



**informe nº** 19.085 - I - Contrato AP - 76 - 07

**peticionario** Doña María Jesús Juan

**en nombre de** RASED SANEAMIENTOS, S.A.  
Pol. Ind. Moli dels Frares - Calle A - nave 15  
08620 - San Vínceç del Horts  
Barcelona

**ensayos solicitados** Comportamiento de arquetas de polietileno (PE)

**autor/es:** José Luis Esteban Saiz (Dr. Ing. Industrial)  
José María Chillón Moreno (Jefe del Laboratorio)



**muestras enviadas** Cinco arquetas de polietileno (PE)

## nota importante

Este informe contiene, esencialmente, la exposición de los resultados obtenidos en los análisis, pruebas y ensayos a que han sido sometidas determinadas muestras de materiales, piezas o partes de obra, y las conclusiones que aquí se formulan no exceden, en ningún caso, el alcance y significado que permiten establecer dichos análisis, pruebas y ensayos.

Salvo expresa indicación en contrario (en cuyo caso figuraría escrita en esta misma página, bajo el título **observaciones**), los ensayos referidos en este Informe han sido realizados **sobre muestras libremente elegidas y enviadas a este Instituto por el peticionario**. Por ello, este Instituto responde de las características por él analizadas **referidas a las muestras recibidas y no al producto en general**.

Por las razones mencionadas, **ninguna de las proposiciones formuladas en este documento puede tener carácter de garantía para las marcas comerciales**, ni para los posibles comportamientos de estructuras y producciones objeto del presente estudio.

Las opiniones que pudieran manifestarse en las conclusiones, o a lo largo de este escrito, se basan en las experiencias realizadas y en el estado actual de las Ciencias y de las Técnicas de la Construcción. La interpretación de los resultados obtenidos se hace según el leal saber y entender de los especialistas de este Centro.

Tres condiciones afectan a la formalidad de este Informe:

- 1ª Este Instituto no facilitará información a terceros, salvo que lo autorice el peticionario del informe, por ser estos trabajos de carácter particular y confidencial y, por tanto, absolutamente secretos.
- 2ª Se prohíbe la publicación de datos incompletos de los que figuran en este documento, siendo necesario exponer todos los resultados obtenidos en cada una de las diversas pruebas, sin limitarse a consignar cifras aisladas.
- 3ª En todo caso, la publicación del contenido total o parcial de este documento **únicamente podrá hacerse con la autorización previa de la Dirección de este Instituto**.

## observaciones



## ÍNDICE

- 1.- OBJETO
  - 2.- ANTECEDENTES
  - 3.- ENSAYOS A REALIZAR
  - 4.- DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS
  - 5.- ENSAYOS SOBRE LAS ARQUETAS DE INSPECCIÓN
    - 5.1.- Características geométricas
    - 5.2.- Ensayo de estanquidad de las uniones de los tubos conectados con junta elástica
      - 5.2.1.- Ensayo de estanquidad con deformación diametral
      - 5.2.2.- Ensayo de estanquidad con desviación angular
    - 5.3.- Ensayo de estanquidad al agua
    - 5.4.- Ensayo de ciclos a temperatura elevada
    - 5.5.- Ensayo de vacío durante un periodo de 100 horas
    - 5.6.- Ensayos mecánicos
      - 5.6.1.- Ensayo de rigidez circunferencial
      - 5.6.2.- Ensayo de impacto
      - 5.6.3.- Ensayo de carga
  - 6.- CONCLUSIONES
- FIGURAS



## 1.- OBJETO

Es el estudio de la caracterización de las arquetas de inspección (denominadas por el Peticionario como arquetas de paso) en cuanto al aspecto dimensional, así como al comportamiento funcional y mecánico.

## 2.- ANTECEDENTES

Los trabajos que se indican en este informe se realizan como consecuencia de la petición nº 357/06 y del Contrato de Investigación firmado el 8 de febrero de 2007, por la empresa **Rased Saneamientos, S.A.**, dentro del campo de conducción de fluidos, y estudia el comportamiento de las arquetas de inspección de polietileno (PE) frente a las acciones originadas por el terreno y las propias internas.

## 3.- ENSAYOS A REALIZAR

Los ensayos que se indican a continuación se realizaron en el laboratorio de Instalaciones Hidráulicas del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, siguiendo los criterios establecidos en la Norma UNE EN 13598 – 1 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento y evacuación enterrados sin presión – Poli(cloruro de vinilo) no plastificado, polipropileno (PP) y polietileno (PE) – Parte 1 Especificaciones para los accesorios auxiliares incluidas las arquetas de inspección poco profundas”.

## 4.- DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS

Se recibieron cinco arquetas de inspección de DN 315. En la figura 1 se aprecian dos de ellas en dos posiciones diferentes. Sus características geométricas están indicadas en la figura 2 proporcionada por la empresa RASED SANEAMIENTOS, S.A.

Informe nº: 19.085 - I



Las arquetas estaban marcadas en relieve en la zona cilíndrica con el anagrama de la empresa RASED y la inscripción RASED SANEAMIENTOS, S.A y tienen una altura desde la base de 595 mm y un diámetro interior en la boca de 297 mm. Disponen de dos apoyos en la base. El peso de las muestras oscila entre 3.714 g y 3.760 g.

Las arquetas disponen en la parte inferior de un tubo excéntrico que permite la conexión, no simultáneamente de tubos de diámetro nominal 125, ó 160 ó 200.

## 5.- ENSAYOS SOBRE ARQUETAS DE INSPECCIÓN

### 5.1.- Características geométricas

#### 5.1.1 Técnica de ensayo

Se ha seguido lo indicado en la Norma UNE EN ISO 3126, realizándose las medidas a la temperatura de  $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ , y utilizando los aparatos siguientes:

Para medida de espesores:

Medidor de espesor por ultrasonidos con una resolución de 0,01 mm.

Para medida de diámetro exterior medio:

Circómetro con una resolución de 0,1 mm.

En la medición del diámetro exterior medio de la parte cilíndrica de la arqueta se utilizó un calibre digital con una resolución de 0,01 mm, ya que al tener ocho ligeras líneas longitudinales en relieve distribuidas regularmente en la superficie circunferencial, hacía inadecuada la utilización del circómetro.



### 5.1.2.- Resultados obtenidos

Los resultados de las mediciones realizadas se encuentran recogidas en las tablas que se exponen a continuación:

#### Espesores:

Dimensiones en mm

Probeta nº	Espesores de pared de la parte cilíndrica					Valor medio
1	3,93	3,83	4,36	4,19	4,41	4,14
2	4,58	4,64	4,54	3,69	3,66	4,22
3	4,57	4,63	4,55	4,39	4,45	4,52
4	4,37	4,21	3,68	3,45	4,92	4,12

Dimensiones en mm

Probeta nº	Espesores de pared del tubo de salida de DN 125					Valor medio
1	4,52	4,36	4,75	5,06	4,60	4,66
2	4,71	4,66	4,60	4,23	4,48	4,54
3	4,53	4,23	4,26	4,13	4,25	4,28
4	3,56	3,71	4,04	3,61	4,32	3,85

Dimensiones en mm

Probeta nº	Espesores de pared del tubo de salida de DN 160					Valor medio
1	4,59	4,63	4,29	4,52	4,54	4,51
2	4,98	4,22	4,26	4,17	4,38	4,40
3	4,70	4,01	3,39	3,25	3,33	3,74
4	3,57	4,25	3,93	3,95	4,04	3,95

Dimensiones en mm

Probeta nº	Espesores de pared del tubo de salida de DN 200					Valor medio
1	4,20	3,94	3,61	3,32	4,18	3,85
2	3,83	3,84	4,23	4,35	4,28	4,11
3	4,70	4,01	3,30	3,25	3,37	3,72
4	4,43	4,21	3,68	3,45	3,92	3,94



**Diámetros:**

Dimensiones en mm

Probeta nº	Diámetro exterior de la zona cilíndrica			Valor medio
	1	313,7	313,2	
2	314,4	314,0	315,6	
3	313,9	314,7	314,5	
4	314,2	314,7	314,6	

Dimensiones en mm

Probeta nº	Diámetro exterior medio del tubo de salida de DN 125		
	1	125,5	125,8
2	125,4	125,4	125,1
3	125,3	125,3	125,8
4	125,3	125,7	125,6

Dimensiones en mm

Probeta nº	Diámetro exterior medio del tubo de salida de DN 160		
	1	160,3	160,3
2	159,9	159,9	159,8
3	160,4	160,2	160,0
4	160,6	160,8	160,7

Dimensiones en mm

Probeta nº	Diámetro exterior medio del tubo de salida de DN 200		
	1	200,3	200,3
2	200,7	200,5	200,6
3	199,9	199,9	200,8
4	200,5	200,4	200,4



## 5.2.- Estanquidad de las uniones de los tubos conectados con junta elástica

### 5.2.1.- Ensayo estanquidad con deformación diametral

#### 5.2.1 1.- Técnica del ensayo

Para la realización del ensayo, se conectó de forma independiente a cada una de las tres salidas de la arqueta de diámetros 125, 160 y 200 un tubo con embocadura con junta elástica y se ha seguido el procedimiento operatorio indicado en la Norma UNE EN 1277:1999 (condición B), con los parámetros de ensayo siguientes:

Temperatura:  $(23 \pm 5)$  °C;

Deformación del extremo macho: 10 %;

Deformación de la embocadura: 5 %;

Numero de probetas utilizadas: 3.

Con estas características se han sometido a la secuencia de ensayos siguientes:

Ensayo de depresión: -0,3 bar;

**Especificación:** al final del ensayo la presión debe ser  $\leq -0,27$  bar.

Ensayo de presión: 0,05 bar;

**Especificación:** Sin fuga.

Ensayo de presión: 0,5 bar;

**Especificación:** Sin fuga.

#### 5.2.1 2.- Resultados obtenidos

Los resultados en las 3 probetas ensayadas, *fueron satisfactorios*.



## 5.2.2.- Ensayo de estanquidad con desviación angular

### 5.2.2.1.- Técnica del ensayo

Con la misma disposición indicada en el apartado anterior se ha seguido el procedimiento operatorio indicado en la Norma UNE EN 1277:1999 (condición C), con los parámetros de ensayo siguientes:

Temperatura:  $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;

Desviación angular para  $\text{DN} \leq 315$ :  $2^\circ$ ;

Número de probetas utilizadas: 3.

Con estas características se han sometido a la secuencia de ensayos siguientes:

Ensayo de depresión:  $-0,3$  bar ;

**Especificación:** al final del ensayo la presión debe ser  $\leq -0,27$  bar.

Ensayo de presión:  $0,05$  bar;

**Especificación:** Sin fuga.

Ensayo de presión:  $0,5$  bar;

**Especificación:** Sin fuga.

### 5.2.2.2.- Resultados obtenidos

Los resultados en las 3 probetas ensayadas, *fueron satisfactorios*.



### **5.3.- Ensayo de estanquidad al agua**

#### **5.3.1.- Técnica del ensayo**

Se ha seguido lo indicado en la Norma UNE EN 476:1997 sometiendo al conjunto de la arqueta a la presión correspondiente a una altura de columna de agua de 25 mm por encima de la superficie superior de la arqueta y con las especificaciones de ensayo siguientes:

Temperatura del agua:  $(23 \pm 5)^{\circ}\text{C}$

Tiempo del ensayo: 15 min

En cada probeta únicamente se realizó el ensayo con un diámetro de conexión.

Nota: Este ensayo es similar a los ensayos indicados en el apartado 5.2.1 y 5.2.2 pero sin deformación ni desviación y con una presión de agua inferior.

#### **5.3 2.- Resultados obtenidos**

En las tres probetas ensayadas se obtuvieron, *resultados satisfactorios*.

### **5.4.- Ensayo de ciclos a temperatura elevada**

#### **5.4.1.- Técnica del ensayo**

Se ha seguido lo indicado en la Norma UNE EN 1055:1996 con el montaje B, (figura 3), sometiendo a la arqueta a una secuencia de ciclos alternativos de agua fría y caliente durante 1500 ciclos.



Las características de cada ciclo es la siguiente:

Circulación de agua caliente con un caudal de  $(30 \pm 0,5)$  litros a la temperatura de  $(93 \pm 2)$  °C, durante un tiempo de  $(60 \pm 2)$  segundos.

Período de reposo y vaciado durante  $(60 \pm 2)$  segundos.

Circulación de agua fría con un caudal de  $(30 \pm 0,5)$  litros a la temperatura de  $(15 \pm 5)$  °C durante un tiempo de  $(60 \pm 2)$  segundos.

Al final del ensayo se somete el circuito a un ensayo de estanquidad.

#### 5.4 2.- Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos en la probeta ensayada, *fueron satisfactorios*.

#### 5.5.- Ensayo de vacío durante un período de 100 horas

##### 5.5.1.- Técnica del ensayo

Se ha seguido lo indicado en la Norma UNE EN 13598-1:2003, cerrando el tubo de salida y sometiendo a la arqueta durante un periodo de 100 horas a una depresión de  $-0,3$  bar, de forma que no se produzca daño en la estructura para que cumpla su función con los parámetros de ensayo siguientes:

Temperatura:  $(23 \pm 5)$ °C

Número de probetas: 1

Vacío:  $-0,3$  bar

##### 5.5.2.- Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos en la probeta ensayada, *fueron satisfactorios*.

Informe nº: 19.085 - I



## **5.6.- Ensayos mecánicos**

### **5.6.1.- Ensayo de rigidez circunferencial**

#### **5.6.1.1.- Técnica del ensayo**

Se ha seguido lo indicado en la Norma UNE EN ISO 9969:1994 aplicando una carga continua a lo largo de una generatriz de referencia en la parte cilíndrica de la arqueta, con una velocidad de deformación de  $10 \pm 2$  mm/min, hasta producirse una deformación del diámetro interior del 3% y controlando la misma respecto a dicho diámetro interior.

El ensayo se realizó sobre dos probetas. En cada una de ellas se aplicó la carga en tres ensayos independientes; uno de ellos aplicando la fuerza, sobre una placa de reparto de 300 mm apoyada sobre una generatriz de la arqueta, paralelamente al tubo de salida, y los otros dos ensayos girando la arqueta  $90^\circ$  alrededor de su eje y aplicando una fuerza perpendicularmente al tubo de salida sobre una placa de 300 mm y luego sobre otra placa de 400 mm apoyada sobre ésta misma generatriz de la arqueta.

#### **5.6.1.2.- Resultados obtenidos**

Mediante la aplicación de la fórmula del capítulo 8 de la Norma UNE EN ISO 9969:1994 obtenemos la rigidez anular de la zona cilíndrica de la arqueta. Los resultados de las características geométricas, la deformación a aplicar y la rigidez se indican en la Tabla 1.



TABLA 1

Arqueta Nº	Long. Placa (mm)	Diám. interior medio (mm)	Defor. (3% d <sub>i</sub> ) (mm)	Fuerza (N)	Giro	Rigidez anular (kN/m <sup>2</sup> )	
						Obtenida	Valor medio
2	300	299,73	8,99	421,36	0°	3,03	3,07
	300	299,73	8,99	422,53	90°	3,26	
	400	299,73	8,99	570,76	90°	2,93	
3	300	299,73	8,99	420,78	0°	3,02	3,04
	300	299,73	8,99	452,29	90°	3,03	
	400	299,73	8,99	543,34	90°	3,07	

En las figuras 4 y 5 aparecen impresas cada una de las pantallas de ensayo obtenidas del ordenador de la máquina de compresión.

En la Norma UNE EN 13598-1, no se indican especificaciones de la rigidez en la zona cilíndrica de la arqueta, y solamente se hace referencia al aumento de la rigidez, que exige un valor mínimo de 0,7 kN/m<sup>2</sup>.

En el apartado 6.4.2 de la Norma UNE EN 476 "Requisitos generales para componentes empleados en tubería de evacuación, sumideros y alcantarillas para sistemas por gravedad", se exige para los elementos de sección circular flexibles un valor mínimo de rigidez de 1,5 kN/m<sup>2</sup>.

**Resultados satisfactorios.**



## **5.6.2.- Ensayo de impacto**

### **5.6.2.1.- Técnica del ensayo**

Se ha seguido lo indicado en el prEN 13598-2, situando la arqueta sobre un bloque de acero en V con un ángulo de 120° y dejando caer libremente un percutor del tipo d90 indicado en la Norma UNE EN 744:1995 de una masa de 1kg a una temperatura del ensayo de  $(23 \pm 2)$  °C y desde una altura de 2,5 m de forma que impactase perpendicularmente sobre el centro del fondo de la arqueta.

### **5.6.2.2.- Resultados obtenidos**

Al no apreciarse, en ninguna de las 3 probetas ensayadas, fisuras u otro daño en el fondo de la arqueta, los resultados *fueron satisfactorios*.

## **5.6.3.- Ensayo de carga**

### **5.6.3.1.- Técnica del ensayo**

Se ha seguido lo indicado en el procedimiento del apartado 4.4 de la Norma UNE EN 1253-2:1999 Conducciones para Edificios, Parte 2: Métodos de ensayo, colocando la arqueta en posición vertical y apoyada sobre una superficie rígida. (Figura 6).

Para la colocación de la arqueta se tuvo que acoplar un apoyo rígido con dos alojamientos para los dos apoyos de la arqueta, de forma que la carga fuese transmitida sobre toda su base y no únicamente sobre ellos.

En primer lugar se ha sometido a la arqueta a cinco ciclos de carga de 10 kN apreciándose deformaciones verticales de aproximadamente 35 mm, absorbidas por la corruga circunferencial.



Seguidamente se sometió a la arqueta a una carga constante de 15 kN y antes de alcanzar la misma se produjo su colapso (figura 7), sin producirse roturas, a los 14,14 kN, lo que representa el 94,3 % de la carga total indicada en la Norma, con una deformación vertical de 46 mm en ese momento.

### 5.6.3.2.- Resultados obtenidos

A la vista de lo indicado anteriormente no se ha alcanzado los 15 kN que indica la Norma de ensayo UNE EN 1253-2, si bien hay que tener en cuenta que no ha sido posible realizar el mismo con la arqueta enterrada 600 mm tal y como se aconseja en la Norma UNE EN 13598-1, con lo que el empuje lateral del terreno evitaría la excentricidad de la carga, repartiría más homogéneamente la misma y favorecería su resistencia a compresión, mejorándose así los resultados. Por lo tanto no se puede establecer un resultado concluyente.

## 6.- CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos en los ensayos realizados en el apartado 5 con los parámetros y especificaciones indicadas, se han obtenido resultados satisfactorios en todos ellos a excepción del ensayo de carga en el que no se ha podido establecer un resultado concluyente por las razones expuestas.



hoja nº 14

Este informe consta de catorce hojas, y otras seis hojas adicionales con siete figuras en total, todo ello numerado y sellado.

Madrid, 11 de julio de 2007



**José M<sup>a</sup> Chillón**

Jefe del Lab. Instalaciones Hidráulicas  
Dpto. de Edificación y Habitabilidad

**José Luis Esteban**  
Dr. Ing. Industrial

V<sup>o</sup>B<sup>o</sup>  
EL DIRECTOR

**Juan Monjo Carrió**  
Dr. Arquitecto

Informe nº: 19.085 - I

Los datos, resultados y conclusiones que se incluyen en este Informe, obtenidos de los análisis, pruebas o ensayos realizados, son únicamente aplicables a las muestras ensayadas

**Figura 1**





Figura 2

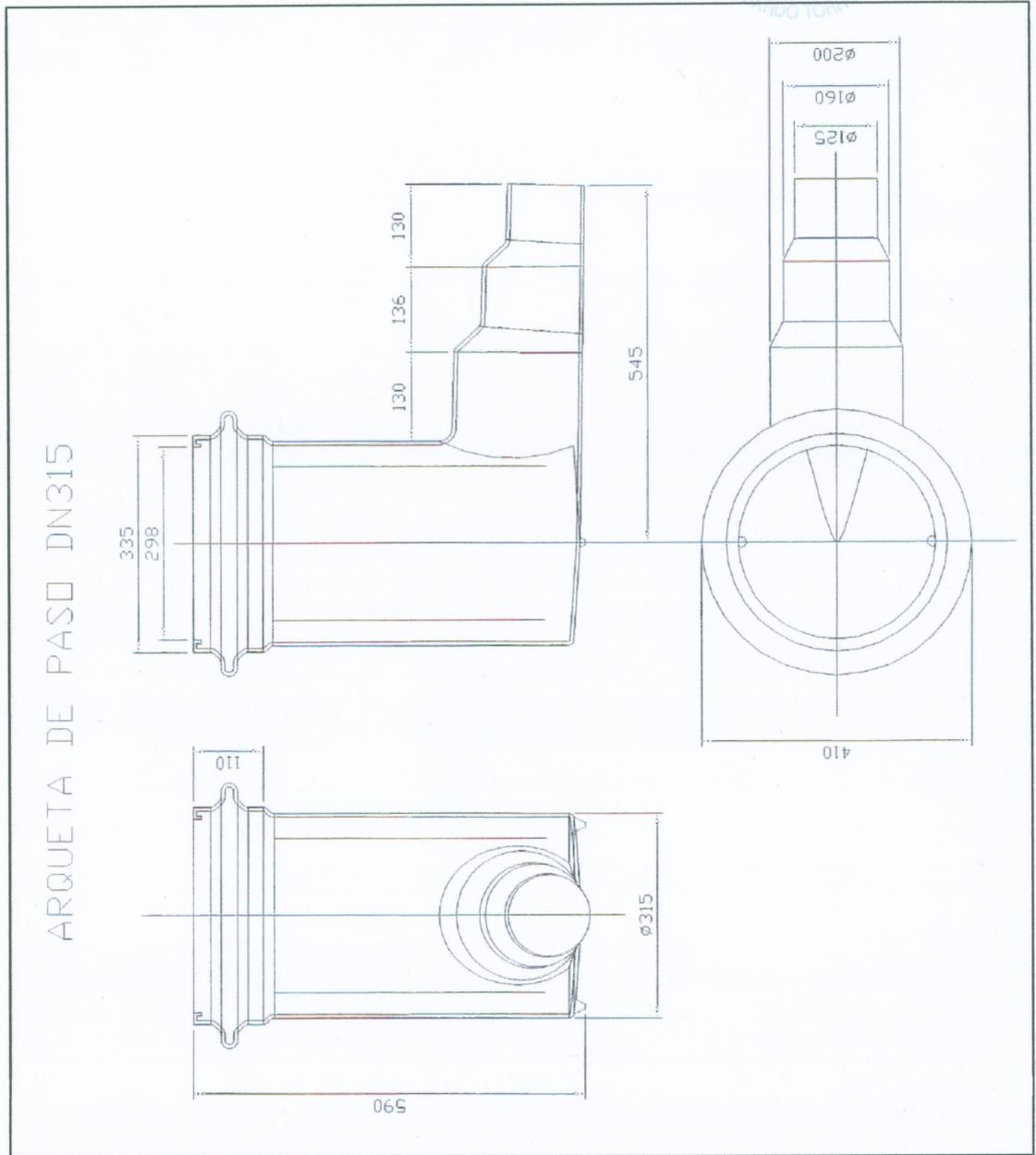


Figura 3

Montaje de ensayo con área de aplicación "B"  
Según Norma UNE EN 1055

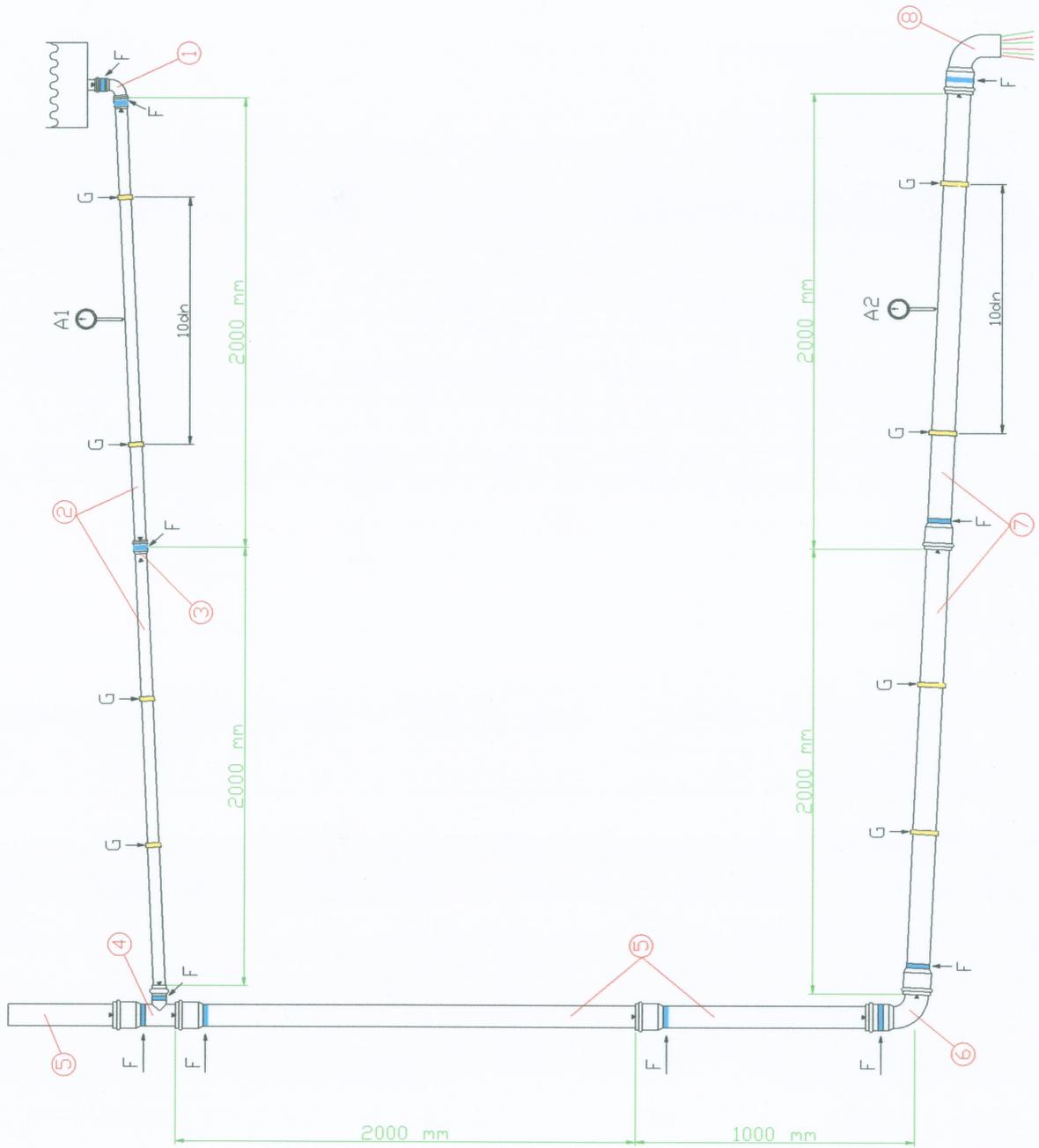




Figura 4

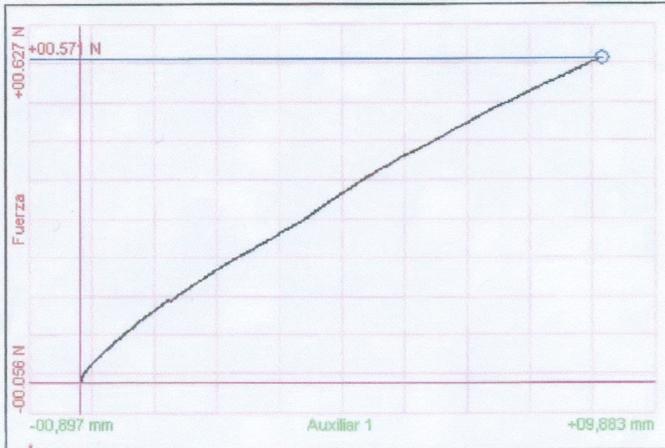
Arqueta nº 2 – Placa 300mm – Giro 0°



Arqueta nº 2 – Placa 300mm – Giro 90°



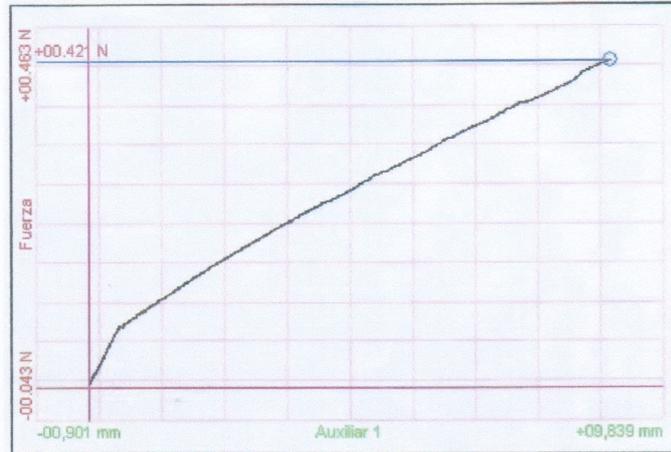
Arqueta nº 2 – Placa 400mm – Giro 90°



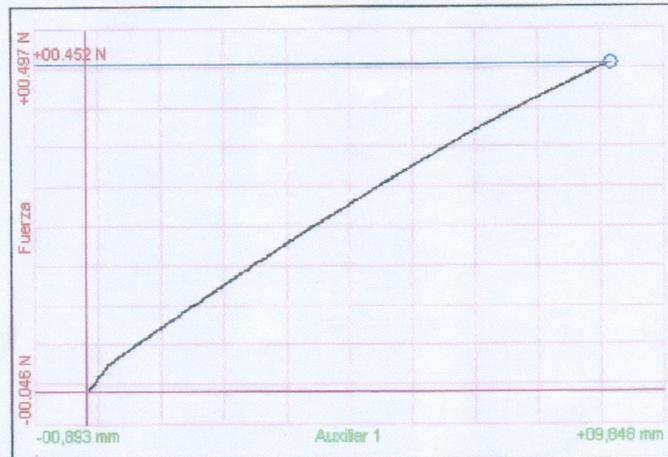


**Figura 5**

Arqueta nº 3 – Placa 300mm – Giro 0°



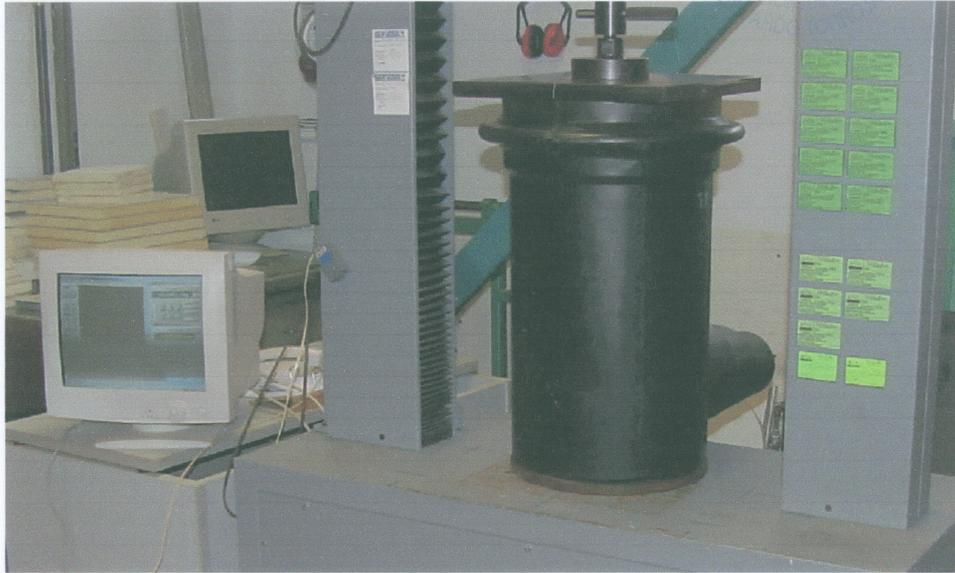
Arqueta nº 3 – Placa 300mm – Giro 90°



Arqueta nº 3 – Placa 400mm – Giro 90°



**Figura 6**



**Figura 7**

