubería diseñada tanto en el pueblo como en la playa.

$$Longitud_{total} = 41334.98 \text{ m}$$

$$Longitud_{total \text{ PUEBLO}} = 29133.005 \text{ m}$$

$$Longitud_{total \text{ PLAYA}} = 12201.98 \text{ m}$$

De ahí, calculamos el caudal por metro lineal de tubería:

$$Q_{por \text{ metro lineal}} = \frac{Q_{medio}}{Longitud_{total}}$$

$$Q_{por \text{ metro lineal} \text{ PUELO}} = \frac{18.91278}{34633.090} = 0.00054609 \frac{L}{seg \cdot m}$$

$$Q_{por \text{ metro lineal} \text{ PLAYA}} = 0.0022884 \frac{L}{seg \cdot m}$$

En este punto, se debe asignar una demanda a cada tubería, haciendo diferencia como hasta ahora a las tuberías de la playa y a las del pueblo (+ zona industrial):

TUBERIAS PLAYA		Demanda de la tubería			
Tubería 1	129.97	0.29742387	Tubería 95	152.09	0.34804337
Tubería 2	113.85	0.260534797	Tubería 96	170.73	0.39069922
Tubería 3	128.88	0.29492951	Tubería 97	76.74	0.17561212
Tubería 4	145.43	0.332802596	Tubería 98	35.1	0.08032298
Tubería 5	183.31	0.41948734	Tubería 99	140.02	0.32042233
Tubería 6	91.08	0.208427838	Tubería 100	156.58	0.3583183
Tubería 7	100.42	0.229801531	Tubería 101	215.24	0.49255608
Tubería 23	319.7	0.731602764	Tubería 102	317.49	0.72654539
Tubería 24	104.59	0.239344176	Tubería 103	169.11	0.386992
Tubería 25	300.26	0.68711619	Tubería 104	109.31	0.25014544
Tubería 26	101.71	0.232753573	Tubería 105	80.58	0.1843996
Tubería 27	279.83	0.640364096	Tubería 106	144.82	0.33140667
Tubería 28	196.16	0.448893332	Tubería 107	227	0.51946771
Tubería 29	87.12	0.199365758	Tubería 108	73.31	0.1677629
Tubería 30	90.91	0.208038809	Tubería 109	90.59	0.20730652
Tubería 31	66.71	0.152659432	Tubería 110	315.69	0.72242626



<b>Tubería 32</b>	140.55	0.321635185	<b>Tubería 111</b>	247	0.56523579
<b>Tubería 33</b>	96.16	0.22005293	<b>Tubería 112</b>	242.6	0.55516681
<b>Tubería 34</b>	113.85	0.260534797	<b>Tubería 113</b>	162.67	0.37225468
<b>Tubería 35</b>	125.82	0.287926993	<b>Tubería 114</b>	190.25	0.43536886
<b>Tubería 36</b>	248.17	0.567913225	<b>Tubería 115</b>	132.87	0.30406024
<b>Tubería 37</b>	103.15	0.236048874	<b>Tubería 116</b>	162.27	0.37133932
<b>Tubería 38</b>	112.15	0.256644511	<b>Tubería 117</b>	41.76	0.09556375
<b>Tubería 39</b>	144.75	0.331246481	<b>Tubería 118</b>	121.52	0.27808686
<b>Tubería 41</b>	161.92	0.370538378	<b>Tubería 119</b>	94.55	0.2163686
<b>Tubería 42</b>	196.52	0.449717157	<b>Tubería 120</b>	132.81	0.30392294
<b>Tubería 45</b>	63.13	0.144466946	<b>Tubería 121</b>	133.25	0.30492984
<b>Tubería 46</b>	101.89	0.233165485	<b>Tubería 122</b>	20.67	0.04730131
<b>Tubería 48</b>	74.2	0.169799578	<b>Tubería 123</b>	157.6	0.36065247
<b>Tubería 49</b>	62.03	0.141949701	<b>Tubería 124</b>	56.42	0.12911175
<b>Tubería 53</b>	134.57	0.307950529	<b>Tubería 125</b>	41.45	0.09485435
<b>Tubería 54</b>	164.32	0.376030548	<b>Tubería 126</b>	78.26	0.1790905
<b>Tubería 55</b>	119.04	0.272411614	<b>Tubería 127</b>	147.77	0.33815746
<b>Tubería 57</b>	156.58	0.358318301	<b>Tubería 128</b>	86.01	0.19682563
<b>Tubería 58</b>	96.35	0.220487727	<b>Tubería 129</b>	266.83	0.61061484
<b>Tubería 59</b>	94.91	0.217192425	<b>Tubería 130</b>	251.99	0.57665493
<b>Tubería 60</b>	135.34	0.3097126	<b>Tubería 131</b>	164.58	0.37662553
<b>Tubería 61</b>	322.55	0.738124716	<b>Tubería 132</b>	113.89	0.26062633
<b>Tubería 62</b>	222.18	0.508437605	<b>Tubería 133</b>	59.14	0.13533621
<b>Tubería 63</b>	50.16	0.114786345	<b>Tubería 134</b>	60.83	0.13920362
<b>Tubería 64</b>	190.04	0.434888299	<b>Tubería 135</b>	71.62	0.1638955
<b>Tubería 65</b>	157.51	0.360446517	<b>Tubería 136</b>	152.44	0.34884431
<b>Tubería 66</b>	113.78	0.260374609	<b>Tubería 137</b>	51.76	0.11844779
<b>Tubería 67</b>	208.76	0.477727223	<b>Tubería 138</b>	109.35	0.25023698
<b>Tubería 68</b>	178.88	0.409349711	<b>Tubería 139</b>	48.75	0.1115597
<b>Tubería 70</b>	99.92	0.228657329	<b>Tubería 140</b>	110.9	0.25378401
<b>Tubería 71</b>	57.76	0.132178216	<b>Tubería 141</b>	72.73	0.16643562
<b>Tubería 72</b>	84	0.192225937	<b>Tubería 142</b>	72.49	0.16588641
<b>Tubería 73</b>	73.56	0.168335	<b>Tubería 143</b>	114.16	0.2612442
<b>Tubería 74</b>	52.2	0.11945469	<b>Tubería 144</b>	72.41	0.16570333
<b>Tubería 75</b>	62.31	0.142590454	<b>Tubería 145</b>	71.43	0.1634607
<b>Tubería 76</b>	105.34	0.241060479	<b>Tubería 146</b>	78.26	0.1790905
<b>Tubería 77</b>	54.17	0.123962846	<b>Tubería 147</b>	84.8	0.19405666
<b>Tubería 79</b>	238.65	0.546127619	<b>Tubería 148</b>	116.73	0.2671254
<b>Tubería 80</b>	196.14	0.448847564	<b>Tubería 149</b>	88.9	0.20343912
<b>Tubería 81</b>	115.83	0.265065837	<b>Tubería 150</b>	128.02	0.29296148
<b>Tubería 82</b>	204.22	0.467337868	<b>Tubería 151</b>	192.77	0.44113564
<b>Tubería 83</b>	100.03	0.228909054	<b>Tubería 152</b>	60.56	0.13858575
<b>Tubería 84</b>	106.45	0.243600608	<b>Tubería 153</b>	96.08	0.21986986
<b>Tubería 85</b>	52.37	0.119843718	<b>Tubería 154</b>	67.74	0.15501649



<b>Tubería 86</b>	140.12	0.320651171	<b>Tubería 155</b>	75.01	0.17165319
<b>Tubería 87</b>	232.29	0.531573369	<b>Tubería 156</b>	134.11	0.30689786
<b>Tubería 88</b>	59.45	0.136045619	<b>Tubería 157</b>	98	0.22426359
<b>Tubería 89</b>	84.18	0.19263785	<b>Tubería 158</b>	75.43	0.17261432
<b>Tubería 90</b>	67.99	0.155588589	<b>Tubería 159</b>	135.18	0.30934646
<b>Tubería 91</b>	76.84	0.175840965	<b>Tubería 160</b>	100.42	0.22980153
<b>Tubería 92</b>	233.19	0.533632933	<b>Tubería 279</b>	243.99	0.5583477
<b>Tubería 93</b>	142.37	0.32580008	<b>Long playa</b>	17701.9700	40.5092593
<b>Tubería 94</b>	167.97	0.384383223			

De la misma forma procedemos con las tuberías del pueblo:

TUBERIAS PUEBLO		Demanda tubería			
<b>Tubería 8</b>	135.52	0.074	<b>Tubería 244</b>	40.3	0.022
<b>Tubería 9</b>	173.02	0.094	<b>Tubería 245</b>	78.26	0.043
<b>Tubería 10</b>	78.09	0.043	<b>Tubería 246</b>	75.42	0.041
<b>Tubería 11</b>	67.74	0.037	<b>Tubería 247</b>	91.9	0.050
<b>Tubería 12</b>	119.04	0.065	<b>Tubería 248</b>	101.56	0.055
<b>Tubería 13</b>	62.82	0.034	<b>Tubería 249</b>	15.06	0.008
<b>Tubería 14</b>	94.19	0.051	<b>Tubería 250</b>	28.72	0.016
<b>Tubería 15</b>	112.16	0.061	<b>Tubería 251</b>	79	0.043
<b>Tubería 16</b>	73.43	0.040	<b>Tubería 252</b>	148.8	0.081
<b>Tubería 17</b>	104.25	0.057	<b>Tubería 253</b>	54.98	0.030
<b>Tubería 18</b>	119.09	0.065	<b>Tubería 254</b>	88.03	0.048
<b>Tubería 19</b>	100.42	0.055	<b>Tubería 255</b>	110.26	0.060
<b>Tubería 20</b>	80.78	0.044	<b>Tubería 256</b>	79.38	0.043
<b>Tubería 21</b>	39.4	0.022	<b>Tubería 257</b>	103.95	0.057
<b>Tubería 22</b>	122.91	0.067	<b>Tubería 258</b>	43.96	0.024
<b>Tubería 40</b>	165.97	0.091	<b>Tubería 259</b>	42.49	0.023
<b>Tubería 43</b>	165.3	0.090	<b>Tubería 260</b>	89.94	0.049
<b>Tubería 44</b>	158.49	0.087	<b>Tubería 261</b>	43.23	0.024
<b>Tubería 47</b>	107.91	0.059	<b>Tubería 262</b>	47.53	0.026
<b>Tubería 50</b>	238.54	0.130	<b>Tubería 263</b>	41.51	0.023
<b>Tubería 51</b>	323.18	0.176	<b>Tubería 264</b>	31.57	0.017
<b>Tubería 69</b>	185.63	0.101	<b>Tubería 265</b>	36.47	0.020
<b>Tubería 78</b>	440.5	0.241	<b>Tubería 266</b>	45.61	0.025
<b>Tubería 161</b>	383.16	0.209	<b>Tubería 267</b>	53.01	0.029
<b>Tubería 162</b>	360.05	0.197	<b>Tubería 268</b>	38.65	0.021
<b>Tubería 163</b>	44.52	0.024	<b>Tubería 269</b>	95.29	0.052
<b>Tubería 164</b>	56.03	0.031	<b>Tubería 270</b>	41.61	0.023
<b>Tubería 165</b>	160.27	0.088	<b>Tubería 271</b>	85.91	0.047
<b>Tubería 166</b>	55.39	0.030	<b>Tubería 272</b>	67.49	0.037
<b>Tubería 167</b>	128.67	0.070	<b>Tubería 273</b>	133.65	0.073
<b>Tubería 168</b>	35.5	0.019	<b>Tubería 274</b>	73.33	0.040

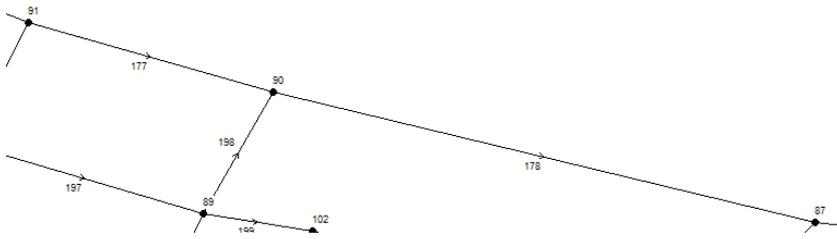


Tubería 169	129.48	0.071	Tubería 275	47.46	0.026
Tubería 170	93.5	0.051	Tubería 276	76.95	0.042
Tubería 171	47.23	0.026	Tubería 277	69.4	0.038
Tubería 172	48.87	0.027	Tubería 278	34.42	0.019
Tubería 173	39.69	0.022	Tubería 280	95.75	0.052
Tubería 174	51.84	0.028	Tubería 281	175.02	0.096
Tubería 175	51.57	0.028	Tubería 282	90.55	0.049
Tubería 176	92.98	0.051	Tubería 283	86.93	0.047
Tubería 177	86	0.047	Tubería 284	70.66	0.039
Tubería 178	188.38	0.103	Tubería 285	161.51	0.088
Tubería 179	96.7	0.053	Tubería 286	77.36	0.042
Tubería 180	51.17	0.028	Tubería 287	116.95	0.064
Tubería 181	34.25	0.019	Tubería 288	73.31	0.040
Tubería 182	30.12	0.016	Tubería 289	92.68	0.051
Tubería 183	119	0.065	Tubería 290	76.62	0.042
Tubería 184	122.12	0.067	Tubería 291	115.75	0.063
Tubería 185	32.68	0.018	Tubería 292	98.5	0.054
Tubería 186	176.26	0.096	Tubería 293	95.81	0.052
Tubería 187	37.51	0.020	Tubería 294	88.03	0.048
Tubería 188	55.37	0.030	Tubería 295	104.49	0.057
Tubería 189	90.22	0.049	Tubería 296	93.86	0.051
Tubería 190	90.22	0.049	Tubería 297	44.3	0.024
Tubería 191	88.61	0.048	Tubería 298	63.35	0.035
Tubería 192	66.36	0.036	Tubería 299	138.59	0.076
Tubería 193	35.1	0.019	Tubería 300	23.35	0.013
Tubería 194	78.72	0.043	Tubería 301	38.76	0.021
Tubería 195	85.31	0.047	Tubería 302	35.1	0.019
Tubería 196	46.22	0.025	Tubería 303	41.79	0.023
Tubería 197	83.16	0.045	Tubería 304	45.2	0.025
Tubería 198	47.62	0.026	Tubería 305	63.42	0.035
Tubería 199	37.38	0.020	Tubería 306	38.71	0.021
Tubería 200	103.67	0.057	Tubería 307	56.92	0.031
Tubería 201	95.1	0.052	Tubería 308	43.43	0.024
Tubería 202	70.04	0.038	Tubería 309	68.94	0.038
Tubería 203	72.41	0.040	Tubería 310	66.12	0.036
Tubería 204	80.89	0.044	Tubería 311	43.9	0.024
Tubería 205	31.81	0.017	Tubería 312	64.5	0.035
Tubería 206	69.65	0.038	Tubería 313	46.93	0.026
Tubería 207	70.52	0.039	Tubería 314	33.18	0.018
Tubería 208	68.18	0.037	Tubería 315	55.51	0.030
Tubería 209	84.73	0.046	Tubería 316	81.44	0.044
Tubería 210	66.36	0.036	Tubería 317	57.43	0.031
Tubería 211	54.63	0.030	Tubería 318	61.98	0.034
Tubería 212	91.59	0.050	Tubería 319	71.27	0.039



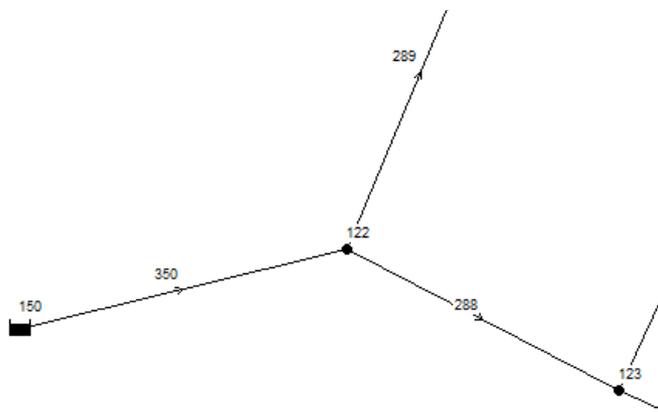
<b>Tubería 213</b>	45.99	0.025	<b>Tubería 320</b>	58.74	0.032
<b>Tubería 214</b>	44.15	0.024	<b>Tubería 321</b>	137.73	0.075
<b>Tubería 215</b>	55.17	0.030	<b>Tubería 322</b>	44.05	0.024
<b>Tubería 216</b>	63.2	0.035	<b>Tubería 323</b>	61.44	0.034
<b>Tubería 217</b>	128.21	0.070	<b>Tubería 324</b>	46.93	0.026
<b>Tubería 218</b>	50.43	0.028	<b>Tubería 325</b>	57.43	0.031
<b>Tubería 219</b>	122.51	0.067	<b>Tubería 326</b>	54.79	0.030
<b>Tubería 220</b>	128.78	0.070	<b>Tubería 327</b>	54.26	0.030
<b>Tubería 221</b>	92.23	0.050	<b>Tubería 328</b>	180.37	0.098
<b>Tubería 222</b>	71.1	0.039	<b>Tubería 329</b>	68.18	0.037
<b>Tubería 223</b>	134.53	0.073	<b>Tubería 330</b>	73.31	0.040
<b>Tubería 224</b>	71.22	0.039	<b>Tubería 331</b>	294.63	0.161
<b>Tubería 225</b>	32.96	0.018	<b>Tubería 332</b>	427.37	0.233
<b>Tubería 226</b>	99.27	0.054	<b>Tubería 333</b>	107.22	0.059
<b>Tubería 227</b>	101.03	0.055	<b>Tubería 334</b>	80.36	0.044
<b>Tubería 228</b>	100.63	0.055	<b>Tubería 335</b>	147.54	0.081
<b>Tubería 229</b>	99.05	0.054	<b>Tubería 336</b>	84.73	0.046
<b>Tubería 230</b>	72.94	0.040	<b>Tubería 337</b>	164.53	0.090
<b>Tubería 231</b>	39.23	0.021	<b>Tubería 338</b>	141.53	0.077
<b>Tubería 232</b>	63.97	0.035	<b>Tubería 339</b>	93.26	0.051
<b>Tubería 233</b>	41.98	0.023	<b>Tubería 340</b>	84.73	0.046
<b>Tubería 234</b>	45.99	0.025	<b>Tubería 341</b>	128.81	0.070
<b>Tubería 235</b>	38.39	0.021	<b>Tubería 342</b>	222.78	0.122
<b>Tubería 236</b>	120.7	0.066	<b>Tubería 343</b>	151.22	0.083
<b>Tubería 237</b>	117.9	0.064	<b>Tubería 344</b>	136.08	0.074
<b>Tubería 238</b>	91.32	0.050	<b>Tubería 345</b>	99.39	0.054
<b>Tubería 239</b>	108.36	0.059	<b>Tubería 346</b>	214.01	0.117
<b>Tubería 240</b>	112.54	0.061	<b>Tubería 347</b>	349.36	0.191
<b>Tubería 241</b>	61.47	0.034	<b>Tubería 349</b>	11000	6.007
<b>Tubería 242</b>	41.13	0.022	<b>Tubería 350</b>	4200	2.294
<b>Tubería 243</b>	153.74	0.084	<b>Long pueblo</b>	34633.090	18.91

Como las demandas se introducen en los nudos, habrá que calcular la demanda de los nudos en relación a las tuberías conectadas en el nudo en cuestión. A cada nudo le corresponde la mitad de la demanda de cada una de las tuberías a las que está conectado, a excepción del primer nudo de la red conectado al depósito al que se le suma íntegramente esa demanda.



**Figura 1. Ejemplo de demanda en un nudo**

Por ejemplo, la demanda base del nudo 90 será la mitad de la demanda de las tuberías 178, 198 y 177.



**Figura 2. Ejemplo demanda base en nudo conectado a depósito**

Sin embargo, el cálculo de la demanda base en el nudo conectado al depósito será distinta. La demanda base del nudo 122 será la mitad de la demanda de las tuberías 288 y 289, y la demanda entera de la tubería 350. Pues el caudal que sale del depósito llega íntegramente al primer nudo de la red.

Calculando las demandas base de todos los nudos de la red, se obtiene la siguiente tabla que se introduce para cada nudo a Epanet:

ID Nudo	Demanda base	ID Nudo	Demanda Base	ID Nudo	Demanda base
1	0.29617669	75	0.78665032	151	0.07591471
2	0.40924673	76	0.74748429	152	0.06923603
3	0.36883352	77	0.55705475	153	0.08594638
4	0.40742745	78	0.20037266	154	0.05845075
5	0.53051615	79	0.33466654	155	0.02155691
6	0.72186561	80	0.2903896	156	0.06745577
7	0.54507495	81	0.27335705	157	0.08822631
8	0.42389252	82	0.09924641	158	0.05732034
9	0.45247468	83	0.13836011	159	0.09967509



10	0.34116671	84	0.28169686	160	0.03658257
11	0.4242701	85	0.08136196	161	0.02478157
12	0.57260445	86	0.07281292	162	0.04498144
13	0.64953604	87	0.03833552	164	0.05178026
14	0.5071561	88	0.05513052	165	0.06171091
15	0.75055075	89	0.07519114	166	0.08910551
16	0.63413964	90	0.0443589	167	0.03657165
17	0.57960697	91	0.07270097	168	0.09957952
18	0.56267278	92	0.07346276	169	0.05564112
19	0.51770521	93	0.06245905	170	0.07115007
20	0.78075326	94	0.06127403	171	0.32422108
21	0.39881161	95	0.06101191	172	0.18251166
22	0.08424531	96	0.05512233	173	0.22442378
23	0.10108127	97	0.07634339	174	0.61776393
24	0.08303845	98	0.05362877	175	0.28011209
25	0.07164975	99	0.0965733	176	0.2620337
26	0.16918214	100	0.09964232	177	0.06802281
27	0.07809361	101	0.10816952	178	0.24974497
28	0.0937937	102	0.05797292	179	0.52927352
29	0.07337812	103	0.07303955	180	0.48065638
30	0.10943372	104	0.00868556	181	0.22207817
31	0.06041394	105	0.06087539	182	0.70485132
32	0.08151486	106	0.10159459	183	0.25862398
33	0.08180702	107	0.09142367	184	0.78194765
34	0.09856379	108	0.09827983	185	0.31298502
35	0.09027688	109	0.06788172	186	0.26933371
36	0.38857219	110	0.03964068	187	0.23364605
37	0.35677481	111	0.08888981	188	0.57499584
38	0.17615692	112	0.07264363	189	0.21921766
39	0.14389484	113	0.05595239	190	0.25050015
40	0.31041056	114	0.08039265	191	0.47138834
41	0.57372577	115	0.08416886	192	0.41478467
42	0.50231612	116	0.103353	193	0.29520412
43	0.50370987	117	0.08132646	194	0.381763
44	0.84975306	118	0.08663173	195	0.28986069
45	0.76461299	119	0.07563074	196	0.06929287
46	0.42901854	120	0.0919643	197	0.18744317
47	0.43645905	121	0.0884229	198	0.07750824
48	0.30094801	122	2.36609081	199	0.05590597
49	0.24795722	123	0.09505517	200	0.06556903
50	0.2553602	124	0.34941741	201	0.07589287
51	0.59041968	125	0.32506453	202	0.06988314
52	0.48899945	126	0.02935234	203	0.0261113
53	0.43246861	127	0.04586883	204	0.06573832



54	0.46934022	128	0.02328801	205	0.07209754
55	0.04128987	129	0.0697985	206	0.0550213
56	0.38867816	130	0.14710847	207	0.05307449
57	0.50659544	131	0.0661397	208	0.05242192
58	0.63515798	132	0.03827272	209	0.03260431
59	0.41457871	133	0.28882913	210	0.06786534
60	0.38548166	134	0.0844146	211	0.03064111
61	0.33956483	135	0.05905964	212	0.02977556
62	0.71216277	136	0.07252349	213	0.06406456
63	0.26014577	137	0.07274193	214	0.19713851
64	0.24722773	138	0.06574651	215	0.14596714
65	0.8338601	139	0.05888489	216	0.07435289
66	0.31409489	140	0.07784241	217	0.0219419
67	0.15274659	141	0.17074598	218	0.02849498
68	0.28809862	142	0.23094149	219	0.06476082
69	0.56386275	143	0.03505079	220	0.06908858
70	0.769842	144	0.0761741	221	0.09455822
71	0.31266353	145	0.08941952	222	0.03760649
72	0.48427206	146	0.05262943	223	0.1640045
73	0.81650255	147	0.03013325	224	0.06342017
74	0.60955074	148	0.071475		
		149	0.26127201		

## ANEJO 9 PROCEDIMIENTO ITERATIVO PARA CALCULO ÓPTIMO DE DIÁMETROS

### INTRODUCCION DE LA CURVA DE MODULACION

Normalmente, la modulación del caudal es aproximada, a no ser que sea calculada diariamente, dependiendo de varios factores que permiten acotarlo mensualmente, semanalmente y diariamente.

#### MODULACION ANUAL

La modulación anual varía dependiendo del mes; los meses que mayor coeficiente de modulación presentan en la tabla son los meses de verano, y los que menos los invernales.

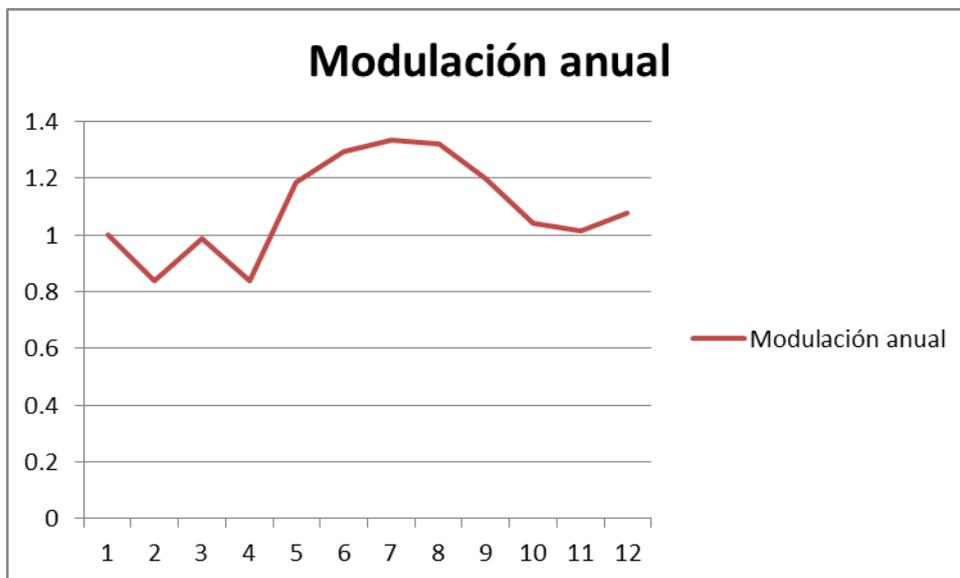


Figura 3. Curva de modulación anual

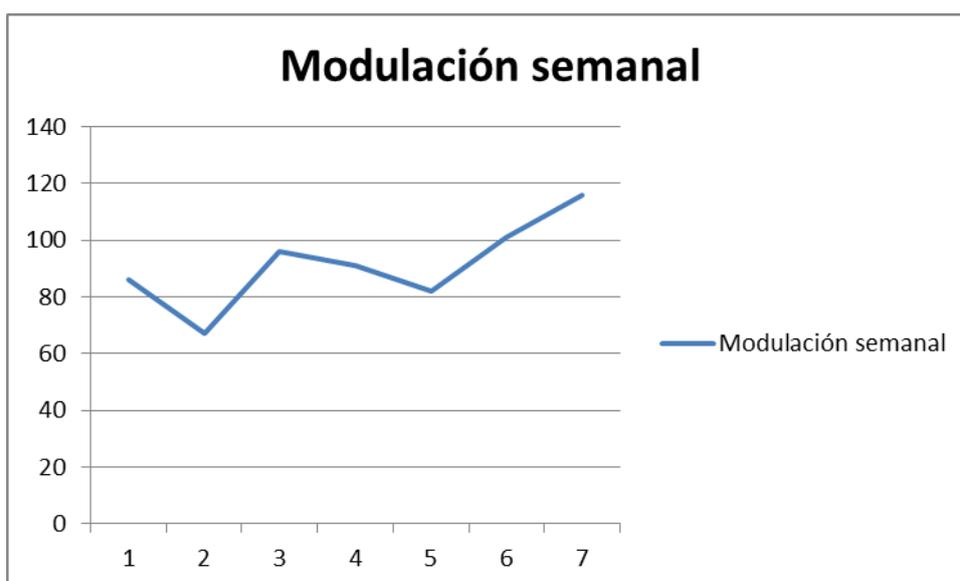


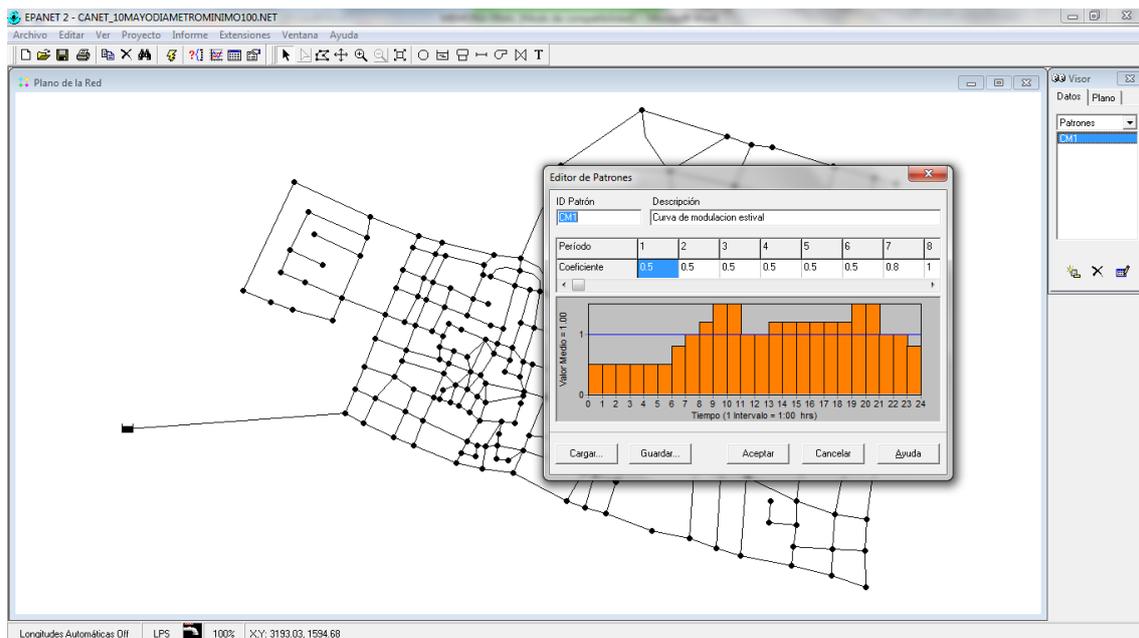
Figura 4. Curva de modulación semanal

Este trabajo no se va basar en las tablas de modulación del caudal, ya que tenemos la población de abonados en verano de Canet, que como se ve en la figura, es la época más desfavorable del año por presentar mayor coeficiente de modulación. Por lo que utilizaremos el caudal total que ya hemos calculado en el **ANEJO 7 NECESIDADES HÍDRICAS**, que corresponde a 59.42 L/seg .

### MODULACION DIARIA

La población estudiada representa principalmente a una población residencial, por lo que la curva de modulación representará dos picos importantes, el primero a primera hora de la mañana alrededor de las 10 h, y el segundo sobre las 15 h. Estos picos representan los momentos donde la demanda es máxima a lo largo del día.

La modulación diaria sí que se introducirá en el modelo de la red, ya que a lo largo del día el caudal varía y no tenemos información precisa de la población en cuestión. Por lo tanto se introducirá un patrón nuevo en el modelo. Se introducirá la siguiente curva de modulación:

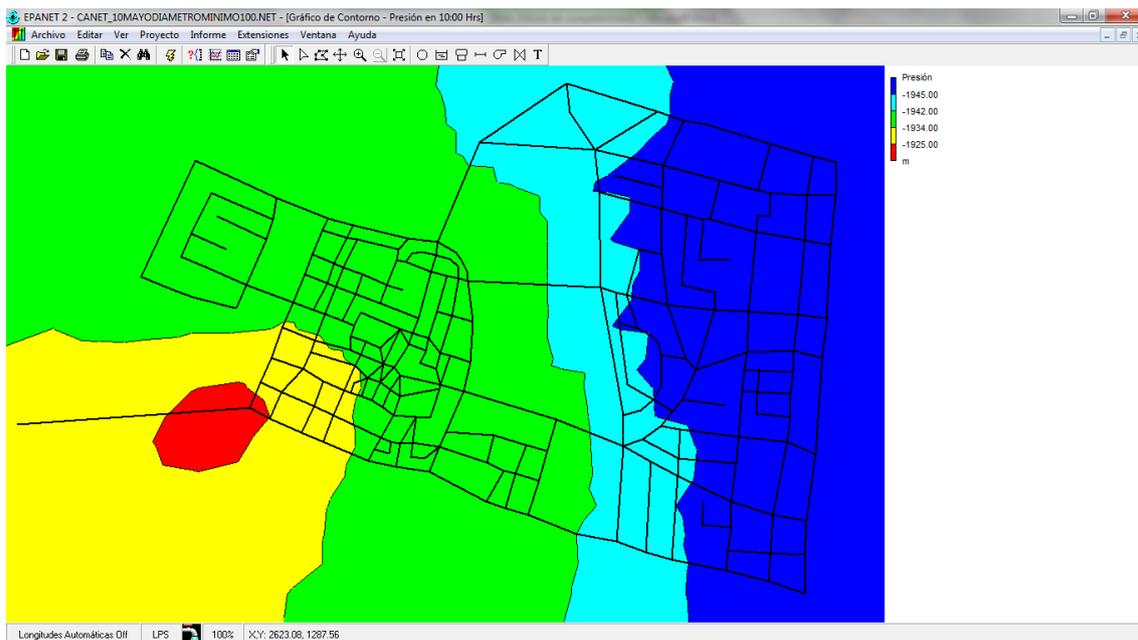


De ahí, se deduce que los puntos a tener en cuenta en las iteraciones, es decir los más desfavorables, se encuentran a las 10 h y a las 20 h, horas en las que se supone que el gasto de agua en la población es máximo.

## ITERACIONES

Inicialmente, todas las tuberías creadas en la nueva red presentan un diámetro nominal de 125 mm, por lo que presentan un diámetro interior de 110,2 mm que representa la sección interior del conducto. Se utiliza el diámetro interior siempre, ya que a partir de este se calcula el caudal, las pérdidas unitarias, y demás parámetros. Sin embargo, para el resto de iteraciones cuando superemos caudales de 250 mm (220,4 mm diámetro interior) pasaremos a diámetros de 300 mm, que al ser de fundición dúctil, presentarán el mismo caudal interior que nominal.

Cuando simulamos la red por primera vez, obtenemos el siguiente mapa de isóbaras:



Como hemos mencionado en la memoria, aparecen presiones negativas muy grandes, presiones que hay que ir aumentando a lo largo de las iteraciones hasta alcanzar la presión mínima en todos los nudos. Para poder aumentar la presión, hay que aumentar el diámetro de las tuberías que presenten mayores pérdidas unitarias, y así sucesivamente en cada una de las iteraciones. Finalmente se consigue una red que presenta en cada nudo presiones mayores que la presión mínima establecida.

## DISEÑO DE UNA ARTERIA PRINCIPAL EN LA RED

Para el diseño de la red de distribución de agua potable, se ha pensado en la introducción de una red arterial al diseño, lo que permite enlazar los diferentes sectores de la zona abastecida. A partir de ésta, se crea la red secundaria donde se utilizarán los diámetros obtenidos al final de las iteraciones del modelo.

La red arterial presenta un único diámetro en todo su recorrido, siendo éste el mayor obtenido en las iteraciones: 250 mm, utilizando fundición dúctil al sobrepasar los 250 mm.



## DISEÑO FINAL DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

La tabla siguiente presenta los diámetros iniciales de la red, y los obtenidos finalmente:

	Diám. Inicial	Diám. Final			
<b>ID Línea</b>	mm	mm	<b>Tubería 183</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 1</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 184</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 2</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 185</b>	110.2	123.4
<b>Tubería 3</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 186</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 4</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 187</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 5</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 188</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 6</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 189</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 7</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 190</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 8</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 191</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 9</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 192</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 10</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 193</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 11</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 194</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 12</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 195</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 13</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 196</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 14</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 197</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 15</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 198</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 16</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 199</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 17</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 200</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 18</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 201</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 19</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 202</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 20</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 203</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 21</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 204</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 22</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 205</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 23</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 206</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 24</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 207</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 25</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 208</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 26</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 209</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 27</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 210</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 28</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 211</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 29</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 212</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 30</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 213</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 31</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 214</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 32</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 215</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 33</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 216</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 34</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 217</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 35</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 218</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 36</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 219</b>	110.2	110.2



<b>Tubería 37</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 220</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 38</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 221</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 39</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 222</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 41</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 223</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 42</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 224</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 45</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 225</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 46</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 226</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 48</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 227</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 49</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 228</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 50</b>	110.2	123.4	<b>Tubería 229</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 51</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 230</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 53</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 231</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 54</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 232</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 55</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 233</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 57</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 234</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 58</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 235</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 59</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 236</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 60</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 237</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 61</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 238</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 62</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 239</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 63</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 240</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 64</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 241</b>	110.2	123.4
<b>Tubería 65</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 242</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 66</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 243</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 67</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 244</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 68</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 245</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 70</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 246</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 71</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 247</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 72</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 248</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 73</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 249</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 74</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 250</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 75</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 251</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 76</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 252</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 77</b>	110.2	123.4	<b>Tubería 253</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 79</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 254</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 80</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 255</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 81</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 256</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 82</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 257</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 83</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 258</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 84</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 259</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 85</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 260</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 86</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 261</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 87</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 262</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 88</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 263</b>	110.2	110.2



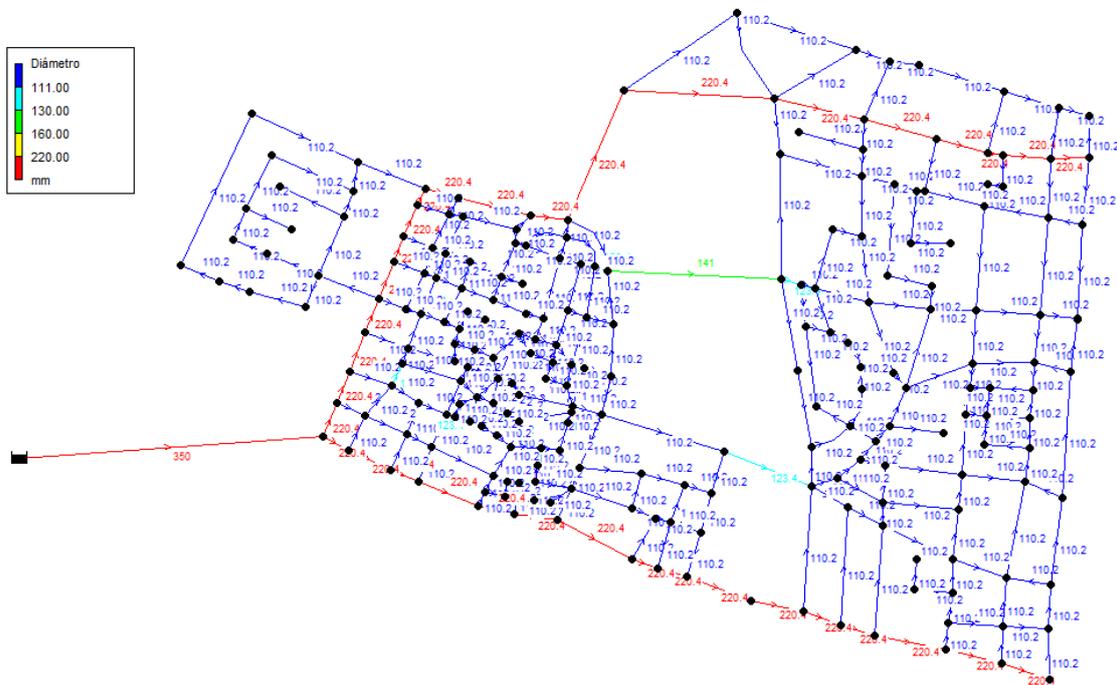
<b>Tubería 89</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 264</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 90</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 265</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 91</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 266</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 92</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 267</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 93</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 268</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 94</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 269</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 95</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 270</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 96</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 271</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 97</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 272</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 98</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 273</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 99</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 274</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 100</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 275</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 101</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 276</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 102</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 277</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 103</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 278</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 104</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 280</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 105</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 281</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 106</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 282</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 107</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 283</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 108</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 284</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 109</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 285</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 110</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 286</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 111</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 287</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 112</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 288</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 113</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 289</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 114</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 290</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 115</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 291</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 116</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 292</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 117</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 293</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 118</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 294</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 119</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 295</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 120</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 296</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 121</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 297</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 122</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 298</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 123</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 299</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 124</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 300</b>	110.2	123.4
<b>Tubería 125</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 301</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 126</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 302</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 127</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 303</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 128</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 304</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 129</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 305</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 130</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 306</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 131</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 307</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 132</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 308</b>	110.2	110.2



<b>Tubería 133</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 309</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 134</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 310</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 135</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 311</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 136</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 312</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 137</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 313</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 138</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 314</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 139</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 315</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 140</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 316</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 141</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 317</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 142</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 318</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 143</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 319</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 144</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 320</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 145</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 321</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 146</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 322</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 147</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 323</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 148</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 324</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 149</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 325</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 150</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 326</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 151</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 327</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 152</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 328</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 153</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 329</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 154</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 330</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 155</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 331</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 156</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 332</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 157</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 333</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 158</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 334</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 159</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 335</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 160</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 336</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 161</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 337</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 162</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 338</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 163</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 339</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 164</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 340</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 165</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 341</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 166</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 342</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 168</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 343</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 169</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 40</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 170</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 43</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 171</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 44</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 172</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 47</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 173</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 69</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 174</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 78</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 175</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 52</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 176</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 56</b>	110.2	141
<b>Tubería 177</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 279</b>	110.2	110.2

<b>Tubería 178</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 344</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 179</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 345</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 180</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 346</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 181</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 347</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 182</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 350</b>	110.2	312.8

De forma visual, se ha obtenido la siguiente red:



**Figura 5. Diámetros de la red tras iteraciones con arteria principal**

En esta red se puede apreciar la arteria principal que se extiende bordeando todo el casco antiguo y ambos extremos norte y sur de la playa.

## ANEJO 10. OPERACIONES DE LA RED EN HORA PUNTA

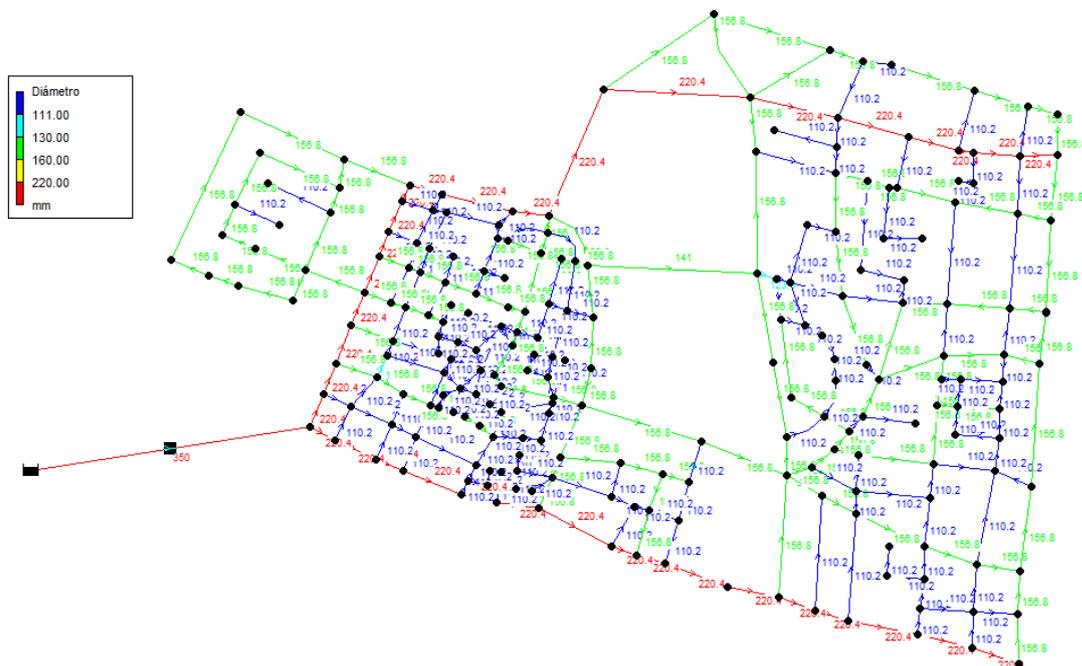
Se comienzan las operaciones por los ensayo de hidrantes y posteriormente rotura, para obtener la red final de distribución de Canet. Y posteriormente con ésta red se analizaran las condiciones normales.

### EN CONDICIONES DE OPERACIÓN NORMALES

#### Cambio de diámetros, diámetros finales.

Como se ha descrito en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en la red de distribución a diseñar deben instalar en la red hidrantes cada 200 m lineales como distancia máxima y estos se deben instalar en tuberías cuyo diámetro nominal sea mayor o igual a 150 mm. En este trabajo, los hidrantes se han instalado en tubería de diámetro mínimo igual o superior a 156,8 mm.

En la **Figura 6**, se puede comprobar el aumento de los diámetro de las tuberías para la inserción de los hidrantes, en comparación con la **Figura 5**.



**Figura 6. Aumento de diámetro para instalación de hidrantes de incendios**

La localización de los hidrantes se presenta en el PLANO 2, del documento planos adjunto a esta memoria.

### Condiciones normales

En condiciones normales, se obtiene el siguiente mapa de isóbaras:



Figura 7. Mapa de isóbaras en condiciones normales

En condiciones normales, se observa que la presión mínima de la red es mayor de 36 mca, y llega hasta un máximo de 38.65 mca. La desviación típica describe la diferencia de presión entre los puntos, que es bastante baja.

CONDICIONES NORMALES	
CUARTIL 1	36.43
MINIMA	36.37
MEDIA	37.06692308
MAXIMA	38.65
CUARTIL 3	37.55
DESVIACION TIPICA	0.568625475

Figura 8. Parámetros estadísticos en condiciones nominales

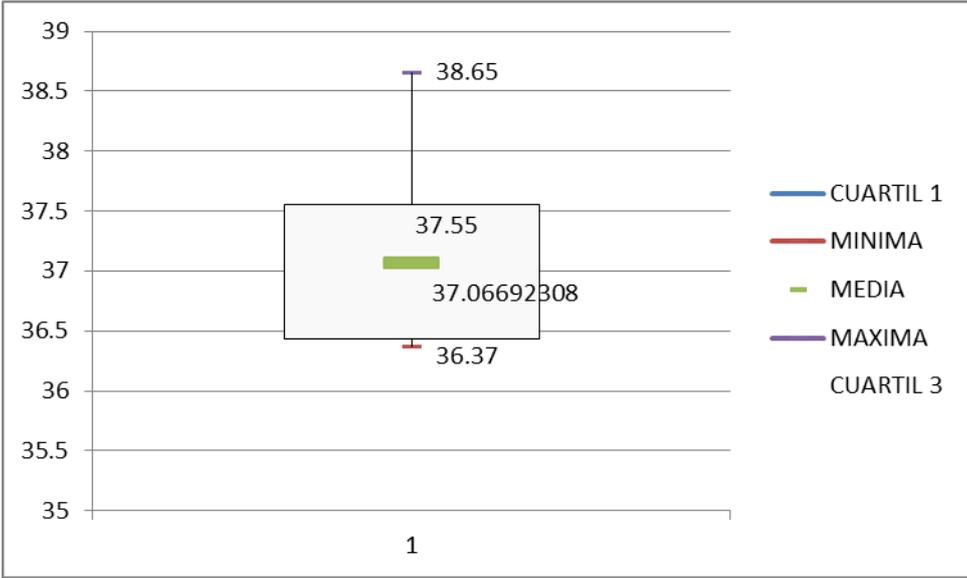


Figura 9. Diagrama de caja y bigotes en condiciones normales

## EN CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL HIDRANTE MÁS DESFAVORABLE

### Ensayo del hidrante más desfavorable

El hidrante más desfavorable, corresponde con el hidrante al que menos caudal llega de toda la red, pues será el que presentará más dificultades para conseguir trasegar 2000 L/seg.

La figura, presenta los caudales en hora punta de la red.

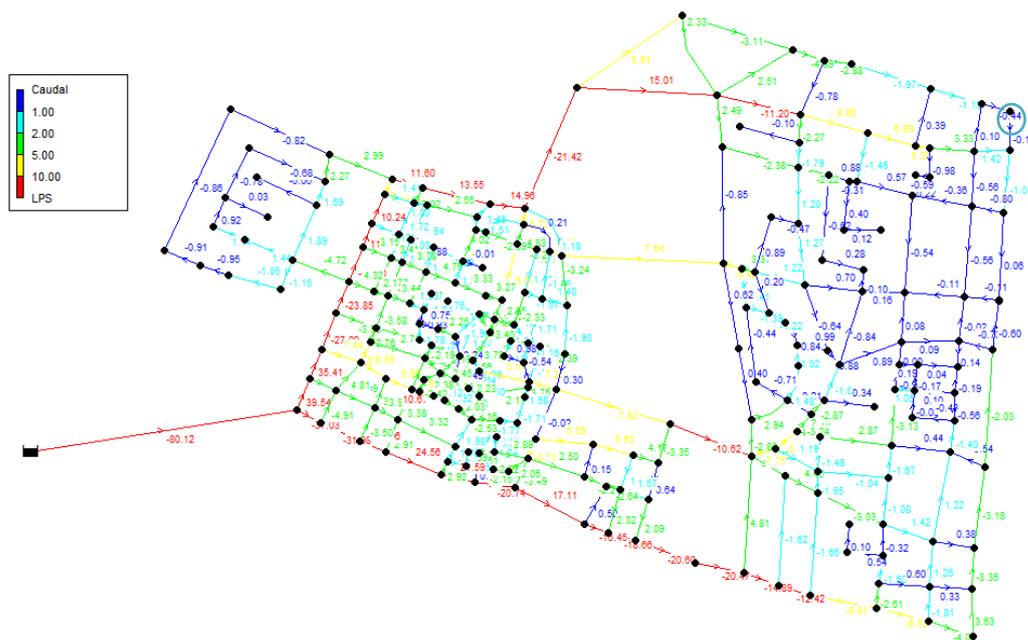
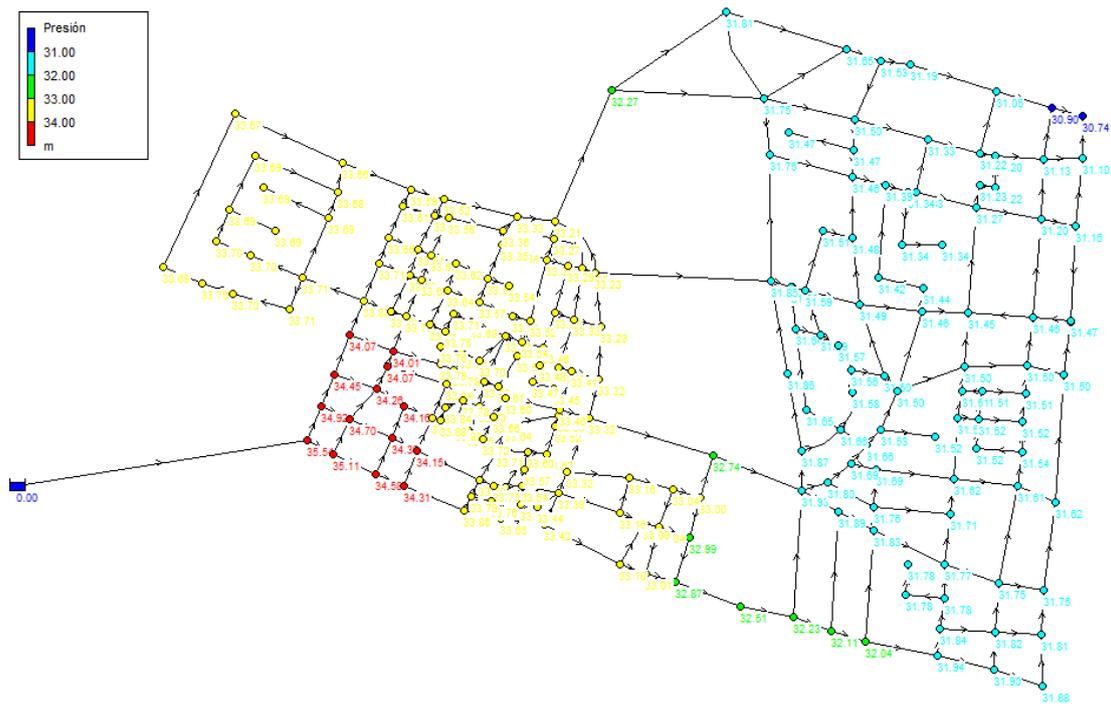


Figura 10. Caudales de la red en hora punta trabajando en condiciones normales

Después de comprobar varios hidrantes, se obtiene que el más desfavorable corresponde al nudo 78, redondeado en la Figura 10. A este nudo se le asigna una demanda base muy superior a la nominal, 33.33 L/seg, demanda que corresponde a un hidrante actuando.



La presión mínima de la red, tras la comprobación a hidrantes, sobrepasa los 10 mca, por lo tanto la red cumple el ensayo del hidrante más desfavorable.

Tiempo	COND NORMALES	CON HIDRANTE
Horas		m
10:00	36.39	19.27
11:00	41.42	33.33
12:00	41.42	33.33
13:00	39.61	28.29
14:00	39.61	28.29
15:00	39.61	28.29
16:00	39.61	28.29
17:00	39.61	28.29
18:00	39.61	28.29
19:00	36.39	19.27
20:00	36.39	19.27
21:00	41.42	33.33
22:00	41.42	33.33
23:00	42.94	37.58
24:00:00	44.69	42.41

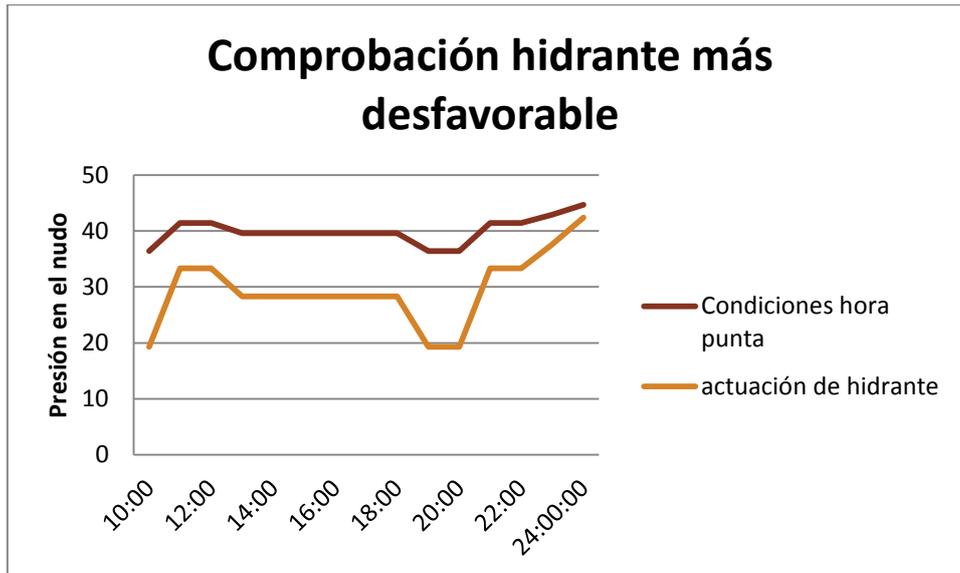


Figura 11. Comprobación hidrante más desfavorable

Cuando actúa un hidrante para apagar un incendio, se necesita en un nudo concreto de la red una demanda base muchísimo mayor a la que hay en condiciones normales, esto provoca un descenso de las presiones de la red. Por ese motivo hay que diseñar la red, para que en cualquier momento la presión de cualquier punto sea mayor a 10 mca.

Además, se estudiará la dispersión de las presiones de la red en hora punta durante la actuación del hidrante más desfavorable, a partir de diferentes parámetros.

HIDRANTE MAS DESFAVORABLE	
CUARTIL 1	22.0425
MINIMA	19.27
MEDIA	23.783018
MAXIMA	28.07
CUARTIL 3	25.28
DESVIACION TIPICA	1.79249451

Figura 12. Parámetros estadísticos para el hidrante más desfavorable

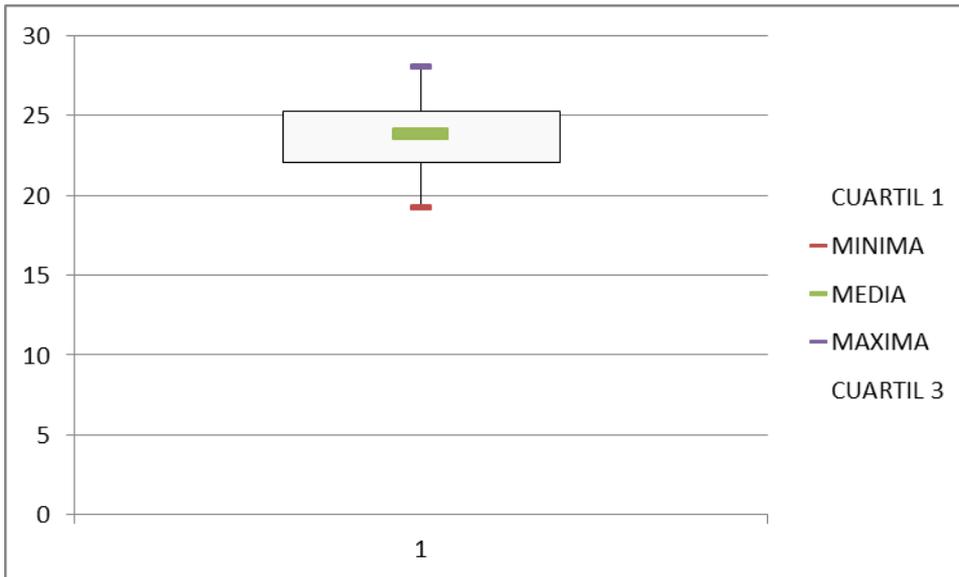


Figura 13. Diagramas de caja y bigotes para hidrante mas desfavorable.

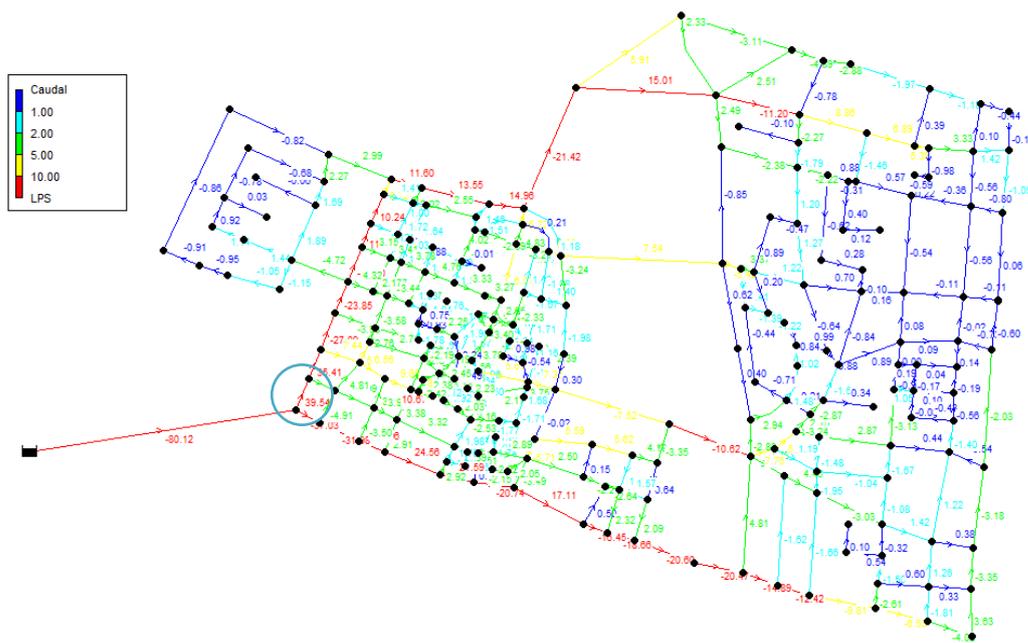
En este caso, la desviación típica es mucho mayor lo que define un mayor intervalo de presiones que aparecen en la red; como se observa bien ya que la presión mínima es de 19.27 mca y la máxima de 28.07 mca.

Se observa también en comparación con las condiciones normales, la media de presión del conjunto de tuberías también ha disminuido de 37 mca a 23.78 mca como consecuencia de un aumento importante de la demanda. En este caso de estudio, el caudal total a inyectar a la red ha pasado de 59.42 L/seg a 92.75 L/seg, lo que equivale a un aumento de un 56% del caudal.

## EN CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA ROTURA MÁS DESFAVORABLE

La rotura más desfavorable se presenta en las tuberías más importantes de la red. Sin contar la tubería que va desde depósito al primer nudo, ya que si ésta se rompe, sería imposible hacer llegar el agua a la población.

Por lo tanto, el estudio de la rotura más desfavorable se centrará exclusivamente en las tuberías que mayor caudal presenten, pues cuando hay rotura las tuberías se cierran utilizando válvulas, obligando al caudal tomar otro camino para abastecer el resto de puntos de la red con la demanda dada, esto provocará una disminución de presión sobre toda la red.



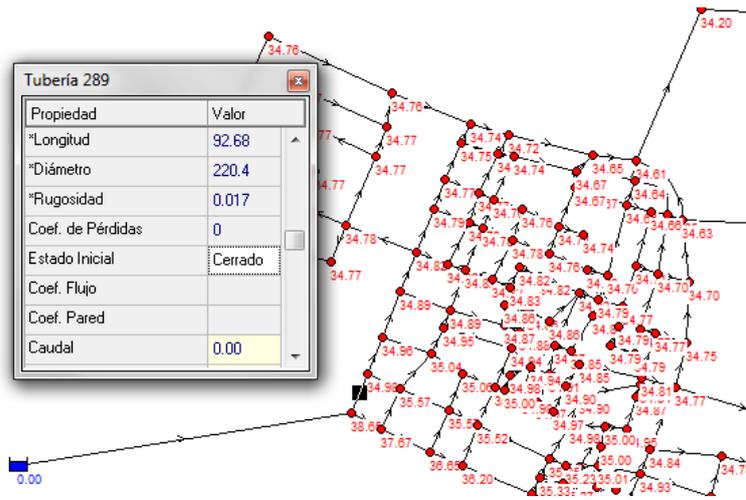


Figura 15 Cierre de tubería 289 para comprobación a rotura

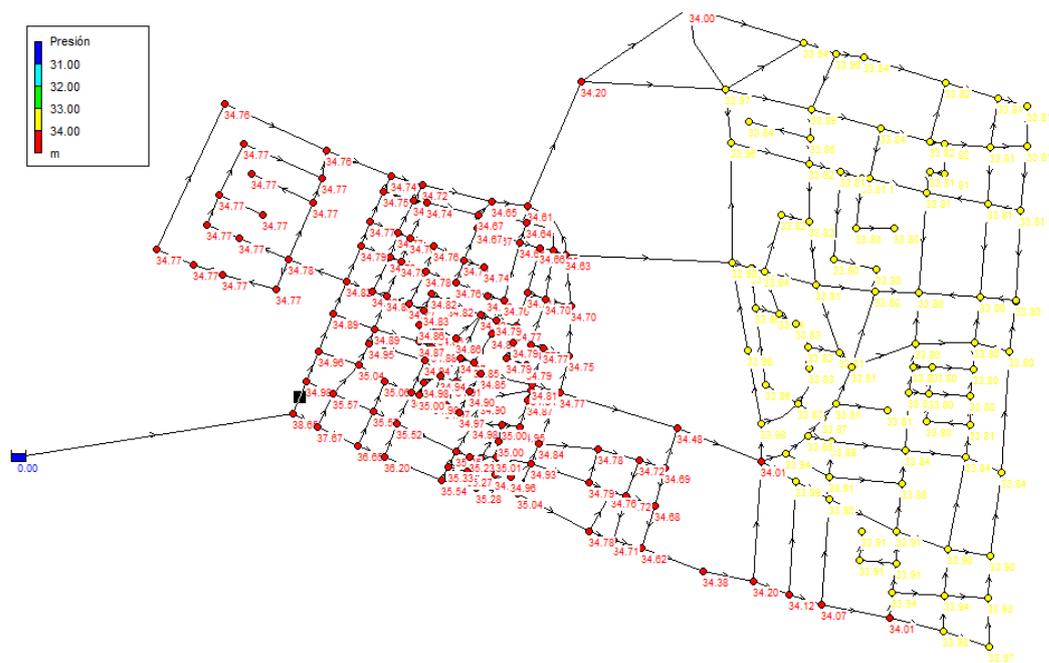
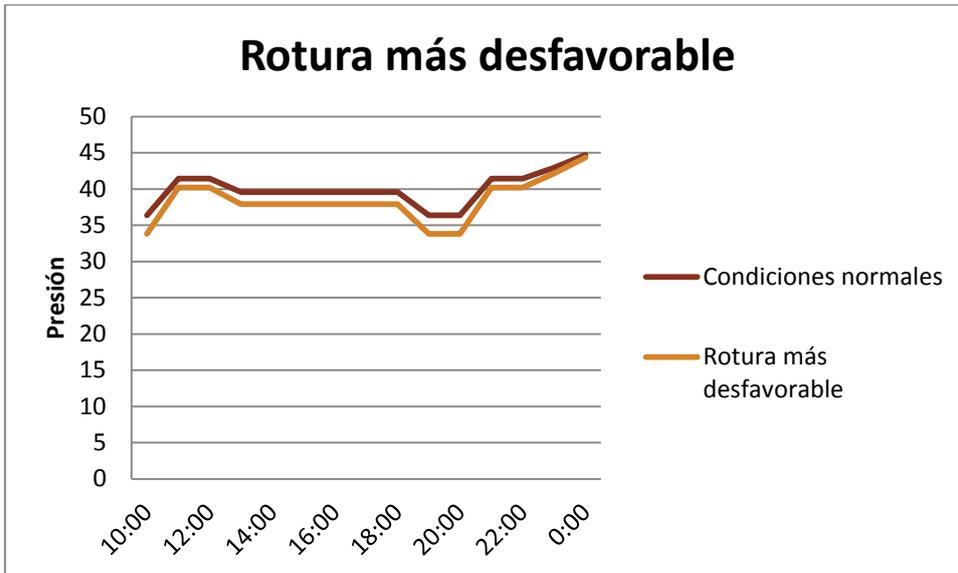


Figura 16. Presiones en la red tras comprobación a rotura



La red diseñada también cumple a rotura, ya que la presión mínima del nudo más desfavorable es muy superior a la mínima exigida en este ensayo, 20 mca.

Se estudia en este caso también los diferentes parámetros estadísticos.

ROTURA MAS DESFAVORABLE	
CUARTIL 1	33.86
MINIMA	33.8
MEDIA	34.4864126
MAXIMA	38.65
CUARTIL 3	34.82
DESVIACION TIPICA	0.64592112

Figura 17. Parámetros estadísticos en el ensayo de rotura más desfavorable

En este caso la desviación típica no es tan grande como en el caso de los hidrantes, dato que corresponde con una media de presiones más cercana a las condiciones normales de funcionamiento en hora punta que a la del hidrante más desfavorable. Se observa que la mayoría de los nudos presentan presiones entre 33 y 35 mca.

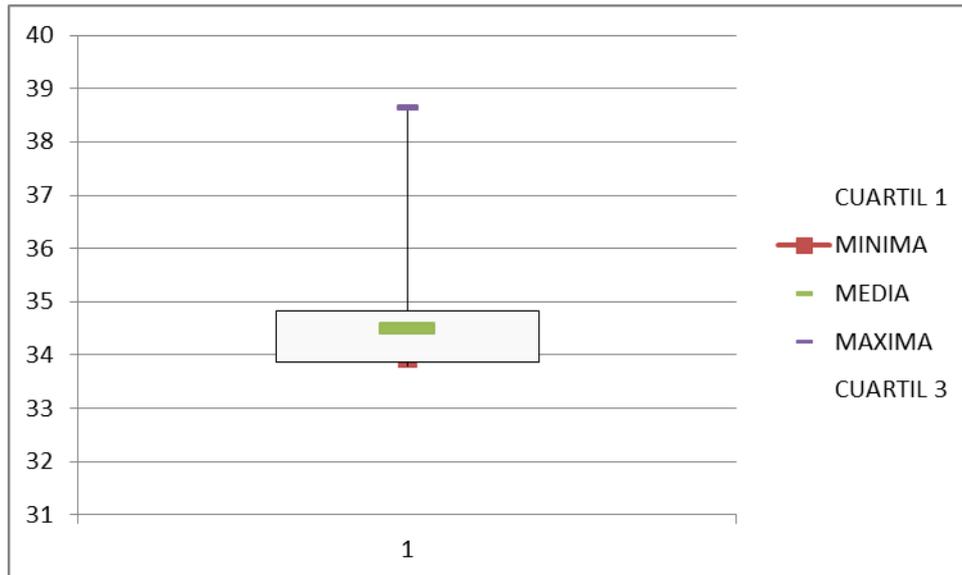


Figura 18. Diagrama de caja y bigotes para la rotura más desfavorable

## CONCLUSIONES

Se puede concluir tras este estudio que la red presenta mayores presiones en condiciones normales, lo que dota al fluido con mayor energía interna en forma de presión. No obstante, en condiciones desfavorables como rotura o necesidad de usar un hidrante la presión del conjunto de puntos de la red disminuye, disminuyendo también la energía interna del flujo. En este punto del trabajo el diseño de la red ya es definitivo, por lo que estos serán los diámetros finales:

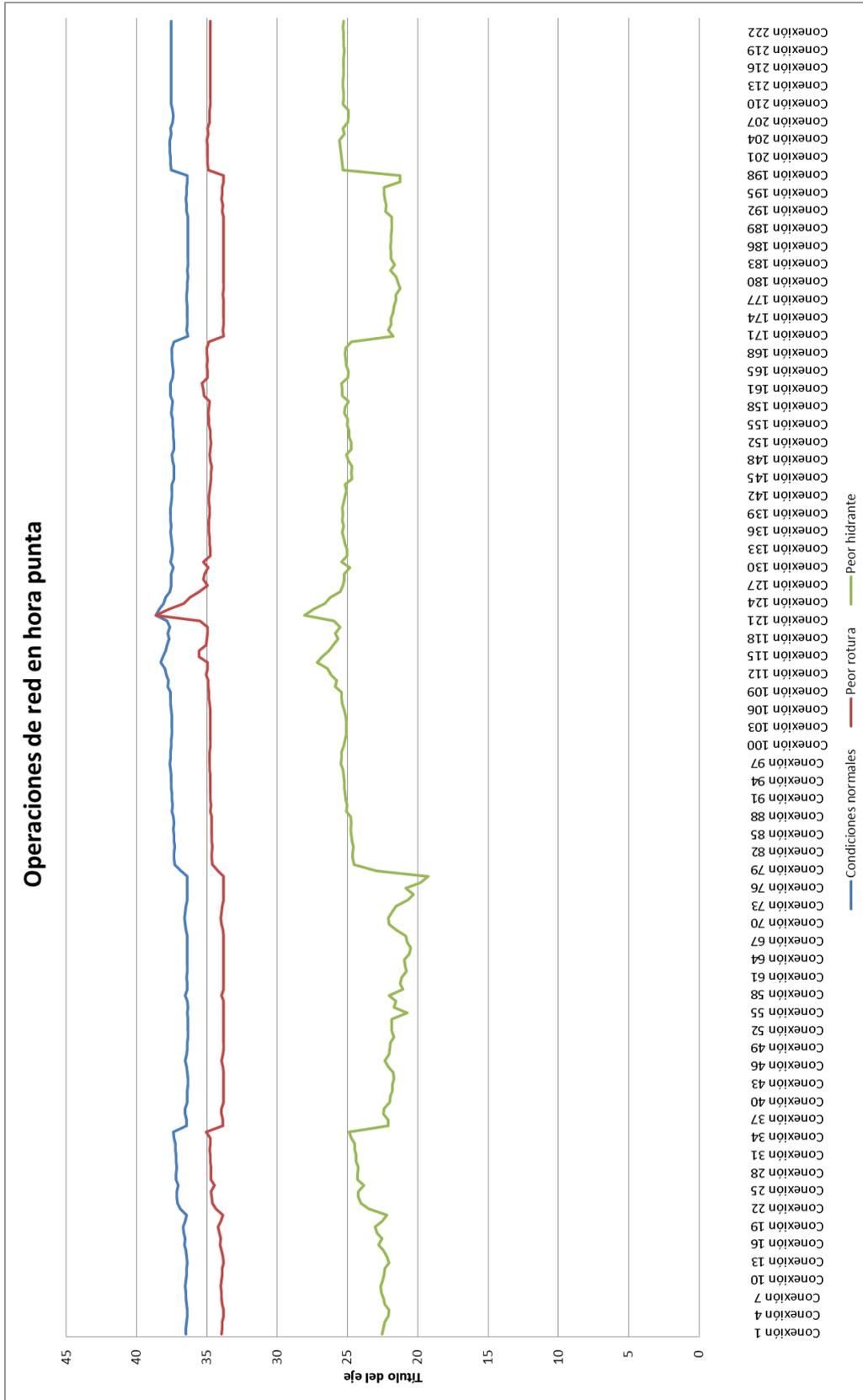


Figura 19. Operaciones de red en hora punta

Tabla con las presiones de todos los puntos de la red en los tres casos de operación estudiados:

	COND. NORMALES	HIDRANTE	ROTURA		C.NORM	HIDRANTE	ROTURA
<b>ID Nudo</b>	mca	mca	mca				
<b>Conexión 1</b>	36.51	22.55	33.97	Conexión 112	37.89	26.16	35.04
<b>Conexión 2</b>	36.48	22.44	33.93	Conexión 113	38	26.43	34.96
<b>Conexión 3</b>	36.45	22.33	33.9	Conexión 114	38.29	27.15	34.98
<b>Conexión 4</b>	36.4	22.08	33.84	Conexión 115	38.15	26.81	35.57
<b>Conexión 5</b>	36.4	22.06	33.84	Conexión 116	37.95	26.3	35.57
<b>Conexión 6</b>	36.45	22.34	33.9	Conexión 117	37.83	26.01	35.06
<b>Conexión 7</b>	36.48	22.45	33.94	Conexión 118	37.71	25.69	35.03
<b>Conexión 8</b>	36.52	22.58	33.98	Conexión 119	37.78	25.86	34.95
<b>Conexión 9</b>	36.55	22.64	34.01	Conexión 120	37.64	25.53	34.94
<b>Conexión 10</b>	36.49	22.48	33.94	Conexión 121	37.83	25.99	35.52
<b>Conexión 11</b>	36.46	22.39	33.91	Conexión 122	38.65	28.07	38.65
<b>Conexión 12</b>	36.46	22.36	33.91	Conexión 123	38.4	27.43	37.67
<b>Conexión 13</b>	36.4	22.07	33.84	Conexión 124	38.09	26.64	36.65
<b>Conexión 14</b>	36.44	22.18	33.88	Conexión 125	37.92	26.23	36.2
<b>Conexión 15</b>	36.5	22.44	33.95	Conexión 126	37.66	25.55	35.54
<b>Conexión 16</b>	36.6	22.78	34.07	Conexión 127	37.56	25.32	34.98
<b>Conexión 17</b>	36.54	22.53	33.99	Conexión 128	37.53	25.23	35.28
<b>Conexión 18</b>	36.65	22.9	34.12	Conexión 129	37.52	25.21	35.14
<b>Conexión 19</b>	36.71	23.07	34.2	Conexión 130	37.38	24.82	34.93
<b>Conexión 20</b>	36.57	22.57	34.01	Conexión 131	37.61	25.42	35.25
<b>Conexión 21</b>	36.45	22.19	33.88	Conexión 132	37.47	25.05	34.76
<b>Conexión 22</b>	36.87	23.5	34.38	Conexión 133	37.45	25.03	34.76
<b>Conexión 23</b>	37.08	24.05	34.62	Conexión 134	37.51	25.18	34.82
<b>Conexión 24</b>	37.15	24.23	34.68	Conexión 135	37.55	25.28	34.82
<b>Conexión 25</b>	37.16	24.24	34.69	Conexión 136	37.59	25.39	34.86
<b>Conexión 26</b>	37.02	23.84	34.48	Conexión 137	37.55	25.3	34.86
<b>Conexión 27</b>	37.18	24.31	34.72	Conexión 138	37.59	25.4	34.86
<b>Conexión 28</b>	37.18	24.3	34.72	Conexión 139	37.57	25.33	34.82
<b>Conexión 29</b>	37.16	24.26	34.71	Conexión 140	37.59	25.38	34.83
<b>Conexión 30</b>	37.21	24.4	34.78	Conexión 141	37.55	25.3	34.87
<b>Conexión 31</b>	37.21	24.39	34.76	Conexión 142	37.5	25.17	34.85
<b>Conexión 32</b>	37.25	24.49	34.79	Conexión 143	37.48	25.09	34.81
<b>Conexión 33</b>	37.25	24.49	34.78	Conexión 144	37.51	25.17	34.76
<b>Conexión 34</b>	37.34	24.72	34.77	Conexión 145	37.33	24.67	34.7
<b>Conexión 35</b>	37.4	24.88	35.04	Conexión 146	37.36	24.75	34.71
<b>Conexión 36</b>	36.43	22.12	33.87	Conexión 147	37.33	24.66	34.66
<b>Conexión 37</b>	36.43	22.11	33.87	Conexión 148	37.42	24.94	34.77
<b>Conexión 38</b>	36.55	22.44	33.98	Conexión 149	37.47	25.07	34.79
<b>Conexión 39</b>	36.55	22.4	33.98	Conexión 151	37.34	24.72	34.75



<b>Conexión 40</b>	36.4	21.99	33.83	<b>Conexión 152</b>	37.35	24.72	34.7
<b>Conexión 41</b>	36.39	21.94	33.82	<b>Conexión 153</b>	37.4	24.88	34.77
<b>Conexión 42</b>	36.38	21.82	33.81	<b>Conexión 154</b>	37.39	24.86	34.77
<b>Conexión 43</b>	36.37	21.82	33.81	<b>Conexión 155</b>	37.45	25.03	34.87
<b>Conexión 44</b>	36.37	21.73	33.8	<b>Conexión 156</b>	37.44	25	34.84
<b>Conexión 45</b>	36.38	21.77	33.81	<b>Conexión 157</b>	37.52	25.21	34.9
<b>Conexión 46</b>	36.46	22.11	33.89	<b>Conexión 158</b>	37.5	25.16	34.85
<b>Conexión 47</b>	36.56	22.35	33.98	<b>Conexión 159</b>	37.42	24.93	34.81
<b>Conexión 48</b>	36.43	22.07	33.86	<b>Conexión 160</b>	37.58	25.36	35.23
<b>Conexión 49</b>	36.41	21.99	33.84	<b>Conexión 161</b>	37.59	25.39	35.27
<b>Conexión 50</b>	36.4	21.96	33.83	<b>Conexión 162</b>	37.61	25.45	35.33
<b>Conexión 51</b>	36.37	21.71	33.8	<b>Conexión 164</b>	37.44	24.98	34.98
<b>Conexión 52</b>	36.37	21.83	33.8	<b>Conexión 165</b>	37.41	24.92	34.96
<b>Conexión 53</b>	36.37	21.83	33.8	<b>Conexión 166</b>	37.46	25.06	35.01
<b>Conexión 54</b>	36.37	21.83	33.8	<b>Conexión 167</b>	37.48	25.11	34.95
<b>Conexión 55</b>	36.39	20.74	33.81	<b>Conexión 168</b>	37.5	25.16	35
<b>Conexión 56</b>	36.37	21.72	33.8	<b>Conexión 169</b>	37.48	25.11	35
<b>Conexión 57</b>	36.4	21.56	33.82	<b>Conexión 170</b>	37.34	24.73	34.84
<b>Conexión 58</b>	36.55	22.05	33.96	<b>Conexión 171</b>	36.37	21.76	33.8
<b>Conexión 59</b>	36.38	21.06	33.81	<b>Conexión 172</b>	36.43	22.1	33.86
<b>Conexión 60</b>	36.39	21.24	33.81	<b>Conexión 173</b>	36.38	21.88	33.81
<b>Conexión 61</b>	36.43	21.17	33.84	<b>Conexión 174</b>	36.38	21.88	33.81
<b>Conexión 62</b>	36.4	20.81	33.82	<b>Conexión 175</b>	36.39	21.77	33.82
<b>Conexión 63</b>	36.39	20.9	33.81	<b>Conexión 176</b>	36.39	21.7	33.82
<b>Conexión 64</b>	36.38	20.96	33.81	<b>Conexión 177</b>	36.43	21.56	33.84
<b>Conexión 65</b>	36.39	20.61	33.81	<b>Conexión 178</b>	36.43	21.56	33.85
<b>Conexión 66</b>	36.39	20.5	33.81	<b>Conexión 179</b>	36.39	21.28	33.81
<b>Conexión 67</b>	36.39	20.74	33.81	<b>Conexión 180</b>	36.39	21.41	33.81
<b>Conexión 68</b>	36.38	20.87	33.81	<b>Conexión 181</b>	36.37	21.57	33.8
<b>Conexión 69</b>	36.48	21.56	33.89	<b>Conexión 182</b>	36.41	21.96	33.84
<b>Conexión 70</b>	36.57	22.04	33.97	<b>Conexión 183</b>	36.37	21.66	33.8
<b>Conexión 71</b>	36.6	22.12	34	<b>Conexión 184</b>	36.37	21.9	33.8
<b>Conexión 72</b>	36.53	21.83	33.94	<b>Conexión 185</b>	36.37	21.89	33.8
<b>Conexión 73</b>	36.49	21.58	33.9	<b>Conexión 186</b>	36.37	21.93	33.81
<b>Conexión 74</b>	36.42	20.73	33.84	<b>Conexión 187</b>	36.37	21.9	33.8
<b>Conexión 75</b>	36.4	20.33	33.82	<b>Conexión 188</b>	36.37	21.89	33.8
<b>Conexión 76</b>	36.4	20.87	33.82	<b>Conexión 189</b>	36.37	21.87	33.8
<b>Conexión 77</b>	36.39	19.83	33.81	<b>Conexión 190</b>	36.37	21.86	33.8
<b>Conexión 78</b>	36.39	19.27	33.81	<b>Conexión 191</b>	36.37	21.86	33.8
<b>Conexión 79</b>	36.83	22.93	34.2	<b>Conexión 192</b>	36.47	22.32	33.91
<b>Conexión 80</b>	37.29	24.52	34.61	<b>Conexión 193</b>	36.44	22.24	33.88
<b>Conexión 81</b>	37.32	24.62	34.64	<b>Conexión 194</b>	36.5	22.37	33.94
<b>Conexión 82</b>	37.32	24.62	34.65	<b>Conexión 195</b>	36.46	22.39	33.91
<b>Conexión 83</b>	37.3	24.56	34.63	<b>Conexión 196</b>	36.46	22.39	33.91



<b>Conexión 84</b>	37.34	24.7	34.66	Conexión 197	36.38	21.27	33.8
<b>Conexión 85</b>	37.36	24.73	34.67	Conexión 198	36.38	21.27	33.8
<b>Conexión 86</b>	37.37	24.76	34.67	Conexión 199	37.56	25.31	34.91
<b>Conexión 87</b>	37.36	24.71	34.65	Conexión 200	37.59	25.39	34.97
<b>Conexión 88</b>	37.37	24.77	34.67	Conexión 201	37.61	25.44	34.94
<b>Conexión 89</b>	37.49	25.1	34.74	Conexión 202	37.62	25.47	34.98
<b>Conexión 90</b>	37.46	25.02	34.72	Conexión 203	37.64	25.52	34.98
<b>Conexión 91</b>	37.5	25.13	34.74	Conexión 204	37.66	25.58	35
<b>Conexión 92</b>	37.51	25.16	34.75	Conexión 205	37.54	25.25	34.9
<b>Conexión 93</b>	37.54	25.24	34.77	Conexión 206	37.57	25.34	34.97
<b>Conexión 94</b>	37.53	25.21	34.77	Conexión 207	37.43	24.97	34.79
<b>Conexión 95</b>	37.55	25.28	34.78	Conexión 208	37.41	24.93	34.79
<b>Conexión 96</b>	37.57	25.32	34.79	Conexión 209	37.42	24.95	34.79
<b>Conexión 97</b>	37.64	25.49	34.82	Conexión 210	37.56	25.32	34.77
<b>Conexión 98</b>	37.61	25.43	34.82	Conexión 211	37.55	25.29	34.77
<b>Conexión 99</b>	37.6	25.42	34.82	Conexión 212	37.55	25.3	34.77
<b>Conexión 100</b>	37.55	25.26	34.78	Conexión 213	37.56	25.31	34.77
<b>Conexión 101</b>	37.52	25.19	34.76	Conexión 214	37.56	25.31	34.77
<b>Conexión 102</b>	37.48	25.08	34.74	Conexión 215	37.55	25.3	34.77
<b>Conexión 103</b>	37.47	25.06	34.74	Conexión 216	37.55	25.3	34.77
<b>Conexión 104</b>	37.47	25.06	34.74	Conexión 217	37.55	25.3	34.77
<b>Conexión 105</b>	37.49	25.11	34.76	Conexión 218	37.54	25.27	34.76
<b>Conexión 106</b>	37.52	25.21	34.78	Conexión 219	37.54	25.25	34.76
<b>Conexión 107</b>	37.59	25.38	34.82	Conexión 220	37.54	25.28	34.77
<b>Conexión 108</b>	37.6	25.43	34.88	Conexión 221	37.55	25.29	34.77
<b>Conexión 109</b>	37.61	25.45	34.87	Conexión 222	37.55	25.29	34.77
<b>Conexión 110</b>	37.78	25.86	34.89	Conexión 223	37.56	25.33	34.78
<b>Conexión 111</b>	37.74	25.77	34.89	Conexión 224	37.55	25.29	34.77



Tabla con las longitudes finales de las tuberías y sus respectivos diámetros:

	Diám. Inicial	Diám. Final			
<b>ID Línea</b>	mm	mm	<b>Tubería 183</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 1</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 184</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 2</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 185</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 3</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 186</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 4</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 187</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 5</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 188</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 6</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 189</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 7</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 190</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 8</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 191</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 9</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 192</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 10</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 193</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 11</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 194</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 12</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 195</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 13</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 196</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 14</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 197</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 15</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 198</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 16</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 199</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 17</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 200</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 18</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 201</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 19</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 202</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 20</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 203</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 21</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 204</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 22</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 205</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 23</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 206</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 24</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 207</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 25</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 208</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 26</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 209</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 27</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 210</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 28</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 211</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 29</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 212</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 30</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 213</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 31</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 214</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 32</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 215</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 33</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 216</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 34</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 217</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 35</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 218</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 36</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 219</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 37</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 220</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 38</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 221</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 39</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 222</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 41</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 223</b>	110.2	156.8



<b>Tubería 42</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 224</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 45</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 225</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 46</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 226</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 48</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 227</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 49</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 228</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 50</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 229</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 51</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 230</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 53</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 231</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 54</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 232</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 55</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 233</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 57</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 234</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 58</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 235</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 59</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 236</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 60</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 237</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 61</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 238</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 62</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 239</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 63</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 240</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 64</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 241</b>	110.2	123.4
<b>Tubería 65</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 242</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 66</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 243</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 67</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 244</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 68</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 245</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 70</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 246</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 71</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 247</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 72</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 248</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 73</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 249</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 74</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 250</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 75</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 251</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 76</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 252</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 77</b>	110.2	123.4	<b>Tubería 253</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 79</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 254</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 80</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 255</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 81</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 256</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 82</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 257</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 83</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 258</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 84</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 259</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 85</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 260</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 86</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 261</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 87</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 262</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 88</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 263</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 89</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 264</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 90</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 265</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 91</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 266</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 92</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 267</b>	110.2	110.2



<b>Tubería 93</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 268</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 94</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 269</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 95</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 270</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 96</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 271</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 97</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 272</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 98</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 273</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 99</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 274</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 100</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 275</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 101</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 276</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 102</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 277</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 103</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 278</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 104</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 280</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 105</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 281</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 106</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 282</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 107</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 283</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 108</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 284</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 109</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 285</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 110</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 286</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 111</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 287</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 112</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 288</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 113</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 289</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 114</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 290</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 115</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 291</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 116</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 292</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 117</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 293</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 118</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 294</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 119</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 295</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 120</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 296</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 121</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 297</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 122</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 298</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 123</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 299</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 124</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 300</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 125</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 301</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 126</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 302</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 127</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 303</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 128</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 304</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 129</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 305</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 130</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 306</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 131</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 307</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 132</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 308</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 133</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 309</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 134</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 310</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 135</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 311</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 136</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 312</b>	110.2	110.2



<b>Tubería 137</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 313</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 138</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 314</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 139</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 315</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 140</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 316</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 141</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 317</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 142</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 318</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 143</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 319</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 144</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 320</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 145</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 321</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 146</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 322</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 147</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 323</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 148</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 324</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 149</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 325</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 150</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 326</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 151</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 327</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 152</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 328</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 153</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 329</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 154</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 330</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 155</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 331</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 156</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 332</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 157</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 333</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 158</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 334</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 159</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 335</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 160</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 336</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 161</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 337</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 162</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 338</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 163</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 339</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 164</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 340</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 165</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 341</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 166</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 342</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 168</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 343</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 169</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 40</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 170</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 43</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 171</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 44</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 172</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 47</b>	110.2	110.2
<b>Tubería 173</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 69</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 174</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 78</b>	110.2	141
<b>Tubería 175</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 52</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 176</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 56</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 177</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 279</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 178</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 344</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 179</b>	110.2	220.4	<b>Tubería 345</b>	110.2	156.8
<b>Tubería 180</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 346</b>	110.2	220.4
<b>Tubería 181</b>	110.2	110.2	<b>Tubería 347</b>	110.2	156.8

---

<b>Tubería 182</b>	110.2	156.8	<b>Tubería 350</b>	110.2	300
--------------------	-------	-------	--------------------	-------	-----

---



Figura 20. Plano final de la red: diámetros por colores, hidrantes y válvulas



## ANEJO 10. ANÁLISIS DINÁMICO

Las presiones en los nudos en época invernal y estival son:

ID Nudo	Presión		ID Nudo	Presión	
	INVIERNO	VERANO		INVIERNO	VERANO
Conexión 1	45.35	36.51	Conexión 112	45.36	37.89
Conexión 2	45.35	36.48	Conexión 113	45.37	38
Conexión 3	45.35	36.45	Conexión 114	45.39	38.29
Conexión 4	45.35	36.4	Conexión 115	45.38	38.15
Conexión 5	45.35	36.4	Conexión 116	45.37	37.95
Conexión 6	45.35	36.45	Conexión 117	45.36	37.83
Conexión 7	45.35	36.48	Conexión 118	45.35	37.71
Conexión 8	45.35	36.52	Conexión 119	45.36	37.78
Conexión 9	45.35	36.55	Conexión 120	45.35	37.64
Conexión 10	45.35	36.49	Conexión 121	45.36	37.83
Conexión 11	45.35	36.46	Conexión 122	45.41	38.65
Conexión 12	45.35	36.46	Conexión 123	45.4	38.4
Conexión 13	45.35	36.4	Conexión 124	45.38	38.09
Conexión 14	45.35	36.44	Conexión 125	45.37	37.92
Conexión 15	45.35	36.5	Conexión 126	45.36	37.66
Conexión 16	45.35	36.6	Conexión 127	45.35	37.56
Conexión 17	45.35	36.54	Conexión 128	45.35	37.53
Conexión 18	45.35	36.65	Conexión 129	45.35	37.52
Conexión 19	45.35	36.71	Conexión 130	45.35	37.38
Conexión 20	45.35	36.57	Conexión 131	45.35	37.61
Conexión 21	45.35	36.45	Conexión 132	45.34	37.47
Conexión 22	45.35	36.87	Conexión 133	45.34	37.45
Conexión 23	45.35	37.08	Conexión 134	45.34	37.51
Conexión 24	45.35	37.15	Conexión 135	45.35	37.55
Conexión 25	45.35	37.16	Conexión 136	45.35	37.59
Conexión 26	45.35	37.02	Conexión 137	45.35	37.55
Conexión 27	45.35	37.18	Conexión 138	45.35	37.59
Conexión 28	45.35	37.18	Conexión 139	45.35	37.57
Conexión 29	45.35	37.16	Conexión 140	45.35	37.59
Conexión 30	45.35	37.21	Conexión 141	45.35	37.55
Conexión 31	45.35	37.21	Conexión 142	45.35	37.5
Conexión 32	45.35	37.25	Conexión 143	45.34	37.48
Conexión 33	45.35	37.25	Conexión 144	45.34	37.51
Conexión 34	45.34	37.34	Conexión 145	45.34	37.33
Conexión 35	45.35	37.4	Conexión 146	45.34	37.36
Conexión 36	45.35	36.43	Conexión 147	45.34	37.33
Conexión 37	45.34	36.43	Conexión 148	45.34	37.42
Conexión 38	45.35	36.55	Conexión 149	45.34	37.47
Conexión 39	45.34	36.55	Conexión 151	45.34	37.34



<b>Conexión 40</b>	45.34	36.4	<b>Conexión 152</b>	45.34	37.35
<b>Conexión 41</b>	45.34	36.39	<b>Conexión 153</b>	45.34	37.4
<b>Conexión 42</b>	45.34	36.38	<b>Conexión 154</b>	45.34	37.39
<b>Conexión 43</b>	45.34	36.37	<b>Conexión 155</b>	45.35	37.45
<b>Conexión 44</b>	45.34	36.37	<b>Conexión 156</b>	45.35	37.44
<b>Conexión 45</b>	45.34	36.38	<b>Conexión 157</b>	45.35	37.52
<b>Conexión 46</b>	45.34	36.46	<b>Conexión 158</b>	45.35	37.5
<b>Conexión 47</b>	45.34	36.56	<b>Conexión 159</b>	45.34	37.42
<b>Conexión 48</b>	45.34	36.43	<b>Conexión 160</b>	45.35	37.58
<b>Conexión 49</b>	45.34	36.41	<b>Conexión 161</b>	45.35	37.59
<b>Conexión 50</b>	45.34	36.4	<b>Conexión 162</b>	45.35	37.61
<b>Conexión 51</b>	45.34	36.37	<b>Conexión 164</b>	45.35	37.44
<b>Conexión 52</b>	45.34	36.37	<b>Conexión 165</b>	45.35	37.41
<b>Conexión 53</b>	45.34	36.37	<b>Conexión 166</b>	45.35	37.46
<b>Conexión 54</b>	45.34	36.37	<b>Conexión 167</b>	45.35	37.48
<b>Conexión 55</b>	45.34	36.39	<b>Conexión 168</b>	45.35	37.5
<b>Conexión 56</b>	45.34	36.37	<b>Conexión 169</b>	45.35	37.48
<b>Conexión 57</b>	45.34	36.4	<b>Conexión 170</b>	45.35	37.34
<b>Conexión 58</b>	45.34	36.55	<b>Conexión 171</b>	45.34	36.37
<b>Conexión 59</b>	45.34	36.38	<b>Conexión 172</b>	45.34	36.43
<b>Conexión 60</b>	45.34	36.39	<b>Conexión 173</b>	45.34	36.38
<b>Conexión 61</b>	45.34	36.43	<b>Conexión 174</b>	45.34	36.38
<b>Conexión 62</b>	45.34	36.4	<b>Conexión 175</b>	45.34	36.39
<b>Conexión 63</b>	45.34	36.39	<b>Conexión 176</b>	45.34	36.39
<b>Conexión 64</b>	45.34	36.38	<b>Conexión 177</b>	45.34	36.43
<b>Conexión 65</b>	45.34	36.39	<b>Conexión 178</b>	45.34	36.43
<b>Conexión 66</b>	45.34	36.39	<b>Conexión 179</b>	45.34	36.39
<b>Conexión 67</b>	45.34	36.39	<b>Conexión 180</b>	45.34	36.39
<b>Conexión 68</b>	45.34	36.38	<b>Conexión 181</b>	45.34	36.37
<b>Conexión 69</b>	45.34	36.48	<b>Conexión 182</b>	45.34	36.41
<b>Conexión 70</b>	45.34	36.57	<b>Conexión 183</b>	45.34	36.37
<b>Conexión 71</b>	45.34	36.6	<b>Conexión 184</b>	45.35	36.37
<b>Conexión 72</b>	45.34	36.53	<b>Conexión 185</b>	45.35	36.37
<b>Conexión 73</b>	45.34	36.49	<b>Conexión 186</b>	45.35	36.37
<b>Conexión 74</b>	45.34	36.42	<b>Conexión 187</b>	45.35	36.37
<b>Conexión 75</b>	45.34	36.4	<b>Conexión 188</b>	45.35	36.37
<b>Conexión 76</b>	45.34	36.4	<b>Conexión 189</b>	45.34	36.37
<b>Conexión 77</b>	45.34	36.39	<b>Conexión 190</b>	45.34	36.37
<b>Conexión 78</b>	45.34	36.39	<b>Conexión 191</b>	45.34	36.37
<b>Conexión 79</b>	45.34	36.83	<b>Conexión 192</b>	45.35	36.47
<b>Conexión 80</b>	45.34	37.29	<b>Conexión 193</b>	45.35	36.44
<b>Conexión 81</b>	45.34	37.32	<b>Conexión 194</b>	45.35	36.5
<b>Conexión 82</b>	45.34	37.32	<b>Conexión 195</b>	45.35	36.46
<b>Conexión 83</b>	45.34	37.3	<b>Conexión 196</b>	45.35	36.46



<b>Conexión 84</b>	45.34	37.34	<b>Conexión 197</b>	45.34	36.38
<b>Conexión 85</b>	45.34	37.36	<b>Conexión 198</b>	45.34	36.38
<b>Conexión 86</b>	45.34	37.37	<b>Conexión 199</b>	45.35	37.56
<b>Conexión 87</b>	45.34	37.36	<b>Conexión 200</b>	45.35	37.59
<b>Conexión 88</b>	45.34	37.37	<b>Conexión 201</b>	45.35	37.61
<b>Conexión 89</b>	45.34	37.49	<b>Conexión 202</b>	45.35	37.62
<b>Conexión 90</b>	45.34	37.46	<b>Conexión 203</b>	45.35	37.64
<b>Conexión 91</b>	45.34	37.5	<b>Conexión 204</b>	45.35	37.66
<b>Conexión 92</b>	45.35	37.51	<b>Conexión 205</b>	45.35	37.54
<b>Conexión 93</b>	45.35	37.54	<b>Conexión 206</b>	45.35	37.57
<b>Conexión 94</b>	45.35	37.53	<b>Conexión 207</b>	45.34	37.43
<b>Conexión 95</b>	45.35	37.55	<b>Conexión 208</b>	45.34	37.41
<b>Conexión 96</b>	45.35	37.57	<b>Conexión 209</b>	45.34	37.42
<b>Conexión 97</b>	45.35	37.64	<b>Conexión 210</b>	45.34	37.56
<b>Conexión 98</b>	45.35	37.61	<b>Conexión 211</b>	45.34	37.55
<b>Conexión 99</b>	45.35	37.6	<b>Conexión 212</b>	45.34	37.55
<b>Conexión 100</b>	45.35	37.55	<b>Conexión 213</b>	45.34	37.56
<b>Conexión 101</b>	45.35	37.52	<b>Conexión 214</b>	45.34	37.56
<b>Conexión 102</b>	45.34	37.48	<b>Conexión 215</b>	45.34	37.55
<b>Conexión 103</b>	45.34	37.47	<b>Conexión 216</b>	45.34	37.55
<b>Conexión 104</b>	45.34	37.47	<b>Conexión 217</b>	45.34	37.55
<b>Conexión 105</b>	45.34	37.49	<b>Conexión 218</b>	45.34	37.54
<b>Conexión 106</b>	45.35	37.52	<b>Conexión 219</b>	45.34	37.54
<b>Conexión 107</b>	45.35	37.59	<b>Conexión 220</b>	45.34	37.54
<b>Conexión 108</b>	45.35	37.6	<b>Conexión 221</b>	45.34	37.55
<b>Conexión 109</b>	45.35	37.61	<b>Conexión 222</b>	45.34	37.55
<b>Conexión 110</b>	45.36	37.78	<b>Conexión 223</b>	45.34	37.56
<b>Conexión 111</b>	45.36	37.74	<b>Conexión 224</b>	45.34	37.55

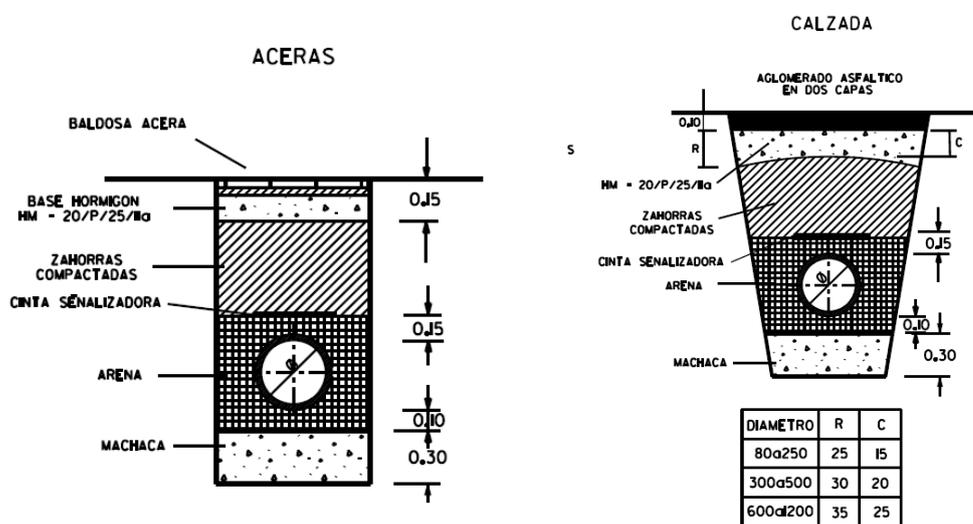


## ANEJO 11 CÁLCULO DE MEDICIONES PARA PRESUPUESTO

El cálculo de las mediciones del presupuesto se compondrá con el volumen de tierra retirada de la red, y la recomposición de la misma; el material nuevo a poner, tanto tuberías como piezas especiales como válvulas, ventosas y desagües, como arquetas necesarias; medidas de seguridad y desvíos de tráfico.

### MOVIMIENTO DE TIERRAS

En primer lugar, se estudia la geometría de los diferentes tipos de zanja que vamos a escavar y recomponer.



Se toma la generatriz superior de las aceras a la superficie (Gs) hay 80 cm, y que la Gs de la calzada son 120 cm, como se ha definido en la memoria. Además se define el tipo de zanjas según el diámetro de la tubería, es decir los diámetros nominales mayores de 200 mm se pondrán en calzada mientras que los menores se instalaran en acera.

Aquí calculamos diferentes parámetros que se necesitan a lo largo del presupuesto.

### DEMOLICION

En la demolición, habrá que diferenciar en primer lugar las tuberías que irán en acera y las que irán en calzada. Posteriormente se necesitara saber los metros lineales (mL) , los metros superficiales de calzada y el volumen total a extraer tanto de tierra como la vieja distribución de agua potable.

Además hay que recalcar que los 20 últimos cm de demolición y extracción se hacen manualmente.

		DN mm	DN m	Ancho zanja (B)		T	Gs
ACERA	110.2	125	0.125	0.6	0.6	-	0.8
ACERA	123.4	140	0.14	0.6	0.6	-	0.8
ACERA	141	160	0.16	0.6	0.6	-	0.8
ACERA	158.6	180	0.18	0.6	0.6	-	0.8
CALZADA	220.4	250	0.25	0.6	0.6	0.37	1.2
CALZADA	350	350	0.35	0.75	1.51	0.38	1.2

		DN m	Gi	H=G <sub>s</sub> + D + Gi	H-10cm	mecanica	manual
ACERA	110.2	0.1102	0.4	1.325	1.225	0.735	0.06
ACERA	123.4	0.1234	0.4	1.34	1.24	0.744	0.06
ACERA	141	0.141	0.4	1.36	1.26	0.756	0.06
ACERA	158.6	0.1586	0.4	1.38	1.28	0.768	0.06
CALZADA	220.4	0.2204	0.4	1.85	1.75	1.7325	0.062
CALZADA	350	0.35	0.4	1.9	1.8	2.07	0.077

Aplicando estos resultados a las longitudes del conjunto de tuberías de la red, se obtiene:

DEMOLICIÓN					
Diámetro (mm)	Longitud (m)	DA020015	DA02075	DA02110	DA02640
110.2	16805.46	10083.276	16805.46		
123.4	115.64	69.384	115.64		
141	440.5	264.3	440.5		
158.6	15207.81	9124.686	15207.81		
220.4	4565.57			2739.342	378.6876
300	4200			3150	428.085
<b>TOTAL</b>		19541.646	32569.41	5889.342	806.7726

Los códigos que presenta la tabla son las diferentes unidades de obra presentes en el presupuesto, en las unidades de dicho presupuesto.

## RECOMPOSICIÓN

Se pretende calcular la superficie total de la zanja y además, las superficies de los diferentes materiales de los cuales está compuesta: machaca, arena, zahorras compactas, hormigón de masa, asfalto y baldosa acera. Estos materiales presentan tanto secciones distintas como volúmenes diferentes ya que las zanjas en calzada presentan talud mientras que las de acera son completamente rectas.

	Sección frontal total	Volumen a excavar	T/H	ángulo (grados)	t	MACHACA (m2)
ACERA	0.795	secc*longitud	-			0.18
ACERA	0.804		-			0.18
ACERA	0.816		-			0.18
ACERA	0.828		-			0.18
CALZADA	1.795		0.2	0.19739556	0.06	0.198
CALZADA	2.147		0.2	0.19739556	0.06	0.243

	largura arena	t'	área total arena	área tubería	ARENA (m2)
ACERA	0.375		0.225	0.012271846	0.212728
ACERA	0.39		0.234	0.015393804	0.218606
ACERA	0.41		0.246	0.020106193	0.225894
ACERA	0.43		0.258	0.0254469	0.232553
CALZADA	0.5	0.16	0.41	0.049087385	0.360913
CALZADA	0.55	0.17	0.539	0.070685835	0.468314

	profundidad zahorra	t''	ZAHORRA(m2)
ACERA	0.5		0.3
CALZADA	0.75	0.31	0.8025
CALZADA	0.75	0.32	0.93

	R/C	profundidad HM	Anchura	HM (m2)
ACERA	0.2	0.15	0.6	0.09
ACERA	0.2	0.15	0.6	0.09
ACERA	0.2	0.15	0.6	0.09
ACERA	0.2	0.15	0.6	0.09
CALZADA	0.2	0.3		0.384
CALZADA	0.25	0.3		0.435

Aplicando estos resultados al conjunto de tuberías de la red, se obtiene:

		RECOMPOSICIÓN		
Diámetro (mm)	Longitud (m)	DA11015	DA11075	DA11110
110.2	16805.46	21287.0328		
123.4	115.64	254.2824		
141	440.5	207.2862		
158.6	15207.81	10785.189		
220.4	4565.57		631.146	378.6876
350	4200		283.5	428.085
<b>TOTAL</b>		32533.7904	914.646	806.7726

Diámetro (mm)	Longitud (m)	DA21420	DA21450	HM
110.2	16805.46	3574.994478	5041.638	1512.4914
123.4	115.64	25.27962051	34.692	10.4076
141	440.5	99.50622199	132.15	39.645
158.6	15207.81	3536.623352	4562.343	1368.7029
220.4	4565.57	1647.771807	3663.86993	1753.17888
350	4200	1966.919494	3906	1827
<b>TOTAL</b>		10851.09497	17340.6929	6511.42578



## MOVIMIENTO DE TIERRAS

Dentro del movimiento de tierras está la excavación mecánica y manual, la compactación y el traslado de los productos de la excavación a vertedero.

		MOVIMIENTO DE TIERRAS		
Diámetro (mm)	Longitud (m)	DA21025	DA21080	DA21410
110.2	16805.46	12352.0131	1008.3276	3024.9828
123.4	115.64	86.03616	6.9384	20.8152
141	440.5	333.018	26.43	79.29
158.6	15207.81	11679.59808	912.4686	2737.4058
220.4	4565.57	7909.850025	283.06534	903.98286
350	4200	8694	323.4	1020.6
<b>TOTAL</b>		<b>41054.51537</b>	<b>2560.62994</b>	<b>7787.07666</b>

## HORMIGONES Y ALBAÑILERÍA

Dentro de hormigones y albañilería se encuentran las arquetas. Las arquetas se componen principalmente de hormigón armado, siendo sus tamaños normalizados. En este trabajo se construirá una arqueta por válvula de mariposa, una arqueta por válvula de compuerta con diámetro mayor de 200 mm, y dos arquetas por desagüe, ya que los desagües tienen dos compartimentos (seco y húmedo) como se verá en el PLANO 6, adjunto.



## TUBERÍAS Y PIEZAS Y ACCESORIOS

Para el cálculo de tubería, solo se necesita saber el material, el diámetro nominal de la tubería y la longitud de la tubería. Estos datos se extraen directamente de tablas de la red final de distribución de agua de Epanet.

Para la colocación de las válvulas, utilizaremos el inventario que aparece en la memoria, donde aparece el número de válvulas de compuerta, mariposa, desagües, ventosas e hidrantes.

						EMBALSE	TOTAL
INVENTARIO DE TUBERIAS							
<b>DIAMETROS</b>	110.2	123.4	141	156.8	220.4	350	
<b>LONGITUD</b>	16805.46	115.64	440.5	15207.81	4565.57	4200	41334.98
INVENTARIO DE VALVULAS							
<b>DIAMETROS</b>	110.2	123.4	141	156.8	220.4	350	
<b>VALVULAS</b>	168.0546	1.1564	4.405	152.0781	45.6557	42	413.3498
	<b>169</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>153</b>	<b>46</b>	<b>4</b>	<b>379</b>
INVENTARIO DE DESAGÜES							
<b>DIAMETROS</b>	110.2	123.4	141	156.8	220.4	350	
<b>DESAGÜES</b>	16.80546	0.11564	0.4405	15.20781	4.56557	4.2	41.33498
	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>40</b>
INVENTARIO DE VENTOSAS							
<b>DIAMETRO</b>	110.2	123.4	141	156.8	220.4	350	
<b>VENTOSAS</b>	8.40273	0.05782	0.22025	7.603905	2.282785	2.1	20.66749
	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>22</b>
INVENTARIO DE HIDRANTES							
<b>DIAMETRO</b>	110.2	123.4	141	156.8	220.4	350	
<b>HIDRANTES</b>	84.0273	0.5782	2.2025	76.03905	22.82785	21	206.6749
	<b>85</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>77</b>	<b>23</b>		<b>189</b>

Estas piezas se introducen unitariamente. Además, las piezas especiales como codos, té y doblés aparecen como porcentaje del precio de las tuberías, hemos tomado un 3%.

Las tuberías se diferencian a partir de 250 mm de diámetro según el material, en este trabajo utilizamos únicamente tuberías de polietileno y fundición dúctil.

Existirá una cinta de señalización subterránea 15 cm por encima de la generatriz superior, permitiendo el aviso de que la tubería se encuentra cercana a esta.

## **MONTAJE**

En el montaje, no habrá que hacer nuevos cálculos pues el montaje de las diferentes piezas va en las mismas medidas que las piezas en sí. Por ejemplo, el montaje de las tuberías va en metros lineales de tubería y las piezas van unitariamente.