



Anejo nº 16

## **RED DE ABASTECIMIENTO**

AMPLIACIÓN SUR DEL PUERTO DEPORTIVO Y PESQUERO DE LAS CASAS DE  
ALACANAR

Autor: Daniel Hernández González

## Índice:

1. Introducción	3
2. Metodología de cálculo	4
3. Material utilizado	5
4. Red contra incendios	6
5. Diseño de la red de abastecimiento de aguas potables	7
6. Dimensionamiento del depósito de agua	9
7. Dimensionamiento del sistema de bombeo	9
8. Justificación de resultados	11
8.1. Caso 1	11
8.2. Caso 2	13

## Índice de imágenes

1. Imagen 1: Caso 1. Esquema de presión y caudal en red	11
2. Imagen 2: Caso 1. Esquema de demanda en nudos y velocidad de línea	11
3. Imagen 3: Caso 1. Esquema de diámetro de tuberías en la red	12
4. Imagen 4: Caso 2. Esquema de presión y caudal en red	13
5. Imagen 5: Caso 2. Esquema de demanda en nudos y velocidad de línea	13
6. Imagen 6: Caso 2. Esquema de diámetro de tuberías en la red	14

## Índice de tablas

1. Tabla 1: Caudal equipado	7
-----------------------------	---

## 1. INTRODUCCIÓN

Se dimensionará en el presente anejo, la red de abastecimiento de agua potable de la ampliación del Puerto de Casas de Alcanar , Solución Sur. Las instalaciones de la zona portuaria existente se considera suficiente y su funcionamiento es correcto, con lo cual , no se plantea una modificación.

En la nueva zona de ampliación se diseñaran los suministros de las nuevas edificaciones , para el riego de zonas verdes y para garantizar la demanda de embarcaciones. Para el abastecimiento de la ampliación se diseña un nuevo depósito que de servicio a la nueva demanda y un sistema de bombeo Se establece el requisito de presión mínima de 10 mca, para así garantizar el correcto funcionamiento de la red.

Se adopta una nueva red unitaria modificada , lo que significa que está compuesta por un conjunto de instalaciones, cada una de las cuales tiene una sola tubería por la que circula el agua potable , depurada y esterilizada. Este agua , por lo tanto , no sólo se destina al consumo humano , sino que , a su vez, tendrá que ser utilizada para otras actividades tales como el riego de jardines y viario, usos industriales , extinción de incendios y en general , cualquier otra actividad que por si misma no precisa de agua potable , pero que no tiene la entidad suficiente para construir otra red. Al ser ramificada , en cada canalización arranca de otra jerárquicamente superior. A causa de esto, el agua circula siempre en un mismo sentido , desde la acometida general , hasta el punto de cada toma. Este tipo de red presenta una serie de ventajas e inconvenientes frente a la red mallada que analizaremos a continuación.

- ✚ La red *ramificada* es de sencilla explotación, y es por ello , que el sistema de válvulas para controlar el paso de agua esta también jerarquizado.
- ✚ Es mas sensible si se produce una avería, ya que se si se produce una avería afecta de forma directa a las tuberías de aguas abajo (subordinadas)
- ✚ El agua , en la red ramificada, circula siempre en un sentido único, se pueden producir sedimentaciones (garantizar una velocidad mínima de flujo) y erosiones si la velocidad es muy elevada ( controlar la velocidad máxima en tubería) , es por ello , que requiere de un mantenimiento mas exhaustivo que en e otro caso.
- ✚ Su costo de implantación es menor
- ✚ La red *mallada*, por otro lado, presentaría ventajas frente a la red ramificada elegida, como el garantizar el suministro en caso de avería de un tramo , pero dada la disposición en planta de las conducciones se incurriría en un sobrecoste muy elevado , e incluyendo el inconveniente de que dichas tuberías deberían discurrir muy próximas entre sí.

## 2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Para el cálculo de la red se seguirá el siguiente proceso de cálculo, en el que se conoce el caudal que circula por cada tramo de la red, el diámetro dispuesto en el mismo. En primer lugar se determinarán las pérdidas por metro lineal mediante la fórmula de *Darcy-Weissbach*:

$$J = f \frac{2}{2 \cdot g \cdot D} \cdot L = f \cdot 0'0827 \frac{Q^2}{D^5} \cdot L$$

donde:

**J:** Pérdida de carga por fricción en el conducto

**V:** Velocidad media del flujo.

**G:** Aceleración de la Gravedad

**D:** Diámetro

**L:** Longitud

**Q:** Caudal

**f:** Coeficiente de fricción obtenido a partir de la expresión de Colebrook-White

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left[ \left( \frac{K}{8,7 \cdot D} \right) - \left( \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right) \right]$$

**Re:** Número de Reynolds:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\mu}$$

Se utilizará una tubería de polietileno de alta densidad, por lo que se adoptan los siguientes valores :

$$\mu = 1,148 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \text{ (15}^{\circ} \text{C)}$$

$$K = 0,007 \text{ mm}$$

En segundo lugar , se calcula la presión mínima de cada tramo , aplicando la fórmula de Bernoulli:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + h_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + h_2 + \Delta H$$

El cálculo debe cumplir una serie de condicionantes:

- ✚ La presión mínima en todos los tramos de la red debe ser superior a 10mca , para garantizar el correcto de dos hidrantes consecutivos durante 2 horas. Y el buen funcionamiento de 8 m.c.a para el correcto funcionamiento de las instalaciones eléctricas.
- ✚ En las tuberías hay que garantizar una velocidad para evitar la sedimentación de las mismas de 0,5 y una velocidad máxima de 2,5 m/s para garantizar la resistencia mecánica de la tubería.
- ✚ La presión de entrada viene marcada y tiene un valor de 30 mca

### **3. MATERIAL UTILIZADO**

Para esta red de abastecimiento se va a utilizar conducciones de Polietileno de alta densidad PE100

Este material tiene varias ventajas , por ejemplo:

- ✚ Tiene una vida útil de 50 años.
- ✚ Excelente estanqueidad e impermeabilidad a los gases
- ✚ Excelente resistencia a ataques químicos.
- ✚ Resistencia a bajas temperaturas
- ✚ Fácil puesta en obra , por su carácter ligero. A su vez , fácil transporte.
- ✚ Buena flexibilidad, podemos crear grandes longitudes , con menores uniones que otros materiales.
- ✚ Gran adaptación a terrenos sinuosos , permite pequeños radios de giro.
- ✚ Resistencia a las intemperies y a los rayos ultravioletas( en nuestro caso , no es muy importante , ya que casi todo va soterrado)
- ✚ Bajo coeficiente de rugosidad, Es muy importante del punto de vista del punto de vista de las velocidades mínimas para evitar la sedimentación y , por lo tanto , aseguran menos pendientes.
- ✚ El módulo de elasticidad del material hace sea mucho menos sencillo al golpe de ariete.

En estos materiales , como en todos los plásticos , el diámetro nominal , se refiere, al diámetro exterior al tubo. Así , para los cálculos hidráulicos se pasará a diámetro interior , una vez conocidos los espesores. La presión de trabajo máxima será de 60 m.c.a.

Se van a utilizar los diámetros normalizados siguientes:

60,80,100,125,150,175,200,250,300,350,400,450,500,600,700,800,900,1000

#### **4. RED CONTRA INCENDIOS**

El diseño de la red contra-incendio deberá seguir el Reglamento de la Ley de Puertos deportivos , eso conlleva a la colocación en el puerto de extintores de polvo de 5 kg cada 20 m.

En cuanto a las bocas de incendio se utilizará una red de abastecimiento de aguas potables , y en caso de incendio se deberá utilizar dichas bocas , utilizando las otras lo menos posible. Se debe tener una presión en estos puntos mayor a 10m.c.a

Como se verá a continuación los caudales utilizados , vamos a considerar un caudal de 16,33l/s para hidrantes tipo 100 mm

Vamos a colocar tomas de incendios al principio de cada pantalán y en todos los sitios que nos parecen sensibles : cerca de los diferentes edificios , zonas verdes , aparcamientos , cerca de los combustibles. En total se disponen un total de 16 hidrantes de incendios

Para el sistema de hidrantes exteriores , según la normativa tecnológica, debe de disponer de 1 hidrante mínimo en cada una de las condiciones siguientes:

- ✚ Cualquier edificio o establecimiento con densidad de ocupación mayor que una persona cada 5m<sup>2</sup> , con superficie construida comprendida entre 2000 y 10000 m<sup>2</sup>
- ✚ Los de uso comercial o de garaje o Aparcamiento , con superficie comprendida entre 2000 y 10000 m<sup>2</sup>

Para los hidrantes, se dispondrán válvulas como mecanismo de cierre así con un sistema rápido de enlace. Sin embargo , los requisitos de seguridad , que se les exige a los hidrantes para que no de lugar a fallo , impone una construcción muy sólido y segura de los mismos.

Los diámetros utilizados en la bocas de incendios serán normalizados de 45 mm , contando con un sistema de acople rápido de manguera del tipo denominado TB que cuenta con tres dientes de sugestión y enlaza con un simple giro de 60 grados.

Se cumplirá el diámetro mínimo de 100 mm para los hidrantes así como los 150 mm en la zona de combustibles.

## **5. DISEÑO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUAS POTABLES**

Primero vamos a determinar los caudales de cálculo y luego a dimensionar las diferentes tuberías :

### Caudal de cálculo:

Para la determinación de los caudales de cálculo , se debe cumplir la legislación vigente tanto en caudales como en velocidades y presiones a lo largo de las conducciones.

Para el cálculo del caudal , vamos a considerar los usos siguientes :

- ✚ Vamos a colocar una toma de agua potable por dos embarcaciones y un uso de simultaneidad de un 30 %
- ✚ El consumo por toma es de 25 l/min

Así que obtenemos  $Q_1 = 511 / 2 * 0,3 * 25 = 1916,25 \text{ l/min} = 40 \text{ l/s}$

Pero el reparto en embarcaciones no es siempre por pares en los pantalanes así que el consumo real será mayor pasando a 63,5 l/s , debido a que en atraques impares se tiene que redondear al mayor

<b>Zonas</b>	<b>Atraques</b>	<b>Número tomas</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
<b>1</b>	44	22	5,5
<b>2</b>	44	22	5,5
<b>3</b>	42	21	5,25
<b>4</b>	40	20	5
<b>5</b>	38	19	4,75
<b>6</b>	15	8	1,875
<b>7</b>	19	10	2,375
<b>8</b>	38	19	4,75
<b>9</b>	34	17	4,25
<b>10</b>	19	10	2,375
<b>11</b>	34	17	4,25

<b>12</b>	30	15	3,75
<b>Línea 1</b>	54	27	6,75
<b>Línea 2</b>	57	29	7,125
<b>Suma</b>	508	254	63,5
<b>Pesca</b>	7		
<b>Total</b>	511		

Tabla 1: Caudal equipado

Vamos a considerar un consumo de los usuarios de las embarcaciones de : 1 persona por embarcación en punta con una dotación de 200 l/hab/día

$$Q2 = 496 \cdot 200 = 99800 \text{ l/día} = 1,15 \text{ l/s}$$

Para obtener el caudal de la red contra incendios se supondrá que están funcionando 16 tomas de incendios por cada boca de incendio instalada , con un caudal cada uno de ellos de 16,6 l/s . La hipótesis de cálculo para los hidrantes de incendio es en condición mas desfavorable , el funcionamiento en conjunto de los 16 hidrantes del puerto , sin consumo de ningún otro tipo De esta forma queda que el caudal destinado este uso es de :

$$Q3 = 16 \cdot 16,66 = 266,6 \text{ l/s}$$

En cuanto a los usos comerciales , se destinará una dotación de 3 l/s para cada una de las parcelas de uso comercial previstas. Así tendremos:

$$Q4 = 5 \cdot 3 + 5 \cdot 3 = 30 \text{ l/s}$$

Para obtener, la demanda correspondiente al riego de jardines y limpieza de viales se asigna una dotación de 1 l/s por cada una de las bocas de riego instaladas en las zonas verdes de mayor tamaño. De forma que el caudal de servicio destinado a ese uso será:

$$Q5 = 11 \cdot 1 = 11 \text{ l/s}$$

Con estas consideraciones vamos a tener dos caudales para dos situaciones normales:

🚦 Régimen ordinario de funcionamiento:  $Q1 + Q2 + Q4 + Q5 =$

$$Qt = \sum Q_i = 105,65$$

🚦 Caudal en situación de incendio , con hipótesis más desfavorable :

$$Q_3 = 266,6 \text{ l/s}$$

## 6. DIMENSIONAMIENTO DEL DEPÓSITO DE AGUA

Para la zona de ampliación se dispone un nuevo depósito cuya misión principal es la de almacenar agua en los momentos en los que el consumo es menor al suministro y suministrarla en caso contrario, pero además tiene otras misiones que es contribuir al volumen de reserva que permita responder, tanto a las necesidades de consumo producidas durante la interrupción del suministro como la necesidad de suministrar el caudal de incendio. Otra función muy habitual es la de suministrar una presión constante a la entrada de la red de distribución. Para ello no será suficiente con el depósito , ya que este se va a situar enterrado a una cota de +5 m , con lo que no puede dar la presión necesaria a la red, con todo esto , se dispondrá de un sistema de bombeo para garantizar el suministro.

Es por ello, que las funciones de los depósitos de agua se pueden resumir en dos: regulación y reserva.

Por regla general se dimensionan depósitos para almacenar un volumen igual al máximo consumo diario junto a la reserva contra incendios. A continuación, se indican los consumos máximos diarios

## 7. DIMENSIONAMIENTO SISTEMA DE BOMBEO:

Debido a que la red , esta a cota +0 y el depósito apenas a +5 será necesario la instalación de un sistema de bombeo. Como se justificó anteriormente, se necesita para la situación mas desfavorable (incendio) un caudal de 266 l/s y en régimen normal de funcionamiento , la mitad del caudal. Analizando esta situación lo más conveniente es optar por la colocación de 2 bombas en paralelo , de tal forma que en régimen normal funcione únicamente una y en situación extrema entren las dos en funcionamiento. Además la colocación en paralelo permite , en caso de avería en régimen normal , el uso de la otra sin necesidad de cortar el suministro.

Según el catalogo de bombas de opta por la elección de la siguiente *Electrobomba centrífuga normalizada* , con las siguientes características:

🚦 Bomba horizontal de un escalón y de una entrada. Cuerpo en espiral con patas de apoyo fundidas conjuntamente con el cuerpo y soporte cojinete con pata de apoyo (forma construcción de proceso).

- ✚ Boca de aspiración axial y boca de impulsión radial hacia arriba. Rodete radial cerrado, dispuesto en voladizo. Compensación hidráulica mediante orificios de descarga en el rodete. Soporte con rodamientos de bolas lubricados de por vida. Estanqueidad del eje mediante cierre mecánico según DIN 24960.
- ✚ Adecuada para abastecimientos de aguas a municipios o industrias, riego, desagües y drenajes, calefacción y climatización, agua caliente y de refrigeración, agua potable y agua de mar, agua contra incendios.

Con los condicionantes de nuestra red se opta por una bomba de 2900 r.p.m de Hm =300 m.c.a y que proporciona un Q= 166,8 l/s

## 8. JUSTIFICACIÓN DE RESULTADOS:

**8.1. CASO 1:** Situación en régimen normal de funcionamiento , la demanda de agua se localiza en pantanones , zonas de riego y edificaciones. Se considera que los hidrantes de incendios no están en servicio. Nótese que el funcionamiento de la red requiere de una bomba de las dos instaladas.

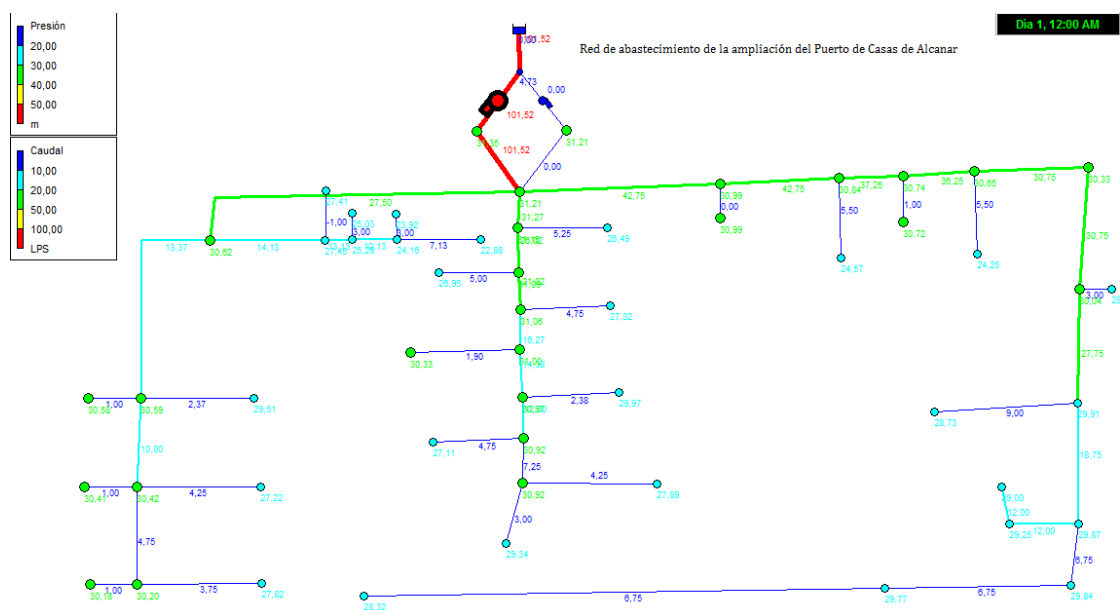


Imagen 1: Esquema de presión y caudal en red

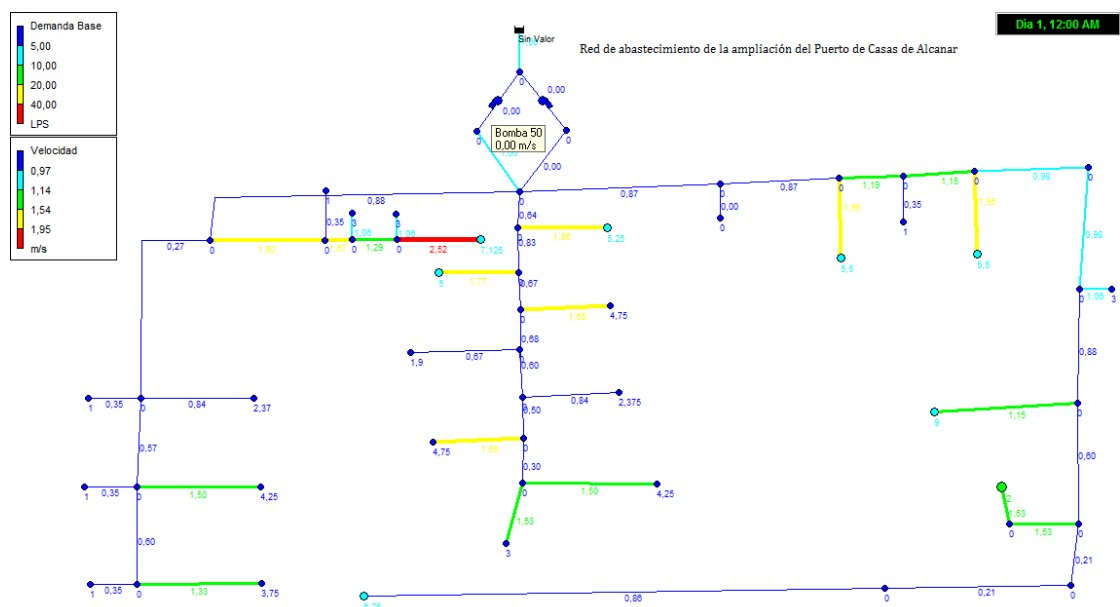
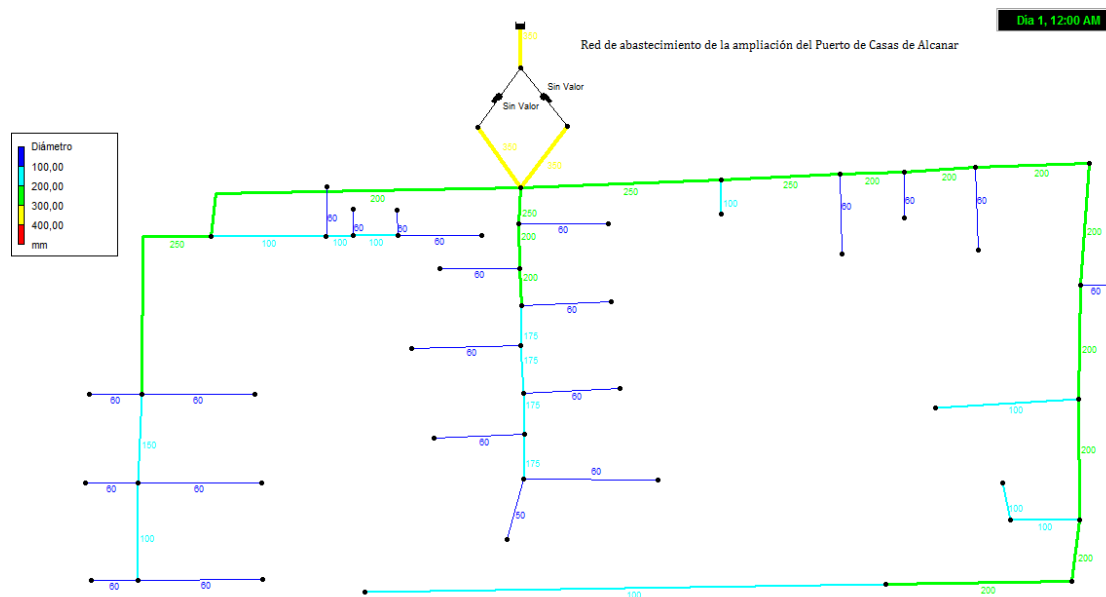


Imagen 2: Esquema de Demanda en nudos y velocidad de línea



*Imagen 3: Esquema de diámetro de tuberías en la red*

8.2. **CASO 2** : Bombeo en situación de incendio con los hidrantes en funcionamiento. Se observa que las demandas de agua se localiza únicamente en dichos hidrantes según la hipótesis establecida

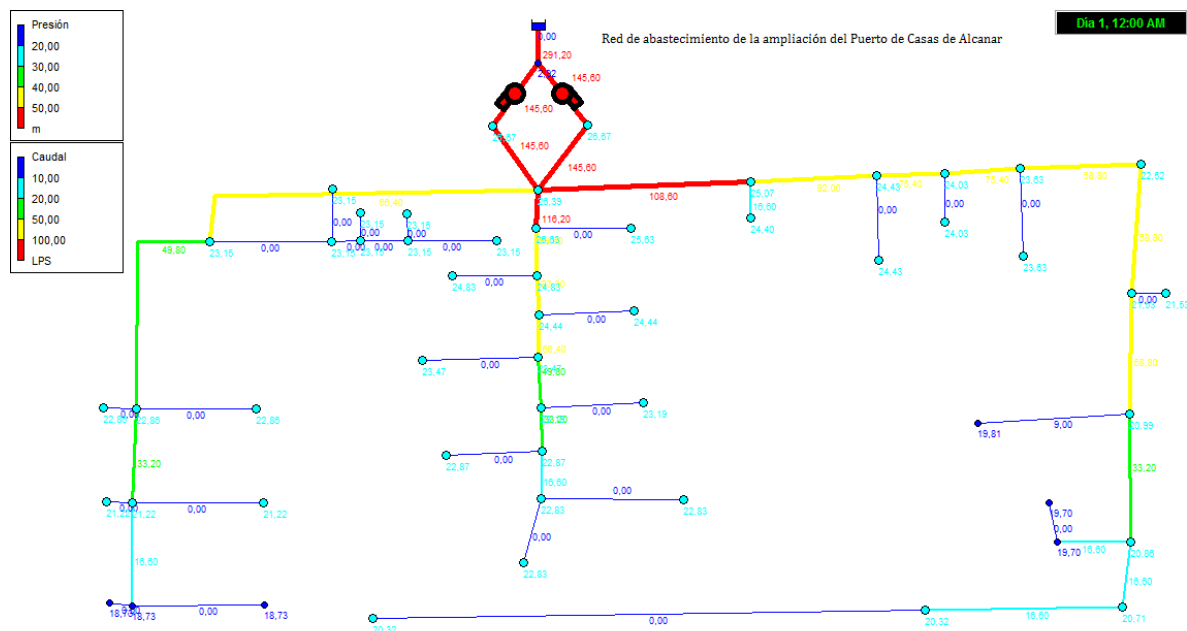


Imagen 4: Esquema de presión y caudal en red

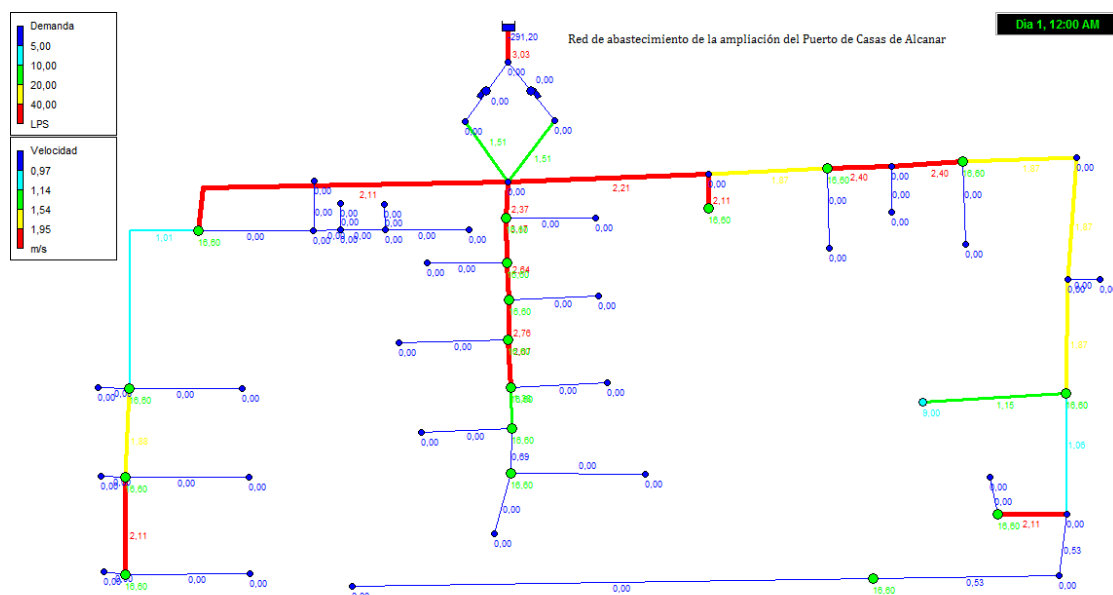
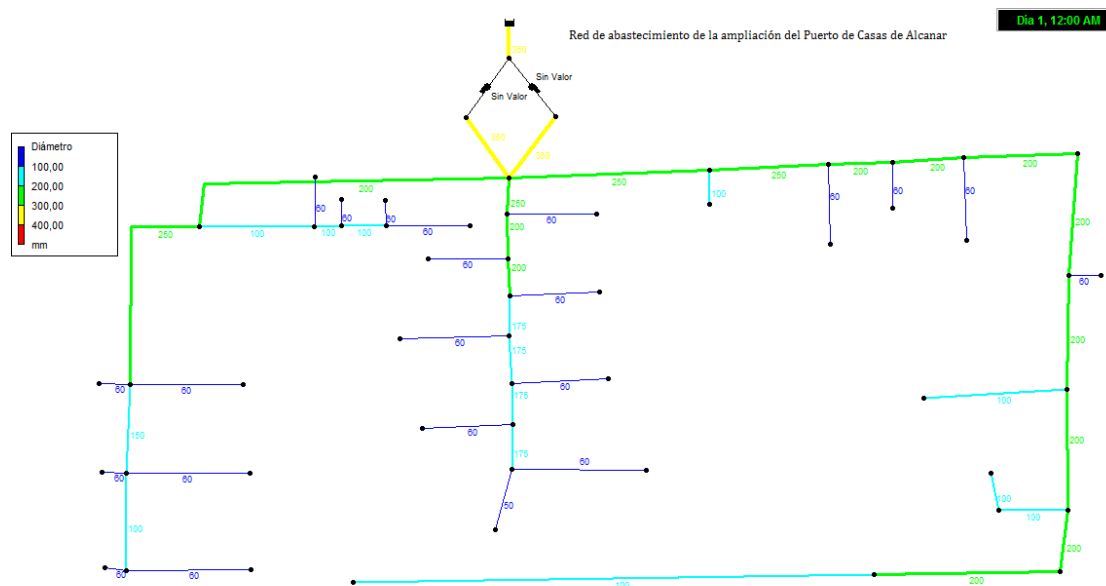


Imagen 5: Esquema de Demanda en nudos y velocidad de línea



*Imagen 6: Esquema de diámetro de tuberías en la red*