

## **ANEXO nº 2**

### **CÁLCULO DE LA RED INTERIOR Y DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS:

1. ESTIMACIÓN DEL CONSUMO.....	3
2. CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS CONDUCCIONES.....	3
3. CÁLCULO DE LA ACOMETIDA .....	6
4. CÁLCULO DE LA RED INTERIOR .....	8

## 1. Estimación del consumo

La nave dispondrá de dependencias interiores para baños y aseos, y de cuatro puntos de toma de agua distribuidos en la planta del edificio. Cada punto de toma de agua supone un consumo de 1 l/s, mientras que el abastecimiento a los aseos y baños va a suponer un consumo por cada aparato distribuido en la siguiente forma:

Aparato	Consumo unitario (l/s)
Lavabos (3 uds.)	0,1
Inodoros (3 uds.)	0,1
Urinarios (2 uds.)	0,1
Duchas (2 uds.)	0,15

El consumo total que supone todos los aparatos sanitarios es de 1,1 l/s, que aplicando un coeficiente de simultaneidad de 0,7 supone un consumo final de 0,77 l/s para baños y aseos.

Por otro lado, se estima que las cuatro bocas de riego del interior de la nave funcionará con una simultaneidad del 50%, lo que supone un consumo instantáneo de 2 l/s.

Por lo tanto, el caudal de diseño de la acometida a la red pública se obtendrá sumando los anteriores caudales, resultando un caudal final de **2,77 l/s**.

## 2. Criterios de diseño de las conducciones

Se trata de dimensionar la red interior y de abastecimiento de agua del edificio objeto de este proyecto. La acometida a la red pública partirá desde la arqueta de registro dispuesta por la compañía suministradora, y desde ahí en red enterrada de PEAD partirá hacia la nave. Una vez la

---

Línea de acometida llegue al interior del edificio, ésta se bifurcará en los distintos ramales para dar servicio a los aseos y baños y a cada uno de los puntos toma de agua distribuido a lo largo de la nave, según se indica en el plano de instalaciones.

El diámetro de las conducciones se diseñará considerándose que la velocidad del agua deberá mantenerse mayor que 0.5 m/s, para evitar fenómenos de sedimentación y estancamientos, y menor que 2 m/s, dado que velocidades mayores van a originar fenómenos de arrastres y ruidos, así como grandes pérdidas de carga.

Para el cálculo de las pérdidas de carga entre dos nudos conectados por un tramo, se puede aplicar la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$hp = f \times \frac{8 \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5}$$

siendo,

hp: Pérdida de carga (m.c.a.)

L: Longitud resistente de la conducción (m.)

Q: Caudal que circula por la conducción (m<sup>3</sup>/s.)

g: Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

D: Diámetro interior de la conducción.

El factor f es función del número de Reynolds y de la rugosidad relativa ( $\epsilon/D$ ):

- El número de Reynolds (Re), cuya expresión es:

$$Re = \frac{\nu \times D}{\nu}$$

siendo,

$\nu$ : La velocidad del fluido en la conducción (m/s)

*D* : El diámetro interior de la conducción (m)

*v* : La viscosidad cinemática del fluido, 1.15e-6 m<sup>2</sup>/s para el agua.

El número de Reynolds representa la relación entre las fuerzas de inercia y las viscosas en la tubería. Cuando las fuerzas predominantes son las viscosas (Re con valores bajos), el fluido discurre de forma laminar por la tubería y la importancia de la rugosidad es menor respecto a las pérdidas de carga respecto a las debida al propio comportamiento viscoso del fluido. Por otro lado, en régimen turbulento (Re grande), las fuerzas de inercia predominan sobre las viscosas y la influencia de la rugosidad se hace más patente.

Para el caso del agua, los valores de transición entre régimen laminar y turbulento para el número de Reynolds se encuentra en la franja de 2000 a 4000.

El factor de fricción, para valores del número de Reynolds por debajo del límite turbulento, se puede calcular aplicando la fórmula de Poiseuille:

$$f = \frac{64}{Re}$$

Para régimen turbulento es aconsejable el uso de la ecuación de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

que debe iterarse para poder llegar a un valor de *f*, y donde

*f* : factor de fricción

*ε* : Rugosidad absoluta del material (m)

*D* : Diámetro interior de la conducción (m)

Re : Número de Reynolds

Para evaluar las pérdidas locales en válvulas u otros elementos intercalados se pueden calcular por medio de la fórmula siguiente:

$$hp = K \times \frac{v^2}{2g} \rightarrow hp = k \times \frac{8 \cdot Q^2}{\pi \cdot g \cdot D^4}$$

donde el coeficiente adimensional  $K$ , que mide la caída de presión se mide experimentalmente y, sobre todo en el caso de las válvulas, depende del diseño del fabricante. En la siguiente tabla se dan algunos valores orientativos:

tipo	coef. de pérdida
codos a 90°	0,2
derivación	0,3
válvulas	0,15
reductor	0,2
antirretorno	1,0

### 3. Cálculo de la acometida

El caudal de diseño para el tramo de conducción que constituye la acometida de agua al edificio será de 2,77 l/s (9,97 m<sup>3</sup>/h), según las necesidades de consumo estimadas. Suponiendo una velocidad de diseño 1,5 m/s para el flujo de agua por el interior de la tubería, se obtiene un primer prediseño para el diámetro ( $D$ ) de la conducción a partir de la siguiente expresión, que liga la velocidad del fluido ( $v$ ), con el caudal ( $Q$ ) y el área de la sección de la tubería ( $A$ ):

$$v = Q/A = 4 \cdot Q / \pi \cdot D^2; \text{ ó bien,}$$

$$D^2 = 4 \cdot Q / \pi \cdot v$$

Caudal de diseño,  $Q = 9,97 \text{ m}^3/\text{h}$ ; Velocidad de diseño  $v = 1,5 \text{ m/s}$ ;

Resulta un diámetro,  $D = 48,48 \text{ mm} \Rightarrow$  Se toma una conducción de PEAD de diámetro  $\Phi 63 \text{ mm}$ . exterior y  $\Phi 55,4 \text{ mm}$  interior.

Con las anteriores dimensiones de la tubería, se recalcula la velocidad de circulación del agua, según la expresión anterior, que resulta de  $1,15 \text{ m/s}$ , lo que resulta aceptable.

Para el cálculo de las pérdidas de carga en la conducción en el tramo que constituye la acometida hasta la arqueta de entrada en el interior del edificio se procederá de la siguiente manera:

Los elementos de valvulería necesarios en el tramo de la acometida, se obtienen los siguientes:

<u>Ud</u>	<u>tipo</u>	<u>coef. de pérdida</u>
2	codos a $90^\circ$	0,2
1	derivación	0,3
2	válvulas	0,15
1	reductor	0,2

$$K_{total} = 1,20; \quad hp = K \times \frac{v^2}{2g} = 0,08 \text{ m.c.a.}$$

A continuación, se considera la longitud de tubería para ejecutar el tramo de acometida según el diámetro dispuesto:

- $L=5 \text{ m}$ , en conducto de PEAD,  $\Phi 63 \text{ mm}$ . exterior y  $\Phi 55,4 \text{ mm}$  interior:

$$hp = f \times \frac{8 \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g};$$

Tomando un factor de fricción de valor  $f = 0,024$ , que describe una tubería con cierta rugosidad, se tiene que  $hp = 0,15 \text{ m.c.a.}$  para el tramo de acometida.

Por lo tanto, sumando al valor anterior las pérdidas localizadas debida a valvulerías, se obtiene el valor final para las pérdidas de carga por fricción en el tramo de acometida, de valor

$$hp = 0,23 \text{ m.c.a.}$$

Sobre las pérdidas globales aplicaremos un coeficiente de ensuciamiento de la tubería y demás elementos de valvulería, que corrige las pérdidas con un 10% de incremento (coef.= 1,1):

$$hp_{final} = 1,1 \times 0,23 = 0,25 \text{ m.c.a.} = 0,024 \text{ bar.}$$

#### 4. Cálculo de la red interior

Para el diseño de la instalación interior se considerará el recorrido más largo, calculándose la velocidad del agua y la pérdida de carga para el tramo y caudal que lo atraviesa.

Según se puede comprobar en el plano de instalaciones, el tramo que discurre desde la entrada a la nave y la boca de riego más alejada es de 27 m de longitud, para un caudal de diseño de 1 l/s ( $3,6 \text{ m}^3/\text{h}$ ).

Considerando una velocidad de diseño  $v = 1,5 \text{ m/s}$ , por lo que de un primer prediseño se obtiene un primer prediseño para el diámetro ( $D$ ) de la conducción a partir de la expresión, que liga la velocidad del fluido ( $v$ ), con el caudal ( $Q$ ) y el área de la sección de la tubería ( $A$ ):

$$v = Q/A = 4 \cdot Q/\pi \cdot D^2; \text{ ó bien,}$$

$$D^2 = 4 \cdot Q/\pi \cdot v$$

Caudal de diseño,  $Q = 3,6 \text{ m}^3/\text{h}$ ;    Velocidad de diseño  $v = 1,5 \text{ m/s}$ ;

Resulta un diámetro,  $D = 29,13 \text{ mm} \Rightarrow$  Se toma una conducción de PEAD de diámetro  $\phi 40 \text{ mm}$  exterior y  $\phi 35,2 \text{ mm}$  interior.

Con las anteriores dimensiones de la tubería, se recalcula la velocidad de circulación del agua, según la expresión anterior, que resulta de  $1,03 \text{ m/s}$ , lo que resulta aceptable.

Para el cálculo de las pérdidas de carga en la conducción en el tramo que constituye la acometida hasta la arqueta de entrada en el interior del edificio se procederá de la siguiente manera:

Los elementos de valvulería necesarios en el tramo de la acometida, se obtienen los siguientes:

Ud	tipo	coef. de pérdida
5	codos a $90^\circ$	0,2
2	derivación	0,3
2	válvulas	0,15

$$K_{total} = 1,9; \quad hp = K \times \frac{v^2}{2g} = 0,10 \text{ m.c.a.}$$

A continuación, se considera la longitud de tubería para ejecutar el tramo de acometida según el diámetro dispuesto:

- $L=27 \text{ m}$ , en conducto de PEAD,  $\Phi 40 \text{ mm}$ . exterior y  $\Phi 35,2 \text{ mm}$  interior:

$$hp = f \times \frac{8 \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g};$$

Tomando un factor de fricción de valor  $f = 0,024$ , que describe una tubería con cierta rugosidad, se tiene que  $hp = 0,99 \text{ m.c.a.}$  para el tramo de acometida.

Por lo tanto, sumando al valor anterior las pérdidas localizadas debida a valvulerías, se obtiene el valor final para las pérdidas de carga por fricción en el tramo de acometida, de valor

$$hp = 1,09 \text{ m.c.a.}$$

Sobre las pérdidas globales aplicaremos un coeficiente de ensuciamiento de la tubería y demás elementos de valvulería, que corrige las pérdidas con un 10% de incremento (coef.= 1,1):

$$hp_{final} = 1,1 \times 1,09 = 1,20 \text{ m.c.a.} = 0,12 \text{ bar},$$

Para el funcionamiento normal de la boca de riego más alejada se exige una presión mínima de llegada del agua de *1,5 bares*. Por otro lado, la compañía suministradora garantiza una presión mínima en el punto de acometida de *4 bares*, por lo que al ser la pérdida de presión total en la conducción, desde la acometida hasta el punto más alejado de consumo de *0,14 bar* ( $0,12+0,02$ ), resulta que se conserva presión suficiente en el punto más alejado de la instalación para su funcionamiento normal.