

# Construcción de un banco de pruebas de tuberías para la realización de ensayos de presión hidráulica interior

RAMÓN M<sup>o</sup> GUTIÉRREZ SERRET (\*); MARIANO GARZO FERNÁNDEZ (\*\*); LUIS BALAIRÓN PÉREZ (\*\*\*)

**RESUMEN** El proyecto de norma europea prEN 805 relativo a la instalación de Tuberías de Abastecimiento de Agua prevé unas Pruebas de la Tubería Instalada considerablemente diferentes a las hasta ahora incluidas en el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua (M.O.P. 1974). Dichas pruebas han sido objeto de múltiples alegaciones y discusiones por parte de diferentes países comunitarios.

Por ello, el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, dentro de los trabajos realizados para la revisión de dicho Pliego de 1974, ha construido un Banco de Pruebas para la realización de ensayos de presión hidráulica interior en tuberías que permita experimentar los ensayos previstos en el citado proyecto de norma europea, para así proponer las modificaciones que haya lugar.

## CONSTRUCTION OF A PIPE TEST BENCH FOR CARRYING OUT INTERIOR HYDRAULIC PRESSURE TESTS

**ABSTRACT** The projected European standard, prEN 805, relating to the installation of Water Supply Pipes, envisages several Tests for Installed Pipes considerably different from those included to date in the current General Technical Specifications for Water Supply Pipes (M.O.P. 1974). These tests have been the subject of a multitude of declarations and discussions on the part of distinct EU countries.

For this reason, the Centre for Hydrographical Studies of the CEDEX, within the works being carried out for the revision of said Specifications of 1974, has constructed a Test Bench for carrying out interior hydraulic pressure tests on pipes which permits experimentation with the test envisaged in the projected European standard, to thus be in a position to propose modifications should these be deemed necessary.

**Palabras clave:** Tuberías; Prueba de la Tubería Instalada; Presión de prueba en zanja; Soldadura.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Comisión Permanente de Tuberías del antiguo Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOPTMA), en la que el CEDEX está representado mediante dos vocales, ha estado realizando estudios para la revisión de los actuales Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua y de Saneamiento de Poblaciones de los años 1974 y 1986 respectivamente.

En este contexto, la Secretaría General Técnica del antiguo MOPTMA firmó varios Convenios de colaboración con el CEDEX para la redacción de unos "Estudios Técnicos de Base" que permitieran la revisión de los citados Pliegos. Los resultados de estos "Estudios Técnicos de Base" suponen

una profunda y amplia revisión de los hasta hoy vigentes "Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones y de Abastecimiento de Agua". En este sentido ha sido necesario abandonar la idea del tratamiento uniforme de todos los tipos de tubos pasando a un análisis claramente diferenciado de cada uno de ellos, especialmente en lo que se refiere a los parámetros que caracterizan el tubo, a los criterios y coeficientes de seguridad a adoptar en su cálculo mecánico, al control de calidad, a las pruebas de la tubería instalada, etc.

Para la elaboración de estos trabajos se ha tenido en cuenta la experiencia acumulada en el campo de las tuberías y las normas internacionales de aplicación, y muy especialmente la normativa o los proyectos de normativa de la Unión Europea (normas CEN), así como las normas UNE existentes en el campo de las tuberías. También se ha utilizado diversa documentación y bibliografía técnica relativa a la materia.

Al respecto del futuro Pliego o Instrucción de Tuberías de Abastecimiento de Agua, en el Estudio Técnico de Base realizado por el CEDEX para la redacción de dicho Pliego quedó pendiente la definición de las Pruebas de la Tubería Instalada, debido a que se consideró oportuno someter a una profunda revisión las dos pruebas actualmente previs-

(\*) Jefe del Sector de Estudios y Planificación del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (Ministerio de Fomento).

(\*\*) Jefe del Sector de Auscultación de Estructuras del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX (Ministerio de Fomento).

(\*\*\*) Director de Programa de Estructuras Hidráulicas del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (Ministerio de Fomento).



tas en el vigente Pliego de 1974, puesto que, entre otros motivos, el proyecto de norma europea prEN 805 referente a estos temas planteaba unas pruebas totalmente diferentes a las del citado Pliego, y dicho Proyecto de Norma Europea había sido fuertemente discutido en el seno de la Comisión CEN correspondiente, motivo por el cual la Prueba de la Tubería Instalada quedó pendiente de algunos estudios complementarios.

Ante esta situación, el CEDEX decidió construir un Banco de Pruebas para la realización de ensayos de Presión Hidráulica Interior en Tuberías que, ubicado en el Centro de Estudios Hidrográficos, permitiera experimentar la Prueba de la Tubería Instalada prevista en el citado Proyecto de Norma Europea prEN 805 y extraer conclusiones al respecto, proponiendo, en su caso, las modificaciones oportunas.

A la descripción de la estructura construida y a las pruebas que con la misma se pretende acometer se dedica el presente artículo.

## 2. PRUEBAS DE LA TUBERÍA INSTALADA. COMPARACIÓN DE RESULTADOS. PLIEGO MOP 1974 - PROYECTO DE NORMA EUROPEA prEN 805

### 2.1. METODOLOGÍA DEL ACTUAL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA TUBERÍAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL MOP DE 1974

En el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua (MOP. 1974) se establecen dos pruebas para la Tubería Instalada: Prueba de Presión Interior y Prueba de Estanquidad.

#### • Prueba de Presión Interior:

Se considera que una tubería instalada en la zanja ha respondido correctamente a la Prueba de Presión Interior, cuando al final de la misma, la reducción de presión no excede de:

$$\sqrt{P_p}$$

siendo  $P_p$  el valor en  $\text{Kg/cm}^2$  de la presión de prueba, que en dicho Pliego se establece como 1'4  $P_t$  ( $P_t$  = presión máxima de trabajo).

#### • Prueba de estanquidad:

Después de haberse completado satisfactoriamente la Prueba de Presión Interior, deberá realizarse la de Estanquidad. La presión de prueba de estanquidad será la máxima estática que exista en el tramo de la tubería objeto de la prueba. La duración de la prueba de estanquidad será de dos horas, y la pérdida en este tiempo será inferior al valor dado por la fórmula:

$$V = K L D$$

donde  $K$  es un parámetro que oscila entre 0,40 y 0,35 según los tipos de tuberías.

### 2.2. METODOLOGÍA DE LA NORMA EUROPEA prEN 805 "WATER SUPPLY. REQUIREMENTS FOR EXTERNAL SYSTEMS AND COMPONENTS" (1997)

El proyecto de norma europea prEN805 prevé la realización de una única Prueba de la Tubería Instalada, la cual consta de dos etapas diferentes: Preliminar y Principal.

La presión de prueba ( $P_p$ ) para la Prueba de la Tubería Instalada se calcula a partir de la presión máxima de tra-

bajo ( $P_t$ ), de forma que, dependiendo de que el golpe de ariete se haya calculado en detalle, o únicamente se haya estimado, el valor de dicha presión de prueba ( $P_p$ ) es (valores de las presiones en  $\text{N/mm}^2$ ):

#### a) Golpe de ariete calculado en detalle:

$$P_p = P_t + 0,1 \quad [1]$$

#### b) Golpe de ariete estimado:

El menor valor de:

$$P_p = P_t + 0,5 \quad [2]$$

$$P_p = 1,5 \times P_t \quad [3]$$

En la Etapa Preliminar, se somete a la tubería a una presión hidráulica interior de valor comprendido entre la presión máxima de trabajo ( $P_t$ ) y la presión de prueba ( $P_p$ ), la cual se mantiene entre dichos límites durante una hora, no debiendo haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, se procederá a la despresurización de la misma, a la reparación de los fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

Cuando se haya superado la Etapa Preliminar, la presión hidráulica interior se va aumentando de forma constante y gradual hasta alcanzar la presión de prueba ( $P_p$ ).

Una vez alcanzada la presión de prueba ( $P_p$ ) se desconecta el sistema de bombeo, no permitiéndose la entrada de agua durante, al menos, otra hora. Al final de este período se mide el descenso de presión habido durante dicho intervalo, debiendo éste ser inferior a 0,02  $\text{N/mm}^2$  ó 0,04  $\text{N/mm}^2$  según el tipo de tubería.

A continuación, se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de la presión de prueba ( $P_p$ ) suministrando para ello cantidades adicionales de agua y midiendo el volumen final suministrado, debiendo ser éste inferior al valor admisible dado por la expresión (4):

$$\Delta V_{\max} = 1,2 \times V \times \Delta p \times \left[ \frac{1}{E_w} + \frac{DI}{e \times E_T} \right] \quad [4]$$

siendo:

$\Delta V_{\max}$ : pérdida admisible, en litros.

$V$ : volumen del tramo de tubería en prueba, en litros

$\Delta p$ : caída admisible de presión durante la prueba, en  $\text{N/mm}^2$

$E_w$ : módulo de compresibilidad del agua, en  $\text{N/mm}^2$

$E_T$ : módulo de elasticidad del material del tubo, en  $\text{N/mm}^2$

$DI$ : diámetro interior del tubo, en mm.

$e$ : espesor nominal del tubo, en mm.

### 2.3. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

El problema entre las dos reglamentaciones surge al comparar los valores de las pérdidas de presión y de agua que cada una de ellas permiten, si bien debe tenerse en cuenta que cada norma tiene una duración de la prueba o unas condiciones de ensayo diferentes.

En cualquier caso, en las tablas 1 y 2 adjuntas, en las que se comparan las pérdidas de presión y de agua permitidas con cada una de las normas, se puede apreciar que los valores admisibles en el Proyecto de Norma Europea son mucho más estrictos que los del actual Pliego de Tuberías.

Ante estos resultados, y habida cuenta de las críticas expresadas a la prueba europea en el seno de la CEN y a las pruebas del Pliego en el ámbito nacional, el CEDEX comenzó a realizar investigaciones sobre las Pruebas de la Tu-

| A) Tubos de Fundición, Acero PVC-U y PE   |                         |                |       |                         |                |      |                         |                |      |
|-------------------------------------------|-------------------------|----------------|-------|-------------------------|----------------|------|-------------------------|----------------|------|
| P <sub>i</sub><br>(Mpa)                   | MOPU 74                 |                |       | prEN 805 hip. a         |                |      | prEN 805 hip. b         |                |      |
|                                           | P <sub>e</sub><br>(Mpa) | Pérd.<br>(Mpa) | %     | P <sub>e</sub><br>(Mpa) | Pérd.<br>(Mpa) | %    | P <sub>e</sub><br>(Mpa) | Pérd.<br>(Mpa) | %    |
| 0,40                                      | 0,56                    | 0,11           | 18,90 | 0,50                    | 0,02           | 4,00 | 0,60                    | 0,02           | 3,33 |
| 0,50                                      | 0,70                    | 0,12           | 16,90 | 0,60                    | 0,02           | 3,33 | 0,75                    | 0,02           | 2,67 |
| 0,60                                      | 0,84                    | 0,13           | 15,43 | 0,70                    | 0,02           | 2,86 | 0,90                    | 0,02           | 2,22 |
| 0,70                                      | 0,98                    | 0,14           | 14,29 | 0,80                    | 0,02           | 2,50 | 1,05                    | 0,02           | 1,90 |
| 0,80                                      | 1,12                    | 0,15           | 13,36 | 0,90                    | 0,02           | 2,22 | 1,20                    | 0,02           | 1,67 |
| 0,90                                      | 1,26                    | 0,16           | 12,60 | 1,00                    | 0,02           | 2,00 | 1,35                    | 0,02           | 1,48 |
| 1,00                                      | 1,40                    | 0,17           | 11,95 | 1,10                    | 0,02           | 1,82 | 1,50                    | 0,02           | 1,33 |
| 1,10                                      | 1,54                    | 0,18           | 11,40 | 1,20                    | 0,02           | 1,67 | 1,60                    | 0,02           | 1,25 |
| 1,20                                      | 1,68                    | 0,18           | 1,19  | 1,30                    | 0,02           | 1,54 | 1,70                    | 0,02           | 1,18 |
| 1,30                                      | 1,82                    | 0,19           | 10,48 | 1,40                    | 0,02           | 1,43 | 1,80                    | 0,02           | 1,11 |
| B) Tubos de Hormigón, Fibrocemento y PRFV |                         |                |       |                         |                |      |                         |                |      |
| P <sub>i</sub><br>(Mpa)                   | MOPU 74                 |                |       | prEN 805 hip. a         |                |      | prEN 805 hip. b         |                |      |
|                                           | P <sub>e</sub><br>(Mpa) | Pérd.<br>(Mpa) | %     | P <sub>e</sub><br>(Mpa) | Pérd.<br>(Mpa) | %    | P <sub>e</sub><br>(Mpa) | Pérd.<br>(Mpa) | %    |
| 0,40                                      | 0,56                    | 0,11           | 18,90 | 0,50                    | 0,04           | 8,00 | 0,60                    | 0,04           | 6,67 |
| 0,50                                      | 0,70                    | 0,12           | 16,90 | 0,60                    | 0,04           | 6,67 | 0,75                    | 0,04           | 5,33 |
| 0,60                                      | 0,84                    | 0,13           | 15,43 | 0,70                    | 0,04           | 5,71 | 0,90                    | 0,04           | 4,44 |
| 0,70                                      | 0,98                    | 0,14           | 14,29 | 0,80                    | 0,04           | 5,00 | 1,05                    | 0,04           | 3,81 |
| 0,80                                      | 1,12                    | 0,15           | 13,36 | 0,90                    | 0,04           | 4,44 | 1,20                    | 0,04           | 3,33 |
| 0,90                                      | 1,26                    | 0,16           | 12,60 | 1,00                    | 0,04           | 4,00 | 1,35                    | 0,04           | 2,96 |
| 1,00                                      | 1,40                    | 0,17           | 11,95 | 1,10                    | 0,04           | 3,64 | 1,50                    | 0,04           | 2,67 |
| 1,10                                      | 1,54                    | 0,18           | 11,40 | 1,20                    | 0,04           | 3,33 | 1,60                    | 0,04           | 2,50 |
| 1,20                                      | 1,68                    | 0,18           | 1,91  | 1,30                    | 0,04           | 3,08 | 1,70                    | 0,04           | 2,35 |
| 1,30                                      | 1,82                    | 0,19           | 10,48 | 1,40                    | 0,04           | 2,86 | 1,80                    | 0,04           | 2,22 |

P<sub>i</sub> : Presión máxima de trabajo.  
 P<sub>e</sub> : Presión de prueba.  
 Pérd.: Pérdida admisible de presión durante la prueba.  
 % : Tanto por ciento de la pérdida admisible de presión durante la prueba sobre la presión de prueba (% = 100 x Pérd./P<sub>e</sub>).

**NOTAS:**  
 • Los cálculos han sido realizados tanto para las especificaciones del Pliego MOPU 74 como para las dos hipótesis del proyecto de norma europea prEN805: hip.a) Golpe de ariete calculado en detalle hip.b) Golpe de ariete estimado.  
 • Las pérdidas de presión en la prueba de la Tubería instalada son función del tipo de tubería y de la presión máxima de trabajo.

**TABLA 1.** Comparación entre las pérdidas de presión admisibles en los pruebas de la tubería instalada del Pliego 1974 y en las del Proyecto de Norma Europea prEN 805.

bería instalada en diferentes obras, detectándose con los ensayos realizados que en general en los tubos metálicos (acero y fundición) durante la prueba no se producen prácticamente pérdidas de presión, mientras en los de hormigón y fibrocemento sí se producen unas ciertas pérdidas, mayores que las exigidas por el Proyecto de Norma Europea, aunque muy inferiores a las permitidas por el actual Pliego de Tuberías, todo ello, por supuesto, en los casos de una correcta instalación de la tubería. No se han realizado ensayos con tubos de materiales plásticos.

Así, tras estos estudios, y de forma preliminar, parece que los valores de la pérdida de agua y de presión propuestos en el

Proyecto de Norma Europea podrían resultar demasiado estrictos para las tuberías de fibrocemento y hormigón y probablemente también para las de materiales plásticos, estimando, a la vista de los resultados obtenidos en los ensayos in situ que se han realizado hasta la fecha, que este problema podría solucionarse alargando la duración de la Etapa Preliminar de la prueba o bien, manteniendo la duración de esta Etapa Preliminar en la hora prevista y aumentando el valor permitido de pérdida de agua, (incrementando el coeficiente 1,2 de la fórmula (4) a 1,5 ó 1,6, lo que, en principio, parece equivalente).

Además, junto a los tipos de tubos mencionados (acero, fundición, fibrocemento y hormigón) se encuentran los de



| DN<br>(mm) | FUNDICIÓN   |             | ACERO       |             | FIBROCEMENTO |             | HORMIGÓN    |             | PVC-U       |             | PE          |             | PRFV        |             |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|            | V1<br>(l/s) | V2<br>(l/s) | V1<br>(l/s) | V2<br>(l/s) | V1<br>(l/s)  | V2<br>(l/s) | V1<br>(l/s) | V2<br>(l/s) | V1<br>(l/s) | V2<br>(l/s) | V1<br>(l/s) | V2<br>(l/s) | V1<br>(l/s) | V2<br>(l/s) |
| 100        | 12,00       | 0,04        | 14,00       | 0,04        | 14,00        | 0,21        | 16,00       | 0,09        | 14,00       | 1,00        | 14,00       | 5,75        | 14,00       | 0,21        |
| 200        | 24,00       | 0,20        | 28,00       | 0,18        | 28,00        | 1,35        | 32,00       | 0,44        | 28,00       | 4,42        | 28,00       | 25,49       | 28,00       | 1,15        |
| 300        | 36,00       | 0,49        | 42,00       | 0,41        | 42,00        | 3,79        | 48,00       | 1,16        | 42,00       | 9,49        | 42,00       | 54,75       | 42,00       | 3,55        |
| 400        | 48,00       | 0,92        | 56,00       | 1,38        | 56,00        | 7,77        | 64,00       | 2,36        | 56,00       | 17,69       | 56,00       | 102,37      | 56,00       | 7,78        |
| 500        | 60,00       | 1,51        | 70,00       | 2,08        | 70,00        | 13,43       | 80,00       | 4,15        | 70,00       | 27,52       | 70,00       | 159,56      | 70,00       | 12,31       |
| 600        | 72,00       | 2,26        | 84,00       | 2,92        | 84,00        | 20,86       | 96,00       | 6,66        | 84,00       | 40,07       | 84,00       | 248,04      | 84,00       | 19,20       |
| 700        | 84,00       | 3,17        | 98,00       | 4,11        | 98,00        | 30,12       | 112,00      | 9,98        | 98,00       | 53,38       | 98,00       | 308,89      | 98,00       | 26,61       |
| 800        | 96,00       | 4,24        | 112,00      | 5,27        | 112,00       | 41,26       | 128,00      | 14,25       | 112,00      | 70,74       | 112,00      | 409,50      | 112,00      | 36,29       |
| 900        | 108,00      | 5,47        | 126,00      | 6,83        | 126,00       | 54,29       | 144,00      | 14,98       | 126,00      | 89,74       | 126,00      | 518,51      | 126,00      | 46,29       |
| 1.000      | 120,00      | 6,88        | 140,00      | 8,30        | 140,00       | 69,23       | 160,00      | 18,78       | 140,00      | 110,53      | 140,00      | 639,31      | 140,00      | 58,47       |
| 1.200      | 144,00      | 10,18       | 168,00      | 12,41       | 168,00       | 104,95      | 192,00      | 27,71       | —           | —           | —           | —           | 168,00      | 86,62       |
| 1.500      | 180,00      | 16,39       | 210,00      | 18,68       | 210,00       | 173,23      | 240,00      | 46,09       | —           | —           | —           | —           | 210,00      | 137,33      |

V1: Pérdida admisible en el ensayo de estanqueidad del Pliego NOPU 74, en litros.  
V2: Pérdida admisible en el ensayo de estanqueidad del proyecto de norma europea prEN 805, en litros.

**NOTAS:**

- Los pérdidas de agua en la Prueba de la Tubería Instalada son función del tipo de tubería y de su diámetro, y han sido calculadas para una longitud de tramo en prueba de 400 metros.

**TABLA 2.** Comparación entre las pérdidas de agua admisibles en las pruebas de la tubería instalada del pliego 1974 y en las del proyecto de norma europea prEN 805.

materiales plásticos: policloruro de vinilo (PVC), polietileno (PE) y políster reforzado con fibras de vidrio (PRFV), a los que también se extenderán las investigaciones sobre la Prueba de la Tubería Instalada, en especial al PE sobre el que el Proyecto de Norma Europea propone una metodología diferente al resto de los tubos y de mayor complejidad.

#### 2.4. ANTECEDENTES AL BANCO DE PRUEBAS. ENSAYOS EN EL "ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA MANCOMUNIDAD DEL GIRASOL, TARANCON (CUENCA)" Y EN EL BANCO DE PRUEBAS DE LA EMPRESA URALITA EN GETAFE (MADRID)

De acuerdo a como se ha indicado, cuando comenzaron a surgir diferencias entre las dos Pruebas de la Tubería Instalada, se consideró que lo adecuado era realizar ensayos in situ al objeto de analizar las pruebas previstas en la futura norma europea prEN 805.

De esta manera, en noviembre de 1995 se llevaron a cabo una primera serie de ensayos en la obra del "Abastecimiento de Agua a la Mancomunidad del Girasol, Tarancon (Cuenca)" de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha, al objeto de experimentar la prueba del prEN 805, concluyéndose, tal y como ya se ha indicado, que en los tubos de fibrocemento las pérdidas de presión y de agua eran superiores a las exigidas en dicho proyecto de norma, pero considerablemente inferiores a las del actual Pliego. Por el contrario, las tuberías de fundición no sufrían prácticamente ningún tipo de pérdidas durante la prueba.

Posteriormente, se realizaron unos segundos ensayos que consistieron en alargar la Etapa Preliminar de la futura Norma Europea de la hora prevista en dicha norma a 24, 48

ó 72 horas, observándose que conforme se alargaba esta Etapa Preliminar, y debido al fenómeno de la absorción en las tuberías de fibrocemento, la Prueba resultaba conforme con lo exigido en el Proyecto de Norma Europea.

Más adelante, entre julio y noviembre de 1996 se llevaron a cabo otra serie de ensayos de presión hidráulica interior en tuberías en el Banco de Pruebas que, a este efecto, tiene la empresa URALITA, SA en su fábrica de Getafe (Madrid), al objeto de comprobar igualmente la prueba prevista en el Proyecto de Norma Europea. Se realizaron un total de cinco ensayos sobre tuberías de fibrocemento de diámetros 300, 500 y 800 mm, concluyéndose en resultados similares a los anteriores.

Todas las circunstancias expuestas determinaron que el CEDEX acometiera la construcción de un Banco de Pruebas para profundizar más en como debe ser la Prueba de la Tubería Instalada en el futuro Pliego o Instrucción de Tuberías de Abastecimiento de Agua, llegando a proponer una metodología para tal ensayo.

### 3. EL BANCO DE PRUEBAS. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

El banco de pruebas que el CEDEX ha proyectado y construido consiste en una estructura metálica de acero que permitirá realizar ensayos de presión hidráulica interior en tuberías de diferentes materiales, hasta un diámetro interior de 700 mm y una presión máxima de prueba de 6 Mpa (60 kp/cm<sup>2</sup>), pudiendo ensayarse tuberías con una longitud máxima de 24 metros y permitiendo una holgura de 1,0 metro,



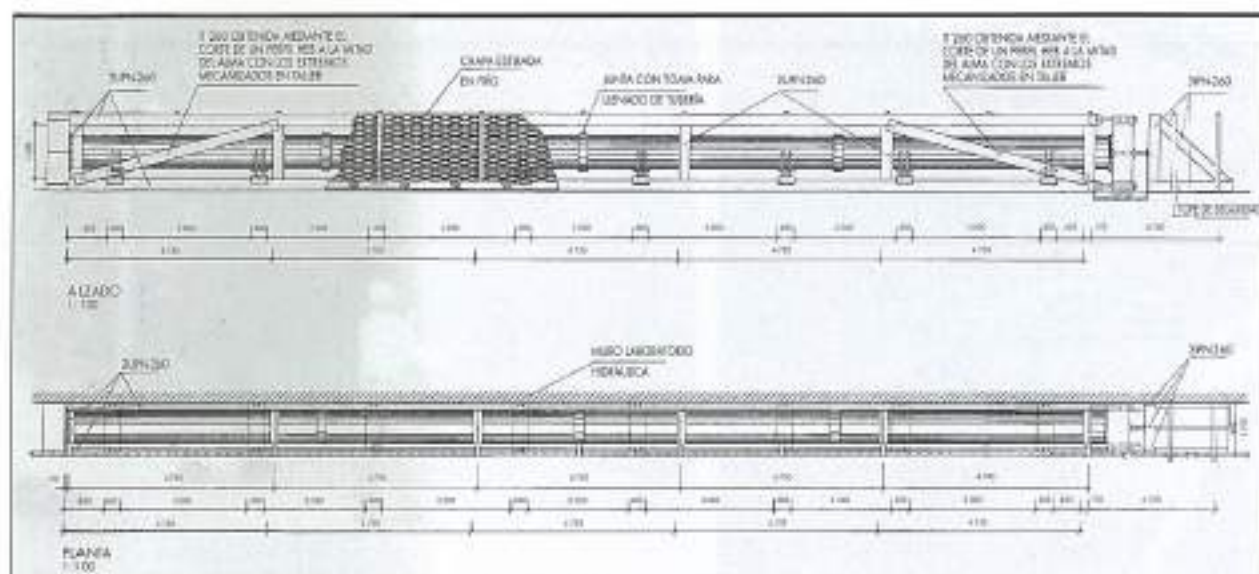


GRÁFICO 1. Planos de planta y alzado del Banco de Pruebas construido.

para lo que uno de los extremos de la estructura es móvil. La estructura permite el fácil montaje de los tubos, y sus juntas quedarán accesibles para poder ser inspeccionadas y dispone de los elementos necesarios para la protección de los operarios y de los asistentes a los ensayos en caso de rotura fortuita de la tubería durante el ensayo.

El Banco de Pruebas, en síntesis, presenta las siguientes características (Gráfico 1):

- Estructura de acero AB-275 B. (UNE 36.080-85)
- Consta de cuatro vigas formadas por dos perfiles 2 UPN 260 cada una, dispuestas longitudinalmente y reforzadas con marcos constituidos también por dos perfiles 2 UPN 260. La tubería apoya en un elemento metálico desplazable en sentido vertical, de modo que el empuje que ejerza la presión interior quede siempre centrado respecto al marco de la estructura.
- Uno de los extremos es fijo (Tapa Fija) y está reforzado con unos perfiles IPN 600 dispuestos en cruz; el otro extremo es móvil (Tapa Móvil), con un recorrido posible de un metro, también reforzado con vigas IPN 600. La Tapa Fija va soldada a la estructura y la Móvil se une atornillada a unos vástagos que trabajan a tracción y que a su vez van soldados a la estructura.
- La estructura tiene una longitud total de 25 metros, una anchura de 1,30 metros y una altura de 1,82 metros. Sus uniones son soldadas.
- Los elementos de protección previstos son unos marcos de chapa estirada en frío que deslizan por unos carriles a lo largo de toda la estructura y un tope metálico tras el extremo móvil de la estructura. Los marcos de protección se desplaza en su totalidad respecto a la estructura, de modo que ésta queda totalmente accesible.

Los equipos e instrumentación instalados son los siguientes:

- Una bomba para presión hidráulica interior capaz de llegar a  $80 \text{ kg/cm}^2$  con limitación de velocidad de aumento de presión de  $0,1 \text{ N/mm}^2$ .

- Un manómetro digital con precisión de  $0,02 \text{ N/mm}^2$ .
- Un contador - Registrador digital del volumen de agua suministrado a la tubería, con una precisión de medio litro.
- Una llave dinamométrica para apriete de los tornillos de la tapa móvil.
- Un gato mecánico de 3.000 kg para desapriete de la tapa móvil.
- Válvulas para llenado-vaciado de la tubería y para expulsión de aire.

### 3.2. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL BANCO DE PRUEBAS. CONTROL DE CALIDAD

Para la construcción del Banco de Pruebas el CEDEX elaboró el correspondiente Pliego de Prescripciones Técnicas, el cual salió a concurso (BOE 2 de julio de 1996), adjudicándose a la empresa OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS, SA.

Respecto al proceso constructivo de la estructura, y habida cuenta de su considerable longitud (25 metros), se optó por construirla dividida en dos mitades en el taller de calderería seleccionado a tal efecto (TALLER DE CALDERERÍA DAGANZO, SA) para, finalmente, soldar las dos partes en su ubicación definitiva en el Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

Se adjuntan en el presente artículo unas fotografías correspondientes al montaje de la estructura en el Laboratorio del Centro de Estudios Hidrográficos y a ésta ya terminada.

El control de calidad de la estructura se extendió en primer lugar a la homologación de los soldadores (Código ASME IX) y a la revisión de los Certificados de los materiales empleados, operaciones éstas que se realizaron conforme a lo especificado en la norma UNE 36.080.

No obstante, las labores más significativas del control de calidad han sido las relativas al control de las soldaduras, especialmente las proyectadas para trabajar a tracción. Este control fue encomendado a la empresa Servicios de Control e Inspección, SCI, especialista en estos temas.

Los controles realizados han consistido en la ejecución de análisis mediante líquidos penetrantes en todas las soldaduras, control por ultrasonidos en las soldaduras a tracción y





FOTOS 1 y 2. Montaje del banco de pruebas en el laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.



FOTO 3. Vista del banco de pruebas terminado.

radiografiado de las soldaduras necesarias para unir las dos mitades en las que se construyó el Banco de Pruebas. Los primeros y los segundos controles se realizaron en el taller de calderería en que se construyó la estructura y el tercero —las radiografías— en el Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

El control mediante líquidos penetrantes y ultrasonidos se realizó conforme a la norma americana AWS D 1.1. de la American Welding Society. Las radiografías efectuadas en las soldaduras fueron realizadas según la norma UNE 14.011.

Por último, el Control de Calidad para la Recepción de la Estructura incluirá la realización de una prueba de presión sobre una tubería de acero de 700 mm. de diámetro interior según lo previsto en el Proyecto de Norma Europea prEN 805, hasta alcanzar la presión de 6,0 Mpa (60 kp/cm<sup>2</sup>). Esta tubería ha sido facilitada por la empresa siderúrgica de Tubo Soldado, S.A.

#### 4. ENSAYOS A REALIZAR EN EL BANCO DE PRUEBAS

Finalmente, una vez expuesto el problema suscitado con las pruebas de la Tubería Instalada previstas en el Proyecto de Norma Europea prEN 805 y descrito el Banco de Pruebas construido por el CEDEX, se indica, a modo de resumen, que los ensayos a realizar en próximas fechas en dicho Banco de Pruebas se llevarán a cabo sobre tuberías de diámetros desde 150 mm hasta 700 mm de los siguientes materiales:

- Fundición
- Acero
- Fibrocemento
- PVC-U- PE- PRFV

Estos ensayos consistirán en realizar la Prueba de la Tubería Instalada prevista en el Proyecto de Norma Europea prEN 805 y, en su caso, en el vigente Pliego de 1974, para tras el oportuno análisis de resultados proponer las modificaciones a la metodología del prEN 805 que haya lugar o una nueva metodología que pudiera resultar más adecuada.

#### BIBLIOGRAFÍA

- (1) Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tubería de Abastecimiento de Agua. Ministerio de Obras Públicas M.O.P. 1974.
- (2) Proyecto de norma europea prEN 805 "Water supply. Requirements for external systems and components". 1997.
- (3) Estudio Técnico de Base para la elaboración del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. CEDEX. 1995.



# URALITA

## OBRA CIVIL

### CONDUCCIONES

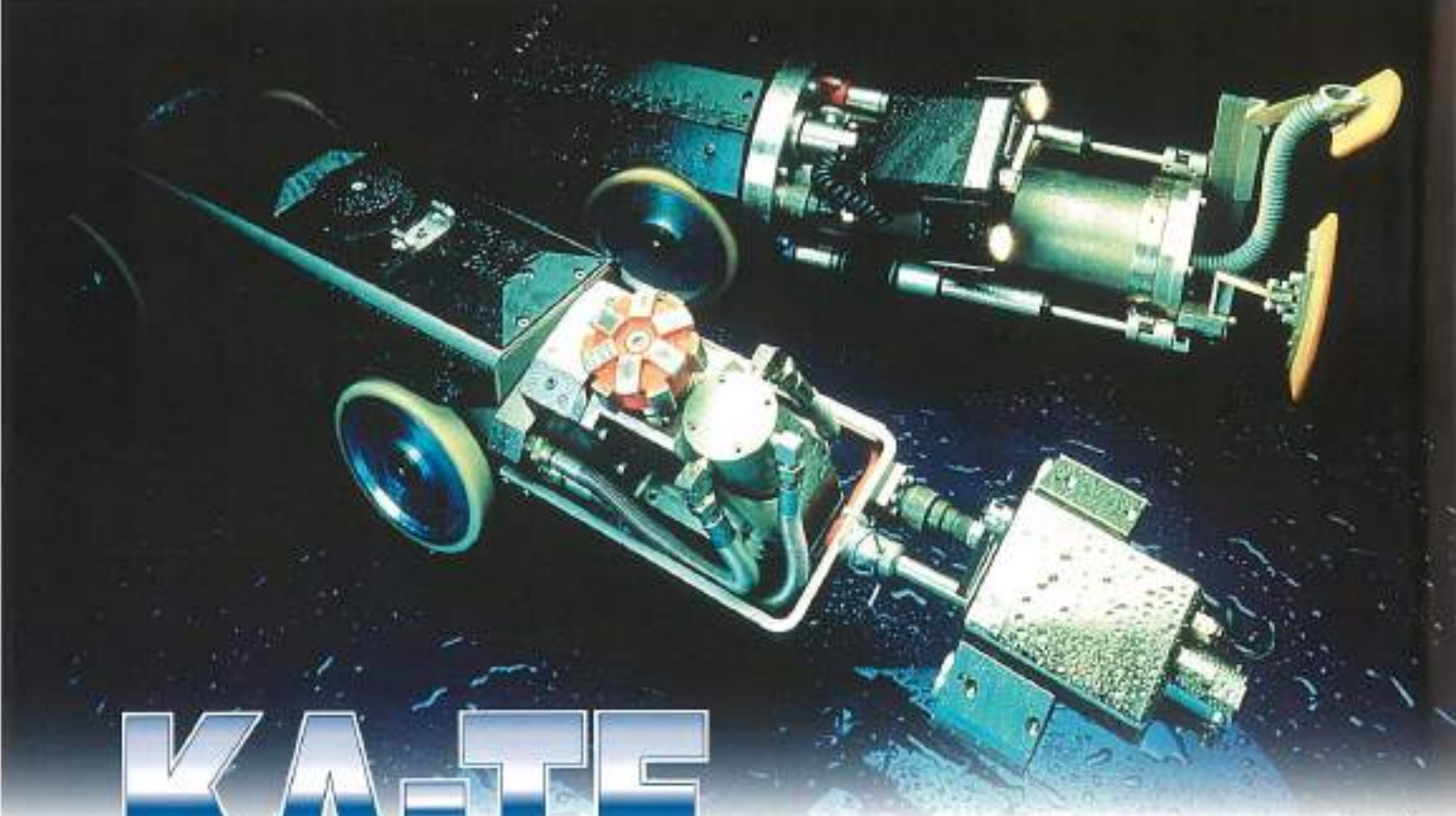


Tomeros, 1  
Pol. Ind. Los Angeles  
28906 GETAFE (Madrid)  
Tel. 91 - 695 22 56  
Fax 91 - 684 00 27

**URALITA**  
OBRA CIVIL S.A.







# KA-TE

## Número uno en el mundo en reparación de tuberías de saneamiento. SIN APERTURA DE ZANJA

### L A S V E N T A J A S D E L L I D E R

#### Versatilidad

Además de fresar juntas y fisuras, se puede utilizar como el más eficaz cortaraíces.



#### Precisión

Con la fresadora de diamante pueden cortarse con precisión las acometidas que sobresalen, ajustándolas a la pared interior del tubo.



#### Potencia

Gracias al potente motor de la fresadora (4'5 c.v.), el robot elimina sedimentos duros, como lechada de hormigón.



#### Adherencia

Para conseguir una adherencia óptima del epoxi al tubo, así como un relleno perfecto, se fresan las fisuras, las juntas y los bordes de las roturas (de 25 a 30 mm).

