

# **PROYECTO MODIFICADO BASICO Y DE EJECUCIÓN DE SUSTITUCION DE TUBERIA DE IMPULSION EN TORRE DE LLORIS**



EXCELENTISIMO AJUNTAMENT DE XÀTIVA.

XÀTIVA (VALENCIA)

## Departamento de Obras y Urbanismo

---

PROYECTO	MODIFICADO SUSTITUCION TUBERIA DE IMPULSION EN LA PEDANIA DE TORRE DE LLORIS
LOCALIDAD:	XATIVA
PROMOTOR:	EXMA DIPUTACION DE VALENCIA-AYUNTAMIENTO DE XATIVA

---

# **PROYECTO MODIFICADO BASICO Y DE EJECUCIÓN DE SUSTITUCION DE TUBERIA DE IMPULSION EN TORRE DE LLORIS**

5-Estudio de Seguridad y Salud

## **INDICE**

### **1.-Memoria**

- 1.1-Antecedentes y objeto
- 1.2-Características actuales de las instalaciones.
- 1.3-Justificación de la solución adoptada.
- 1.4-Descripción de la solución adoptada.
- 1.5-Normativa Aplicable
- 1.6-Resumen de presupuesto

### **Anexos.**

- I.** Estimación de la población.
- II.** Cálculos hidráulicos.
- III.** Cálculos Resistentes-Golpe de ariete
- IV.** Justificación de Precios
- V.** Honorarios de redacción del proyecto
- VI.** Fotográfico

### **2.-Pliego de Condiciones**

### **3.-Presupuesto**

- 3.1- Cuadro de precios nº1
- 3.2- Cuadro de precios nº2
- 3.3.-Medición y presupuesto
- 3.4.-Resumen del Presupuesto
- 3.5.- Presupuesto para conocimiento de la administración.

### **4.-Planos**

- 1. Situación
- 2. Emplazamiento
- 3. Conduccion
  - 3.1 Planta Conducción.
  - 3.2 Perfil longitudinal
  - 3.3 Perfil conducción valvulería
  - 3.4 Detalles
  - 3.5 Acueducto

# PROYECTO MODIFICADO BASICO Y DE EJECUCIÓN DE SUSTITUCION DE TUBERIA DE IMPULSION EN TORRE DE LLORIS

## 1.-Memoria

### Objeto del proyecto modificado y antecedentes del mismo

El objeto del presente proyecto es garantizar las condiciones de servicio en el abastecimiento de la pedanía de Torre de Lloris mediante la reparación de la actual tubería de impulsión que suministra al depósito regulador de la pedanía, modificando el trazado de anterior proyecto al no haber obtenido autorización por parte de la Diputación para realizar el trazado paralelo a la CV578.

En los últimos años se han venido realizando diferentes inversiones con el objeto de mejorar el servicio de abastecimiento de agua en la Pedanía de la Torre de Lloris, inversiones que se han materializado en la ejecución de un nuevo pozo, independizando así los diferentes usos de riego y abastecimiento que tenía el antiguo pozo del Pilar y que han sido causa histórica de problemas e interferencias entre ambos usos del agua.

Por otro lado se ha ejecutado la sustitución total de la Red de Distribución de Agua Potable en tres actuaciones sucesivas correspondientes a los planes de pedanías en los años 2.003 , 2.004 y 2.005 respectivamente, que han mejorado sensiblemente las condiciones de salubridad y de ahorro de agua en la localidad, eliminándose las pérdidas y optimizando la red (configuración mallada), de forma que una eventual avería en la red no suponga la interrupción del servicio.

Asimismo la ubicación del depósito de distribución de agua actual no dispone de cota suficiente para suministro de agua por gravedad, ya que aproximadamente existen 9,66 metros de desnivel entre la solera del depósito y la cabecera de red en el pueblo. Esta disposición del depósito de abastecimiento condiciona como se puede suponer la presión en cabecera, de forma que aún modificando la aducción de abastecimiento (tubería de abastecimiento del depósito al pueblo) dotándola de un mayor diámetro y disminuyendo las pérdidas de fricción no es posible dotar de la presión necesaria si no es mediante el grupo de presión mencionado (Sistema Booster).

Dentro del Plan de Pedanías correspondiente al año 2.007 se ejecutó la instalación de un grupo de presión con variador de frecuencia capaz de suplementar la presión necesaria de forma que se garantizara un buen nivel de servicio.

### Características actuales de las instalaciones

#### Pozo de abastecimiento y impulsión:

Consta de una electrobomba sumergible de la casa **ATURIA** modelo **XN-08-E-04-A** que proporciona una Hm de **75 m** y un **Qp de 900 l/min de 25 CV de potencia** y una tubería de impulsión de fibrocemento de 100 mm de diámetro nominal en una longitud aproximada de 800 mts.

#### Depósito de regulación

La regulación se realiza desde dos depósitos de **50 y 100 M3** respectivamente en la situación que se refleja en la documentación gráfica, utilizándose en la actualidad únicamente el depósito de 100,00 M3

#### Grupo de Presión

Equipo de presión de velocidad variable y presión constante tipo 2V/MXV50-1604/500 M

Caudal nominal unitario: 23 m3/h

Presión de Servicio: 30 m.c.a

#### Aducción de abastecimiento

El abastecimiento a la población y servicios periféricos (piscina municipal y pequeñas residencias) es servido por una tubería de reciente implantación de polietileno de alta densidad de 110 mm de diámetro nominal.

#### Red de distribución

La red de distribución, de reciente instalación, se caracteriza por su trazado mallado .Con este tipo de trazado se obtiene una red de distribución de agua de más calidad , con un mejor comportamiento en caso de averías , además de una distribución más equilibrada de presiones .

La totalidad de las mallas se han ejecutado con tubería de polietileno de alta densidad de 90 mm de diámetro nominal, conforme al plano incluido en el anexo (Red de distribución), contando con los siguientes elementos complementarios.

- Válvulas (compuerta )
- Desagües, conectados con los cauces naturales y el alcantarillado.
- bocas de incendio
- Ventosas

Como se ha citado anteriormente, tanto la red de distribución como la tubería de abastecimiento , el nuevo grupo de presión y el nuevo pozo del pilar son de reciente implantación por lo que esta unidad del sistema de abastecimiento sería la única pendiente de sustitución tras el resto de inversiones realizadas.

La conducción de impulsión actualmente en uso, de fibrocemento de diámetro 100 mm ha sido objeto de multitud de reparaciones en los últimos años, la última el pasado ejercicio, donde se puso de manifiesto la necesidad de una sustitución inmediata de algunos de sus tramos a raíz de los siguientes aspectos:

- Trazado de la conducción a través de campos de labranza sin ningún tipo de señalización o registro, lo que dificulta la localización de las fugas tanto con medios convencionales como con Geófono o Geocorrelador.
- Posibilidad de que se ejecuten, debido a la falta de vigilancia de estas instalaciones y a la inexistencia de señalización, obras de edificación , balsas de riego etc sobre la conducción dificultando la localización y la

# **PROYECTO MODIFICADO BASICO Y DE EJECUCIÓN DE SUSTITUCION DE TUBERIA DE IMPULSION EN TORRE DE LLORIS**

- reparación en su caso.(La última reparación se ejecutó en un tramo sobre el que se ha construido una balsa de riego).
- Trabajos de labranza vaciado o relleno de tierra en transformaciones agrarias con riesgo de rotura en la conducción.
- Posibles tomas piratas con el consiguiente perjuicio económico y sanitario.
- Sistema de llenado del depósito mediante un programador de reloj en el pozo del pilar, con unas determinadas horas de bombeo, lo que provoca vertidos de agua por el aliviadero del depósito, algo inadmisibles hoy en día dadas las exigencias de gestión del recurso y la adecuación al consumo de energía en horas valle o punta de forma que se abarate el gasto energético.

## **Justificación de la solución adoptada**

De forma previa a la elección de la solución descrita se han considerado soluciones alternativas como la ejecución una señalización de la conducción en su actual trazado para evitar afecciones de los campos de labranza y la sustitución de la misma en los tramos deteriorados y cruces de barrancos y acequias o la ejecución de nueva conducción mediante tubo de fundición dúctil, con diámetro justificado para el llenado de depósito durante las horas valle de tarifa eléctrica y tal que discorra de forma paralela en todo su trazado a camino público, facilitando de esta forma su localización y acceso.

Con esta última solución se elimina la dificultad de acceso para los equipos de reparación, y se señala la conducción de forma que sea más sencillo localizar y reparar los tramos en los que en el futuro se puedan producir averías.

## **Descripción de la solución adoptada.**

### Conducción

Se ha realizado el trazado por camino público y con profundidades que oscilan entre 0,70 y 2,20 metros (2) a lo largo de todo el trazado.

Se respetan en todo el trazado las inclinaciones mínimas de 0,3 % en los tramos ascendentes y 0,5% en los descendentes de forma que se facilite la salida de gases, no siendo ningún tramo horizontal, presentando el trazado alternativamente perfiles ascendentes y descendentes.

En ningún tramo la inclinación supera el 25 % por lo que no existe la necesidad de amarrar la tubería a macizos de anclaje por causa de la inclinación de la misma, si se dispusieran sin embargo macizos en la ubicación de la valvulería y en los cambios de dirección de la conducción, como es preceptivo.

En cuanto a la capacidad hidráulica se ha dimensionado la conducción para que sea capaz de abastecer en el año horizonte la pedanía con un caudal máximo de 75,00 M<sup>3</sup>/día en las ocho horas de valle de tarifa eléctrica, tal y como se justifica en el correspondiente anexo de cálculo.

Asimismo se considera la construcción de arquetas de registro separadas unos 100 metros tanto para inspección y control como para la instalación de valvulería de regulación y antiarriete.

### Línea de comando.

Se instalará un control mediante sonda de nivel

### Normativa aplicable.

- Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua MOPTA 1.974
- Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de saneamiento en poblaciones MOPTA 1.986.
- Norma Tecnológica Española sobre Alcantarillado NTE-ISA
- Normas provisionales para la redacción de Proyectos de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Poblaciones 1.976.
- Plan General de Ordenación Urbana de Xàtiva.
- RD. 865/2003 de 4 de julio por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- RD 140/2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de calidad del agua de consumo humano.
- Decreto 58/2006, de 5 de mayo, del Consell, por el que se desarrolla, en el ámbito de la Comunitat Valenciana, el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

**PROYECTO MODIFICADO BASICO Y DE EJECUCIÓN DE SUSTITUCION DE TUBERIA DE IMPULSION EN TORRE DE LLORIS**

**Resumen del presupuesto**

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO:	23.621,51 €
INSTALACION DE AGUA POTABLE:	39.284,21 €
VARIOS _____:	3.599,12 €
<b>TOTAL PEM:</b>	<b>66.504,84 €</b>
13 % Gastos Generales.	8.645,63 €
6% Beneficio Industrial	<u>3.990,29 €</u>
Suma:	79.140,76 €
21 % IVA:	<u>16.619,55 €</u>
P.E.C	95.760,31 €

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la citada cantidad de NOVENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS SESENTA EUROS CON TREINTA Y UN CENTIMOS .( 95.760,31 €)

El Ingeniero Técnico de Obras Públicas

Fdo. Julio García Reig  
nc.12.302

# PROYECTO MODIFICADO BASICO Y DE EJECUCIÓN DE SUSTITUCION DE TUBERIA DE IMPULSION EN TORRE DE LLORIS

## ANEXO I: ESTIMACION DE LA POBLACION FUTURA

Para la estimación de la población futura con una proyección de 25 años se utilizará el modelo del MOPU.

Se tomarán como base las poblaciones del último censo realizado y la de los censos de hace 10 y 20 años antes, y se calcularán las tasas de crecimiento anual acumulativo, correspondientes a los intervalos entre cada uno de los censos y el último realizado.

$$P_a = P_{a-10} \cdot (1 + \beta)^{10}$$
$$P_a = P_{a-20} \cdot (1 + \gamma)^{20}$$

Deduciéndose los coeficientes  $\gamma$  y  $\beta$ .

Como tasa de crecimiento aplicable a la prognosis, se adoptará un valor.

$$\alpha = \frac{2 \cdot \beta + \gamma}{3}$$
$$P = P_a \cdot (1 + \alpha)^t$$

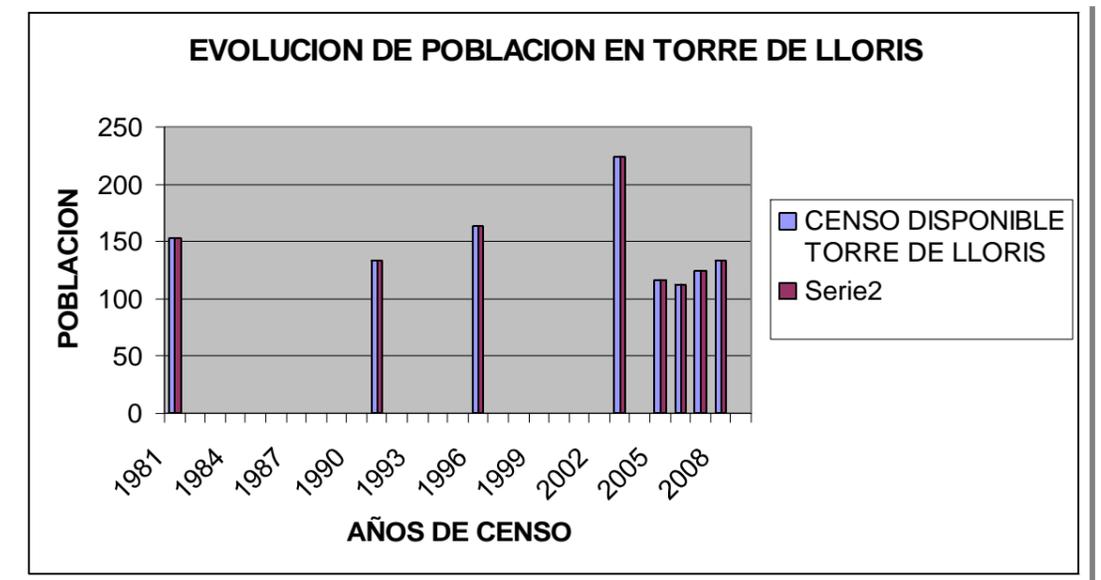
Este crecimiento deberá comprobarse con los datos intercensados disponibles correspondientes a tiempos del momento del estudio.

Al crecimiento obtenido por los modelos anteriores, que corresponde a las poblaciones de derecho, deberá añadirse el aumento estacional de población por razones turísticas, de mercado o de cualquier otra índole.

Está claro que de forma previa a aplicar este método y a la vista de la evolución de los datos censados (ver gráfico) existe un acusado incremento de población en los años 90 que culmina en el año 2003, después llama “poderosamente” la atención un decremento importante en apenas 2 años de 108 habitantes.

Dado que la pedanía no ha sufrido ningún tipo de catastrofe o epidemia que diezmará de forma tan fulminante a la población se considera que el aumento y posterior decremento censal debe de tener alguna razón “fiscal” que hizo que en esos años se empadronaran en la pedanía personas con residencia habitual en Xàtiva.

Esto hace impracticable el método habitual MOPU de proyección de población.



Se utilizará, aunque no es muy ortodoxo, un método aritmético teniendo en cuenta la evolución de los tres últimos años de carácter eminentemente lineal

Se proyecta la población a 25 años vista, vida útil de la obra.

$$P_{2039} = P_{2014} + \frac{P_{2014} - P_{2011}}{2014 - 2011} \cdot (2039 - 2014) = 144 + \frac{144 - 135,5}{2014 - 2011} \cdot (2039 - 2014) = 214,83$$

Esta operación da una proyección aproximada **215 habitantes**.

# PROYECTO MODIFICADO BASICO Y DE EJECUCIÓN DE SUSTITUCION DE TUBERIA DE IMPULSION EN TORRE DE LLORIS

## ANEXO II CALCULOS HIDRAULICOS

### Introducción.

A diferencia de una línea de aducción por gravedad, donde la carga disponible es un criterio lógico de diseño que permite la máxima economía, al elegir diámetros cuyas pérdidas de carga sean máximas; en el caso de aducciones por bombeo, la diferencia de elevación es carga a vencer que va a verse incrementada en función de la selección de diámetros menores y consecuentemente ocasionará mayores costos de equipos y energía. Por tanto, cuando se tiene que bombear agua mediante una línea directa al estanque de almacenamiento, existirá una relación inversa de costos entre potencia requerida y diámetro de la tubería.

Dentro de estas consideraciones se tendrán dos alternativas extremas:

- Diámetros pequeños y equipos de bombeo grandes lo que supone un costo mínimo para la tubería pero máximo para los equipos de bombeo y su operación.
- Diámetros grandes y equipo de bombeo de baja potencia, resultando altos costos para la tubería y mínimo para los equipos de bombeo y su operación.

Entre estas dos alternativas extremas existirá una gama de soluciones de acuerdo con los diferentes diámetros existentes, de cuyo análisis económico se seleccionará el mas conveniente.

### Caudal de diseño.

El caudal de diseño Qd de una línea de aducción por bombeo será el correspondiente al consumo máximo para el periodo de diseño. Teniendo en cuenta que no resulta aconsejable o práctico bombear las 24 horas, habrá que incrementar el caudal de bombeo de acuerdo a la relación de horas de bombeo, satisfaciendo de esa forma las necesidades de la población en las 24 horas.

Por tanto:

$$Q_d = K_1 \cdot Q_m \cdot \frac{24}{N}$$

Donde:

Qd= Caudal de diseño.

K1: Coeficiente correspondiente al día de mayor consumo.

N:: Número de horas de bombeo

Generalmente se usa para N un valor no superior a 16 horas , disminuyendo este en función de las características de la localidad, principalmente si se trata de áreas urbanas o rurales con mayor o menor facilidades de operación y mantenimiento.

### Selección del diámetro

De acuerdo al criterio poblacional y al desarrollo urbanístico de la zona, durante el periodo de diseño se producirán aumentos graduales en los consumos de agua. Esto significa que para un diámetro determinado las perdidas de carga aumentarán de acuerdo al aumento del caudal y en consecuencia se incrementarán los costos energéticos de bombeo y de mantenimiento de la estación.

Como quiera que la solución a adoptar será aquella que satisfaciendo los criterios técnicos resulte la más económica. Se grafían los caudales dentro del rango de periodo de diseño frente a las perdidas de carga haciendo luego el análisis económico de un cierto número (3-4 diámetros) preseleccionados, o también de un mismo diámetro, para encontrar los valores de las pérdidas de carga para diferentes gastos. Y posteriormente, encontrar para cada caso los costos y la capacidad económica de ese diámetro.

Un predimensionamiento puede hacerse en base a la formula de Breese.

$$D = K_4 \cdot \lambda^{\frac{1}{4}} \cdot \sqrt{Q}$$
$$\lambda = \frac{N}{24}$$

Siendo:

D: Diámetro en metros

$\lambda$  : N/24

N: Número de horas de bombeo

K4: 0,7-1,6

Determinado un diámetro se escogen tres o cuatro diámetros en torna al valor de Breese y se determinan las perdidas de carga grafiadose.

Una vez tenidas en cuenta las pérdidas de carga, podemos determinar para cada caso la potencia requerida para el equipo de bombeo.

$$HP = \frac{Q \cdot H \cdot \rho}{76 \cdot \eta}$$

Se estiman los costos iniciales para las tuberías y para el equipo de bombeo y el costo de mantenimiento y operación de los equipos y amortización del capital.

Para cada caso se construyen curvas, correspondiente, grafiando caudales frente a costos y seleccionar el mínimo.

# PROYECTO MODIFICADO BASICO Y DE EJECUCIÓN DE SUSTITUCION DE TUBERIA DE IMPULSION EN TORRE DE LLORIS

En nuestro caso tanto la bomba como el depósito de 106,58 M3 de capacidad ya se encuentran ejecutados por tanto los cálculos han de ir orientados únicamente a la elección de diámetro de 80 mm que es el actual de fibrocemento o 100 mm veamos el comportamiento de la instalación para ambos diámetros y con niveles máximos y mínimos en el pozo de bombeo para el día de máximo consumo ya que no se dispone de datos de piezometría

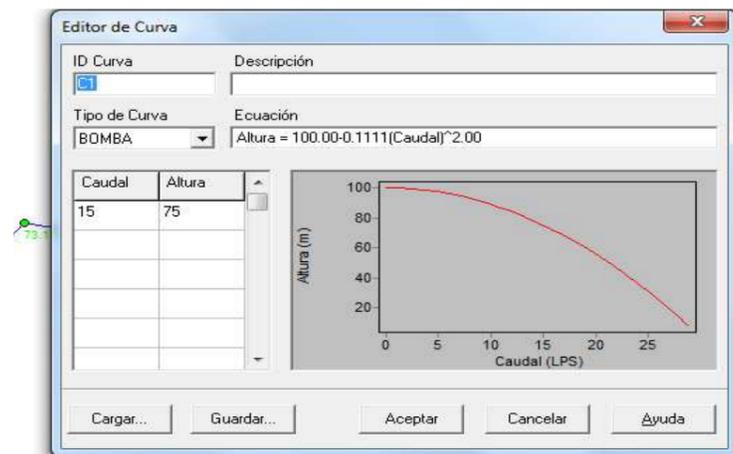
Tal y como se ha justificado en el anexo de dotación los habitantes de la Pedanía en el año horizonte serán 215 hab lo que supone para una dotación de 250 lts/hab y día un volumen diario de 53,75 M3, si como es habitual el día de mayor consumo del año se supone 1,5 veces el día medio tendremos un volumen de 80,625 M3 inferior al volumen del depósito, por lo que este tiene capacidad suficiente para el día de mayor consumo.

$$Q_m = 86,625 \text{ M}^3 / \text{día}$$

O bien

$$Q_m = 0,933 \text{ lts} / \text{seg}$$

Por otro lado ya se ha indicado que la bomba ya se encuentra instalada y posee la siguiente curva característica según el punto de funcionamiento nominal.



Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unif. m/km	Factor de Fricción	Veloc. de Reacción m/s	Calidad	Estado
-12.74	1.62	31.14	0.023	0.00	0.00	Abierto
-12.54	1.60	30.21	0.023	0.00	0.00	Abierto
-11.67	1.49	26.25	0.023	0.00	0.00	Abierto
-12.40	1.58	29.56	0.023	0.00	0.00	Abierto
-12.40	1.58	29.55	0.023	0.00	0.00	Abierto
-12.40	1.58	29.55	0.023	0.00	0.00	Abierto
-12.40	1.58	29.55	0.023	0.00	0.00	Abierto
-12.40	1.58	29.55	0.023	0.00	0.00	Abierto
-12.40	1.58	29.56	0.023	0.00	0.00	Abierto
-12.40	1.58	29.58	0.023	0.00	0.00	Abierto
-12.41	1.58	29.58	0.023	0.00	0.00	Abierto
-12.41	1.58	29.58	0.023	0.00	0.00	Abierto
-12.40	1.58	29.58	0.023	0.00	0.00	Abierto
-12.41	1.58	29.58	0.023	0.00	0.00	Abierto
-12.40	1.58	29.58	0.023	0.00	0.00	Abierto

El funcionamiento para tubería de Dn 100 mm y las condiciones de la instalación para cota piezométrica 78.153 mts será:

Qd: 12,41 lts/seg

Siendo este el caudal más desfavorable en la impulsión llenándose el depósito en estas condiciones para el consumo medio en:

$(12,41 - 0,933) \cdot 3600 / 1000 = 41,31 \text{ m}^3/\text{h} \Leftrightarrow 2 \text{ horas} - 25 \text{ minutos} - 14 \text{ segundos}$ , veamos la evolución para un bombeo de 3 horas.



Esto es si el consumo fuera continuo.

Por tanto se comprueba que para el día de mayor consumo bajo la hipótesis más desfavorable de nivel mínimo piezométrico solo se necesitan 3 horas y media para llenar el depósito.

**PROYECTO MODIFICADO BASICO Y DE EJECUCIÓN DE SUSTITUCION DE TUBERIA DE IMPULSION EN TORRE DE LLORIS**

▪

Si consideramos la siguiente distribución horaria con respecto al caudal medio.

El Ingeniero Técnico de obras Públicas.

Fdo. Julio García Reig

# PROYECTO MODIFICADO BASICO Y DE EJECUCIÓN DE SUSTITUCION DE TUBERIA DE IMPULSION EN TORRE DE LLORIS

## ANEXO III CALCULO MECÁNICO GOLPE DE ARIETE

Se determinará la máxima sobrepresión producida por Golpe de Ariete mediante el método de Micheaud lo que implica las siguientes premisas:

- a) La válvula es operada de forma que la disminución de velocidad es lineal, es decir que su descenso gradual corresponda a la ley:

$$V = V_0 \cdot \left(1 - \frac{t}{T_c}\right)$$

- b) En el caso en que la tubería sea de diferente capacidad resistente o de diferentes materiales la celeridad de las ondas de presión se calculará de la siguiente manera:

$$a_m = \frac{L}{\sum \frac{L_i}{a_i}}$$

$$a_i = \frac{\sqrt{\frac{K}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{K}{E} \cdot \frac{D}{e}}}$$

Donde:

K: Módulo de compresibilidad volumétrico.

E: Módulo de Young

e: Timbraje de la tubería.

D: Diámetro de la conducción.

Se considera como situación habitual el hecho de considerar la conducción completamente anclada, de forma que la elasticidad de la misma sea debida únicamente a la elasticidad del material y no a las características propias de la instalación de esta. Así particularizando para el caso del agua tendremos.

$$K = 2,074 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$$

$$\rho = 1.000 \text{ Kg/m}^3$$

$$a = \frac{1440}{\sqrt{1 + \frac{2,704 \cdot 10^9}{E} \cdot \frac{D}{e}}}$$

Como rango de valores del módulo de elasticidad para diferentes materiales para tuberías y conducciones en general:

Material	Módulo de elasticidad (en GPa=10 <sup>9</sup> N/m <sup>2</sup> )
Amianto-cemento	24
Fundición	80-170
Hormigón	14-30
H. armado-camisa de chapa	39
Cobre	107-131
Vidrio	46-73
Plomo	4,8-17
Acero	200-212
Perpex	6
Polietileno	0,8
Poliester	5,0
PVC rigido	2,4-2,75
Roca de Granito	50

- c) El periodo medio de la instalación se calculará como:

$$P_m = \frac{2 \cdot L}{a}$$

Determinado el exceso de presión la tubería estará expuesta en cualquier sitio a una presión igual a su presión estática mas el exceso de presión provocado por el golpe de ariete o en casos de presión dinámica por la presión definida por su línea piezométrica en el punto considerado, de modo que la tubería debe ser verificada para ambas condiciones.

- d) Desarrollo del cálculo.

La válvula de retención se encuentra, como es habitual en este tipo de instalaciones aguas arriba del grupo.

L=1168.64m

Qd= 12,41 lts/seg

Dn= 100 mm

# PROYECTO MODIFICADO BASICO Y DE EJECUCIÓN DE SUSTITUCION DE TUBERIA DE IMPULSION EN TORRE DE LLORIS

Timbraje (e)= 7,2 mm

Características reológicas de la tubería de fundición:

Módulo de Elasticidad E = 170 X 10<sup>9</sup> N/m<sup>2</sup>

Celeridad de la onda de presión (a)

$$a = \sqrt{\frac{2,074 \cdot 10^9}{1.000}} / \sqrt{1 + \frac{98,80}{9,6} \cdot \frac{2,074 \cdot 10^9}{170 \cdot 10^9}} = 1.357,30 \text{ m / seg}$$

Velocidad del agua en la conducción

$$V_0 = Q_d / \frac{\pi \cdot \Phi^2}{4} = 1,86 \text{ m / seg}$$

Pulso de Joukowsky

Se considera dadas las características de la instalación, cierre instantáneo de la válvula.

$$\Delta H = -\frac{a}{g} \cdot \Delta V = \frac{1357,30}{9,81} \cdot 1,86 = 257,34 \text{ mca} \approx 25,73 \text{ bar}$$

La presión máxima en funcionamiento de la instalación es de 5,5 bar

Por tanto la máxima sobrepresión será de 31,23 bar, teniendo en cuenta que para la tubería considerada la presión máxima es de 64 bar, noS encontramos dentro de rango, con independencia de colocar sistema de protección antiarriete.

**PROYECTO MODIFICADO BASICO Y DE EJECUCIÓN DE SUSTITUCION DE TUBERIA DE IMPULSION EN TORRE DE LLORIS**

**ANEXO IV JUSTIFICACION DE PRECIOS**