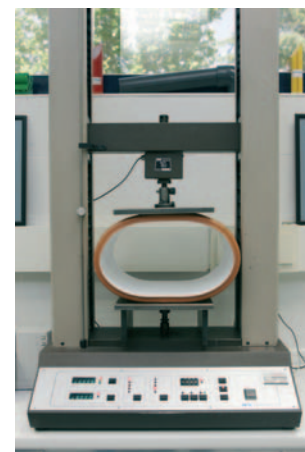
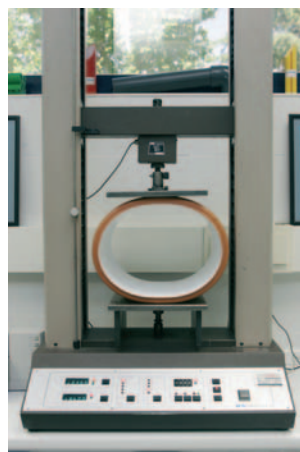
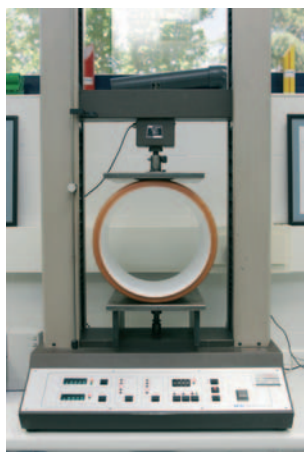




Tubos corrugados de doble pared en Polipropileno (PP)  
de Rigidez Anular SN 8 kN/m<sup>2</sup> con copa integrada de *doble pared corrugada*  
y Certificados con Marca de Calidad AENOR

## Ventajas diferenciales del PP respecto al PVC-U en tubos corrugados doble capa para saneamiento sin presión



*Canalizando  
futuro*



## ÍNDICE

| <i>Capítulo</i> |   | <i>Pág.</i> |
|-----------------|---|-------------|
| 0.              | Preámbulo   | 2           |
| 1.              | Introducción  | 3           |
| 2.              | El material   | 4           |
| 2.1             | Criterios para utilizar PP en los tubos de saneamiento.<br>Ventajas versus PVC-U. | 4           |
| 3.              | Características técnicas de los tubos   | 5           |
| 3.1             | Rigidez Anular  | 5           |
| 3.2             | Módulo de elasticidad   | 5           |
| 3.2.1           | Norma DIN 16961-2   | 5           |
| 3.3             | Fluencia y relajación   | 9           |
| 3.4             | Deflexión   | 12          |
| 3.4.1           | Influencia del tubo en la deflexión   | 14          |
| 4.              | Gama de tubos corrugados plomySAN   | 15          |
| 4.1             | Comparación dimensiones tubos PP y PVC-U según<br>UNE-EN 13476                    | 15          |
| 4.2             | Guía del CEDEX  | 16          |
| 5.              | Situación del mercado europeo   | 17          |
| 5.1             | Tubos corrugados de PP  | 17          |
| 5.2             | Tubos corrugados de PVC-U   | 18          |
| 6.              | Conclusiones finales  | 19          |
| 7.              | Referencias   | 20          |
| 8.              | Certificados plomySAN   | 22          |

## 0. Preámbulo

En los últimos años la importancia de los tubos plásticos en el diseño de redes públicas, privadas e industriales para Abastecimiento de agua y Saneamiento se ha incrementado considerablemente a nivel mundial. Esta tendencia confirma la confianza de los plásticos como materiales de tuberías, debido principalmente al mayor conocimiento y experiencia que sobre los mismos existe actualmente a nivel mundial.

Sin embargo, este gran crecimiento en su utilización no ha sido acompañado por una adecuada formación de los proyectistas y contratistas con el comportamiento real de las tuberías plásticas. Además, algunas informaciones técnicas divulgadas sobre tuberías termoplásticas corrugadas para saneamiento sin presión, contienen omisiones deliberadas, desviaciones intencionadas y datos sacados de su contexto, que no ayudan al conocimiento correcto de los tubos estructurados para saneamiento, no benefician la libre opinión, originan malentendidos, imprecisiones y sobre todo, crean dudas a los utilizadores.

No hay que confundir requisitos de suministro con comportamiento real, ensayos de laboratorio con utilización, admitir deficiente calidad de instalación para justificar argumentos u omitir valores para reducir la importancia relativa de las variables. Los prescriptores o ingenieros que proyectan, deben tener disponible información técnica adecuada que les permita la toma de decisión más correcta y de forma imparcial, existiendo actualmente preconceptos erróneos tales como:

**FALSO**

- ◆ *El Módulo de Elasticidad de las tuberías plásticas enterradas cae bruscamente, provocando la pérdida de Rigidez.*
- ◆ *La Rigidez del tubo es el factor determinante del comportamiento estructural de la conducción.*
- ◆ *Los tubos plásticos pierden Rigidez con el tiempo y por lo tanto su capacidad de resistir cargas disminuye.*

Con este Informe Técnico pretendemos clarificar de una vez por todas estas falsedades y contribuir a que la toma de decisiones se haga de forma correcta.

## 1. Introducción

Grupo PLOMYPLAS es actualmente uno de los líderes de la Península Ibérica en la fabricación de tuberías con materiales plásticos (PE, PP, PVC, PEX, Multicapa, etc.) para muchas aplicaciones, como por ejemplo para Abastecimiento, Riego, Saneamiento, Drenaje, Gas, Telecomunicaciones, Evacuación, Edificación, etc.

Por tanto, PLOMYPLAS no va a argumentar nada en contra del PVC-U como material, el cual también utilizamos para la fabricación de los siguientes tipos de tuberías:

- ◆ Abastecimiento presión: DURONIL de pared compacta según UNE-EN 1452
- ◆ Saneamiento con y sin presión: SANIVIL de pared compacta según UNE-EN 1401 - 1456
- ◆ Saneamiento sin presión: LUSONIL de pared multicapa según UNE-EN 13476
- ◆ Evacuación: CIVINIL ignífugo de pared compacta según UNE-EN 1329
- ◆ Evacuación: MULTICEL de pared multicapa según UNE-EN 1453

### Punto 1

Ahora bien, para tubos corrugados de doble pared utilizados en redes enterradas de saneamiento sin presión sometidos a cargas externas, PLOMYPLAS considera que el PP es el mejor material que se puede utilizar actualmente, debido a las características técnicas que tiene y como lo demuestra la situación actual europea que indicamos en este informe en el que se puede apreciar que la mayoría de fabricantes utiliza PP.

Los tubos corrugados de PP y PVC-U se fabrican de acuerdo con la norma europea:

*UNE-EN 13476:*

*Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de pared estructurada de poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), polipropileno (PP) y polietileno (PE).*

- *Parte 1: Requisitos generales y características de funcionamiento*
- *Parte 2: Especificaciones para tubos y accesorios con superficie interna y externa lisa y el sistema, de Tipo A.*
- *Parte 3: Especificaciones para tubo y accesorios con superficie interna lisa y superficie externa corrugada y el sistema, de Tipo B.*

Los tubos estructurados son productos que tienen un diseño óptimo, con respecto a la cantidad de material empleado, para conseguir los requisitos físicos y mecánicos solicitados en una red de saneamiento.

- ◆ El largo ciclo de vida del PP en esta aplicación y el estudiado diseño del perfil estructurado, minimizan el consumo de recursos.
- ◆ El proceso de producción es totalmente limpio.
- ◆ Los tubos de PP son totalmente reciclables, ayudando a disminuir el impacto en nuestro entorno. Todo lo cual hace que el balance eco-ambiental de este producto sea muy positivo.

Según NACIONES UNIDAS: “**desarrollo sostenible**” es el desarrollo que satisface las necesidades de generaciones presentes sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para cumplir sus propias necesidades. Desarrollo que además no perjudica los recursos naturales de la tierra.

Las tuberías de PP son **fáciles** de reciclar, contribuyendo al desarrollo sostenible.



## 2. El material

Los tubos plomySAN están fabricados con Polipropileno Copolímero Bloque (PP-B). En los últimos años este material ha tenido un incremento de utilización considerable, llegando a duplicar su consumo.



Fig. 2.1 - Material PP

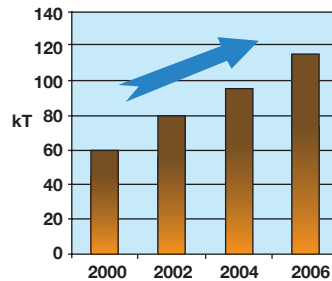


Fig. 2.2  
Consumo de PP para tubos en Europa



Fig. 2.3 - Tubos plomySAN de PP

### 2.1 Criterios para utilizar PP en los tubos de saneamiento. Ventajas vs PVC-U

Debido a que los tubos corrugados de PVC-U no pasan el ensayo de Flexibilidad Anular RF 30% ni el ensayo de Impacto a 0°C, que vienen en la norma europea EN 13476 adoptada en otros países, se ha incluido en España el PRÓLOGO NACIONAL de la norma UNE-EN 13476-3 [1], donde el ensayo de impacto a 0°C puede ser reemplazado por el de 23°C (menos exigente) y donde la Flexibilidad Anular RF 30% puede ser reemplazada por RF 20% (menos exigente).

Aunque el sol brilla muy a menudo en el sur de España y la temperatura allí es agradable, hay que tener en cuenta que los tubos corrugados se transportan también por el Norte y otras zonas frías, pero no es posible transportar el buen tiempo. La idea de reducir la exigencia de impacto a 23°C para que el PVC-U pase estos ensayos, es una idea conceptualmente mala y está en contra de las buenas prácticas de la normalización. Un tubo de PVC-U bien plastificado (gelificado) tiene una alta resistencia al impacto. Reducir esta exigencia es favorecer a productos mal fabricados.

#### Punto 2

- ◆ Mayor resistencia a la temperatura (-20°C á 95°C). Ver Fig. 2.4.
- ◆ Mayor resistencia a la abrasión según el método Darmstadt. Ver Fig. 2.5.
- ◆ Mayor Flexibilidad Anular (PP 30% ⇒ PVC 20%).
- ◆ Mayor resistencia química (pH2 a pH12) según UNE 53389 [27].
- ◆ Mayor resistencia al impacto. (PP a 0°C ⇒ PVC a 23°C)  
(Muy importante en la manipulación y relleno de la zanja).
- ◆ Densidad baja (0.91 PP frente a 1.4 PVC), peso bajo, facilidad de manejo e instalación.
- ◆ Ecológico. Amigo del medio ambiente y fácilmente reciclable.
- ◆ Mayor crecimiento europeo. Las últimas inversiones han sido para fabricar tubos de PP.
- ◆ Perfecta soldadura entre capas. Los tubos de PVC-U no se sueldan.
- ◆ Larga vida útil por menor abrasión (más de 100 años).

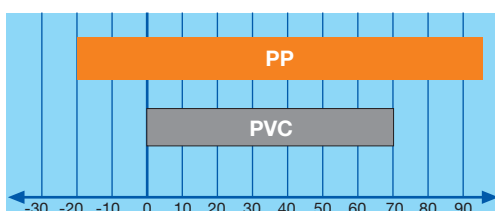


Fig. 2.4 - Resistencia a la temperatura

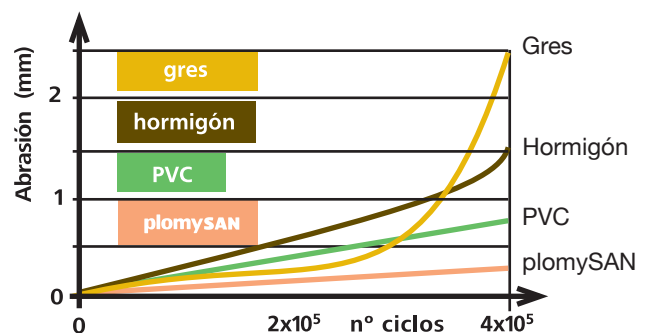


Fig. 2.5 - Resistencia a la abrasión

## 3. Características técnicas de los tubos corrugados

### 3.1. Rigidez Anular

La Rigidez Anular, SN (Nominal Stiffness), es la resistencia al aplastamiento de un tubo, en unas condiciones definidas en la norma UNE-EN ISO 9969 [25] (fuerza vertical de compresión necesaria para producir una deformación del 3% en el diámetro interior del tubo).

$$SN = \frac{E \cdot I}{D_m^3} \quad (\text{kN/m}^2)$$

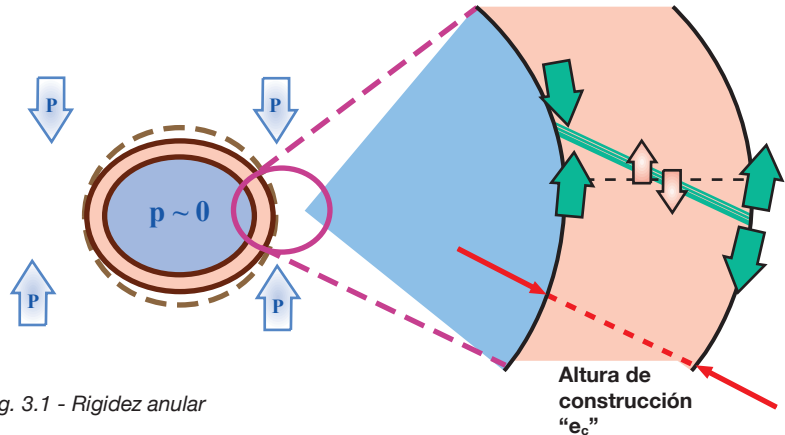
Siendo:

SN = Rigidez anular (kN/m<sup>2</sup>)

E = Módulo de elasticidad (kN/m<sup>2</sup>)

I = Momento de inercia (mm<sup>4</sup>/mm)

D<sub>m</sub> = Diámetro medio (mm)



### 3.2. Módulo de Elasticidad

En función del material utilizado y de la geometría del perfil, los tubos se diseñan para cumplir las exigencias, no sólo en el momento de la puesta en obra, sino también a lo largo de toda su vida útil.

Valores según UNE-EN 13476-1 : 2007 Tabla A.1:

| Característica              | PVC-U  | PP     |
|-----------------------------|--------|--------|
| Módulo de Elasticidad (MPa) | ≥ 3200 | ≥ 1250 |

NOTA: El Módulo de Elasticidad del PP utilizado en tubos plomySAN es ≥ 1500 MPa.

#### 3.2.1. Norma DIN 16961-2

DIN 16961-2: 2000 2.

Tubos y accesorios termoplásticos con perfil exterior corrugado e interior liso.

Parte 2: **Condiciones técnicas de suministro.**

Esta norma específica, como su título indica, las condiciones que las tuberías deben cumplir en el momento del suministro, **antes de ser instaladas** y hace referencia a la norma:

UNE-EN ISO 899-2 [27].

Determinación del comportamiento en fluencia.

Parte 2: Fluencia en flexión por el método de carga en 3 puntos.

La parte 2 de la norma ISO 899 especifica un método para la determinación de la fluencia en flexión de plásticos en forma de probetas normalizadas en condiciones específicas de temperatura y humedad. Se aplica solamente a una barra soportada libremente y cargada en el punto medio de la separación entre apoyos (ensayo de carga en 3 puntos).

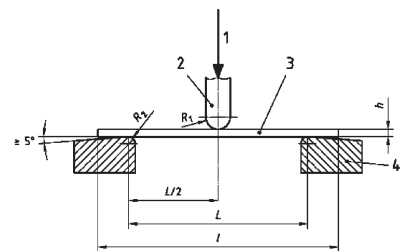


Fig. 3.2 - Esquema del ensayo

Punto 3

- ◆ O sea, los valores que da la norma DIN 16961-2 son resultados de **ensayos de laboratorio**, no de una tubería instalada y además con probetas sacadas de tubos de pared compacta.
- ◆ Otros informes realizados por algún competidor, los utiliza como valores de tubería enterrada, para definir su comportamiento, sin tener en cuenta que en un tubo enterrado no hay fluencia libre y por tanto, hay que considerar el empuje pasivo lateral del terreno.

Tabla 3.1 - Comparativo de los Módulos de Fluencia (MPa) con el tiempo según DIN 16961-2

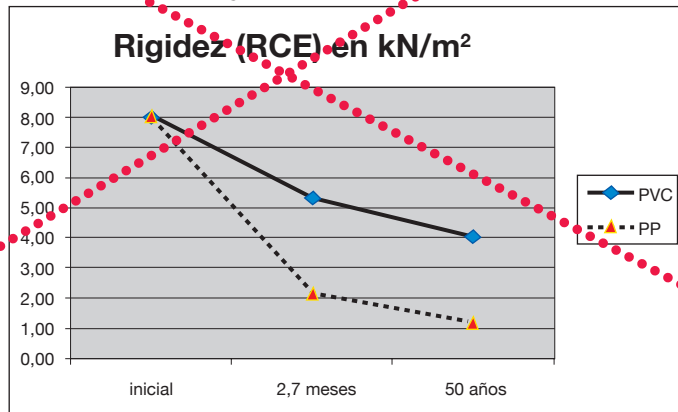
|            | 1 min           | 24 h                                | 2.000 h                                | 50 años                              |
|------------|-----------------|-------------------------------------|--|--------------------------------------|
| <b>PVC</b> | $E_{ck} = 3600$ | $E_{c24} = 3000$<br>(3600:3000=1.2) | $E_{c2000} = 2300$<br>(3600:2300=1.57) | $E_{c50} = 1750$<br>(3600:1750=2.06) |
| <b>PP</b>  | $E_{ck} = 800$  | $E_{c24} = 360$<br>(800:360=2.22)   | $E_{c2000} = 210$<br>(800:210=3.81)    | $E_{c50} = 120$<br>(800:120=6.66)    |

Dividiendo el valor del módulo inicial por el hallado en el ensayo nos da un coeficiente (tabla 3.1) que utiliza nuestra competencia para dividir la rigidez inicial en los tiempos de ensayo (tabla 3.2).

Tabla 3.2 - Variación de la Rigidez según algún competidor

|            | 1 min | 24 h | 2.000 h<br>(27 meses) | 50 años               |
|------------|-------|------|-----------------------|-----------------------|
| <b>PVC</b> | 8,00  |      | 5,33<br>(8:1.57=5.10) | 4,00<br>(8:2.06=3.88) |
| <b>PP</b>  | 8,00  |      | 2,11<br>(8:3.81=2.10) | 1,20<br>(8:6.66=1.20) |

Fig. 3.3 - Gráfico incorrecto



Como podemos observar, algún competidor ha utilizado el enfoque erróneo ya indicado en la ISO 9967 [26], por eso lo hemos tachado. En realidad es todo lo contrario de lo que dice, la Rigidez Anular **augmenta con el tiempo** y lo vamos a demostrar.

ISO 9967:2007 - 18 - AENOR

Una indicación de la deformación a largo plazo (teórica) bajo una carga constante fue calculada antiguamente empleando la rigidez tangencial específica final del tubo (STES) teniendo en cuenta el comportamiento de los materiales alrededor de los tubos. La STES fue la rigidez a largo plazo, obtenida por la sustitución de los módulos de elasticidad del material [ecuación (A.2)], el módulo de fluencia [módulo aparente], es decir, el módulo inicial del material se divide por el coeficiente de fluencia,  $\gamma$  es decir:

$$[STES] = \frac{S}{\gamma} \tag{A.3}$$

Este enfoque puede dar lugar a la interpretación de que el módulo de elasticidad se reducirá con el tiempo, causando confusión y una opinión negativa de la sostenibilidad de los plásticos para los tubos enterrados.

Para evitar la confusión, el método preferido para el cálculo es utilizar el coeficiente de fluencia,  $\gamma$  calculado empleando la ecuación (A.4):

$$\gamma = \frac{Y_2 \left( 0,0186 + 0,025 \frac{Y_0}{d_i} \right)}{Y_0 \left( 0,0186 + 0,025 \frac{Y_2}{d_i} \right)} \tag{A.4}$$

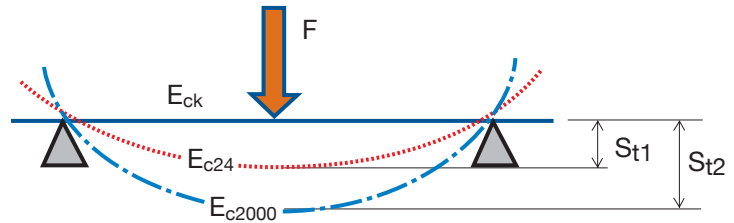
Fig. 3.4 - Extracto de UNE-EN ISO 9967

El principio de la norma UNE-EN ISO 899-2 con la que se hacen los ensayos para determinar los Módulos de Fluencia indicados en la Tabla 3.1, consiste en utilizar una probeta sacada de una tubería de pared compacta para hacer un ensayo de flexión, con carga constante y se van tomando los valores de deformación a intervalos de tiempo.

Se calcula el Módulo de Fluencia en flexión ( $E_t$ ) expresado en MPa en cada uno de los tiempos de medición elegidos, utilizando la siguiente ecuación:

$$E_t = \frac{L^3 \cdot F}{4b \cdot h^3 \cdot s_t}$$

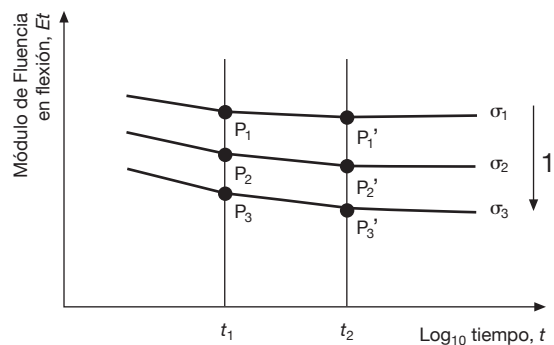
siendo:



- L = Distancia entre los soportes de la probeta (mm)
- F = Fuerza aplicada (N)
- b = Anchura de la probeta (mm)
- h = Espesor, altura, de la probeta (mm)
- $s_t$  = Flecha en cada tiempo t (mm)

Fig. 3.5 - Determinación Módulo de Fluencia

De acuerdo con la fórmula anterior,  $E_t$  es directamente proporcional a la fuerza que se aplica, que es constante, e inversamente proporcional al desplazamiento  $s_t$ . Con lo que el  $E_{ck}$  a un minuto es mayor que el  $E_{c24}$  a 24 h ya que se ha producido un desplazamiento  $S_{t1}$  durante este tiempo de ensayo y éste a su vez es mayor que el  $E_{c2000}$  pues en 2000 h a carga constante el desplazamiento  $S_{t2}$  ha sido mayor que en 24 h, como se puede apreciar en la fig. 3.5.

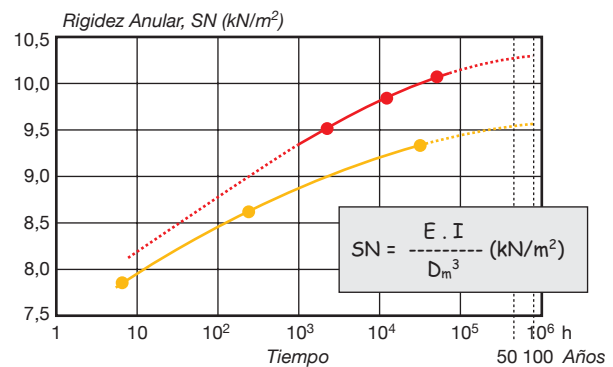


Es decir, a medida que aumentamos el tiempo de ensayo, como la F es constante y el desplazamiento va aumentando, el módulo  $E_{ck}$  va siendo cada vez menor.

Fig. 3.6 - Curvas de Módulo de Fluencia / tiempo

Pero eso no significa que el Módulo de Fluencia ( $E_c$ ) se vaya reduciendo con el paso del tiempo **cuando se trata de un tubo enterrado que forma parte de un sistema en equilibrio tubo-suelo.**

Un estudio efectuado en Australia sobre tuberías termoplásticas con 11, 16 y 25 años de funcionamiento determinó que el envejecimiento físico origina reducción del volumen libre entre cadenas, como consecuencia de la consolidación de la estructura molecular y es acompañado por el aumento de resistencia y del módulo. *“Como consecuencia del envejecimiento físico de los tubos desenterrados, los tubos tienen más rigidez que cuando fueron originalmente extruidos”*[8].



Si la Rigidez aumenta, el Módulo de Elasticidad E también aumenta, para que se cumpla la fórmula de la fig. 3.7.

Fig. 3.7 - Aumento de la Rigidez Anular

Punto 4

- ◆ **“Un efecto general del envejecimiento físico de los materiales poliméricos es que su Módulo E a Corto Plazo aumenta a lo largo del tiempo y por tanto la Rigidez” (Prof. Lars-Eric Janson) [4] .**
- ◆ Utilizar la bajada del valor del Módulo de Elasticidad a lo largo del tiempo para justificar una caída de la Rigidez Anular de los tubos enterrados es confundir tuberías de presión con tuberías sin presión. Es confundir ensayos de laboratorio con comportamiento real, puesto que **“TUBO-SUELO NO ES TUBO SOLO”**.

Una investigación llevada a cabo por PLOMYPLAS ha comprobado que la Rigidez Anular (SN) en un tubo sin instalar aumenta con el tiempo, confirmado con el informe del laboratorio CEIS LMP-0001/2010 [29] la Rigidez Anular (SN) a 2.5 años.

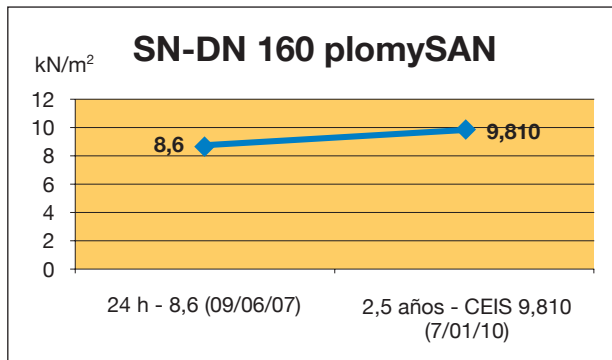


Fig. 3.8 - Tubo fabricado el 09.06.07 y ensayado por CEIS el 7/01/10

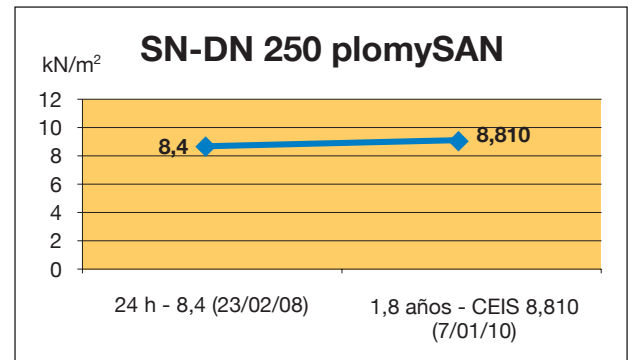


Fig. 3.9 - Tubo fabricado el 23.02.08 y ensayado por CEIS el 7/01/10

Veamos los resultados de un tubo plomySAN de PP de DN 315 fabricado el 15/03/08 y analicemos la variación de la Rigidez en función del tiempo, comprobando que aumenta, lo mismo que los tubos de DN 400 y DN 1000, representados aquí y que, por otro lado, se cumple para todos los diámetros.

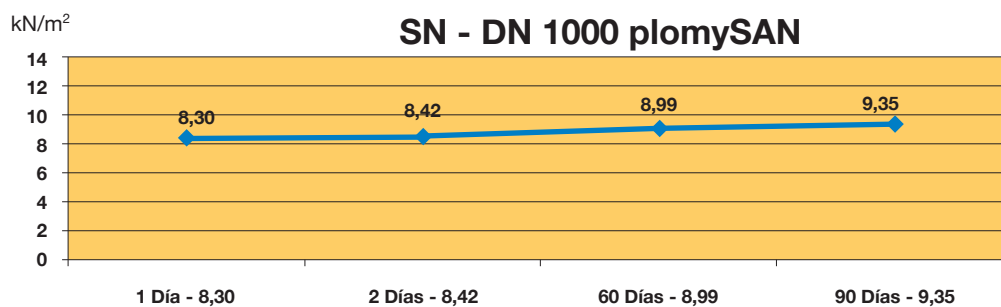
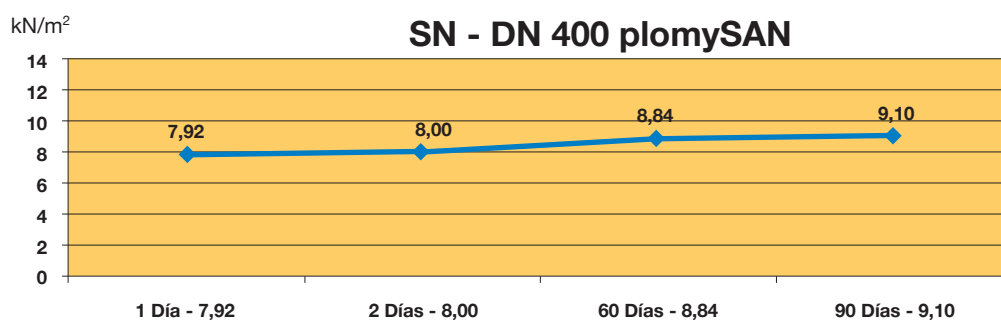
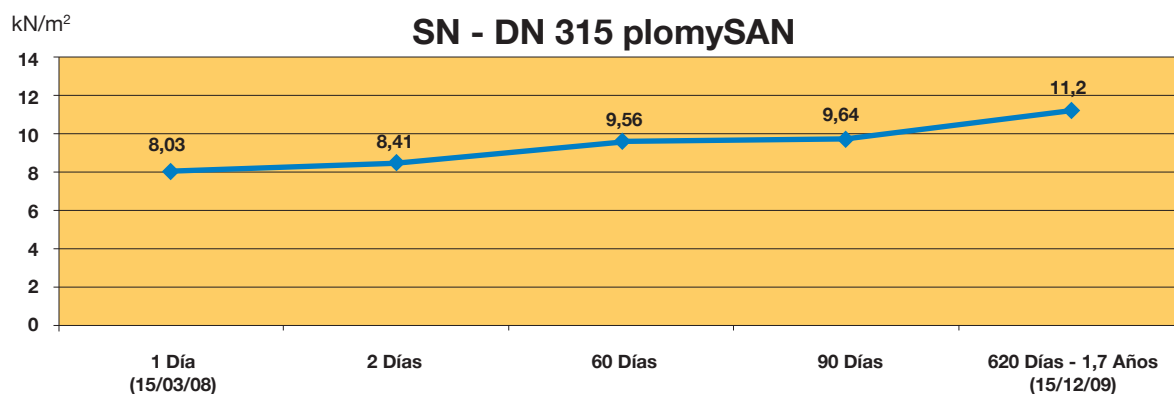


Fig. 3.10 - Aumento de la Rigidez Anular con el tiempo

## 3.3 Fluencia y Relajación

De acuerdo con la ley de Hooke, para un sólido elástico ideal, las deformaciones son proporcionales a las tensiones pero, dado el carácter viscoelástico de los plásticos, su comportamiento no cumple con dicha ley y sus características dependen del tiempo, lo que ha generado cierta confusión acerca de su comportamiento a lo largo del tiempo dentro de una instalación.

Los materiales viscoelásticos [4] tienen dos tipos de comportamiento dependientes del tiempo:

- ◆ Fluencia
- ◆ Relajación

La **Fluencia** es el aumento de las deformaciones bajo una tensión constante permanente en el tiempo, que es lo que causa la deflexión de las tuberías plásticas hasta que el sistema tubo-suelo se estabiliza (fig. 3.12).

La **Relajación** es la disminución de las tensiones sobre la tubería cuando la deformación se mantiene constante, lo que sucede en las tuberías enterradas una vez que el sistema tubo-suelo alcanzó el equilibrio (fig. 3.13).

El envejecimiento físico se produce cuando un polímero se enfría desde una temperatura elevada en la que la movilidad molecular es alta, hasta una temperatura más baja en la que los tiempos de relajación de los movimientos moleculares son largos, en comparación con el tiempo de almacenamiento a esta temperatura.

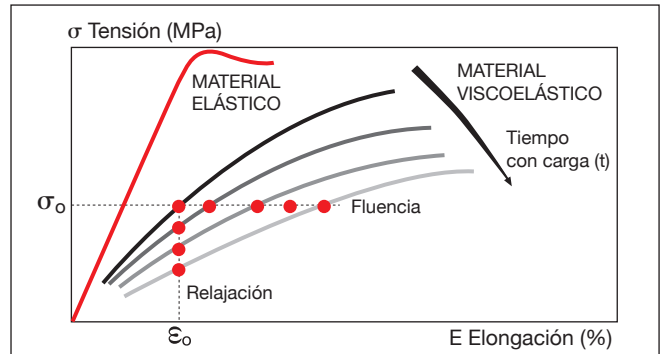


Fig. 3.11 - Materiales elásticos y viscoelásticos

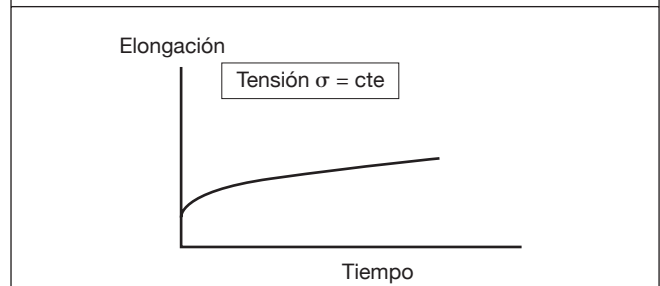


Fig. 3.12 - Relación entre las elongaciones y los tiempos. (FLUENCIA)

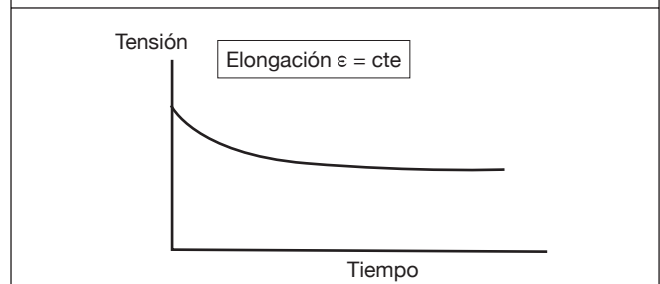
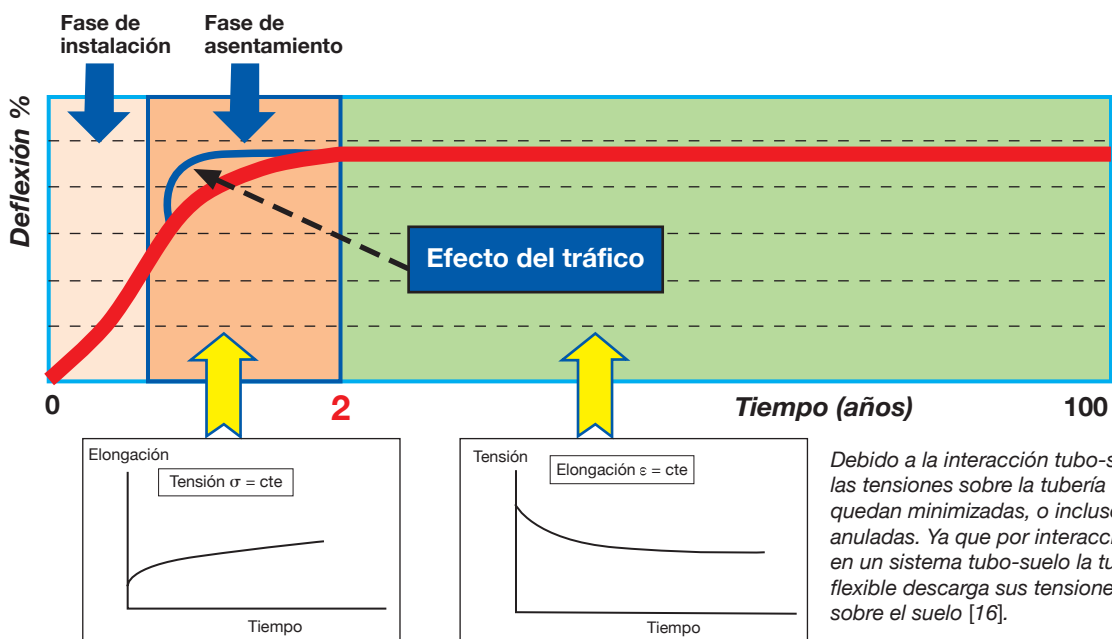


Fig. 3.13 - Disminución de la tensión con el tiempo (RELAJACIÓN)



Debido a la interacción tubo-suelo las tensiones sobre la tubería quedan minimizadas, o incluso anuladas. Ya que por interacción, en un sistema tubo-suelo la tubería flexible descarga sus tensiones sobre el suelo [16].

Fig. 3.14 - Efecto de la fluencia, la relajación y las cargas sobre la deflexión

La norma UNE-EN-ISO 9967 indica en su introducción:

Punto 5

**“La experiencia muestra que, cuando un tubo está instalado en el suelo de acuerdo a un código de puesta en obra apropiado, el aumento de la deformación se detiene después de un corto periodo de tiempo. Este periodo que depende del suelo y de las condiciones de puesta en obra puede variar pero no excede de 2 años”.**

El estudio de TEPPFA (The European Plastics Pipe and Fitting Association) de 1997 [30] ha demostrado que al cabo de un tiempo de aproximadamente 1,5 a 2 años, la interacción tubo-suelo se ha equilibrado y ya no aumenta más la deflexión de los tubos. El conjunto que absorbe las cargas en el caso de tubos flexibles son el tubo y el suelo que tiene a su alrededor. Uno de los preconceptos equivocados más comunes de los tubos plásticos, debido a sus características viscoelásticas es que pierden resistencia con el tiempo.

En los ensayos de laboratorio de tracción o compresión de un tubo plástico, la curva de tensiones/deformaciones resultante, presenta un Módulo de Elasticidad inicial alto que casi inmediatamente comienza a decrecer con el tiempo de mantenimiento de la carga y parecería que el tubo necesitaría cada vez menores esfuerzos para mantener el mismo nivel de deformación. Esto, si el material se comportara de acuerdo a los principios estáticos, podría describirse como que estaría perdiendo resistencia. Sin embargo, al tratarse de un material viscoelástico, esta conclusión es incorrecta ya que puede demostrarse que los materiales plásticos siempre conservan sus propiedades de corto plazo y reaccionan de acuerdo a éstas tan pronto como se aplique una carga adicional [19].

En un estudio realizado por la Universidad de Massachusetts [10], [16], [18], muestras de tubería corrugada desenterradas fueron colocadas en un banco de ensayos que permitía la medición tanto de las tensiones como de las deflexiones ante intervalos repetidos de carga, durante un tiempo relativamente largo. A continuación se aplicó una fuerza a la tubería para crear un nivel inicial de deflexión, a la cual la tubería reaccionó según lo previsto, con su Módulo E de Corto Plazo. Con el tubo todavía deformado, el nivel de tensión se fue incrementando, a lo que el tubo nuevamente respondió con su módulo inicial. Se aplicaron varios incrementos de carga y el tubo siempre respondió de la misma manera. Por lo tanto, se comprobó que el Módulo E con el que responde el material ante cada nueva carga, independientemente del periodo de tiempo transcurrido desde que se aplicó la primera carga, se mantiene casi constante siendo el valor el de corto plazo.

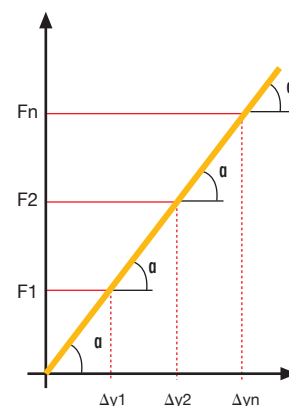


Fig. 3.15 - Módulo de Corto Plazo

Después de la determinación del Coeficiente de Fluencia en nuestros laboratorios de PLOMYPLAS, se han utilizado las mismas probetas para determinar la Rigidez Anular:

$$[SN = f (F / \Delta y)]$$

y también aquí se comprueba que la tubería reacciona siempre con su módulo de corto plazo a todas las cargas incrementadas repetidas utilizadas para realizar el ensayo.

Por este motivo, en las fórmulas de rigidez anular de las tuberías se toma el Módulo E de corto plazo [3], ya que está comprobado que la deflexión final de las tuberías flexibles puede ser evaluada como la suma de pequeños impulsos de carga de corto plazo, en cada uno de los cuales el tubo responde con su módulo inicial y se deforma hasta lograr el equilibrio tubo-suelo, descargando la carga sobre el suelo de relleno.

Por otro lado, aún cuando ocurriera una “disminución” en la rigidez anular de la tubería plástica (por ejemplo, porque la misma no pudo aliviar la carga sobre las paredes laterales del relleno de la zanja, puede demostrarse fácilmente con la fórmula de Spangler [15] que esta disminución de la rigidez no puede explicar el incremento en la deflexión del orden de un 2% que suele observarse en las mediciones de campo durante los primeros 3 años después de la instalación de la tubería (fig. 3.14), la cual es ocasionada principalmente por la disminución de la rigidez del suelo en el tiempo (disminución de  $E_s$ ), que es el factor determinante. Esto último se comprobó en muchas investigaciones de campo, entre las que se encuentra la ya mencionada de TEPPFA.

En dicho estudio [30] se ensayaron 2 tuberías de PVC y 2 tuberías de acero de la misma rigidez anular, instaladas con y sin compactación del relleno, verificándose que ambos sistemas de tuberías tuvieron deflexiones similares a largo plazo, con lo que las tuberías plásticas no mostraron, ni aún en el caso de la instalación sin compactar, ningún efecto especial que aumentara las deformaciones.

Por todo lo dicho queda demostrado que la idea de que las tuberías plásticas instaladas en zanja, por su particular comportamiento a largo plazo, pierden resistencia con el tiempo, dando lugar a mayores deformaciones, es incorrecta.

De hecho, este comportamiento de largo plazo de los materiales viscoelásticos presenta algunas ventajas, ya que, por ejemplo, la relajación de tensiones que se produce en estos materiales previene que los niveles de tensión lleguen a valores altos y, por lo tanto, juega un papel muy beneficioso en el comportamiento de las tuberías plásticas enterradas por lo que puede considerarse como un coeficiente de seguridad adicional en el cálculo.

En resumen, podemos indicar lo siguiente:

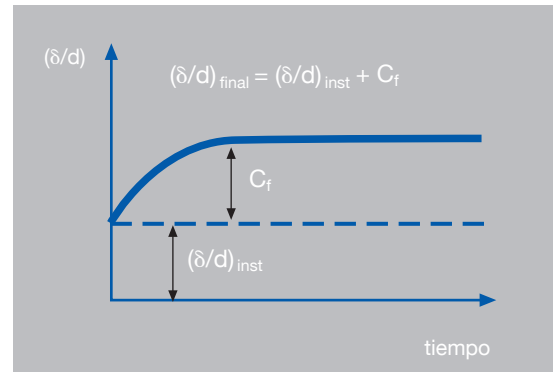


Fig. 3.16 - Deflexión adicional en el tiempo

## Punto 6

- ◆ No es correcto analizar el comportamiento de un **material viscoelástico** como si fuera un elástico y menos, en el caso de los tubos plásticos enterrados que forman parte de una estructura tubo-suelo que interacciona.
- ◆ El material viscoelástico **siempre reacciona** de acuerdo con su Módulo de Elasticidad E de corto plazo, independiente del periodo de tiempo que haya pasado desde que se puso la primera carga. O sea las tuberías plásticas en un sistema integrado tubo-suelo conservan siempre sus propiedades de corto plazo y reaccionan de acuerdo con éstas tan pronto como se aplique una carga adicional.
- ◆ Entonces, la consecuencia del envejecimiento físico de los polímeros es que su Módulo de Elasticidad de corto plazo **no se reduce** después de largo tiempo bajo una carga. Por el contrario, de hecho aumenta [4].
- ◆ Como la Rigidez Anular es una función lineal del Módulo de Elasticidad E, significa que después de trabajar el tubo durante mucho tiempo, el tubo **no pierde** Rigidez, al contrario, aumenta con el tiempo y es típico de los materiales viscoelásticos como el PP.  
En los materiales viscoelásticos, el aumento de la rigidez anular SN se debe, en el caso del PVC-U, al envejecimiento físico que se produce debido a que su temperatura Tg (VICAT) es superior a la temperatura ambiente y en el caso del PP, al aumento de la cristalinidad por el efecto de templado que se produce debido a que su Tg es inferior a la temperatura ambiente.
- ◆ Los tubos fabricados con materiales de menor módulo de elasticidad tienen la ventaja de mayor resistencia al impacto y mayor flexibilidad.
- ◆ **Con el diseño y el proceso de fabricación del tubo se obtiene la rigidez anular adecuada, independientemente del valor del Módulo de Elasticidad del material.**



En la Fig. 3.17 están indicados los parámetros que intervienen en una instalación y su influencia sobre la deflexión de los tubos [30]. Se observa que lo más importante son las condiciones de la instalación, (el 80%) y por tanto es imprescindible seguir los procedimientos y códigos de buena práctica de instalación de tuberías. Para instalaciones de saneamiento sin presión aconsejamos seguir lo indicado en las normas UNE-ENV 1046, UNE-EN 1610 y en nuestro Manual Técnico plomySAN.

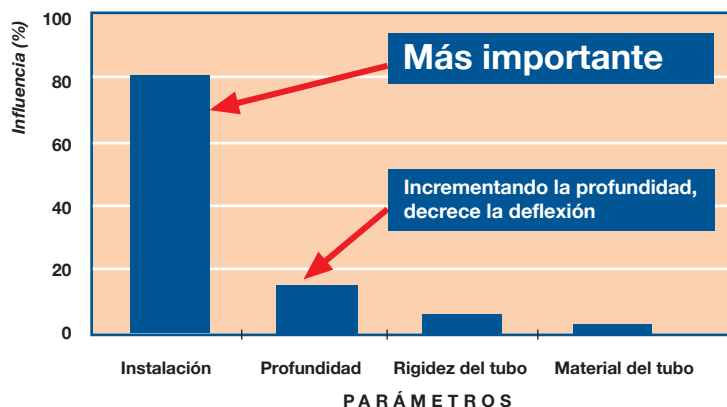


Fig. 3.17 - Influencia de los parámetros en la deflexión [30]

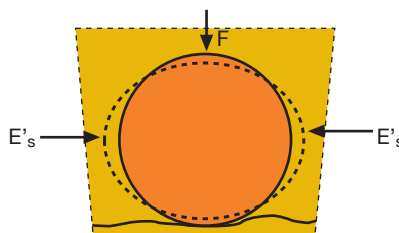
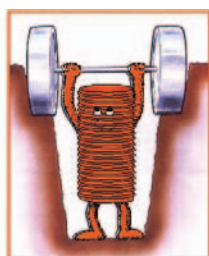
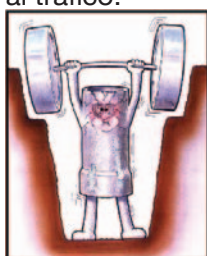
Por tanto,

## Punto 7

- ◆ La rigidez del tubo adquiere su **mayor importancia durante el período de instalación y compactación**, donde pueden ocurrir ligeras desviaciones de los códigos de buena práctica de instalación. Una mayor rigidez asegura menores fallos en la instalación y proporciona una seguridad funcional respecto a una mayor vida útil [30].
- ◆ El Pliego del MOPU de 1986 [3] exige una Rigidez Anular a **CORTO PLAZO** de 4 kN/m<sup>2</sup> y los tubos plomySAN tienen una Rigidez Anular de SN 8 kN/m<sup>2</sup>, es decir el doble. Actualmente existen en el mercado tubos de SN 2, SN4 y SN 8 kN/m<sup>2</sup>, que se están utilizando en función del tipo de instalación y de las cargas a las que está sometida, debiendo realizarse para su instalación, un cálculo mecánico justificativo según la norma UNE 53331.
- ◆ En ninguna norma ni documento se exige un valor de la Rigidez Anular a largo plazo. Esto es debido a que, como ya ha quedado demostrado, la experiencia nos indica que, cuando un tubo está instalado en el suelo de acuerdo a un código de puesta en obra apropiado, el aumento de la deformación se detiene después de un corto periodo de tiempo. Este periodo que depende del suelo y de las condiciones de puesta en obra puede variar pero no excede de 2 años ya que el tubo no actúa solo, sino que forma parte de un sistema en equilibrio tubo-suelo.

## 3.4 Deflexión

La flexibilidad es la ventaja excepcional de los tubos plásticos enterrados. Los tubos de plástico son flexibles y aunque soportan por sí mismos cierta carga exterior, su **comportamiento real** se deriva de que al producirse una deformación, entra en acción el empuje pasivo lateral del terreno ( $E'_s$ ) que los rodea, contribuyendo a soportar tanto las cargas fijas del material de relleno como las móviles debidas al tráfico.



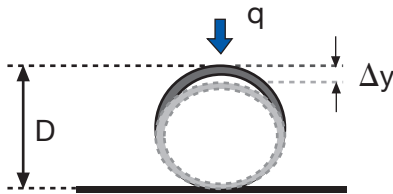
Todos los tubos plásticos se deforman cuando se entierran.

Una pequeña deformación es necesaria para que entre en acción el empuje pasivo lateral del terreno.

Fig. 3.18 - Comportamiento flexible

La estabilidad estructural de una tubería enterrada termoplástica corrugada sin presión, sujeta a cargas de suelo y de tráfico, es garantizada por su Rigidez Anular (SN) que combinada con la rigidez del suelo de relleno y su nivel de compactación le permite resistir al colapso y limitar su deformación diametral, deflexión ( $\Delta y$ ), a un valor que no origine fugas ni interrumpa el paso del agua.

De acuerdo con la ecuación de Spangler la Deflexión en % ( $\Delta y/D$ ) es directamente proporcional a la carga ( $q$ ) e inversamente proporcional a la rigidez resultante del sistema tubo-suelo [15].



$$\Delta y/D = c \cdot q / (a \cdot E'_s + b \cdot SN)$$

siendo:

- $q$  - Carga originada por el suelo y el tráfico
- $E'_s$  - Módulo del suelo
- SN - Rigidez Nominal del tubo
- $a, b, c$  - Coeficientes [4], [5].

La rigidez del suelo es función del tipo de relleno y su grado de compactación (Proctor Normal). Mejor compactación supone mayor densidad y por lo tanto mayor rigidez del suelo.

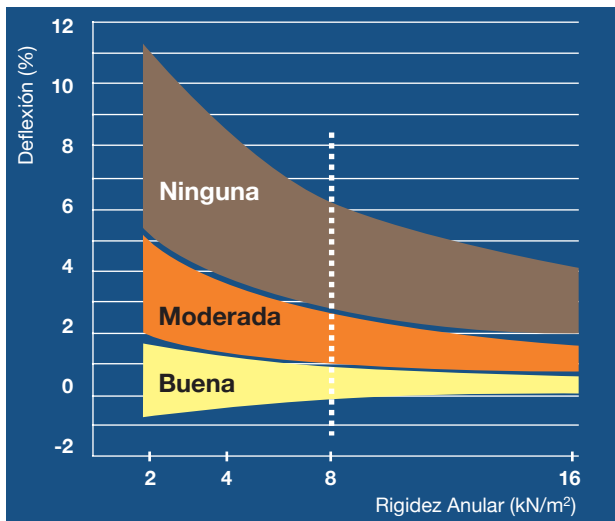


Fig. 3.19 - Deflexión según compactación y rigidez

El grado de compactación (o sea la calidad de la instalación) es determinante en la definición del valor de la deflexión. Estudios realizados en Holanda, Suecia y Alemania, con patrocinio de TEPPFA/APME [20] en instalaciones reales, durante 7 años, demuestran que, p.ej. una tubería SN 8 puede presentar deflexiones máximas de 0,8-2,2 ó 6% conforme se encuentre en un entorno de compactación:

- ◆ Buena (Proctor Normal-PN > 94%),
- ◆ Moderada (>87%).
- ◆ Ninguna.

La deflexión media inmediatamente después de la instalación está representada por el borde inferior de cada área y el valor máximo por el borde superior.

### ⇒ “Buena” compactación.

El material envolvente de tipo granular se coloca con cuidado en la zona de riñones y se compacta, a continuación se sigue colocando material de relleno en capas de un máximo de 30 cm compactándose cuidadosamente cada una de ellas. El tubo debería cubrirse con una capa de al menos 15 cm. La zanja se llena con más material de relleno de cualquier tipo y se compacta. Los valores típicos de la densidad Proctor Normal (PN) son superiores al 94%.

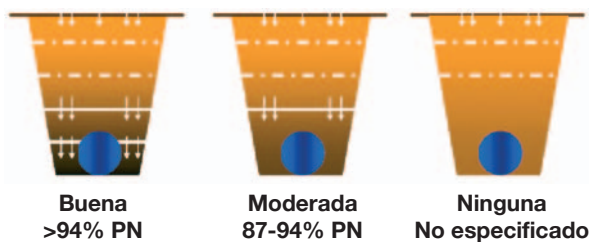


Fig. 3.20 - Tipos de compactación

### ⇒ “Moderada” compactación

El material envolvente se coloca en capas de un máximo de 50 cm compactándose cuidadosamente cada una de ellas. El tubo debería cubrirse con una capa de al menos 15 cm. La zanja se llena con más material de relleno de cualquier tipo y se compacta. Los valores típicos de densidad Proctor Normal están comprendidos entre el 87% y el 94%.

Al contrario de algunas opiniones que parten del principio de que las instalaciones no se controlan, que su calidad por definición es mala, reafirmamos nuestra responsabilidad en la divulgación y defensa de las buenas prácticas que garantizan rellenos y niveles de compactación adecuados. Así consideramos que una instalación debe asegurar una densidad de compactación Proctor Normal por encima de 87%, lo que supone una compactación moderada-buena y utilización de materiales de relleno no cohesivos como gravas o arenas sueltas.

Siendo la zanja el elemento fundamental de una buena instalación, indicamos a continuación una zanja tipo para tuberías termoplásticas corrugadas para saneamiento sin presión de PP.

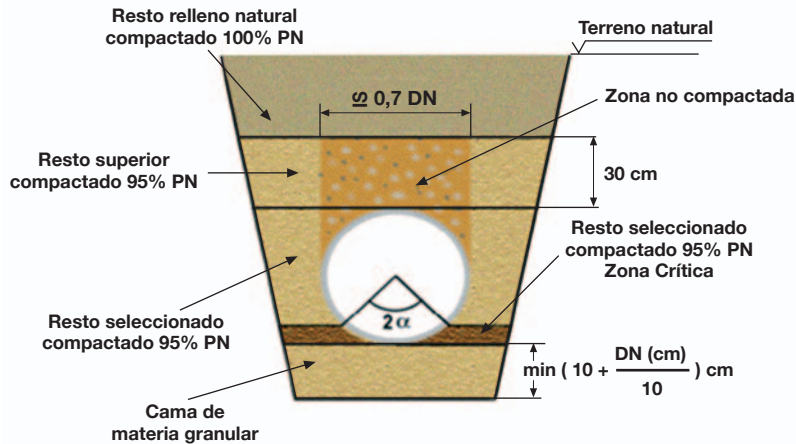


Fig. 3.21 - Zanja tipo

### 3.4.1 Influencia del tubo en la deflexión

Ejemplo de cálculo para una tubería enterrada plomySAN de PP con Rigidez Anular SN 8 kN/m<sup>2</sup>, con una altura de relleno de H = 6 m y una compactación del 90% Proctor Normal.

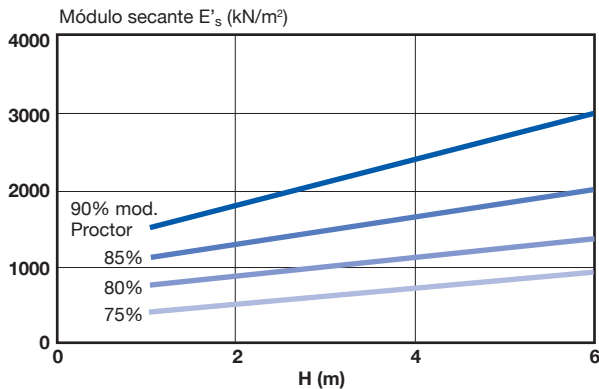


Fig. 3.22 - Módulo secante para los suelos granulares respecto a la altura de relleno H [4]

De acuerdo con la fig. 3.22, y con la referencia [4], tenemos:

- E'<sub>s</sub> = 3000 kN/m<sup>2</sup>
- a = 0.122 [5]
- b = 16
- c = 0.083

Utilizando la fórmula de Spangler:

$$\Delta y/D = c \cdot q / (a \cdot E'_s + b \cdot SN)$$

$$\Delta y/D = \frac{c \cdot q}{a \cdot E'_s + b \cdot SN} = \frac{0,083 \cdot q}{0,122 \times 3000 + 16 \times 8}$$

Analizando el denominador (rigidez suelo-tubo):

$$(0,122 \times 3000) + (16 \times 8) = 366 + 128 = 494 \text{ kN/m}^2$$

**SUELO:** 366/494 x 100 = **74%**

**TUBO:** 128/494 x 100 = **26%**

Queda clara la diferencia entre la rigidez del tubo y la rigidez del sistema tubo-suelo y también que es la calidad de la instalación y no la rigidez del tubo quien controla la deflexión, y así podemos afirmar:

#### Punto 8

- ◆ Una tubería enterrada no es un tubo sólo, sino que forma parte de un sistema integrado tubo-suelo.
- ◆ La calidad de la instalación y no la rigidez del tubo es quien controla la deflexión.
- ◆ La rigidez del suelo es mucho mayor que la rigidez del tubo. Es el terreno el que determina la rigidez del tubo-suelo.

## 4. Gama de tubos corrugados plomySAN de PP doble pared SN 8 kN/m<sup>2</sup> con embocadura integrada según UNE-EN 13476

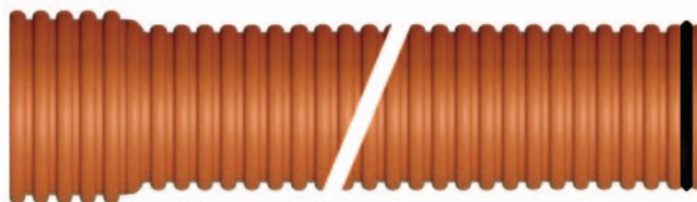


Tabla 4.1 - Gama tuberías plomySAN

| DN / Dext                | 125 | 160   | 200   | 250   | 315   | 400   | 500   | 630   | 800   | 1000  |
|--------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Dext (mm)                | 125 | 160   | 200   | 250   | 315   | 400   | 500   | 630   | 800   | 1000  |
| Dint (mm)                | 105 | 139.6 | 174.0 | 218.8 | 273.0 | 348.2 | 433.4 | 545.2 | 692.8 | 867.8 |
| Longitud total tubos (m) | 6   | 6     | 6     | 6     | 6     | 6     | 6     | 6     | 6     | 6     |
| N.º tubos / palet        | 43  | 33    | 20    | 12    | 8     | 5     | 5     | 3     | 2     | 2     |
| Metros totales palet     | 258 | 198   | 120   | 72    | 48    | 30    | 30    | 18    | 12    | 12    |

### 4.1. Comparación dimensiones tubos PP y PVC-U según UNE-EN 13476.

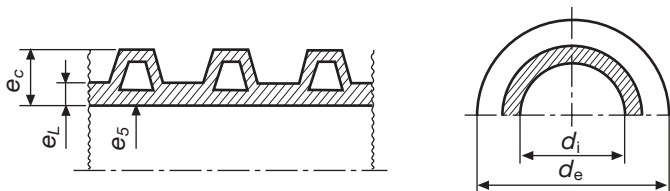


Tabla 4.2 - Dimensiones según UNE-EN 13476

| Valores exigidos por UNE-EN 13476 |                      |             |                         | Tubos PVC-U corrugados doble capa |                | plomySAN di    |
|-----------------------------------|----------------------|-------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|
| DN/OD PP                          | d <sub>imin</sub> PP | DN/ID PVC-U | d <sub>imin</sub> PVC-U | d <sub>e</sub>                    | d <sub>i</sub> | d <sub>i</sub> |
| 125                               | 105                  |             |                         | 125                               | 107            | 105            |
| 160                               | 134                  |             |                         | 160                               | 145            | 139.6          |
| 200                               | 167                  |             |                         | 200                               | 181            | 174.0          |
| 250                               | 209                  |             |                         | 250                               | 226            | 218.8          |
| 315                               | 263                  |             |                         | 315                               | 285            | 273.0          |
| 400                               | 335                  |             |                         | 400                               | 362            | 348.2          |
| 500                               | 418                  | ---         | ---                     | ---                               | ---            | 433.4          |
| 630                               | 527                  | 500         | 490                     | 539                               | 485            | 542.2          |
| 800                               | 669                  | 600         | 588                     | 649                               | 590            | 692.8          |
| 1000                              | 837                  | 800         | 680                     | 855                               | 775            | 867.8          |
|                                   |                      | 1000        | 864                     | 1072                              | 970            |                |

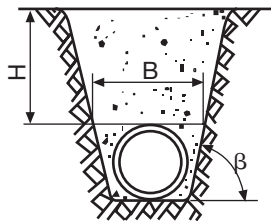
DN/OD = Serie Diámetro Nominal Diámetro Exterior.

DN/ID = Serie Diámetro Nominal Diámetro Interior

De la tabla 4.2 deducimos lo siguiente:

## Punto 9

- ◆ Hay 2 series de tubos, la que el DN es el diámetro exterior (DN/OD) y la que el DN es el interior (DN/ID) y que coincide aproximadamente con el interior de los tubos de hormigón.
- ◆ La filosofía de las tuberías plásticas es fijar como DN el diámetro exterior para tener un solo tipo de accesorio y que valga para todos los tubos. En caso contrario, quizá el cliente sea cautivo del fabricante que produce la serie DN/ID.
- ◆ La serie DN/ID nos lleva a tener diámetros exteriores “raros” y como se ve mayores que los de la serie DN/OD por lo que necesitarán mayor anchura de zanja con su coste correspondiente.
- ◆ De acuerdo con la fórmula de rigidez anular, un tubo que tenga mayor Módulo de Elasticidad (E) a igualdad de rigidez anular (SN) necesita menor Momento de Inercia (I), es decir menor altura de construcción  $e_c$ , lo que permite que los tubos de PVC-U tengan un diámetro interior un poco mayor.
- ◆ Cuando se calcula un colector de saneamiento hay que poner el nivel de llenado del tubo (%) previsto y que suele estar entre el 50% y el 80%, siendo posible aumentar unos puntos más para obtener el mismo caudal en la serie DN/OD que en la serie DN/ID.



## 4.2 Guía del CEDEX

El PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA TUBERÍAS DE SANEAMIENTO DE POBLACIONES [3] aprobado el 15 de Septiembre de 1986 no está actualizado, ya que no refleja la situación real en cuanto a los materiales que se están utilizando últimamente.

El CEDEX editó en Junio 2007 la Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano, en donde, evidentemente, están incluidos, entre otros, los tubos corrugados de PP.



## 5. Situación del mercado europeo



### 5.1 Tubos corrugados de PP

Hemos analizado el informe de AMI (*Applied Market Information Ltd*) [31] sobre los 50 mayores fabricantes de tubos plásticos de Europa, llegando a la conclusión de que la mayoría de ellos utilizan PP en tubos corrugados para saneamiento sin presión, según se observa en las tablas siguientes:

| Tubo  | Fabricante y Marca   | Web / País   |
|---|--|--|
|    | BAUERNdeind<br>- PP Mega pipe<br>- PP Mega drain           | <a href="http://www.bauernfeind.co.at">http://www.bauernfeind.co.at</a><br>Austria |
|    | DROSSBACH<br>- Gigapipe                                    | <a href="http://www.drossbach.de/">http://www.drossbach.de/</a><br>Alemania        |
|    | FERSIL<br>- Duralight                                      | <a href="http://www.fersil.pt">http://www.fersil.pt</a><br>Portugal                |
|   | FRANK<br>- PROFIX (PP)<br>- PKS (PE y PP)                  | <a href="http://www.frank-gmbh.de/">http://www.frank-gmbh.de/</a><br>Alemania      |
|  | Fraenkische<br>- Robukan SMR                               | <a href="http://www.fraenkische.com">http://www.fraenkische.com</a><br>Alemania    |
|  | HAKAN<br>- Duramax   | <a href="http://www.hakan.com.tr">http://www.hakan.com.tr</a><br>Turquía           |
|  | HEPLAST PIPE<br>- Gigapipe                                 | <a href="http://www.heplast-pipe.hr">http://www.heplast-pipe.hr</a><br>Croacia     |
|  | MAINCOR<br>- Ultra Rib 2 (nervado)<br>- U-Plus (corrugado) | <a href="http://www.maincor.de">http://www.maincor.de</a><br>Alemania              |
|  | Kaczmarek<br>- PP K2 KAN                                   | <a href="http://www.kaczmarek2.pl">http://www.kaczmarek2.pl</a><br>Polonia         |
|  | PIPELIFE<br>- Pragma                                       | <a href="http://www.pipelife.com">http://www.pipelife.com</a><br>Polonia           |

|   |  |  |
|---|--|--|
|    | PLOMYPLAS<br>- plomySAN  | <a href="http://www.plomyplas.com">http://www.plomyplas.com</a><br>España y Portugal               |
|    | POLIECO<br>- Ecopal SN 16 con PP-HM                                  | <a href="http://www.polieco.com">http://www.polieco.com</a><br>Italia                              |
|    | POLYPIPE<br>- Rgisewer   | <a href="http://www.polypipe.com">http://www.polypipe.com</a><br>UK                                |
|    | RURGAZ<br>- MULTIKan   | <a href="http://www.rurgaz.pl">http://www.rurgaz.pl</a><br>Polonia                                 |
|    | SIVAL<br>- Rugsan  | <a href="http://www.sival2.pt">http://www.sival2.pt</a><br>Portugal                                |
|   | STABILPLASTIC SPA<br>- Stabil Twin Eco Plus SN 8 y SN 16 con (PP-HM) | <a href="http://www.stabilplastic.it">http://www.stabilplastic.it</a><br>Italia                    |
|  | UPONOR<br>- Ultra Rib 2 (nervado)<br>- Uponal Plus (corrugado)       | <a href="http://www.uponor.com">http://www.uponor.com</a><br>Dinamarca, Suecia,<br>Finlandia, etc. |
|  | Wavin<br>- X-Stream  | <a href="http://www.wavinoverseas.com">http://www.wavinoverseas.com</a><br>Holanda                 |

## 5.2 Tubos corrugados de PVC

| Tubo  | Fabricante y Marca  | Web / País  |
|---|---|---|
|  | URALITA<br>- Sanecor<br>· SN 8 teja (160-1200)<br>· SN 4 gris (160-200-250-315-400) | <a href="http://www.uralita.com/">http://www.uralita.com/</a><br>España |
|  | TUYPER<br>- Sanepipe<br>· SN 8 (160-200-250-315-400)                                | <a href="http://www.tuyper.es">http://www.tuyper.es</a><br>España       |

Sí pero, ¿hay alguien más?



## [Referencias]:

1. Norma UNE-EN 13476. Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de pared estructurada de poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U, polipropileno (PP) y polietileno (PE).
2. Norma DIN 16961-2. Thermoplastic pipes and fittings with profiled outer and smooth inner surfaces - Part 2 Technical delivery conditions.
3. Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de saneamiento de poblaciones - MOPU 1986.
4. Plastic Pipes for Water Supply and Sewage Disposal – by Lars-Eric Janson- 4<sup>th</sup> Edition – 2003.
5. Design and Installation of Buried Plastic Pipes - by Lars-Eric Janson and Jan Molin-1991.
6. Life expectancy for plastic pipes- Plastic Industry Pipe Association of Australia.
7. Resistance to ring bending-pipe stiffness (PS), ring stiffness constant (RSC) and flexibility factor (FF) for Buried Gravity Flow Pipes-Plastic Pipes Institute 2005.
8. Predicting the residual life of PVC sewer pipes - by A. J. Whittle & J. Tennkoon.
9. The installation of buried flexible pipes - by Peter Nixey.
10. Analysis of the performance of a buried PEHD pipe, by Nayla Hashash & Ernest Selig, Universidad de Massachusetts -1990.
11. Stress relaxation characteristics of HDPE pipe soil system by Larry Petroff - 1990.
12. Stiffness of HDPE pipe in ring bending – by Timothy McGrath, Ernest Selig y Leonard Di Francesco – 1994.
13. Long-term behaviour of buried PVC sewer pipes by Lars-Eric Janson-1995.
14. The actual performance of buried plastics pipes in Europe over 25 years - by W. J. Elzink and J.Molin-1992.
15. The design of buried thermoplastic pipes - by Frans Alferrink.
16. The pipe-soil structure. Actions and Interactions – Lester Gabriel.
17. Characteristics of Corrugated HDPE pipe. Structural considerations – by Soleno.
18. Structural integrity of non-pressure corrugated PE pipe – PPI Plastic Pipe Institute (USA).
19. Comportamiento de tuberías flexibles instaladas en zanja – by KraH América Latina SA (Argentina).
20. Pipe Tech Review by TEPPFA – jun 2007.
21. Pipe Tech Review by TEPPFA – set 2007.
22. Durability Testing for 100 years lifetime for buried non-pressure plastic pipes by Gunnar Bergstrom & others.
23. PP piping systems for non-pressure sewerage applications by Christer Lind.
24. Structured wall plastic pipes systems – Special Report – British Plastics Federation
25. UNE-EN ISO 9969. Tubos de materiales termoplásticos. Determinación de la rigidez anular.
26. UNE-EN ISO 9967. Tubos de materiales plásticos. Determinación del coeficiente de fluencia.
27. UNE-EN ISO 899-2. Determinación del comportamiento en fluencia. Parte 2: Fluencia en flexión por el método de carga en 3 puntos.
28. UNE 53389 IN (ISO/TR 10358). Tubos y accesorios de materiales plásticos. Tabla de clasificación de la resistencia química.
29. Informe LMP-001/2010 del Laboratorio de Materiales Plásticos CEIS. Determinación de la Rigidez Anular.
30. Design of Buried Thermoplastics Pipes. Results of a European research project by APME & TEPPFA.
31. AMI. Plastic pipe extruders 3<sup>rd</sup> Edition. A review of Europe's 50 largest players.



**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

**CERTIFICADO AENOR DE PRODUCTO Nº 001 / 004548**  
AENOR PRODUCT CERTIFICATE Nº

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) certifica que el producto  
The Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR) certifies that the product

**TUBOS DE POLIPROPILENO, DE PARED ESTRUCTURADA, PARA APLICACIONES  
DE SANEAMIENTO SUBTERRÁNEO SIN PRESIÓN**

**POLYPROPYLENE (PP) STRUCTURED-WALL PIPES FOR NON-PRESSURE UNDERGROUND  
DRAINAGE AND SEWERAGE**

**MARCA COMERCIAL: PLOMYSAN**  
**TRADEMARK:**

| SN | DIÁMETRO NOMINAL (mm)                                | DN/OD - DN/ID | TIPO DE UNIÓN        | ÁREA DE APLICACIÓN |
|----|--|---------------|----------------------|--------------------|
| SN | NOMINAL DIAMETER (mm)                                | DN/OD - DN/ID | JOIN SYSTEM          | APPLICATION AREA   |
| 8  | 160 - 200 - 250 - 315 - 400 - 500 - 630 - 800 - 1000 | OD            | Embocadura integrada | U                  |

suministrado por

supplied by

**PLOMIFERA CASTELLANA, S.L.**  
**PI ALPARRACHE II, CR EXTREMADURA, KM 29 - PARCELA 18**  
**28600 NAVALCARNERO (Madrid - ESPAÑA)**

y elaborado en

and manufactured in

**PI ALPARRACHE II, CR EXTREMADURA, KM 29 PARCELA 18**  
**28600 NAVALCARNERO (Madrid - ESPAÑA)**

es conforme con

complies with

**UNE-EN 13476-1:2007**  
**UNE-EN 13476-2:2007**  
**UNE-EN 13476-3:2007**

Para conceder este Certificado, AENOR ha ensayado el producto y ha comprobado el sistema de la calidad aplicado para su elaboración. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP 01.45.

In order to grant this Certificate, AENOR has tested the product and has verified the quality system used in its manufacture. AENOR performs these tasks periodically while the Certificate has not been cancelled, in accordance with the stipulations of the Specific Rules RP 01.45.

Fecha de concesión: **2008-06-19**  
First issued on:

Fecha de caducidad: **2013-06-19**  
Expires on:



**El Director General de AENOR**  
General Manager

No está autorizada la reproducción parcial de este documento.

The partial reproduction of this document is not permitted.

AENOR - Génova, 6 - 28004 MADRID - Teléfono 914 32 60 00 - Telefax 913 10 46 83



**AENOR** Asociación Española de Normalización y Certificación

**CERTIFICADO AENOR DE PRODUCTO Nº 001 / 004753**  
AENOR PRODUCT CERTIFICATE Nº

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) certifica que el producto  
The Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR) certifies that the product

**TUBOS DE POLIPROPILENO, DE PARED ESTRUCTURADA, PARA APLICACIONES DE SANEAMIENTO SUBTERRÁNEO SIN PRESIÓN**

**POLYPROPYLENE (PP) STRUCTURED-WALL PIPES FOR NON-PRESSURE UNDERGROUND DRAINAGE AND SEWERAGE**

**MARCA COMERCIAL: PLOMYSAN**  
**TRADEMARK:**

| SN | DIÁMETRO NOMINAL (mm)                                | DN/OD - DN/ID | TIPO DE UNIÓN        | ÁREA DE APLICACIÓN |
|----|--|---------------|----------------------|--------------------|
| SN | NOMINAL DIAMETER (mm)                                | DN/OD - DN/ID | JOIN SYSTEM          | APPLICATION AREA   |
| 8  | 160 - 200 - 250 - 315 - 400 - 500 - 630 - 800 - 1000 | OD            | Embocadura integrada | U                  |

suministrado por

supplied by

**SAMAPLAST, S.A.**  
**CR CAMBRILS, S/N**  
**43330 RIUDOMS (Tarragona - ESPAÑA)**

y elaborado en

and manufactured in

**CR RIUDOMS A CAMBRILS, S/N**  
**43330 RIUDOMS (Tarragona - ESPAÑA)**

es conforme con

complies with

**UNE-EN 13476-1:2007**  
**UNE-EN 13476-2:2007**  
**UNE-EN 13476-3:2007**

Para conceder este Certificado, AENOR ha ensayado el producto y ha comprobado el sistema de la calidad aplicado para su elaboración. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP 01.45.

In order to grant this Certificate, AENOR has tested the product and has verified the quality system used in its manufacture. AENOR performs these tasks periodically while the Certificate has not been cancelled, in accordance with the stipulations of the Specific Rules RP 01.45.

Fecha de concesión: **2008-11-04**  
First issued on:

Fecha de caducidad: **2013-06-19**  
Expires on:

  
**El Director General de AENOR**  
General Manager

Este certificado anula y sustituye al certificado 001/004708, de fecha 2008-09-29.  
No está autorizada la reproducción parcial de este documento.

This certificate supersedes certificate 001/004708, dated 2008-09-29.  
The partial reproduction of this document is not permitted.

AENOR - Génova, 6 - 28004 MADRID - Teléfono 914 32 60 00 - Telefax 913 10 46 83



**AENOR** Asociación Española de Normalización y Certificación

**CERTIFICADO AENOR DE PRODUCTO Nº 001 / 004543**  
AENOR PRODUCT CERTIFICATE Nº

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) certifica que el producto  
The Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR) certifies that the product

**TUBOS DE POLIPROPILENO, DE PARED ESTRUCTURADA, PARA APLICACIONES DE SANEAMIENTO SUBTERRÁNEO SIN PRESIÓN**

**POLYPROPYLENE (PP) STRUCTURED-WALL PIPES FOR NON-PRESSURE UNDERGROUND DRAINAGE AND SEWERAGE**

**MARCA COMERCIAL: PLOMYSAN**  
**TRADEMARK:**

| SN | DIÁMETRO NOMINAL (mm)       | DN/OD - DN/ID | TIPO DE UNIÓN        | ÁREA DE APLICACIÓN |
|----|-----------------------------|---------------|----------------------|--------------------|
| SN | NOMINAL DIAMETER (mm)       | DN/OD - DN/ID | JOIN SYSTEM          | APPLICATION AREA   |
| 8  | 125 - 160 - 200 - 250 - 315 | OD            | Embocadura integrada | U                  |

suministrado por

supplied by

**LUSOFANE, S.A.**  
**ESTRADA NACIONAL, 3 - Km 28,6**  
**VILA CHA DE OURIQUE (2071-909 Cartaxo) (PORTUGAL)**

y elaborado en

and manufactured in

**ESTRADA NACIONAL, 3 - Km 28,6**  
**VILA CHA DE OURIQUE (2071-909 Cartaxo - PORTUGAL)**

es conforme con

complies with

**UNE-EN 13476-1:2007**  
**UNE-EN 13476-2:2007**  
**UNE-EN 13476-3:2007**

Para conceder este Certificado, AENOR ha ensayado el producto y ha comprobado el sistema de la calidad aplicado para su elaboración. AENOR realiza estas actividades periódicamente mientras el Certificado no haya sido anulado, según se establece en el Reglamento Particular RP 01.45.

In order to grant this Certificate, AENOR has tested the product and has verified the quality system used in its manufacture. AENOR performs these tasks periodically while the Certificate has not been cancelled, in accordance with the stipulations of the Specific Rules RP 01.45.

Fecha de concesión: **2008-06-19**  
First issued on:

Fecha de caducidad: **2013-06-19**  
Expires on:



**El Director General de AENOR**  
General Manager

No está autorizada la reproducción parcial de este documento.

The partial reproduction of this document is not permitted.

AENOR - Génova, 6 - 28004 MADRID - Teléfono 914 32 60 00 - Telefax 913 10 46 83



**PLOMÍFERA CASTELLANA S.L.**

Carretera de Extremadura, Km. 29  
Polígono Industrial Alparache II, Parcela 18  
28600 Navalcarnero (Madrid)  
Tel. (+34) 91 811 40 80 Fax (+34) 91 811 40 65  
info@plomyplas.com

[www.plomyplas.com](http://www.plomyplas.com)



**SAMAPLAST S.A.U.**

Ctra. de Ruidoms-Cambrils, s/n  
43330 Ruidoms (Tarragona)  
Tel. (+34) 977 851 700 Fax (+34) 977 850 237  
samaplast@plomyplas.com

[www.plomyplas.com](http://www.plomyplas.com)



**LUSOFANE S.A.**

Estrada Nac. nº 3, Km 28.6  
2070-621 Vila Chã de Ourique (PORTUGAL)  
Tel. (+351) 243 700 600 Fax (+351) 243 700 610  
geral.lusofane@plomyplas.com

[www.plomyplas.com](http://www.plomyplas.com)



**INGENIERÍA PLÁSTICA DEL SUR S.L.**

Autovía A92, Km. 209  
18370 Moraleda de Zafayona (Granada)  
Tel. (+34) 958 497 000 Fax (+34) 958 443 704  
ips@plomyplas.com

[www.plomyplas.com](http://www.plomyplas.com)