



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

DISEÑO DE UNA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LAS TRECE URBANIZACIONES DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CHIVA (VALENCIA)

AUTOR: ANDRÉS GRANERO CREMADES

TUTOR: ARNAU BAYÓN BARRACHINA



Curso Académico: 2018-19

Diseño de una red de abastecimiento de agua potable a las once urbanizaciones del término municipal de Chiva (Valencia)



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA



RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal satisfacer la necesidad de abastecimiento de agua potable de las urbanizaciones alejadas del núcleo urbano de la localidad de la Villa de Chiva (Valencia). Hasta la fecha, las viviendas de la zona se valían de una serie de pozos existentes en la zona. No obstante, en la actualidad, la práctica totalidad de ellos presenta una concentración de nitratos muy superior a los umbrales aceptables para consumo humano a causa del abuso de productos fitosanitarios en las explotaciones citrícolas de la zona.

En este contexto, a instancia del propio ayuntamiento de la localidad, el trabajo planteado contempla un sistema de distribución de agua potable a partir de la planta potabilizadora que abastece al núcleo urbano, situada próxima a este. Dicho sistema plantea una serie de equipos de bombeo conectados a una red de distribución de conducciones forzadas y, dada la considerablemente abrupta orografía de la zona, los depósitos de compensación que se estime necesario.

Para la caracterización de las demandas en cada uno de los múltiples puntos de consumo a abastecer, se emplearán datos de uso de las viviendas de la zona más sofisticados que el padrón municipal, ya que se trata de una zona con alto porcentaje de segundas viviendas, aplicándose los coeficientes de corrección de las demandas que se estime pertinente.

Las distancias y diferencias de cota a salvar para que el suministro llegue a todas las urbanizaciones y viviendas diseminadas por el término municipal se contempla el empleo de los modelos de elevación digital del terreno IGN, tratados con la plataforma de código abierto y libre distribución QGIS. Por último, para el diseño de la red, el alumno se valdrá del modelo numérico también de código abierto y libre distribución EPANET.

Palabras clave: abastecimiento, urbanizaciones, abrupta orografía, depósito de compensación, equipos de bombeo.



RESUM

El present treball té com a objectiu principal satisfer la necessitat d'abastament d'aigua potable de les urbanitzacions allunyades del nucli urbà de la localitat de la Vila de Chiva (València). Fins a la data, els habitatges de la zona es valien d'una sèrie de pous existents a la zona. No obstant això, en l'actualitat, la pràctica totalitat d'ells presenta una concentració de nitrats molt superior als límits acceptables per a consum humà a causa de l'abús de productes fitosanitaris en les explotacions cítriques de la zona.

En aquest context, a instància del propi ajuntament de la localitat, el treball plantejat preveu un sistema de distribució d'aigua potable a partir de la planta potabilitzadora que abasteix al nucli urbà, situada pròxima a aquest. Aquest sistema planteja una sèrie d'equips de bombament connectats a una xarxa de distribució de conduccions forçades i, donada la considerablement abrupta orografia de la zona, els dipòsits de compensació que es consideri necessari.

Per a la caracterització de les demandes en cada un dels múltiples punts de consum a proveir, s'empraran dades d'ús dels habitatges de la zona més sofisticats que el padró municipal, ja que es tracta d'una zona amb alt percentatge de segons habitatges, aplicant els coeficients de correcció de les demandes que s'estimi pertinent.

Les distàncies i diferències de cota a salvar perquè el subministrament arribi a totes les urbanitzacions i habitatges disseminats pel terme municipal es contempla l'ús dels models d'elevació digital del terreny IGN, tractats amb la plataforma de codi obert i lliure distribució QGIS. Finalment, per al disseny de la xarxa, l'alumne es valdrà del model numèric també de codi obert i lliure distribució EPANET.

Paraules clau: abastaments, urbanitzacions, abrupta orografia, dipòsit de compensació, equips de bombament.



ABSTRACT

The main objective of this work is to satisfy the need for drinking water supply of the urbanizations far from the urban core of the town of Villa de Chiva (Valencia). Until today, the homes in the area use a series of existing wells in the area. However, currently, almost all of them have a concentration of nitrates much higher than acceptable thresholds for human consumption due to the abuse of phytosanitary products in citrus farms in the area.

In this context, at the request of the city council of the town, the proposed work includes a system of distribution of drinking water from the water treatment plant that supplies the urban center, located next to it. This system proposes a series of pumping equipment connected to a distribution network of forced pipes and, given the considerably steep orography of the area, the compensation deposits that are deemed necessary.

For the characterization of the demands in each of the multiple points of consumption to be supplied, data on the use of housing in the area more sophisticated than the municipal register will be used, since it is an area with a high percentage of second homes, applying the correction coefficients of the demands that are considered pertinent.

The distances and differences of the level to be saved so that the supply reaches all the urbanizations and homes scattered throughout the municipal area, includes the use of digital elevation models of the IGN terrain, treated with the open source and free distribution platform QGIS. Finally, for the design of the network, the student will use the numerical model also open source and free EPANET distribution.

Keywords: supply, urbanizations, abrupt terrain, compensation deposit, pumping equipment.



Documentos del texto

MEMORIA.....8

PRESUPUESTO.....63

Índice de la memoria

1. Objetivo:.....12

2. Normativa empleada en la memoria.....13

3. Antecedentes:.....14

3.1 Localización geográfica.....14

3.2 Urbanizaciones y abonados.15

3.3 Fuentes y suministros de agua:.....18

4. Instalaciones a diseñar:.....19

4.1 Introducción.....19

4.2 Topografía y cotas por donde discurre la red.....21

4.3 Terminología.....26

4.4 Elementos usados en la instalación.....28

4.4.1 Tuberías.....28

4.4.2 Válvulas.....29

4.4.3 Bombas30

4.4.4 Zanjas.....30

4.4.5 Depósitos de compensación.....31

4.4.6 Arquetas.....32

4.4.7 Registros.....	32
5. Analisis de recorrido.....	33
5.1 Ecuación de Bernoulli.....	33
5.2 Ecuación usada para el desarrollo del trabajo.....	34
5.2.1 Pérdidas de carga.....	34
6. Análisis de la demanda:.....	36
6.1 Dotación de la demanda:.....	36
7. Criterio de diseño.....	39
7.1 Tipos de costes.....	39
7.1.1 Costes de explotación y mantenimiento.....	39
7.1.2 Costes de construcción e instalación.....	40
8 Diseño de la red.....	42
8.1 Selección del diámetro primario.....	42
8.2 Uso de las válvulas en la red.....	44
8.2.1 Alrededor de las bombas.....	44
8.2.2 Entre Pozo y bomba.....	45
8.2.3 Alrededor de un depósito de compensación.....	45
8.2.4 Antes de urbanización.....	46
8.3 Modelización del esquema.....	47
8.3.1 Condiciones a cumplir por el esquema.....	47
8.3.2 Primer esquema con el que se cumplen demandas de caudales.....	48



8.3.3 Esquema que cumple presiones y caudales a lo largo del tiempo.....51

8.3.4 Elección del sistema más económico.....55

9 Bibliografía.....63

Índice de figuras

Figura 1: Mapa de la provincia de Valencia y ubicación de la villa de Chiva..... 13

Figura 2 Termino municipal de chiva..... 14

Figura 3: Evolución de la población en chiva..... 15

Figura 4: distribución de las diferentes urbanizaciones..... 16

Figura 5: ubicación de pozo de agua que abastece actualmente el núcleo principal del pueblo (número 14)..... 17

Figura 6: Distrubución esquemática en EPANET de las ramificaciones..... 18

Figura 7: Esquema de distribución sobre el terreno..... 20

Figura 8.1 Perfil desde el acuífero hasta Cañada del Charco..... 21

Figura 8.2 Perfil desde Cañada del Charco hasta los Felipes 22

Figura 8.3 Perfil desde Los Felipes hasta punto intermedio norte 22

Figura 8.4 Perfil desde punto intermedio norte hasta muela las mangas 22

Figura 8.5 Perfil desde punto intermedio norte hasta Olimar,..... 22

Figura 8.6 Perfil desde Punto intermedio norte hasta Carambolo 23

Figura 8.7 Perfil desde Carambolo hasta Atalaya de Levante..... 23

Figura 8.8 Perfil desde Los Felipes hasta Calicanto..... 23

Figura 8.9 Perfil desde Calicanto hasta El Bosque23

Figura 8.10 Perfil desde El Bosque hasta Miralcampo II..... 24

Figura 8.11 Perfil desde El Bosque hasta Residencial la Loma 24

Figura 8.12 Perfil desde Residencial la Loma hasta la Loma de Miralcampo.....	24
Figura 8.13 Perfil desde Miralcampo II hasta Sierra Perenchiza.....	24
Figura 8.14 Perfil desde Sierra Perenchiza hasta Cumbres de Calicanto.....	24
Figura 9: Válvula de sección.....	28
Figura 10: Válvula de regulación.....	28
Figura 11: Válvula antirretorno.....	28
Figura 12: Ejemplo de depósito de compensación.....	30
Figura13: Tabla de factor de fricción en función del régimen.....	34
Figura 14: distribución consumo de agua.....	37
Figura 15: Coste de la energía en función de la hora	38
Figura 16: disposición de válvulas en bombas.....	43
Figura 17:Válvula entre pozo y bomba.....	44
Figura 18: Válvulas alrededor de depósito.....	44
Figura 19: Válvula antes de urbanización.....	45
Figura 20: Esquema de puntos con presiones en los nudos y caudales en las líneas (tuberías) junto a las leyendas de cada uno.....	47
Figura 21: Curva depresiones de la bomba SXT30 de rodete 48mm.....	48
Figura 22 : Presiones a máximo caudal (10:00 AM).....	50
Figura 23: Presiones en nodos a mínimo caudal (00:00 AM).....	50
Figura 24: Curva de bomba SD1-3.....	58



Figura 25: Curva de bomba SD0.42-7F3.....58

Figura 26: Curva de bomba SD2.5-2F1.....59

Figura 27: Curva de bomba SJI12.....59

Figura 28: Curva de bomba SJI6.....59

Figura 29: Curva de bomba SXT10/30.....60

Figura 30: Curva de bomba SLI40.....60

Figura 31: Curva de bomba ST0.36-20.....60

Figura 32: Curva de bomba STI0.26-15.....61



Índice de tablas

Tabla 1: Poblaciones y residentes de las urbanizaciones.....	18
Tabla 2: Ubicación geográfica de las urbanizaciones.....	19
Tabla 3: Distancias y alturas ente de los puntos marcado en la figura 6.....	23
Tabla 4: Tabla de diámetros en mm.....	30
Tabla 5: MOP 1976. “Normas para la redacción de proyectos de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Poblaciones”	38
Tabla 6: Consumo de caudal por Urbanizaciones.....	39
Tabla 7: Precio limpieza anual en función de volumen.....	42
Tabla 8: periodos de amortización.....	43
Tabla 9: Diámetros iniciales Estos datos, han sido extraídos de los siguientes.....	45
Tabla 10: Caudales hasta urbanizaciones.....	45
Tabla 11: Curva de presiones de la bomba SXT30 de rodete 48mm.....	51
Tabla 12: Depósitos y volúmenes.....	55
Tabla 13: Tipo de bomba, altura caudal y Potencia del motor.....	56
Tabla 13: Tipo de bomba, altura caudal y Potencia del motor.....	56
Tabla 14: Precios y consumos anuales de bombas.....	58
Tabla 15: Volumen y precio anual de depósitos.....	59
Tabla 16: Características bombas de horas valle.....	60
Tabla 17: Precio bombas horas valle.....	60

Diseño de una red de abastecimiento de agua potable a las once urbanizaciones del término municipal de Chiva (Valencia)



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA



MEMORIA

Diseño de una red de abastecimiento de agua potable a las once urbanizaciones del término municipal de Chiva (Valencia)



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA



1. Objetivo:

El trabajo de fin de grado que se expone a continuación, se ha realizado con la intención de simular un diseño de red de suministro de aguas potables a las diferentes urbanizaciones fuera del núcleo urbano principal del término municipal de Chiva, las cuales constan de una población en total de 6080 personas (aunque para desarrollar este trabajo, se ha considerado que la población total estará definida por el número de viviendas existentes, multiplicado por 4 personas que puedan vivir en el domicilio, para poder dimensionar en función del número máximo de personas que puedan vivir en ellas). Para cumplir estos objetivos, nos hemos apoyado en la norma española, aunque en algunos puntos, se ha tenido que aumentar el servicio, por detalles que más adelante explicaremos.

Los objetivos que se han seguido para cumplir la norma o parámetros elegidos han sido:

- Dimensionado hidráulico de tuberías
- Posicionamiento de depósitos hidráulicos
- Presupuesto de la red



2. Normativa empleada en la memoria.

Aunque no se pueda encontrar una normativa clara al respecto para la realización de este trabajo, y los proyectos de esta índole, siempre suelen estar muy condicionados por el criterio del autor de los mismos, este proyecto se ha apoyado en:

Normativa Europea UNE EN 805: 2000 [2]

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

Normas Tecnológicas NTE. (MOP) [3]

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

Real Decreto 314/2006 [4]

Rango de presiones a la llegada a los hogares.

3. Antecedentes:

3.1 Localización geográfica

El municipio de la villa de Chiva está situado al este de España y centro de la provincia de Valencia, más concretamente en las coordenadas UTM 39.472018º Norte, -0.716556º Este, y su núcleo principal urbano, está a una altitud de 290 metros sobre el nivel del mar. Todo material geográfico está sacado de imágenes georreferenciadas y archivos geográficos generados por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (IGN) [1].

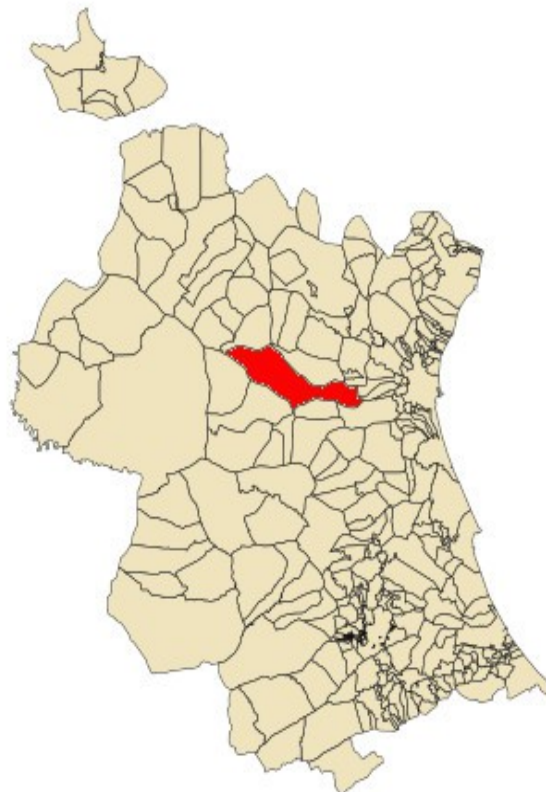


Figura 1: Mapa de la provincia de Valencia y ubicación de la villa de Chiva



Figura 2 Termino municipal de Chiva.

3.2 Urbanizaciones y abonados.

Dentro del término municipal se encuentran las diferentes urbanizaciones que a día de hoy no cuentan con abastecimiento de agua potable, debido a que sus pozos están contaminados con una alta concentración de nitratos en sus aguas. Las urbanizaciones que abasteceremos son aquellas que se encuentran al este del núcleo poblacional principal.

Para saber la población de cada una de las urbanizaciones, hemos tomado el dato de las viviendas totales construidas y hemos creído oportuno hacer un supuesto de 4 personas por vivienda, puesto que Chiva y sus urbanizaciones son localidades muy estacionales, y con una evolución positiva poblacional a lo largo del tiempo.

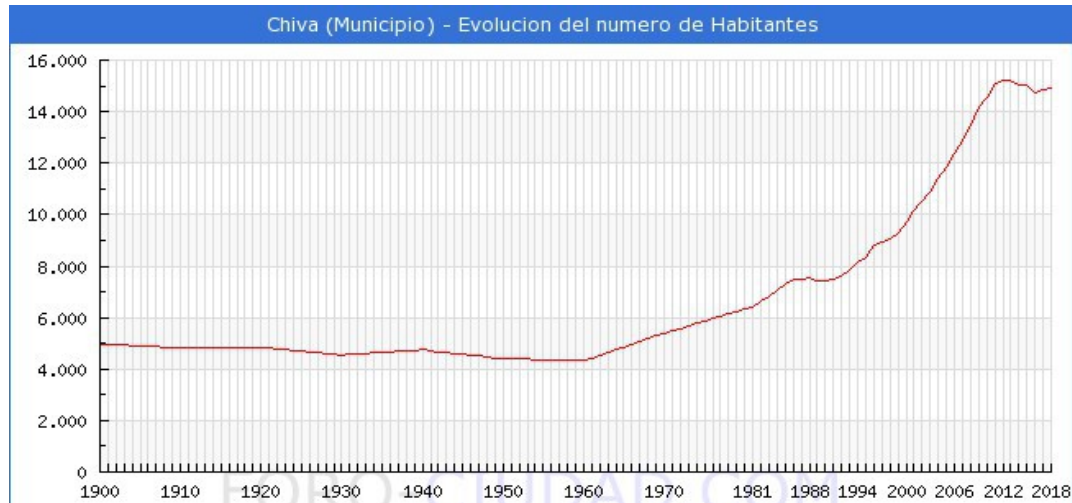


Figura 3: Evolución de la población en Chiva

Por lo tanto, la cantidad de población en las urbanizaciones a abastecer sería:

Población	Nº Viviendas	Nº total residentes
Los Felipes	294	1176
Sierra Perenchiza	595	2380
El Bosque	759	3036
Muela Los Mangas	48	192
Calicanto	1512	6048
Carambolo	320	1280
Miralcampo II	12	48
Olimar	380	1520
Atalaya de Levante	95	380
Loma de miralcampo	26	104
Residencial la Loma	142	568
Cumbres de calicanto	20	80
Cañada del charco	114	456

Tabla 1: Poblaciones y residentes de las urbanizaciones

Diseño de una red de abastecimiento de agua potable a las once urbanizaciones del término municipal de Chiva (Valencia)



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Dichas poblaciones están localizadas en:



Figura 4: distribución de las diferentes urbanizaciones

Calicanto	(39.476659, -0.612924)
Cañada del charco	(39.441321, -0.624879)
Carambolo	(39.457244, -0.667845)
Cumbres de Calicanto	(39.470895, -0.608500)
El bosque	(39.446371, -0.617270)
Los Felipes	(39.446933, -0.644663)
Miralcampo II	(39.443179, -0.611215)
Olimar	(39.471945, -0.622540)
Muela las mangas	(39.469252, -0.628597)
Residencial la Loma	(39.452583, -0.607279)
Loma de Miralcampo	(39.452838, -0.596366)
Sierra Perenchiza	(39.438362, -0.597676)

Tabla2: Ubicación geográfica de las urbanizaciones

3.3 Fuentes y suministros de agua:

Actualmente las fuentes de suministro están ubicadas en pozos naturales, en la zona del polígono industrial, al oeste del pueblo:

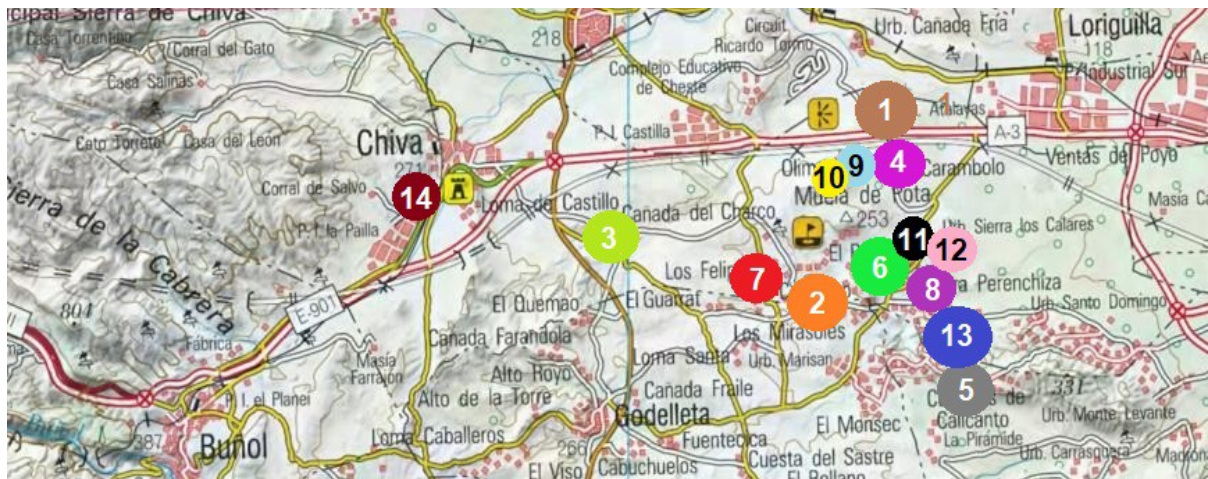


Figura 5: Ubicación de pozo de agua que abastece actualmente el núcleo principal del pueblo (número 14).

Aunque cada una de las urbanizaciones cuenta con pozos naturales para la obtención de agua, se ha demostrado que los campos de naranjos que hay sobre estos provocan unos niveles de nitratos muy superiores a los normales y por ello el suministro de agua tratado en planta potabilizadora deviene en una necesidad.

Un aumento del consumo no sería significativo en cuanto a las reservas de agua siempre y cuando este aumento fuese únicamente para el uso personal y no para uso agrícola. Esto es debido a que las poblaciones de Cheste y Godolleta, que antes usaban el agua del pozo de Chiva, recientemente han excavado sus propios pozos para su auto abastecimiento.

A día de hoy, el agua del pozo cumple con los requisitos establecidos por el Real Decreto 140/2003, por la normativa desarrollada por el Decreto 58/2006, de 5 de mayo, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad de agua de consumo humano.

4. Instalaciones a diseñar:

4.1 Introducción

La red que se ha diseñado, será utilizada para suministrar agua potable a trece urbanizaciones mediante un conjunto de válvula, bombas, depósitos de compensación y tuberías de distintos diámetros.

El esquema de la instalación, cuenta con dos ramificaciones principales que luego se subramificaran hasta llegar a cinco ramas y ,entre todas, se conseguirá distribuir el agua a todas las urbanizaciones.

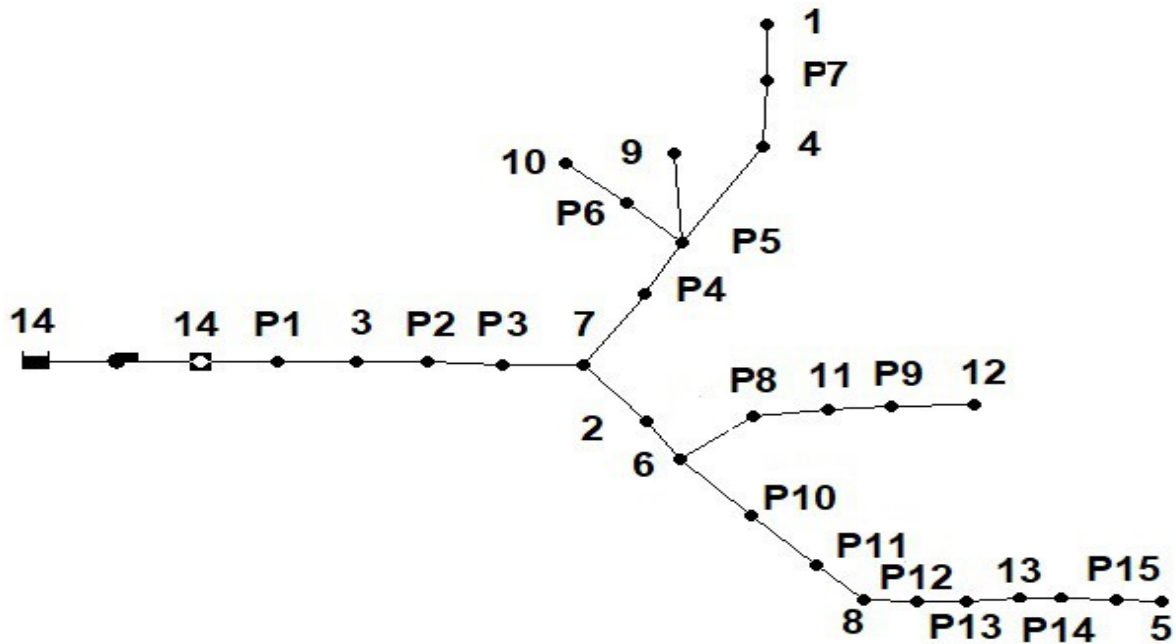


Figura 6: Distribución esquemática en EPANET de las ramificaciones

Los números de la figura 6 son los mismos que en la figura 5 y los números acompañados por P, son aquellos que, o son de altura máxima, o puntos de altura relevante tras el punto máximo. Los puntos serían:

Diseño de una red de abastecimiento de agua potable a las once urbanizaciones del término municipal de Chiva (Valencia)



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Nombre del punto	Altura (m)	Distancia desde punto anterior (m)
14: Pozo	305,39	-
P1: Altura máxima entre pozo y Cañada del Charco.	399,01	7507
3: Cañada del Charco	228,3	6253
P2: Altura máxima entre Cañada del charco y Los Felipes.	245	1205
P3: Altura importante entre Cañada del Charco y Los Felipes.	222,4	1405,8
7: Los Felipes	197	630,21
P4: Altura máxima entre Los Felipes y Punto intermedio norte.	251,9	2271,6
P5: Punto intermedio norte	251	92,57
P6: Altura importante entre Punto intermedio norte y muela las mangas	237	949
10: Muela las mangas	200	236,2
9: Olimar	170,3	543,3
4: Carambolo	223	2646
P7: Altura máxima entre Carambolo y Atalaya de Levante	255	1278
1: Atalaya de Levante	68	1633
2: Calicanto	255	2057
6: El Bosque	0	2335
P10: Altura máxima entre El Bosque y Miralcampo II	233	723,4
P11: Altura importante ente El Bosque y Miralcampo II	221	403
8: Miralcampo II	59	358,31
P8: Altura máxima entre El Bosque y Residencial la Loma	251	1080
11: Residencial la Loma	1	1800
P9: Altura máxima entre Residencial la Loma y Loma de Miralcampo	255	1210
12: Loma de Miralcampo	250	1271
P12: Altura máxima entre Miralcampo II y Sierra Perenchiza	249	564
P13: Altura importante entre Miralcampo II y Sierra Perenchiza	213	697,76
13: Sierra Perenchiza	36	386,62

P14: Altura máxima entre Sierra Perenchiza y Cumbres de Calicanto	249	586
P14: Altura importante entre Sierra Perenchiza y Cumbres de Calicanto	244	569
13: Cumbres de Calicanto	102	428

Tabla 3: Distancias y alturas entre los puntos marcado en la figura 6

4.2 Topografía y cotas por donde discurre la red

La red que se ha realizado, discurre por un terreno montañoso, de diferentes alturas, debido a los picos y las laderas.

Para poder hacer un aproximamiento fidedigno a tanto a las longitudes como a las alturas, se ha hecho uso de un programa topográfico de libre uso llamado QGIS que, junto a mapas de Instituto de Geografía Nacional (IGN) georreferenciados, nos ha permitido ver las variaciones del terreno y calcular las distancias reales y las diferentes cotas de las urbanizaciones y el pozo suministrador de agua.

El programa QGIS también nos ha servido para poder determinar aquellos puntos que eran sensibles de una posible cavitación.

Finalmente, se ha desarrollado el siguiente esquema sobre el terreno, el cual es el que menos problemas y diferencias de alturas conlleva:



Figura 7: Esquema de distribución sobre el terreno.

Este esquema, ha dejado los siguientes perfiles y distancias entre puntos:

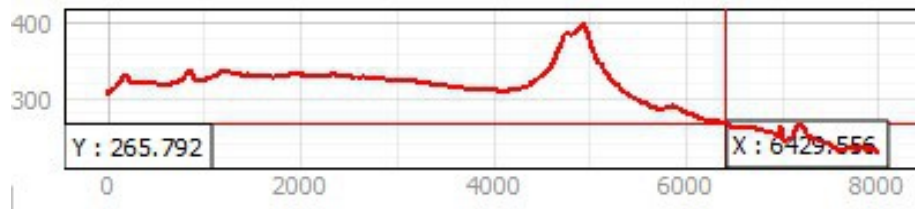


Figura 8.1 Perfil desde el acuífero hasta Cañada del Charco, distancia 13,76 km (x e y están en metros)



Figura 8.2 Perfil desde Cañada del Charco hasta los Felipes, distancia 3,24 km (x e y están en metros)

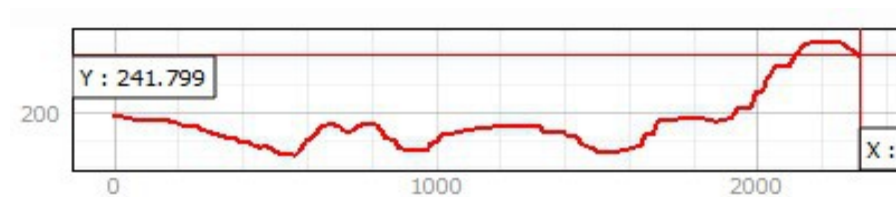


Figura 8.3 Perfil desde Los Felipes hasta punto intermedio norte, distancia 2,36 km (x e y están en metros)

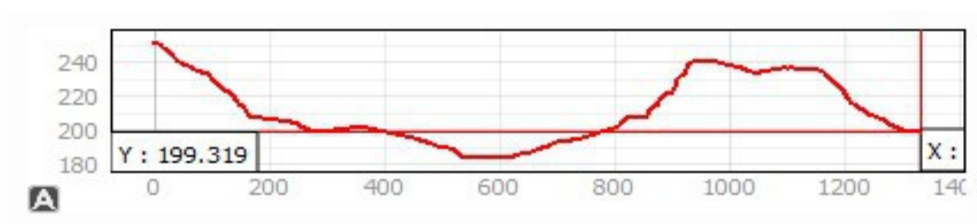


Figura 8.4 Perfil desde punto intermedio norte hasta Muela las Mangas, distancia 1,35 km (x e y están en metros)



Figura 8.5 Perfil desde punto intermedio norte hasta Olimar, distancia 1,22 km (x e y están en metros)

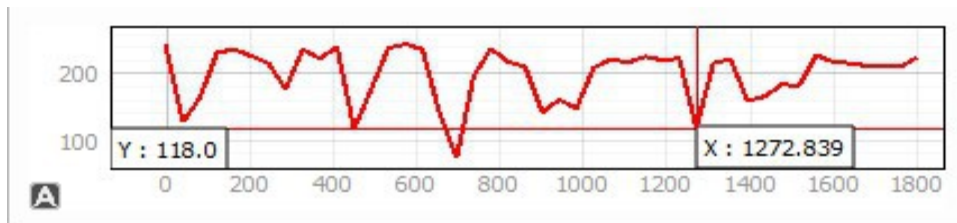


Figura 8.6 Perfil desde Punto intermedio norte hasta Carambolo, distancia 2,65 km (x e y están en metros)

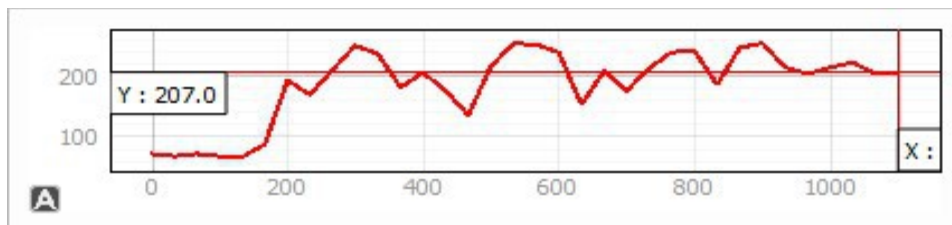


Figura 8.7 Perfil desde Carambolo hasta Atalaya de Levante, distancia 1,63 km (x e y están en metros)

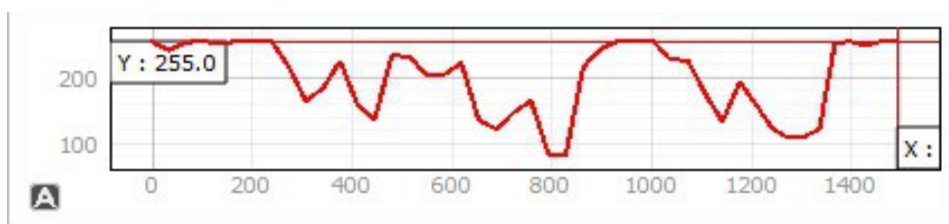


Figura 8.8 Perfil desde Los Felipes hasta Calicanto, distancia 2,06 km (x e y están en metros)

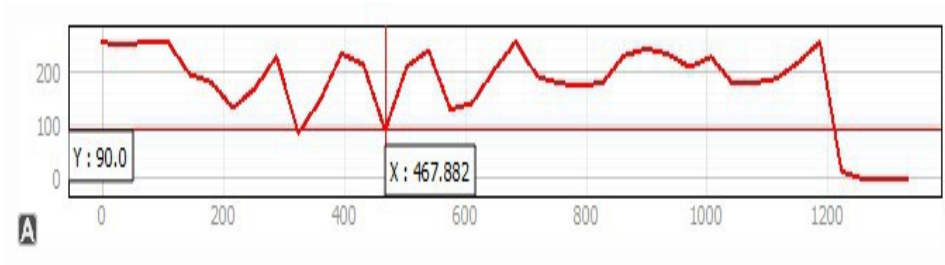


Figura 8.9 Perfil desde Calicanto hasta El Bosque, distancia 2,34 km (x e y están en metros)

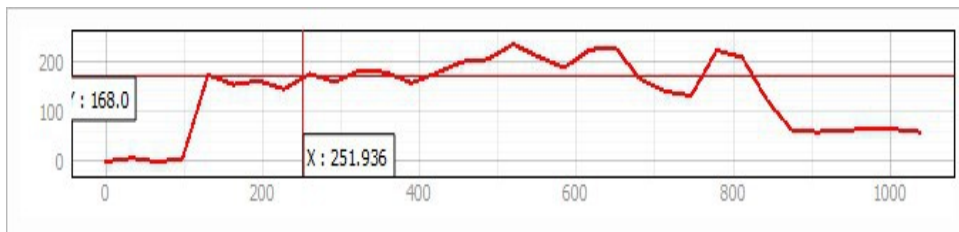


Figura 8.10 Perfil desde El Bosque hasta Miralcampo II, distancia 1,49 km (x e y están en metros)

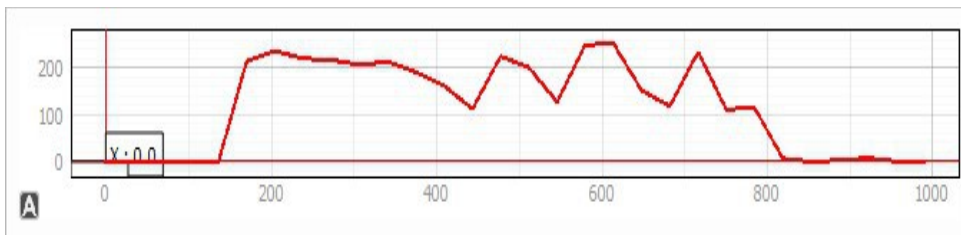


Figura 8.11 Perfil desde El Bosque hasta Residencial la Loma (x e y están en metros)

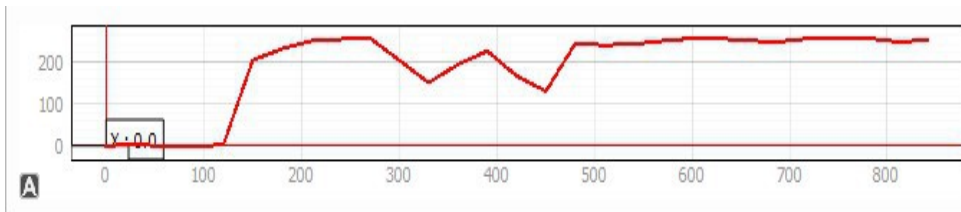


Figura 8.12 Perfil desde Residencial la Loma hasta la Loma de Miralcampo, distancia 1,27 km (x e y están en metros)

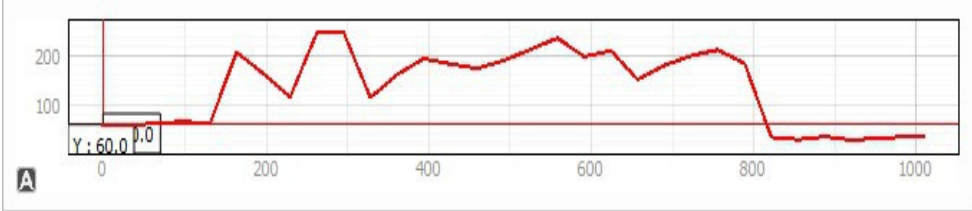


Figura 8.13 Perfil desde Miralcampo II hasta Sierra Perenchiza, distancia 1,65 km (x e y están en metros)

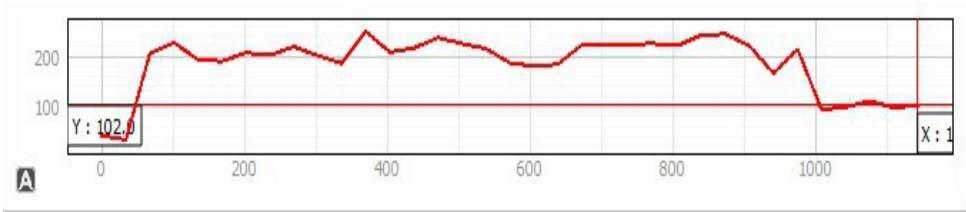


Figura 8.14 Perfil desde Sierra Perenchiza hasta Cumbres de Calicanto, distancia 1,59 km (x e y están en metros)

4.3 Terminología.

Una vez mostrado el trayecto y los perfiles de la red, es necesario presentar aquellos términos que vamos a usar, apoyándonos en la norma UNE EN 805 [5], para definirla:

- **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**(Fluctuaciones rápidas de presión debidas a las variaciones de caudal durante intervalos cortos de tiempo.)
- **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,...).



- **Diámetro interior (ID):** Diámetro interior medio de la caña de tubo en una sección cualquiera.
- **Diámetro exterior (OD):** Diámetro exterior medio de la caña de tubo en una sección cualquiera. Para tubos perfilados exteriormente sobre la caña, se toma como diámetro exterior el diámetro máximo visto en corte.
- **Diámetro nominal (DN):** Designación numérica del diámetro de un componente mediante un número entero aproximadamente igual a la dimensión real en milímetros.
- **Cavitación:** Efecto hidrodinámico que se produce cuando el agua o cualquier otro fluido en estado líquido pasa a gran velocidad por una arista afilada, produciendo una descompresión del fluido debido a la conservación de la constante de Bernoulli.

4.4 Elementos usados en la instalación

En el esquema de EPANET

- Tuberías
- Válvulas
- Bombas
- Depósitos de compensación

Para la realización de las obras

- Zanjas
- Arquetas
- Registros

4.4.1 Tuberías

De acuerdo con la norma EN 805: línea que une los recursos, las plantas de tratamiento, depósitos y / o áreas de consumo, por lo general sin conexiones directas a los usuarios.

Al ser un trabajo que necesita grandes caudales, se ha hecho uso de tuberías de acero de fundición dúctil las cuales son de diámetro nominal (DN) igual o superior a 100mm. (Una característica de este tipo de tuberías es que el diámetro nominal (DM) suele coincidir con el diámetro interior (ID) aproximadamente) . [6]

Se le aplicará un revestimiento bituminoso, dejando una rugosidad absoluta de 0,0024mm [7]

El tamaño de las tuberías no es el mismo a lo largo del esquema, se ha utilizado la de mayor tamaño al principio, y se ha ido reduciendo conforme se ha ramificado el esquema. Todas las tuberías seguirán la norma UNE EN 545.

Los diámetros internos (DI) y diámetros nominales(DN), estandarizados, que se han empleado en este trabajo, son los siguientes:

DN	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100
DI	96	121	146	196	246	296	345	395	445	495	595	694	794	894	994	1094

Tabla 4: Tabla de diámetros en mm

4.4.2 Válvulas

Instrumento para controlar y regular el paso de agua a lo largo del circuito.

También son usadas para la proteger los elementos de la instalación de posible golpes de arietesy reflujos del sistema. Los tipos de válvulas que se van a usar son:

- **Válvulas de sección o corte:**

Usadas para parar completamente el trasiego de caudal por una tubería y así, poder proceder a reparar una tubería.

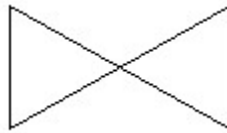


Figura 9: Válvula de sección

- **Válvulas de regulación:**

Usadas para poder controlar la cantidad de caudal que pasa por un circuito en función de la apertura.

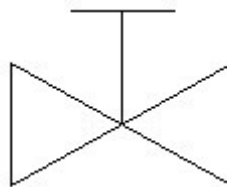


Figura 10: Válvula de regulación

- **Válvulas antirretorno:**

Tienen como misión impedir que el fluido trasiegue en uno de los dos sentidos de la tubería.

Se usa para proteger los elementos de posibles golpes de ariete y reflujos.

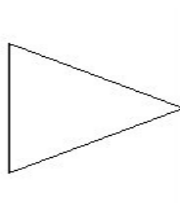


Figura 11: Válvula antirretorno



4.4.3 Bombas

Máquina para elevar el agua u otro líquido y darle impulso en una determinada dirección.

Se han usado para poder transportar agua desde el pozo hasta los diferentes depósitos o urbanizaciones.

Han sido definidas en función del uso y de los casos hipotéticos.

4.4.4 Zanjas

Agujeros lineales hechos sobre el terreno, en los cuales se alojan las tuberías. Las dimensiones de las zanjas (profundidad y anchura), van a depender directamente del diámetro de de cada una de las tuberías, que se a alojado en cada tramo del esquema.

Para el presupuesto, se ha tomado una media de aquello que se tenía que excavar para simplificar los números.

4.4.5 Depósitos de compensación

Grandes depósitos que sirven tanto para almacenar agua, como para almacenar energía potencial, facilitando el funcionamiento de las redes hidráulicas.

Serán instalados en función de los criterios de instalación ya sea por motivos económicos, para evitar excesos de presión o para poder suministrar agua a las urbanizaciones en caso de avería de bombas.

Los depósitos de compensación usados en este trabajo, tienen una forma tubular y siguen la siguiente descripción:

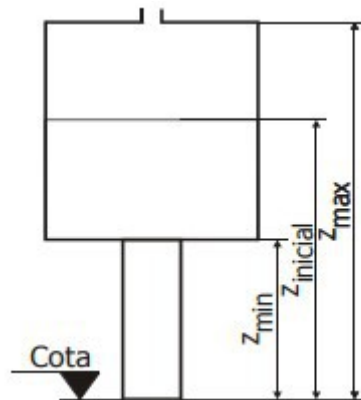


Figura 12: Ejemplo de depósito de compensación

4.4.6 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

4.4.7 Registros

Los pozos de registro son elementos que permiten el acceso a la red desde la superficie.

Estos pozos facilitan las inspecciones, el mantenimiento y la reparación de la estructuras.

También permite la ventilación por si hay algún caso de acumulación de gases explosivos en el circuito.

5. Analisis de recorrido

Para desarrollar el análisis, se hace uso de el programa EPANET[9]: “software libre, desarrollado por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos), que realiza simulaciones del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías a presión. Está diseñado para el uso con sistemas de distribución de agua potable, aunque en general puede ser utilizado para el análisis de cualquier fluido no compresible con flujo a presión.” (Blog del agua, 2019)

EPANET usa la ecuación de Bernoulli para poder llevar a cabo el análisis y determinar las características del circuito hidráulico:

5.1 Ecuación de Bernoulli

También denominada como trinomio de Bernoulli[8], se usa para poder describir el comportamiento de un fluido a lo largo de una superficie continua y cerrada. La ecuación viene dada por los siguientes términos:

$$\frac{V^2}{2} + P + \rho g z = cte \quad [F1]$$

Cuyos significados son:

- V: Velocidad del fluido
- ρ : densidad del fluido
- P: Presión a la que está sometida el fluido
- g: Aceleración gravitatoria
- z: cota de referencia

5.2 Ecuación pérdidas de carga

La ecuación vista en el apartado anterior, es válida siempre que no se tengan en cuenta las fuerzas no conservativas, generadas por las pérdidas menores debidas a las válvulas, codos, las conexiones en T y también a las pérdidas mayores generadas por la fricción en las tuberías.

Tampoco se ha tenido en cuenta los trabajos que puedan realizar las bombas para compensar estas pérdidas.

5.2.1 Pérdidas de carga

Las pérdidas mayores, se han calculado en este trabajo mediante el uso de la ecuación de Darcy-Weisbach[11], que es una ecuación empírica que da como resultado las perdidas de carga hidráulica, debidas a la velocidad del fluido que fricciona con el material de las tuberías que lo envuelve.

La fórmula es:

$$hf = \frac{f * 8 * L * Q^2}{(g * \pi * D^5)} \quad [F2]$$

Donde:

- hf: Pérdida de carga
- L: longitud de las tuberías.
- Q: Caudal trasegado por la tubería.
- g: Aceleración gravitatoria
- D: Diámetro de las tuberías.
- f: factor de fricción [12]

- El cual depende del régimen en el cual se encuentre el fluido y su número de Reynolds, y se calcula como:

Régimen	Coefficiente de fricción	Dependencia
Laminar	$f_{\text{laminar}} = \frac{64}{Re}$	$f_{\text{laminar}} = f(Re)$
Turbulento liso	$f_{\text{turbulento liso}} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log\left(\frac{2,51}{Re\sqrt{f}}\right)$	$f_{\text{turbulento liso}} = f(Re)$
Turbulento intermedio	$f_{\text{turbulento intermedio}} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{f}} = -1,8 \cdot \log\left(\frac{6,9}{Re} + \left(\frac{\epsilon_r}{3,7}\right)^{1,11}\right)$	$f_{\text{turbulento intermedio}} = f(Re, \epsilon_r)$
Turbulento rugoso	$f_{\text{turbulento rugoso}} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log\left(\frac{\epsilon_r}{3,7}\right)$	$f_{\text{turbulento rugoso}} = f(\epsilon_r)$

Figura13: Tabla de factor de fricción en función del régimen

Para este trabajo, también hemos tenido en cuenta las pérdidas locales, consideradas como 10% de las pérdidas mayores. Para poder tenerlas en cuenta y teniendo en cuenta que, en la fórmula de Darcy-Weisbach, la longitud tiene un comportamiento directo, la forma en la cual hemos tenido en cuenta la pérdidas menores, ha sido multiplicar las longitudes en EPANET por 1'1.

Por lo tanto la ecuación final que se ha empleado para este trabajo es:

Donde (letras iguales a, mismo significado que [F1]):

$$\boxed{\frac{V1^2}{2g} + \frac{P1}{\gamma} + z1 + \frac{W}{\gamma} = hf + \frac{V2^2}{2g} + \frac{P2}{\gamma} + z2} \quad [F3]$$

- W: Trabajo que suministra la bomba
- γ : Peso específico ($\rho \cdot g$)
- hf: disipación por fricción y pérdidas menores.

6. Análisis de la demanda:

6.1 Dotación de la demanda:

Para poder extraer las demandas actuales de las diferentes urbanizaciones, vamos a usar como base la cantidad del Ministerio de obras públicas (MOP) (1976) a la cual le vamos a añadir unas suposiciones por aquellas poblaciones que cuentan con un gasto adicional de agua.

La dotación que aconseja el MOP es:

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

Tabla 5: MOP 1976. "Normas para la redacción de proyectos de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Poblaciones"

Debido a que algunas urbanizaciones tienen una gran cantidad de viviendas con instalaciones de lujo y piscinas, esta dotación se queda corta, por ello hemos añadido un multiplicador a las urbanizaciones en función de las siguientes características:

- 2x: Cuentan con campo de golf o grandes extensiones en comparación al terrenos poblacional, de parque con riego.
- 1,8x: Entre un 60 y un 100% tienen piscina, jardín o ambas
- 1,5x: entre un 40 y 60% tienen piscina, jardín o ambas.
- 1,2x: entre un 20 y 40% tienen piscina, jardín o ambas.

Dejando la formula del consumo como:

$$Q_{población} (l/s) = \frac{(n^{habitantes} * Dotación (MOP) * Multiplicador)}{(24 * 3600)} \quad [F4]$$

Lo que no dejaría con un consumo por población de:

Urbanización	Consumo base (l/s)	Multiplicadores	Consumo final (l/s)
Los Felipes	2,04	1,2	2,45
Sierra Perenchiza	4,13	1,5	6,2
El Bosque	5,55	2 y 1,8	19,98
Muela los mangas	0,22	2 y 1,8	0,8
Calicanto	14	1,8	25,2
Carambolo	2,22	1,8	4
Miralcampo II	0,06	2 y 1,8	0,2
Olimar	2,64	2 y 1,8	9,5
Atalaya de Levante	1,2	1,5	0,8
Loma de miralcampo	0,13	2 y 1,8	0,45
Residencial la Loma	0,67	2 y 1,8	2,4
Cumbres de Calicanto	0,1	1,8	0,18
Cañada del Charco	0,53	1,5	0,8

Tabla6: Consumo de caudal por Urbanizaciones

Para poder hacer llegar tales cantidades de agua, se ha seguido la siguiente distribución de agua usada en función de la hora del día, para el mes de Agosto, ya que es el mes en el que más agua se consume:

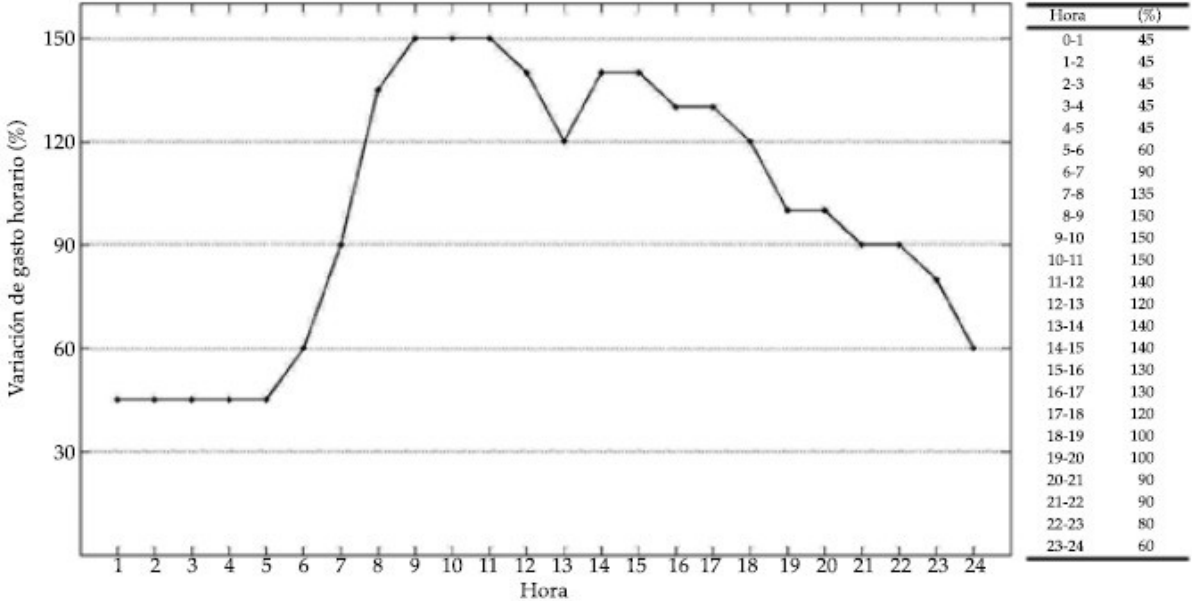


Figura 14: Distribución consumo de agua

7. Criterio de diseño

Para llevar a cabo el diseño de la red, se ha seguido el criterio económico que está condicionado por los siguientes aspectos:

7.1 Tipos de costes.

7.1.1 Costes de explotación y mantenimiento.

En estos costes se ha tenido en cuenta, aquellos que se realicen con pagos continuados como son:

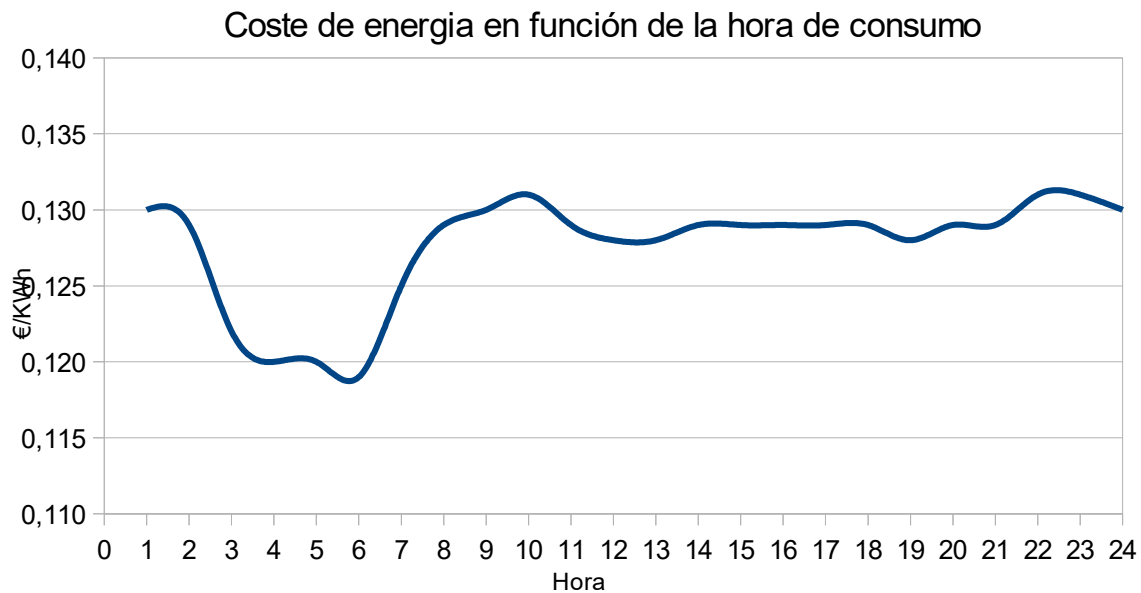


Figura 15: Coste de la energía en función de la hora [8]

2. Revisión anual de las bombas por personal especializado:

El número de bombas instaladas es directamente proporcional al costo de las revisiones, dejando un precio de revisión anual por bomba de 200€/bomba

3. Mantenimiento y limpieza de depósitos de compensación:

Los trabajos de mantenimiento y limpieza de los depósitos, serán llevados a cabo por equipos de técnicos especialistas en trabajos verticales y el costo variará en función de los metros cúbicos.

Volumen (m ³)	Precio anual €
0<V<300	1500
300<V<450	2100
450<V<600	2650
600<V<750	3150
A partir de 750	3150 + 400*((V-750)/250)

Tabla 7: Precio limpieza anual en función de volumen

7.1.2 Costes de construcción e instalación.

Estos costes, se han definido como aquellos que solo requieren de un pago único, por ello para compararlos en el tiempo con los costes directos, se ha implementado un valor de amortización para poder actualizar los costes con referencia al año 0.[13]

Para ello se emplea un factor de amortización a que es el siguiente:

$$a = \frac{t * (1+t)^n}{((1+t)^n - 1)} \quad [F5]$$

Donde:

- t: tasa de interés anual (en tanto por 1)
- n: periodo de amortización (en años)

El valor que le daremos a t será una constante del 4% anual, ya que es representativo de la inflación y, en España, pocas veces supera este valor, siendo mas normales, valores de 1'5 o 2 %.

Diseño de una red de abastecimiento de agua potable a las once urbanizaciones del término municipal de Chiva (Valencia)



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

El periodo de amortización que escojamos, va a depender de la vida útil del elemento, por ello, se diferencia en la siguiente tabla:

Elemento	Periodo de amortización (años)
Tubería	40
Válvula	20
Bomba	18
Depósito	40
Zanja	30

Tabla 8: periodos de amortización

8 Diseño de la red.

8.1 Selección del diámetro primario.

Para poder tener un punto de partida en los diámetros de las distintas tuberías de la red, hemos optado por extraerlo dando una velocidad al agua de 1 m/s para poder usar la formula:

$$Q = A * v \quad [F6]$$

Donde:

- Q: Caudal trasegado
- A: área del círculo, a través de la cual obtenemos el radio:

$$A = \pi * r^2 \quad [F7]$$

- Donde:
 - r: radio del círculo
 - v: velocidad del fluido.

Diseño de una red de abastecimiento de agua potable a las once urbanizaciones del término municipal de Chiva (Valencia)



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Dejando unos diámetros de inicio:

Tubería	Diámetro necesario (mm)	Diámetro comercial (mm)
Pozo --> Cañada del Charco	304,79	345
Cañada del Charco→Los Felipes	303,11	345
Los Felipes → Punto intermedio norte	139	146
Punto intermedio norte--> Muela los mangas	32	96
Punto intermedio norte--> Olimar	110	121
Punto intermedio norte--> Carambolo	79	96
Carambolo--> Atalaya de Levante	32	96
Los Felipes → Calicanto	264	296
Calicanto--> El Bosque	194	196
El Bosque → Miralcampo II	92	96
El Bosque → Residencial la Loma	61	96
Residencial la Loma--> Loma de Miralcampo	24	96
Miralcampo II → Sierra Perenchiza	91	96
Siera Perenchiza → Cumbres de Calicanto	15	96

Tabla 9: Diámetros iniciales Estos datos, han sido extraídos de los siguientes

Urbanización	Caudal por urbanización (l/s)	Caudal hasta urbanización (l/s)
Los Felipes	2,45	72,16
Sierra Perenchiza	6,2	6,38
El Bosque	19,98	29,41
Muela los Mangas	0,8	0,8
Calicanto	25,2	54,61
Carambolo	4	4,8
Miralcampo II	0,2	6,58
Olimar	9,5	9,5
Atalaya de Levante	0,8	0,8
Loma de Miralcampo	0,45	0,45
Residencial la Loma	2,4	2,85
Cumbres de calicanto	0,18	0,18
Cañada del charco	0,8	72,96
Punto intermedio norte		15,1

Tabla 10: Caudales hasta urbanizaciones.

8.2 Uso de las válvulas en la red

Las válvulas, aunque no aparecen representadas en los esquemas de epanet, se han usado para los siguientes casos.

8.2.1 Alrededor de las bombas

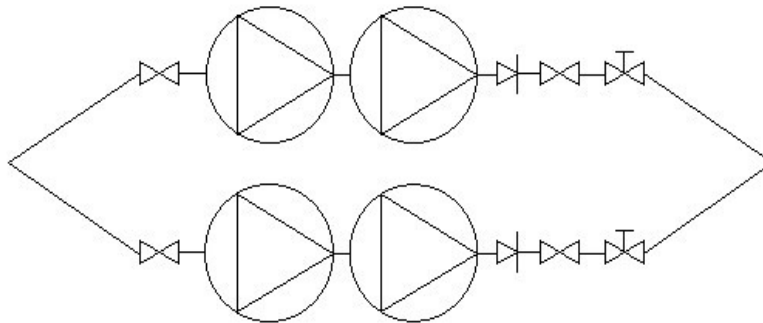


Figura 16: Disposición de válvulas en bombas

La distribución para las bombas, será siempre que se pueda de esta forma, como mínimo habrá dos en paralelo y dos en serie para intentar asegurar al máximo posible el servicio, por si hay que cerrar una de las dos para mantenimiento o si hay alguna que se estropea.

Se colocan válvulas de corte a los dos lados de las bombas para poder cortar cualquier trasiego de agua si hay que hacer mantenimiento o quitarlas para arreglarlas.

Se colocan también válvulas antirretorno tras la bomba para evitar que sea afectada esta por un golpe de ariete.

Por último se coloca una válvula de regulación tras la bomba por si el caudal a bombear ha de ser menor que el que este dando la bomba.

8.2.2 Entre Pozo y bomba

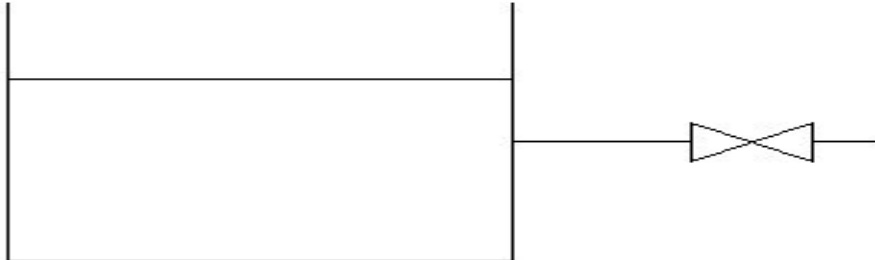


Figura 17: Válvula entre pozo y bomba

Se coloca una válvula de corte por si es necesario hacer reparaciones en todo el circuito y hay que cortar el suministro.

8.2.3 Alrededor de un depósito de compensación.

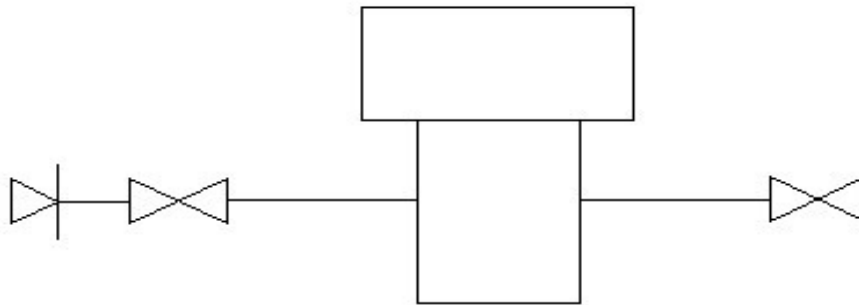


Figura 18: Válvulas alrededor de depósito

Se colocan válvulas de corte ambos lados de todos los depósitos de compensación por si hiciese falta hacer mantenimiento y cortar el agua

También se ha colocado una válvula antirretorno aguas arriba del depósito, para evitar, que si hay un fallo de la bomba, el agua del depósito no inunde el circuito.

8.2.4 Antes de urbanización.

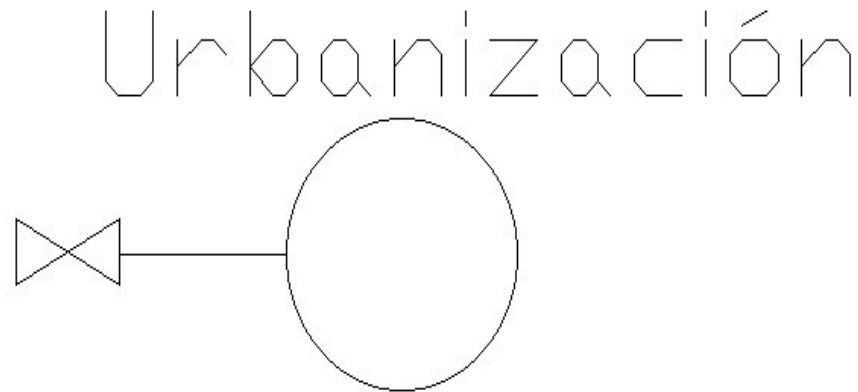


Figura 19: Válvula antes de urbanización

Válvula de corte aguas arriba de la urbanización para poder cortar el paso de agua, en caso de ser necesario hacer un mantenimiento en la urbanización o realizar un cambio en el circuito interno de esta.



8.3 Modelización del esquema

8.3.1 Condiciones a cumplir por el esquema.

Según el Real Decreto 314/2006, las presiones de los fluidos que llegan hasta una vivienda han de estar comprendidas entre los 150KPa y los 500 KPa. Por ello, nos hemos fijado como objetivo, que a la llegada de las urbanizaciones, las presiones estuviesen comprendidas entre los 15mCa y los 50mCa, para facilitar su posterior suministro.

También cabe destacar que las presiones máximas que pueden soportar las tuberías, se encuentran entre 3,10 MPa y los 7,10 MPa, por ello, y poniéndonos de lado de la seguridad, hemos evitado que ningún punto fuera de las urbanizaciones estuviese fuera del rango de los 0mCa (para evitar cavitación) y los 310mCa (para evitar rotura de sobreesfuerzo).

Como último punto, tal y como ya se ha dicho, se buscará la opción más económica dentro de la viabilidad de llevar agua a las urbanizaciones.

8.3.2 Primer esquema con el que se cumplen demandas de caudales.

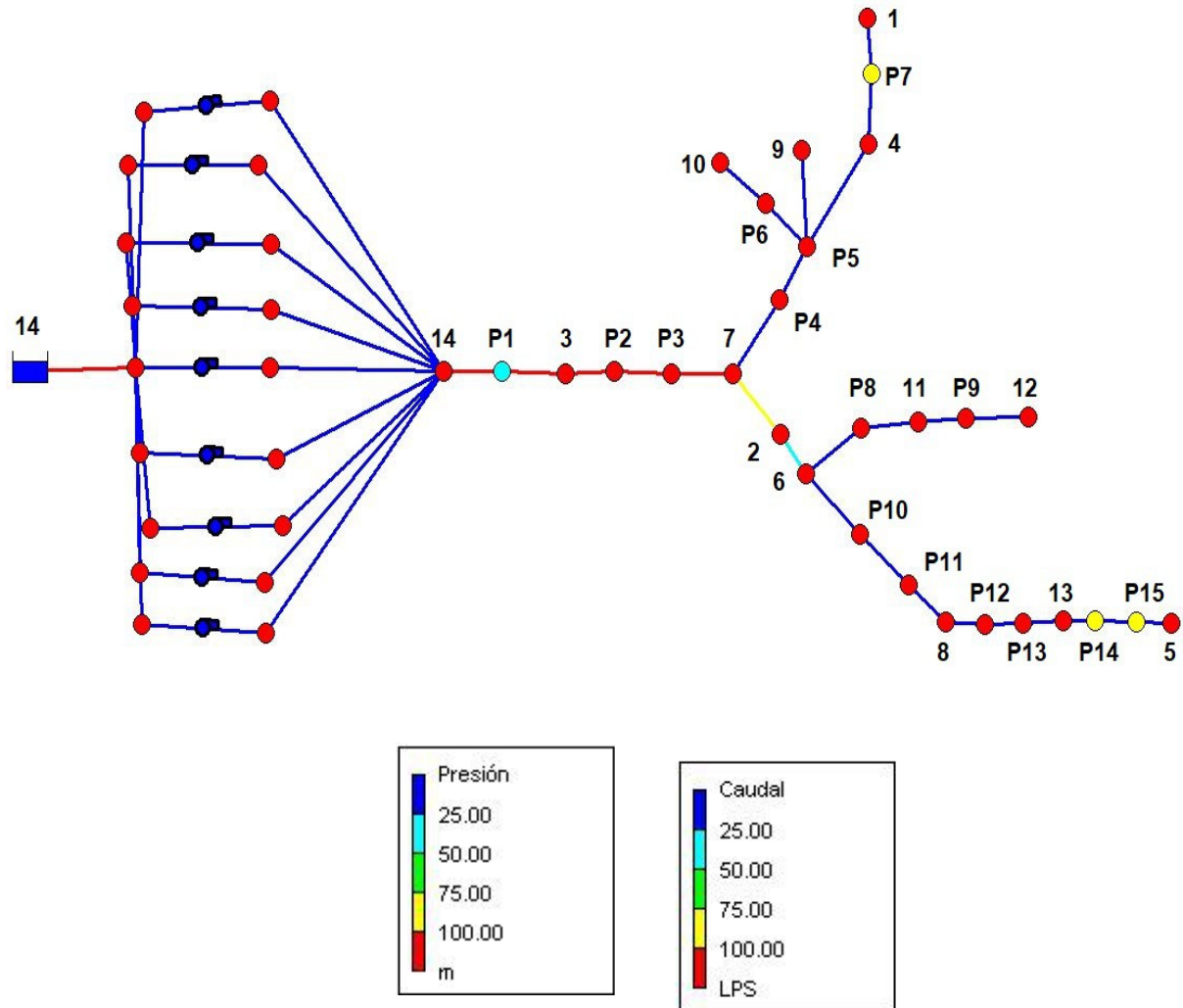


Figura 20: Esquema de puntos con presiones en los nudos y caudales en las líneas (tuberías) junto a las leyendas de cada uno.

Este esquema usa nueve bombas en paralelo SXT30 con un rodete de diámetro de 48mm cuya potencia consumida es de 45Kwh por bomba. La curva característica de esta bomba es:

Caudal (l/s)	Presión (mca)
0	542
2	522
4	491
6	440
8	372
10	271
12	137

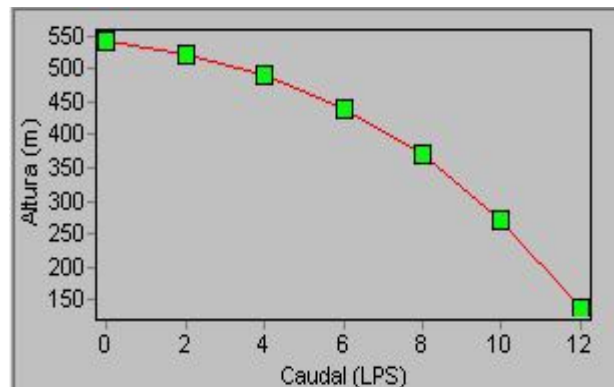


Figura 21 y Tabla 11: Curva de presiones de la bomba SXT30 de rodete 48mm

Este esquema, usa también las dimensiones iniciales de las tuberías para una velocidad de 1m/s. En este esquema inicial, se ha optado por colocar un gran número de bombas de gran potencia para poder llegar desde el inicio hasta el final sin ningún punto de presión negativa y pudiendo alcanzar todo el caudal demandado a la hora de mayor demanda.

Este tipo de esquemas presentan una gran cantidad de déficits, entre los que podríamos destacar:

- **Elevado consumo eléctrico:** Para cubrir todo el trayecto desde el inicio hasta el final del esquema, y no tener presiones negativas en ningún tramo del mismo, es necesario poner bombas que puedan darle una gran presión al fluido. Para darle esta presión, las bombas consumen una gran potencia, además al tener que dar tal cantidad de presión, el caudal que pueden dar es de valores muy pequeños, por lo que se precisa poner varias bombas en paralelo, aumentando así el consumo eléctrico.
- **Elevado precio de instalación:** Como en el punto anterior se explica, se necesita poner muchas bombas que además, debido a sus características, son de un alto precio.
- **Presiones grandes en puntos de baja cota:** Al tener que influir presión suficiente para remontar aquellos puntos que tienen una gran cota, y suplir las pérdidas de carga mayores y menores de todo el circuito cuando tenemos puntos de cotas bajas, las presiones aumentan en sobremanera, pudiendo llegar a ocasionar desperfectos en las instalaciones.



- **Presiones bajas en puntos de cota alta:** Justo para compensar el punto anterior, podría darse la casualidad de que, si no se diese la suficiente presión al agua, hubiese puntos en los cuales se produjese el efecto de cavitación.
- **Necesidad de bombeo continuo:** Al no disponer de depósitos de compensación que acumulen agua, es necesario que las bombas se mantengan siempre activas para poder otorgar un suministro constante y en el momento que se haga la demanda.
- **No cumplimiento del RD314/20016:** A la llegada a las urbanizaciones se superan lo límites de presión.

Los puntos críticos encontrados en el esquema a primera vista, son:

- **P1:** Es el punto más alto de todo el esquema y por lo tanto es el punto más susceptible de sufrir cavitación. Además, este punto se encuentra casi al inicio del circuito, condicionando todas las futuras urbanizaciones. Este punto provoca que las presiones sean altas en el resto de urbanizaciones, por lo que será necesario hacer un estudio alrededor para poder llegar a un punto óptimo.
- **Puntos de presiones demasiado elevadas en puntos cercanos a las bombas:** Llegando a superar los 3,1 Mpa que puede llegar a soportar el material de las tuberías.
- **Tuberías primera rama (Desde 14 hasta 7):** Trásiego de gran caudal constante por lo que quizás será necesario ampliar el tamaño de los diámetros de las tuberías.
- **Entre el punto 14 y el 14:** Las bombas no son las adecuadas, hay que adaptar las bombas a las necesidades.

8.3.3 Esquema que cumple presiones y caudales a lo largo del tiempo.

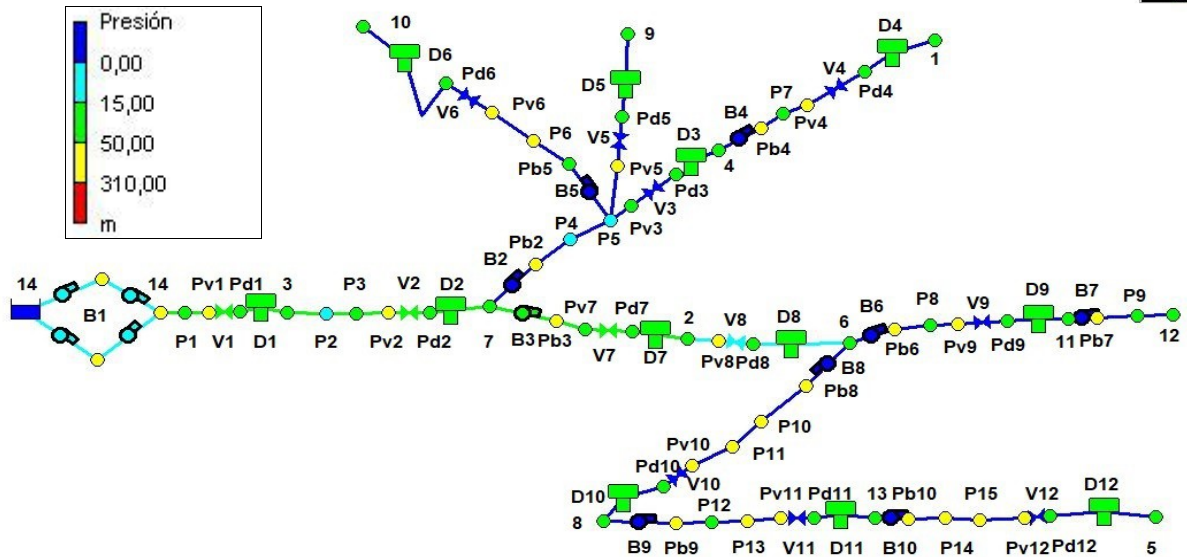


Figura 22 : Presiones a máximo caudal (10:00 AM)

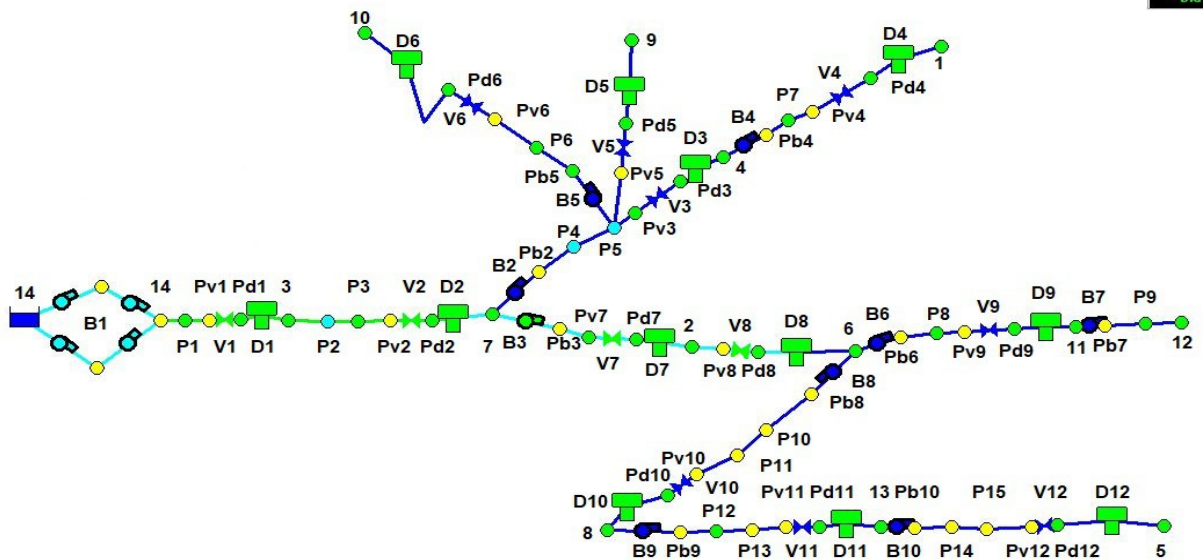


Figura 23: Presiones en nodos a mínimo caudal (00:00 AM)

En las figuras y :

- B: Bomba
- V: Válvula limitadora de caudal (usadas para poder poner la bomba en un régimen fijo en EPANET. En la vida real las bombas se pueden poner directamente en un régimen, por lo que realmente no serían necesarias).
- D: Depósito
- Pb: punto que EPANET obliga a poner para poder usar una bomba
- Pv: punto que EPANET obliga a poner para poder usar una válvula
- Pd: punto que EPANET obliga a poner para poder usar un depósito

Con este esquema, cumplimos tanto el decreto RD314/2006 como el rango de presiones máximas y mínimas a todas horas.

Los depósitos colocados a lo largo del esquema, están siempre colocados tras una bomba y antes de una urbanización, quedando a la misma cota de dicha urbanización, pues es necesario romper las elevadas presiones creadas por la baja cota de las urbanizaciones. Además, las bombas son los elementos mas propensos a romperse de la red, por lo que, en caso de necesitar una reparación estas, las urbanizaciones se quedarían sin suministro de agua, por lo que los depósitos se han calculado para estar más de dos días en sin recibir agua en función del caudal entrante.

La única urbanización que no tiene un depósito de compensación es la Loma de Miralcampo, ya que con la bomba cumple siempre las presiones; además la cantidad de Volumen necesario es muy pequeña, pudiendo compensar con pequeños depósitos en las diferentes casas.

Además, tras varios intentos, hemos optado por poner las bombas en un régimen continuo a lo largo del día, descargando un caudal por segundo al proporcional al volumen extraído del depósito a lo largo del día. Algunos depósitos necesitan tener un mayor volumen al necesitado por la urbanización, para no desbordar.

El volumen de estos depósitos se calcularía pues:

$$\text{Volumen}(m^3) = 2 * \text{CteCompensación} \left(\frac{Q_{urb} * 24 * 3600}{1000} \right) \quad [F8]$$

Depósito	CteCompensación	Volumen (m ³)
D1	70	9677
D2	11	9313
D3	2	1660
D4	1,4	194
D5	1,4	2300
D6	1,4	194
D7	1,8	7403
D8	1,5	5180
D9	1,4	290
D10	15	520
D11	1,4	1500
D12	1,4	44

Tabla 12: Depósitos y volúmenes

Las Bombas, como ya se ha dicho, han sido colocadas en un régimen permanente de altura y caudal, para que suministren el mismo volumen que sale a lo largo de un día en el depósito. Al principio intentamos buscar bombas cuyas curvas nos permitiesen dar el caudal necesario y la altura en función de las demandas instantáneas, no obstante, ese modelo se hacía imposible, ya que las bombas o daban demasiada altura en algunos momentos o en otros no llegaban a dar suficiente caudal.

Para poder ahorrar y optimizar al máximo, las bombas que se han escogido, son las más adecuadas para cada punto, quedando así también la velocidad del fluido cercana al 1 m/s inicial con el que habíamos calculado el diámetro de las tuberías. De esta forma, no ha hecho falta cambiar los diámetros de las tuberías en ningún caso.

Las bombas escogidas finalmente en este esquema y el régimen en el cual trabajan son:

Nº	Altura (mCa)	Caudal (l/s)	Bomba	Potencia (KW)	Rendimiento	Potencia consumida (KW)
B1*	42	35,18	SD1-3	14,5	0,74	19,6
B2	57	14,7	SD0.42-7F3	8,22	0,85	9,67
B3	70	54	SD2.5-2F1	37,08	0,76	48,8
B4	61	0,78	SJI12	0,17	0,86	0,54
B5	28	0,78	SJI6	0,21	0,83	0,26
B6	248	2,7	SXT10/30	6,57	0,68	9,66
B7	278	0,45	SLI40	1,23	0,72	1,7
B8	268	6,2	ST0.36-20	16,3	0,75	21,7
B9	198	3,2	STI0.26-15	6,22	0,71	8,75
B10	286	0,16	SLI40	0,45	0,74	0,61

Tabla 13: Tipo de bomba, altura caudal y Potencia del motor

Bombas sacadas del catálogo de bombas ideal.

*Dos bombas en paralelo y dos en serie lo que da un total de $h=84\text{mCa}$, $Q=70,36\text{ l/s}$ y $P=58\text{KW}$.

8.3.4 Elección del sistema más económico.

En este punto, se comprueba con el mismo esquema que en el anterior, si el bombeo durante las horas valle sale más económico o no. Para ello tendremos en cuenta el cambio de bomba y la amplitud de los depósitos.

En este punto tendremos en cuenta para el cálculo del precio de un depósito el trabajo final de carrera de Riba Genescà, E. [14] el cual nos deja la siguiente fórmula:

$$Cd = 599,487 Vd^{0,737} \quad [F9]$$

Donde:

- Cd: coste depósito en €
- Vd: Volumen depósito (m³).

Como únicamente vamos a variar depósitos y bombas, y si lo hubiese en algún caso, cambiar el diámetro de alguna tubería, y como queremos mantener un esquema de bombas en suministro continuo, vamos a ver el precio anual actual de las bombas y depósitos, con su factor de amortización, y el precio de consumo eléctrico, y el precio de en horas valle.

Precio y consumo de bombas actuales:

$$Pa = \frac{(a(\text{bomba}) + 1) * (P(\text{bomba}))}{(ta(\text{bomba}))} \quad [F10]$$

En esta fórmula:

- Pa: Precio anual de la bomba cada año durante sus años de vida
- a(bomba): Factor amortización de la bomba. (1,11536 para todas)
- P(bomba): Precio de la bomba
- ta(bomba): Tiempo de vida útil de la bomba. (18 años para todas)

Bomba	Precio anual(€)	Consumo(€)
B1(precio de conjunto)	3092	87197,13
B2	381,7	10763
B3	1925,88	54308,61
B4	21,42	604,11
B5	10,2	287
B6	31,29	10752,2
B7	67,28	1897,21
B8	857,86	24191,1
B9	345,55	9744,23
B10	67,28	675,22

Tabla 14: Precios y consumos anuales de bombas

El precio de los depósitos, se saca a partir de la fórmula de la fórmula [F9] y se le añade el factor de amortización quedando la fórmula del precio como:

$$Cda = \frac{(CD * (a(\text{deposito})))}{(ta(\text{deposito}))} \quad [F11]$$

Siendo los valores:

- Cda: Precio anual del depósito cada año de vida útil.
- CD: Precio base del depósito
- a(depósito): Factor de amortización del depósito. (1,085 para todos)
- ta(depósito): Tiempo de vida útil del depósito. (40 años para todos)

Depósito	Volumen (m ³)	Precio anual
D1	9677	14081,22
D2	9310	13688,9
D3	1660	3840,33
D4	194	789,33
D5	2300	4883,63
D6	194	789,33
D7	7403	11558,54
D8	5180	8884,04
D9	290	1061,54
D10	520	1632,46
D11	1500	3563,93
D12	44	264,47

Tabla 15: Volumen y precio anual de depósitos

Tras un re-estudio del esquema con bombas que puedan dar el caudal necesario constante y la misma altura que las anteriores pero solo actuando durante en horas valle, nos da los siguientes requerimientos en bombas:

Nº	Altura (mCa)	Caudal (l/s)	Potencia (KW)	Rendimiento	Potencia consumida (KW)
B1*	42	105,53	43,5	0,69	63
B2	57	44,1	24,66	0,8	30,82
B3	70	162	111,24	0,71	156
B4	61	2,34	1,4	0,81	1,73
B5	28	2,34	0,64	0,78	0,82
B6	248	8,1	19,7	0,63	31,3
B7	278	1,35	3,68	0,67	5,5
B8	268	18,6	48,9	0,7	69,85
B9	198	9,6	18,65	0,66	28,25
B10	286	0,48	1,35	0,69	1,95

Tabla 16: Características bombas de horas valle

Bomba	Precio anual(€)	Consumo(€)
B1(precio de conjunto)	9948,7	90480
B2	1216,67	11065
B3	6184,52	56245,9
B4	68,23	620
B5	32,53	295,82
B6	1234,66	11228,77
B7	216,9	1972,6
B8	2757,4	25077
B9	1115,17	10142,12
B10	77,04	700,64

Tabla 17: Precio bombas horas valle

Como se puede ver, para todas las bombas, habría un aumento tanto en precio a pagar por año, como en el precio de consumo aun estando en horas valle. Teniendo en cuenta que al aumentar el caudal trasegado en un tiempo menos, también habría que aumentar tanto el tamaño de los depósitos como de algunos diámetros de tubería en ocasiones, queda claro que el sistema más económico es bombear agua a caudal constante durante las 24 h del día.

Las curvas pues de las bombas elegidas finalmente son:

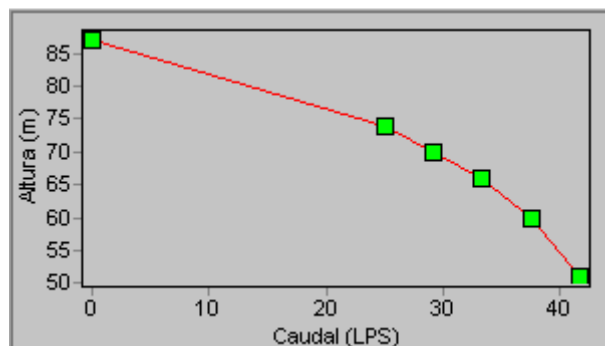


Figura 24: Curva de bomba SD1-3

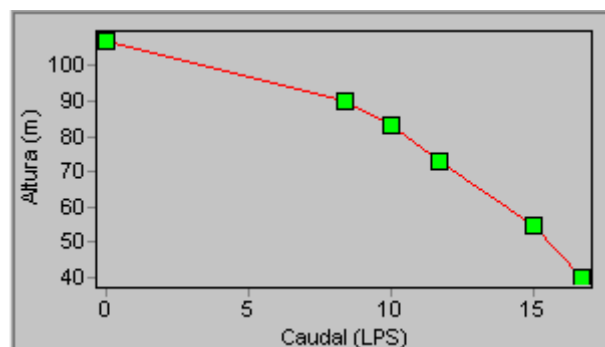


Figura 25: Curva de bomba SD0.42-7F3

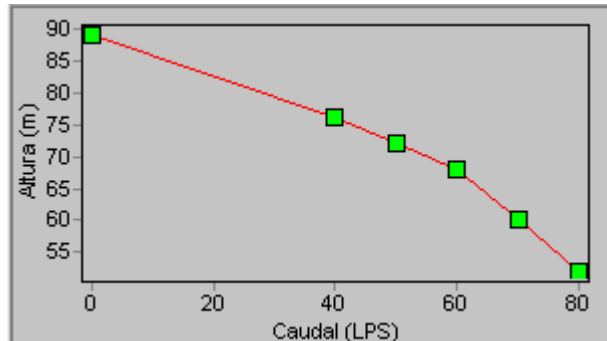


Figura 26: Curva de bomba SD2.5-2F1

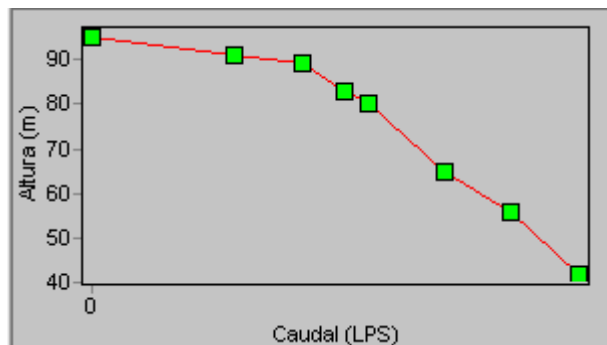


Figura 27: Curva de bomba SJI12

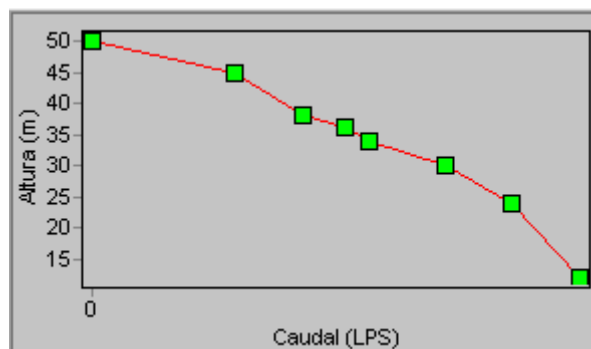


Figura 28: Curva de bomba SJI6

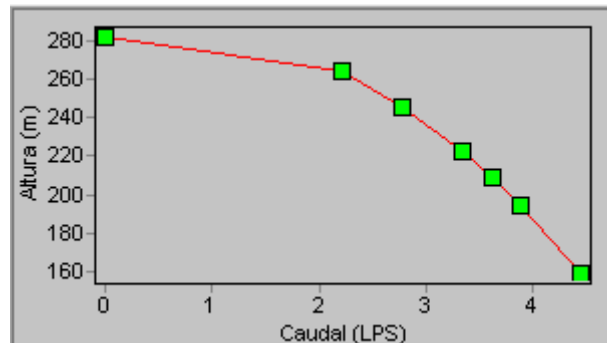


Figura 29: Curva de bomba SXT10/30

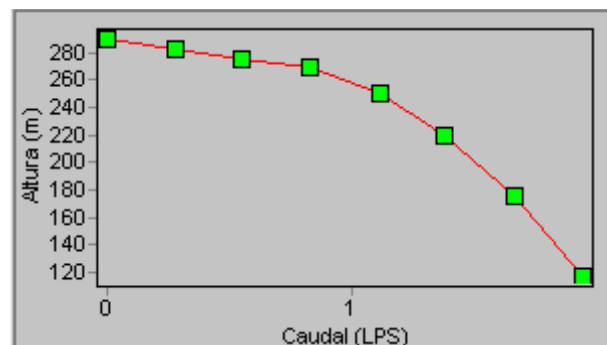


Figura 30: Curva de bomba SLI40

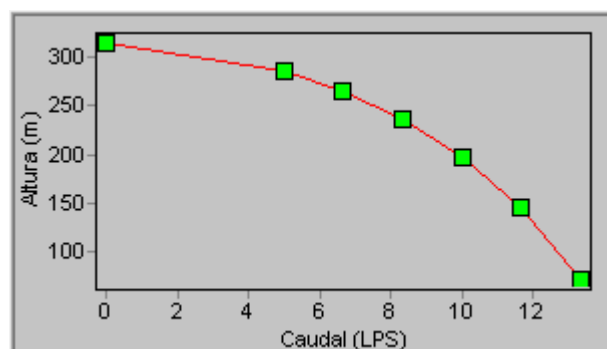


Figura 31: Curva de bomba ST0.36-20

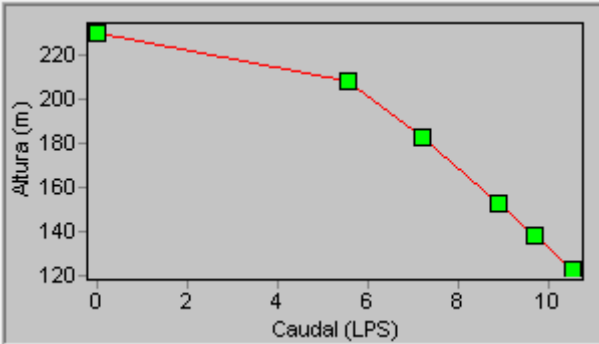


Figura 32: Curva de bomba ST10.26-15

9 Bibliografía

- [1] Instituto Geográfico Nacional. España. <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/inicio.do>
- [2] UNE-EN 805-2000 Abastecimiento de agua. AENOR.
- [3] Normas Tecnológicas NTE. (MOPU). Normas para la Redacción de Proyectos de Abastecimiento de agua y Saneamiento de poblaciones .
- [4] Real Decreto 314/2006.
- [5] Terminología de la UNE-EN 805-2000. <https://www.pamline.es/lexicon/8>
- [6] Características de las tuberías de fundición dúctil <https://www.emalsa.es/legislacion/12-recomendaciones-instalaciones-abastecimiento-agua-potable.pdf>
- [7] Universidad de Castilla la Mancha. Tabla de rugosidades. https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/Temas/TablaRugosidadAbsolutaMateriales.pdf
- [8] Tarifa luz hora. <https://tarifaluzhora.es/?tarifa=normal&fecha=2018-08-14>
- [9] ¿Que es epanet? <https://blogdelagua.com/tematica/abastecimiento/que-es-epanet/>
- [10] Wikipedia. Principio de Bernoulli. https://es.wikipedia.org/wiki/Principio_de_Bernoulli
- [11] Wikipedia. Ecuación de Darcy-Weisbach https://es.wikipedia.org/wiki/Ecuaci%C3%B3n_de_Darcy-Weisbach
- [12] Wikipedia. Factor de fricción [https://es.wikipedia.org/wiki/Factor_de_fricción_de_Darcy](https://es.wikipedia.org/wiki/Factor_de_fricci%C3%B3n_de_Darcy)
- [13] Tabla de años y porcentajes de amortización para sociedades <https://cuentica.com/asesoria/tabla-anos-y-porcentajes-de-amortizacion-sociedades-a-partir-de-2015/>
- [14] Riba Genescà, E. 2005. Cálculo y elección óptima de un depósito de agua. PFC presentado en la UPC.

Diseño de una red de abastecimiento de agua potable a las once urbanizaciones del término municipal de Chiva (Valencia)



**ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA**



PRESUPUESTO

Diseño de una red de abastecimiento de agua potable a las once urbanizaciones del término municipal de Chiva (Valencia)



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

1. Cuadro de Precios descompuestos

El presupuesto se ha realizado a partir de el uso de unidades de obra que han sido agrupadas en 3 capítulos.

En cada unidad se ha puesto la descripción y el rendimiento de los distintos elementos que la integran.

Los diferentes precios se han sacado de la Base de Precios del IVE 2018 y de la página de Cype para los precios de las tuberías, al igual que la mayoría de las decripciones de los elementos.

Codigo	U.M.	Descripción	RDTO.	P.UNIT.	IMPORTE
Capítulo 1 Movimiento de tierras					
UO1.1	m3	Excavación de Zanja			14,68
		Excavación de zanja en roca realizada mediante martillo rompedor, incluida la carga de material y su acopio intermedio o su transporte a vertedero a una distancia menor de 10 km.			
MOOA,8a	h	Oficial 1ª construcción	0,010	18,14	0,18
MOOA,12a	h	Peón ordinario construcción	0,020	15,15	0,30
MMME.2fd	h	Retro de orugas 150cv 1,4m3	0,130	87,00	11,31
MMME.8a	h	Suplemento martillo picador	0,130	20,00	2,60
%		Costes Directos Complementarios	0,020	14,39	0,29
UO 1.2	m3	Relleno Material Granular			24,16
		Relleno de zanja con grava	1,000	12,08	12,08
MOOA.8A	h	Oficial 1ª construcción	0,040	18,14	0,73
PBRG.1fb	t	Grava caliza 6/12 lvd 10km	1,900	5,50	10,45
MMMR.1de	h	Pala crgra de neum 179cv 3,2m3	0,012	55,76	0,67
%		Costes Directos Complementarios	0,020	11,84	0,24
UO 1.3	m3	Relleno y extendido material indiferenciado			5,93
		Relleno y extendido de tierras propias con medios mecánicos en capas de 25 cm de espesor máximo, incluido el riego y compactación con grado de 95% del Proctor normal.			

Diseño de una red de abastecimiento de agua potable a las once urbanizaciones del término municipal de Chiva (Valencia)



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	0,040	15,15	0,61
PBAA.1a	m3	Agua	1,200	1,05	1,26
MMMT.5aaa	h	Cmn de transp 10T 8m3 2ejes	0,020	25,71	0,51
MMMC.6c	h	Motoniveladora 140 CV	0,020	63,49	1,27
MMMC.1b	h	Rodll autpro 10 T	0,020	49,41	0,99
MMMR.1de	h	Pala crgra de neum 179cv 3,2m3	0,020	55,76	1,12
%		Costes Directos Complementarios	0,030	5,75	0,17
UO 1.4		Relleno y extendido Material adecuado			6,59
		Suministro, extendido y compactado de suelo procedente de cantera clasificado como adecuado en zona de cimient, núcleo o espaldones para la formación de terraplén, extendido con un espesor no superior a 30cm, compactado hasta conseguir una densidad del 95% del Protor normal, incluso humectación y/o desecación.			
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	0,003	15,15	0,05
PGTT.9b	m3	Suelo adecuado aportación	1,050	4,67	4,90
MMMT10a	h	Cmn cisterna 8 m3	0,015	54,97	0,82
MMMC.6f	h	Motoniveladora 220 CV	0,005	88,00	0,44
MMMC.1d	h	Rodll autpro 17 T	0,004	61,17	0,24
%		Costes Directos Complementarios	0,020	6,46	0,13
UO 1.5		Reposición en firme			23,19
		Formación de pavimento de árido basáltico blanco triturado de 10 cm de espesor acabado, comprendiendo el extendido y refino manual, compactado con bandeja vibratoria manual, incluido reforzado de bordes, humectación y limpieza, sin incluir la formación de la base. Formación de capa de rodadura de 4 cm de espesor final una vez apisonada ejecutada mediante el suministro, extendido y compactación de mezcla bituminosa en caliente, drenante tipo PA 11 B50/70 con árido calizo de tamaño máximo 11 mm.			

MOOA.8A	h	Oficial 1ª construcción	0,050	18,14	0,91
MMOOA12a	h	Peón ordinario construcción	0,150	15,15	2,27
PRGB21b	m3	Árido triturado basáltico blanco	0,105	122,4	12,85
MMMR.1bb	h	Pala crgra de neum 102cv 1,7m3	0,010	44,61	0,45
MMMC.3bb	h	Band vibr 140kg 660x600 cm	0,200	3,41	0,68
UPCM10a	m2	Capa rodadura aglomerado impreso	0,092	60,62	5,58
%		Costes Directos Complementarios	0,020	22,74	0,45
UO 1.6		Carga y transporte de tierras			6,47

Carga y transporte de tierras de excavación a vertedero o planta de tratamiento autorizado situado a más de 20km de distancia realizado por empresa autorizada, considerando tiempos de ida, carga, vuelta y descarga, todo ello según la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados y la Ley 10/2000 de Residuos de la Comunitat Valenciana.

MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	0,025	15,15	0,38
MMMR.1bb	h	Pala crgra de neum 102cv 1,7m3	0,015	44,61	0,67
MMMT.5aaa	h	Cmn de transp 10T 8m3 2ejes	0,015	25,71	0,39
MMMT.5cca	h	Cmn de transp 15T 12m3 2ejes	0,100	49,05	4,91
%		Costes Directos Complementarios	0,020	6,34	0,13

Capítulo 2 Elementos hidráulicos

UO 2.1	m	Tubería de fundición d=100			34,61
		Tubo de fundición dúctil para unión por enchufe y caña, con junta elastomérica estándar, de 100 mm de diámetro nominal. El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos			
mt37tfd010ca	m	Tubo de fundición dúctil para unión por enchufe y caña, con junta elastomérica estándar, de 100 mm de diámetro nominal, según UNE-EN 545.	1	28,35	28,35

Diseño de una red de abastecimiento de agua potable a las once urbanizaciones del término municipal de Chiva (Valencia)



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

mt11ade100a	kg	Lubricante para unión mediante junta elástica de tubos y accesorios.	0,002	9,97	0,01994
mq04cag010a	h	Camión con grúa de hasta 6 t.	0,011	50	0,55
mo008	h	Oficial 1ª fontanero.	0,032	19,11	0,61152
mo107	h	Ayudante fontanero.	0,032	17,5	0,56
%		Codos, T y elementos de unión	0,15	30,09146	4,513719
%		Costes directos complementarios	0,02	34,605179	0,69210358
UO 2.2	m	Tubería de fundición d=150			49,48
		Tubo de fundición dúctil para unión por enchufe y caña, con junta elastomérica estándar, de 150 mm de diámetro nominal. El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos.			
mt37tfd010ea	m	Tubo de fundición dúctil para unión por enchufe y caña, con junta elastomérica estándar, de 150 mm de diámetro nominal, según UNE-EN 545.	1	40,42	40,42
mt11ade100a	kg	Lubricante para unión mediante junta elástica de tubos y accesorios.	0,004	9,97	0,03988
mq04cag010a	h	Camión con grúa de hasta 6 t.	0,011	50	0,55
mo008	h	Oficial 1ª fontanero.	0,032	19,11	0,61152
mo107	h	Ayudante fontanero.	0,032	17,5	0,56
%		Codos, T y elementos de unión	0,15	42,1814	6,32721
%		Costes directos complementarios	0,02	48,50861	0,9701722
UO 2.3	m	Tubería de fundición d=300			111,08
		Tubo de fundición dúctil para unión por enchufe y caña, con junta elastomérica estándar, de 300 mm de diámetro nominal. El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos.			
mt37tfd010ha	m	Tubo de fundición dúctil para unión por enchufe y caña, con junta elastomérica estándar, de 300 mm de diámetro nominal, según UNE-EN 545.	1	91,97	91,97

Diseño de una red de abastecimiento de agua potable a las once urbanizaciones del término municipal de Chiva (Valencia)



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

mt11ade100a	kg	Lubricante para unión mediante junta elástica de tubos y accesorios.	0,006	9,97	0,06
mq04cag010a	h	Camión con grúa de hasta 6 t.	0,022	50	1,1
mo008	h	Oficial 1ª fontanero.	0,043	19,11	0,82
mo107	h	Ayudante fontanero.	0,043	17,5	0,75
%		Codos, T y elementos de unión	0,15	94,7	14,205
%		Costes directos complementarios	0,02	108,905	2,1781
UO 2.4	m	Tubería de fundición d=350			141,99
		Tubo de fundición dúctil para unión por enchufe y caña, con junta elastomérica estándar, de 350 mm de diámetro nominal. El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos.			
mt37tfd010ia	m	Tubo de fundición dúctil para unión por enchufe y caña, con junta elastomérica estándar, de 350 mm de diámetro nominal, según UNE-EN 545.	1	118,3	118,3
mt11ade100a	kg	Lubricante para unión mediante junta elástica de tubos y accesorios.	0,008	9,97	0,08
mq04cag010a	h	Camión con grúa de hasta 6 t.	0,022	50	1,1
mo008	h	Oficial 1ª fontanero.	0,043	19,11	0,82
mo107	h	Ayudante fontanero.	0,043	17,5	0,75
%		Codos, T y elementos de unión	0,15	121,05	18,16
%		Costes directos complementarios	0,020	139,21	2,78
UO 2.5	ud	Bomba SD1-3			14197,28
		Bomba hidráulica de un diámetro de 240 mm y una longitud de 2305 mm, hecha de acero inoxidable.			
BombaSD1-3	ud	Bomba SD1-3 + Caudalimetro	1,000	13914,00	13914,00
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	0,120	18,84	2,26
MOOE.8a	h	Oficial 1ª electricidad	0,140	18,84	2,64
%		Costes Directos Complementarios	0,020	13918,90	278,38
UO 2.6	ud	Bomba SD0.42-7F3			7013,01
		Bomba hidráulica de un diámetro de 140 mm y una longitud de 1916 mm, hecha de acero inoxidable.			

Diseño de una red de abastecimiento de agua potable a las once urbanizaciones del término municipal de Chiva (Valencia)



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

BombaSD0.42-7F3	ud	Bomba SD0.42-7F3 + Caudalimetro	1,000	6870,6	6870,60
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	0,120	18,84	2,26
MOOE.8a	h	Oficial 1ª electricidad	0,140	18,84	2,64
%		Costes Directos Complementarios	0,020	6875,50	137,51
UO 2,7	ud	Bomba SD2.5-2F1			35364,15
		Bomba hidráulica de un diámetro de 254 mm y una longitud de 2220 mm, hecha de acero inoxidable.			
BombaSD2.5-2F1	ud	BombaSD2.5-2F1 + Caudalimetro	1,000	34665,84	34665,84
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	0,120	18,84	2,26
MOOE.8a	h	Oficial 1ª electricidad	0,140	18,84	2,64
%		Costes Directos Complementarios	0,020	34670,74	693,41
UO 2.8	ud	Bomba SJI12			398,27
		Bomba hidráulica de un diámetro de 95 mm y una longitud de 934 mm, hecha de acero inoxidable.			
BombaSJI12	ud	Bomba SJI12 + Caudalimetro	1,000	385,56	385,56
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	0,120	18,84	2,26
MOOE.8a	h	Oficial 1ª electricidad	0,140	18,84	2,64
%		Costes Directos Complementarios	0,020	390,46	7,81
UO 2.9	ud	BombaSJI6			192,27
		Bomba hidráulica de un diámetro de 95 mm y una longitud de 743 mm, hecha de acero inoxidable.			
BombaSJI6	ud	BombaSJI6 + Caudalimetro	1,000	183,60	183,60
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	0,120	18,84	2,26
MOOE.8a	h	Oficial 1ª electricidad	0,140	18,84	2,64
%		Costes Directos Complementarios	0,020	188,50	3,77
UO 2.10	ud	BombaSXT10/30			579,48
		Bomba hidráulica de un diámetro de 142 mm y una longitud de 3355 mm, hecha de acero inoxidable.			
BombaSXT10/30	ud	BombaSXT10/30 + Caudalimetro	1,000	563,22	563,22
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	0,120	18,84	2,26
MOOE.8a	h	Oficial 1ª electricidad	0,140	18,84	2,64
%		Costes Directos Complementarios	0,020	568,12	11,36

Diseño de una red de abastecimiento de agua potable a las once urbanizaciones del término municipal de Chiva (Valencia)



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

UO 2.11	ud	BombaSLI40			1240,26
		Bomba hidráulica de un diámetro de 95 mm y una longitud de 2511 mm, hecha de acero inoxidable.			
BombaSLI40	ud	BombaSLI40 + Caudalimetro	1,000	1211,04	1211,04
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	0,120	18,84	2,26
MOOE.8a	h	Oficial 1ª electricidad	0,140	18,84	2,64
%		Costes Directos Complementarios	0,020	1215,94	24,32
UO 2.12	ud	BombaSTO.36-20			15755,31
		Bomba hidráulica de un diámetro de 140 mm y una longitud de 2670 mm, hecha de acero inoxidable.			
BombaSTO.36-20	ud	BombaSTO.36-20 + Caudalimetro	1,000	15441,48	15441,48
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	0,120	18,84	2,26
MOOE.8a	h	Oficial 1ª electricidad	0,140	18,84	2,64
%		Costes Directos Complementarios	0,020	15446,38	308,93
UO 2.13	ud	BombaSTI0.26-15			6349,29
		Bomba hidráulica de un diámetro de 145 mm y una longitud de 2324 mm, hecha de acero inoxidable.			
BombaSTI0.26-15	ud	BombaSTI0.26-15 + Caudalimetro	1,000	6219,9	6219,90
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	0,120	18,84	2,26
MOOE.8a	h	Oficial 1ª electricidad	0,140	18,84	2,64
%		Costes Directos Complementarios	0,020	6224,80	124,50
UO 2.14	ud	Válvula Reguladora			1735,29
		Válvula para regular el caudal del circuito de fundición de diámetro d=200			
VR	ud	Válvula Reguladora	1,000	1699,00	1699,00
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	0,120	18,84	2,26
%		Costes Directos Complementarios	0,020	1701,26	34,03
UO 2.15	ud	Válvula de cierre			336,87
		Válvula para cerrar el paso de caudal del circuito de fundición de diámetro d=200			
VC	ud	Válvula de cierre	1,000	328,00	328,00
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	0,120	18,84	2,26
%		Costes Directos Complementarios	0,020	330,26	6,61

UO 2.16	ud	Válvula Antirretorno			581,67
		Válvula para impedir el paso de caudal en uno de los sentidos del circuito de fundición de diámetro d=200			
VA	ud	Válvula Antirretorno	1,000	568,00	568,00
MOOF.8a	h	Oficial 1ª fontanería	0,120	18,84	2,26
%		Costes Directos Complementarios	0,020	570,26	11,41
UO 2.17	ud	Depósito de compensación Volumen V=9677m ³			574668,31
		Depósito de almacenamiento de agua y rotura de carga			
Depósito	ud	Depósito V=9677m ³	1,000	563248,8	563248,8
MOOA,12a	h	Peón ordinario construcción	10,000	15,15	151,50
%		Costes Directos Complementarios	0,020	563400,30	11268,01
UO 2.18	ud	Depósito de compensación Volumen V=9310m ³			558661,65
		Depósito de almacenamiento de agua y rotura de carga			
Depósito	ud	Depósito V=9310m ³	1,000	547556	547556
MOOA,12a	h	Peón ordinario construcción	10,000	15,15	151,50
%		Costes Directos Complementarios	0,020	547707,50	10954,15
UO 2.19	ud	Depósito de compensación Volumen V=1660m ³			156747,28
		Depósito de almacenamiento de agua y rotura de carga			
Depósito	ud	Depósito V=1660m ³	1,000	153613,2	153613,2
MOOA,12a	h	Peón ordinario construcción	4,000	15,15	60,60
%		Costes Directos Complementarios	0,020	153673,80	3073,48
UO 2.20	ud	Depósito de compensación Volumen V=194m ³			32220,12
		Depósito de almacenamiento de agua y rotura de carga			
Depósito	ud	Depósito V=194m ³	1,000	31573,2	31573,2
MOOA,12a	h	Peón ordinario construcción	1,000	15,15	15,15
%		Costes Directos Complementarios	0,020	31588,35	631,77

UO 2.21	ud	Depósito de compensación Volumen V=2300m ³			199329,37
		Depósito de almacenamiento de agua y rotura de carga			
Depósito	ud	Depósito V=2300m ³	1,000	195345,2	195345,2
MOOA,12a	h	Peón ordinario construcción	5,000	15,15	75,75
%		Costes Directos Complementarios	0,020	195420,95	3908,42
UO 2.22	ud	Depósito de compensación Volumen V=7403m ³			471712,06
		Depósito de almacenamiento de agua y rotura de carga			
Depósito	ud	Depósito V=7403m ³	1,000	462341,6	462341,6
MOOA,12a	h	Peón ordinario construcción	8,000	15,15	121,20
%		Costes Directos Complementarios	0,020	462462,80	9249,26
UO 2.23	ud	Depósito de compensación Volumen V=5180m ³			362561,55
		Depósito de almacenamiento de agua y rotura de carga			
Depósito	ud	Depósito V=5180m ³	1,000	355361,6	355361,6
MOOA,12a	h	Peón ordinario construcción	6,000	15,15	90,90
%		Costes Directos Complementarios	0,020	355452,50	7109,05
UO 2.24	ud	Depósito de compensación Volumen V=290m ³			43326,29
		Depósito de almacenamiento de agua y rotura de carga			
Depósito	ud	Depósito V=290m ³	1,000	42461,6	42461,6
MOOA,12a	h	Peón ordinario construcción	1,000	15,15	15,15
%		Costes Directos Complementarios	0,020	42476,75	849,54
UO 2.25	ud	Depósito de compensación Volumen V=520m ³			66635,27
		Depósito de almacenamiento de agua y rotura de carga			
Depósito	ud	Depósito V=520m ³	1,000	65298,4	65298,4
MOOA,12a	h	Peón ordinario construcción	2,000	15,15	30,30
%		Costes Directos Complementarios	0,020	65328,70	1306,57

UO 2.26	ud	Depósito de compensación Volumen V=1500m ³			145470,16
		Depósito de almacenamiento de agua y rotura de carga			
Depósito	ud	Depósito V=1500m ³	1,000	142557,2	142557,2
MOOA,12a	h	Peón ordinario construcción	4,000	15,15	60,60
%		Costes Directos Complementarios	0,020	142617,80	2852,36
UO 2.27	ud	Depósito de compensación Volumen V=44m ³			10798,10
		Depósito de almacenamiento de agua y rotura de carga			
Depósito	ud	Depósito V=44m ³	1,000	10578,8	10578,8
MOOA,12a	h	Peón ordinario construcción	0,500	15,15	7,58
%		Costes Directos Complementarios	0,020	10586,38	211,73
Capítulo 3 Trabajo de desarrollo y redacción del proyecto					
UO 3.1	h	Trabajo de investigación ingenieril			26,21
		Trabajo de investigación para llegar a los conocimientos numéricos necesarios			
MOOE.2a	h	Ingeniero técnico	1,000	25,70	25,70
%		Costes Directos Complementarios	0,020	25,70	0,51
UO 3.2	h	Trabajo de modelización			27,23
		Trabajo de modelización del esquema hidráulico			
MOOE.2a	h	Ingeniero técnico	1,000	25,70	25,70
PC00	h	Ordenado de trabajo ACER	1,000	1,00	1,00
%		Costes Directos Complementarios	0,020	26,70	0,53

2. MEDICIONES Y PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Unidad de obra	Precio unitario	Ancho-alto	Longitud	Importe (€)
Capítulo 1				272.624,08
UO 1.1	14,68	2,50	41.119,77	102.799,43
UO 1.2	24,16	0,11	41.119,77	4.523,17
UO 1.3	5,93	1,90	41.119,77	78.127,56
UO 1.4	6,59	0,30	41.119,77	12.335,93
UO 1.5	23,19	1,40	41.119,77	57.567,68
UO 1.6	6,47	0,42	41.119,77	17.270,30
Capítulo 2				6.273.036,76
UO 2.1	34,61		13.586,91	470.177,45
UO 2.2	49,48		2.907,16	143.842,74
UO 2.3	111,08		4.392,00	487.876,98
UO 2.4	141,99		17.001,01	2.414.001,46
UO 2.5	14.197,28		1,00	14.197,28
UO 2.6	7.013,01		1,00	7.013,01
UO 2.7	35.364,15		1,00	35.364,15
UO 2.8	398,27		1,00	398,27
UO 2.9	192,27		1,00	192,27
UO 2.10	579,48		1,00	579,48
UO 2.11	1.240,26		2,00	2.480,51
UO 2.12	15.755,31		1,00	15.755,31
UO 2.13	6.349,29		1,00	6.349,29
UO 2.14	1.735,29		11,00	19.088,15
UO 2.15	336,87		60,00	20.211,96
UO 2.16	581,67		23,00	13.378,32
UO 2.17	574.668,31		1,00	574.668,31
UO 2.18	558.661,65		1,00	558.661,65
UO 2.19	156.747,28		1,00	156.747,28
UO 2.20	32.220,12		1,00	32.220,12
UO 2.21	199.329,37		1,00	199.329,37
UO 2.22	471.712,06		1,00	471.712,06
UO 2.23	362.561,55		1,00	362.561,55
UO 2.24	43.326,29		1,00	43.326,29
UO 2.25	66.635,27		1,00	66.635,27
UO 2.26	145.470,16		1,00	145.470,16
UO 2.27	10.798,10		1,00	10.798,10
Capítulo 3				8.129,40
UO 3.1	26,21		40,00	1.048,56
UO 3.2	27,23		260,00	7.080,84



3. Presupuesto Final

Presupuesto y ejecución de materiales	6.553.790,24 €
10% Gastos generales	655.379,03 €
4% Beneficio Industrial	262.151,61 €
Presupuesto de ejecución por contrata	7.471.320,88 €
21% de IVA	1.568.977,39 €
Presupuesto base de licitación	9.040.298,26 €