



ORDEN de 15 de Septiembre de 1986, por la que

**“SE APRUEBA EL PLIEGO DE  
PRESCRIPCIONES TÉCNICAS  
GENERALES PARA TUBERÍAS  
DE SANEAMIENTO DE  
POBLACIONES”**

*(Actualizado a Octubre / 2009)*



# ÍNDICE

## ORDEN de 15 de septiembre de 1986 por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones. ....6

|   |   |
|---|---|
| Artículo 1.- Aprobar el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones, que figura en el Anexo a la presente Orden y que será preceptivo en las obras cuya competencia sea de este Departamento. ....6 | 6 |
| Artículo 2.- El Pliego entrará en vigor a los seis meses de su publicación en el Boletín Oficial del Estado y será de aplicación a las obras cuya licitación se anuncie a partir de finalizar dicho plazo.....6                                 | 6 |

## PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS GENERALES PARA TUBERIAS DE SANEAMIENTO DE POBLACIONES. ....7

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1.- CONDICIONES GENERALES.....7</b>   | <b>7</b>  |
| 1.1.- Ámbito de aplicación. ....7  | 7         |
| 1.2.- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.....7                                     | 7         |
| 1.3.- Normas UNE. ....7  | 7         |
| 1.4.- Sistema de unidades. ....7   | 7         |
| 1.5.- Presión interior. ....8  | 8         |
| 1.6.- Clasificación de los tubos. ....8  | 8         |
| 1.7.- Diámetro nominal. ....9  | 9         |
| 1.8.- Diámetro mínimo en la red de saneamiento. ....9  | 9         |
| 1.9.- Condiciones generales de los tubos.....9   | 9         |
| 1.10.- Marcado. ....9  | 9         |
| 1.11.- Pruebas en fábrica y control de calidad de los tubos. ....10                            | 10        |
| 1.12.- Entrega en obra de los tubos y elementos. ....10  | 10        |
| 1.13.- Aceptación o rechazo de los tubos.....10  | 10        |
| 1.14.- Condiciones generales de las juntas.....10  | 10        |
| 1.15.- Pruebas en zanja.....11   | 11        |
| <b>2.- ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DE LA RED DE SANEAMIENTO.....11</b>                           | <b>11</b> |
| 2.1.- Generalidades. ....11  | 11        |
| 2.2.- Pozos de registro.....12   | 12        |
| 2.3.- Sumideros. ....12  | 12        |
| 2.4.- Acometidas de edificios.....12   | 12        |
| 2.5.- Cámaras de descarga. ....12  | 12        |
| 2.6.- Aliviaderos de crecida. ....13   | 13        |
| <b>3.- MATERIALES.....13</b>   | <b>13</b> |
| 3.1.- Generalidades. ....13  | 13        |
| 3.2.- Calidad de los materiales de uso general.....13  | 13        |
| 3.2.1.- Cementos. ....13   | 13        |
| 3.2.2.- Agua. ....14   | 14        |
| 3.2.3.- Áridos. ....14   | 14        |
| 3.2.4.- Acero para armaduras. ....14   | 14        |
| 3.2.5.- Hormigones. ....14   | 14        |
| 3.2.6.- Fundición. ....14  | 14        |
| 3.2.7.- Ladrillos. ....14  | 14        |
| <b>4.- ENSAYO DE LA TUBOS Y JUNTAS.....14</b>  | <b>14</b> |
| 4.1.- Generalidades. ....14  | 14        |
| 4.2.- Lotes y ejecución de las pruebas. ....15   | 15        |
| 4.3.- Examen visual del aspecto general de los tubos y comprobación de las dimensiones. ....15 | 15        |
| 4.4.- Ensayo de estanquidad del tipo de juntas.....15  | 15        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>5.- TUBOS DE HORMIGÓN EN MASA.</b>                              | <b>15</b> |
| 5.1.- Disposiciones generales                                      | 15        |
| 5.2.- Características del material                                 | 16        |
| 5.3.- Clasificación  | 16        |
| TABLA 5.3. TUBOS DE HORMIGÓN EN MASA. CLASIFICACIÓN                | 16        |
| 5.4.- Diámetros de los tubos                                       | 17        |
| 5.5.- Tolerancias en los diámetros interiores                      | 17        |
| TABLA 5.5. TOLERANCIAS DE LOS DIÁMETROS INTERIORES                 | 17        |
| 5.6.- Longitudes   | 17        |
| 5.7.- Tolerancias en las longitudes                                | 17        |
| 5.8.- Desviación de la línea recta                                 | 17        |
| 5.9.- Espesores  | 17        |
| 5.10.- Tolerancias en los espesores                                | 18        |
| 5.11.- Ensayos   | 18        |
| 5.11.1.- Ensayo de estanquidad                                     | 18        |
| 5.11.2.- Ensayo de aplastamiento                                   | 18        |
| 5.11.3.- Ensayo de flexión longitudinal                            | 20        |
| <b>6.- TUBOS DE HORMIGÓN ARMADO.</b>                               | <b>21</b> |
| 6.1.- Disposiciones generales                                      | 21        |
| 6.2.- Características del material                                 | 22        |
| 6.3.- Clasificación  | 22        |
| TABLA 6.3. TUBOS DE HORMIGÓN ARMADO. CLASIFICACIÓN                 | 22        |
| 6.4.- Diámetros de los tubos                                       | 23        |
| 6.5.- Tolerancias en los diámetros interiores                      | 23        |
| TABLA 6.5. TOLERANCIA DE LOS DIÁMETROS INTERIORES                  | 23        |
| 6.6.- Longitudes   | 23        |
| 6.7.- Tolerancias en las longitudes                                | 23        |
| 6.8.- Desviación de la línea recta                                 | 23        |
| 6.9.- Espesores  | 23        |
| 6.10.- Tolerancia en los espesores                                 | 24        |
| 6.11.- Ensayos   | 24        |
| 6.11.1.- Ensayo de estanquidad                                     | 24        |
| 6.11.2.- Ensayo de aplastamiento                                   | 24        |
| 6.11.3.- Ensayo de flexión longitudinal                            | 24        |
| <b>7.- TUBOS DE AMIANTO CEMENTO.</b>                               | <b>24</b> |
| 7.1.- Disposiciones generales                                      | 24        |
| 7.2.- Características del material                                 | 24        |
| 7.3.- Clasificación  | 25        |
| 7.4.- Diámetro de los tubos  | 25        |
| TABLA 7.3. TUBOS DE AMIANTO CEMENTO. CLASIFICACIÓN                 | 25        |
| 7.5.- Tolerancias en los diámetros                                 | 26        |
| 7.5.1.- Tolerancias en los diámetros interiores                    | 26        |
| 7.5.2.- Tolerancias en los diámetros exteriores en el extremo liso | 26        |
| 7.6.- Longitudes   | 26        |
| 7.7.- Tolerancia en las longitudes                                 | 27        |
| 7.8.- Desviación de la Línea recta                                 | 27        |
| 7.9.- Espesores  | 27        |
| 7.10.- Tolerancias en los espesores                                | 27        |
| 7.11.- Ensayos   | 27        |
| 7.11.1.- Ensayo de estanquidad                                     | 27        |
| 7.11.2.- Ensayo de aplastamiento                                   | 27        |
| 7.11.3.- Ensayo de flexión longitudinal                            | 28        |
| <b>8.- TUBOS DE GRES.</b>  | <b>28</b> |
| 8.1.- Disposiciones generales                                      | 28        |
| 8.2.- Características del material                                 | 28        |
| 8.3.- Clasificación  | 28        |
| TABLA 8.3. TUBOS DE GRES. CLASIFICACIÓN                            | 28        |
| 8.4.- Diámetro de los tubos  | 28        |
| 8.5.- Tolerancias de los diámetros interiores                      | 29        |
| TABLA 8.5. TOLERANCIA DE LOS DIÁMETROS INTERIORES                  | 29        |
| 8.6.- Longitudes   | 29        |
| 8.7.- Tolerancias en las longitudes                                | 29        |
| 8.8.- Desviación de la línea recta                                 | 29        |

|  |           |
|--|-----------|
| 8.9 y 8.10.- Espesores y tolerancias.....  | 29        |
| 8.11.- Ensayos.....  | 29        |
| 8.11.1.- Ensayo de estanquidad.....  | 30        |
| 8.11.2.- Ensayo de aplastamiento.....  | 30        |
| 8.11.3.- Ensayo de flexión longitudinal.....                                     | 30        |
| 8.11.4.- Ensayo de resistencia al ataque por agentes químicos.....               | 30        |
| 8.11.5.- Ensayo de desviación de línea recta.....                                | 30        |
| <b>9.- TUBOS DE POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO (UPVC).....</b>            | <b>30</b> |
| 9.1.- Disposiciones generales.....   | 30        |
| 9.2.- Características del material.....  | 31        |
| 9.2.1.- Comportamiento al calor.....   | 31        |
| TABLA 9.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....  | 31        |
| 9.2.2.- Resistencia al impacto.....  | 31        |
| 9.2.3.- Resistencia a presión hidráulica interior en función del tiempo.....     | 31        |
| TABLA 9.2.3. PRESIÓN HIDRÁULICA INTERIOR.....                                    | 32        |
| 9.2.4.- Ensayo de flexión transversal.....                                       | 32        |
| 9.3.- Clasificación.....   | 32        |
| TABLA 9.3. TUBOS DE POLICLORURO DE VINILO NO.....                                | 32        |
| 9.4.- Diámetro de los tubos.....   | 33        |
| 9.5.- Tolerancia en los diámetros.....   | 33        |
| TABLA 9.5. TOLERANCIAS DE LOS DIÁMETROS.....                                     | 33        |
| 9.6.- Longitud.....  | 34        |
| 9.7.- Tolerancia en las longitudes.....  | 34        |
| 9.8.- Espesores.....   | 34        |
| 9.9.- Tolerancias de espesores.....  | 34        |
| TABLA 9.9.1. TOLERANCIAS DE ESPESORES.....                                       | 34        |
| TABLA 9.9.2. MEDIDAS A REALIZAR POR TUBO.....                                    | 34        |
| 9.10.- Ensayos.....  | 35        |
| 9.10.1.- Comportamiento al calor.....  | 35        |
| 9.10.2.- Resistencia al impacto.....   | 35        |
| 9.10.3.- Resistencia a presión hidráulica interior en función del tiempo.....    | 35        |
| 9.10.4.- Ensayo a flexión transversal.....                                       | 35        |
| 9.10.5.- Ensayo de estanquidad.....  | 35        |
| 9.11.- Embocaduras.....  | 35        |
| Tabla 9.11.1. DIMENSIONES DE LA EMBOCADURA.....                                  | 35        |
| TABLA 9.11.2. ESPESORES DE LA EMBOCADURA.....                                    | 37        |
| 9.12.- Condiciones de colocación de las tuberías enterradas de UPVC.....         | 37        |
| 9.13.- Condiciones de utilización de la Serie normalizada.....                   | 38        |
| TIPOS DE INSTALACIÓN.....  | 39        |
| TABLA 9.13. FACTOR DE MINORACIÓN EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA.....               | 40        |
| <b>10.- TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE).....</b>                    | <b>40</b> |
| 10.1.- Disposiciones generales.....  | 40        |
| 10.2.- Características del material.....   | 40        |
| TABLA 10.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....   | 41        |
| 10.2.1.- Comportamiento al calor.....  | 41        |
| 10.2.2.- Resistencia a la presión hidráulica interior en función del tiempo..... | 41        |
| TABLA 10.2.2. PRESIÓN HIDRÁULICA INTERIOR.....                                   | 41        |
| 10.2.3.- Ensayo de flexión transversal.....                                      | 41        |
| 10.3.- Clasificación.....  | 42        |
| TABLA 10.3. TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.....                           | 42        |
| 10.4.- Diámetro de los tubos.....  | 42        |
| 10.5.- Tolerancias en los diámetros.....   | 42        |
| 10.6.- Longitud.....   | 42        |
| 10.7.- Tolerancia en las longitudes.....   | 42        |
| TABLA 10.5. TOLERANCIA DE LOS DIÁMETROS.....                                     | 43        |
| 10.8.- Espesores.....  | 43        |
| 10.9.- Tolerancias de los espesores.....   | 43        |
| TABLA 10.9.1. TOLERANCIAS DE ESPESORES.....                                      | 43        |
| TABLA 10.9.2. MEDIDAS A REALIZAR POR TUBO.....                                   | 44        |
| 10.10.- Ensayos.....   | 44        |
| 10.10.1.- Comportamiento al calor.....   | 44        |
| 10.10.2.- Resistencia a la presión hidráulica en función del tiempo.....         | 44        |
| 10.10.3.- Ensayo de flexión transversal.....                                     | 44        |
| 10.10.4.- Ensayo de estanquidad.....   | 44        |

|  |           |
|--|-----------|
| 10.11.- Condiciones de colocación de las tuberías enterradas de HDPE.....                | 44        |
| 10.12.- Condiciones de utilización de las series normalizadas.....                       | 44        |
| TABLA 10.12. FACTOR DE MINORACIÓN EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA .....                     | 45        |
| <b>11.- TUBOS DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO.....</b>                        | <b>45</b> |
| 11.1.- Disposiciones generales.....  | 45        |
| 11.2.- Características del material.....   | 45        |
| TABLA 11.2.1. RIGIDEZ CIRCUNFERENCIAL ESPECIFICA A CORTO PLAZO .....                     | 46        |
| TABLA 11.2.2. CARGA TOTAL DE ENSAYO .....  | 46        |
| 11.3.- Clasificación.....  | 47        |
| 11.4.- Diámetro de los tubos.....  | 47        |
| 11.5.- Tolerancia de los diámetros.....  | 47        |
| 11.6.- Longitud.....   | 47        |
| 11.7.- Tolerancia en las longitudes.....   | 47        |
| 11.8.- Espesores.....  | 47        |
| 11.9.- Tolerancia de los espesores.....  | 48        |
| 11.10.- Ensayos.....   | 48        |
| 11.10.1.- Rigidez circunferencial específica a corto plazo.....                          | 48        |
| 11.10.2.- Coeficiente de fluencia.....   | 48        |
| 11.10.3.- Resistencia a flexión longitudinal.....  | 48        |
| 11.10.4.- Dureza Barcol.....   | 48        |
| 11.10.5.- Absorción de agua.....   | 48        |
| 11.10.6.- Resistencia química y a la temperatura.....                                    | 48        |
| 11.10.7.- Ensayo de estanquidad.....   | 48        |
| 11.11.- Condiciones de colocación de las tuberías enterradas de poliester reforzado..... | 49        |
| <b>12.- INSTALACIÓN DE TUBERÍAS.....</b>   | <b>49</b> |
| 12.1.- Generalidades.....  | 49        |
| 12.2.- Transporte y manipulación.....  | 49        |
| 12.3.- Zanjas para alojamiento de las tuberías.....                                      | 49        |
| 12.3.1.- Profundidad de las zanjas.....  | 49        |
| 12.3.2.- Anchura de las zanjas.....  | 50        |
| 12.3.3.- Apertura de las zanjas.....   | 50        |
| 12.3.4.- Realización de la zanja.....  | 50        |
| 12.4.- Acondicionamiento de la zanja, montaje de tubos y rellenos.....                   | 51        |
| 12.4.1.- Clasificación de los terrenos.....  | 51        |
| 12.4.2.- Acondicionamiento de la zanja.....  | 51        |
| 12.4.3.- Montaje de los tubos.....   | 51        |
| 12.4.4.- Relleno de la zanja.....  | 52        |
| <b>13.- PRUEBAS DE LA TUBERÍA INSTALADA.....</b>   | <b>52</b> |
| 13.1.- Pruebas por tramos.....   | 52        |
| 13.2.- Revisión general.....   | 53        |
| <b>ANEJO 1. NORMAS UNE CITADAS EN EL PLIEGO.....</b>                                     | <b>53</b> |



# PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA TUBERÍAS DE SANEAMIENTO DE POBLACIONES

(Actualizado Octubre / 2009)

Área de Normativa Técnica, Supervisión y Control  
DIRECCIÓN GENERAL DE VIVIENDA Y REHABILITACIÓN  
Comunidad de Madrid

 *El Compendio de Normativa en esta materia, con su correspondiente índice analítico, puede obtenerse en el "Compendio de Agua".*



**Aclaración de los compiladores:**

*Se incorpora en el texto la RECTIFICACIÓN DE ERRORES publicada en el B.O.E., nº 51, de 28 de febrero de 1987, pág. 6063.*

## ORDEN de 15 de septiembre de 1986 por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones.

**Publicación:** B.O.E., nº 228, de 23 de septiembre de 1986, pág. 32678.

**Entrada en vigor:** 23 de marzo de 1987. **Será de aplicación:** a las obras cuya licitación se anuncie a partir de finalizar dicho plazo.

Por Orden de 28 de julio de 1974 se creó la Comisión Permanente de Tuberías de Abastecimiento de Aguas y Saneamiento de Poblaciones, entre cuyas funciones figura la de redacción de los Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales de Tuberías.

La Comisión ha venido recogiendo, a lo largo de los últimos años, información de los avances habidos en el campo del saneamiento de poblaciones, tanto nacionales como extranjeros, así como la opinión de proyectistas, fabricantes y constructores especializados en estas materias.

Como consecuencia de lo anterior, ha redactado el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones".

En su virtud y a iniciativa de la Comisión Permanente de Tuberías de Abastecimiento de Aguas y Saneamiento de Poblaciones, este Ministerio ha tenido a bien disponer.

**Artículo 1.-** Aprobar el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones, que figura en el Anexo a la presente Orden y que será preceptivo en las obras cuya competencia sea de este Departamento.

**Artículo 2.-** El Pliego entrará en vigor a los seis meses de su publicación en el Boletín Oficial del Estado y será de aplicación a las obras cuya licitación se anuncie a partir de finalizar dicho plazo.

# PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS GENERALES PARA TUBERIAS DE SANEAMIENTO DE POBLACIONES.

## 1.- CONDICIONES GENERALES.

### 1.1.- **Ámbito de aplicación.**

Este Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones será de aplicación en la realización de suministros, explotación de servicios o ejecución de las obras y colocación de los tubos, uniones y demás piezas especiales necesarias para formar conducciones de saneamiento, cuyo proyecto, ejecución, inspección, dirección o explotación corresponda al Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

Este Pliego contempla únicamente los tubos de sección circular; las alcantarillas visitables y las secciones ovoides quedan por tanto excluidas. En el caso en que se considere adecuada la utilización de ovoides deberá justificarse previamente y habrá que tener especial cuidado en la elección del tipo de junta y su ejecución. En todo caso deberán cumplir las condiciones de los materiales y de estanquidad que se fijan en este Pliego para los tubos del mismo material de sección circular.

Se entenderá que el contratista conoce las prescripciones establecidas en este Pliego, a las que queda obligado.

### 1.2.- **Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.**

Los Pliegos de prescripciones técnicas particulares de cada obra, servicio o suministro establecerán las prescripciones complementarias que no se opongan a las contenidas en este Pliego.

Cualquier prescripción que figure en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de cada obra que modifique al presente Pliego deberá ser debidamente justificada no solo en el proyecto sino también en el expediente de aprobación del mismo sin cuyo requisito será nula.

### 1.3.- **Normas UNE.**

Las Normas UNE se citan en el texto únicamente por su número figurando en el Anejo I su título completo para facilitar su utilización.

### 1.4.- **Sistema de unidades.**

Las unidades adoptadas en el presente Pliego corresponden a las del sistema Metro-Kilopondio-Segundo. La correspondencia entre las unidades del sistema Metro-Kilopondio-Segundo y las del Sistema Internacional SI es la siguiente:

a) Kilopondio - newton

$$1 \text{ kp} = 9,8 \text{ N} @ 10 \text{ N}$$

e inversamente

$$1 \text{ N} = 0,102 \text{ kp} @ 0,1 \text{ kp}$$

b) Kilonewton por centímetro cuadrado-newton por milímetro cuadrado

$$1 \text{ kp} / \text{cm}^2 = 0,098 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cong 0,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

e inversamente

$$1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 10,2 \frac{\text{kp}}{\text{cm}^2} \cong 10 \frac{\text{kp}}{\text{cm}^2}$$

Las unidades prácticas recomendadas en el sistema SI son las siguientes:

Para resistencias y tensiones  $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \text{MPa}$

Para fuerzas kN

Para fuerzas por unidad de longitud  $\frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Para fuerzas por unidad de superficie  $\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

### 1.5.- Presión interior.

Como principio general la red de saneamiento debe proyectarse de modo que en régimen normal, las tuberías que la constituyen no tengan que soportar presión interior.

Sin embargo, dado que la red de saneamiento puede entrar parcialmente en carga debido a caudales excepcionales o por obstrucción de una tubería deberá resistir una presión interior de 1 kp/cm<sup>2</sup> (0,098 Mpa).

 **Apartado rectificado por la RECTIFICACIÓN DE ERRORES publicada en el B.O.E., nº 51, de 28 de febrero de 1987, pág. 6063.**

Cuando se prevean por el Proyectista circunstancias que justifique incluir en el Proyecto tramos en carga, deberá determinar la máxima presión previsible y proyectar dichos tramos de acuerdo con lo dispuesto en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua".

### 1.6.- Clasificación de los tubos.

Los tubos para saneamiento se caracterizan por su diámetro nominal y por su resistencia a la flexión transversal, resistencia al aplastamiento. En relación con ésta última característica se establecerán las diferentes series de tubos.

La clasificación por serie se establecerá, según el material de que estén constituidos los tubos, por las características que a continuación se indican:

- En los tubos de hormigón en masa, hormigón armado, de amianto-cemento y grés, las series se definen por su resistencia al aplastamiento expresada por la carga en kp/m<sup>2</sup>. El producto de esta carga por el diámetro nominal es el valor mínimo admisible de la carga lineal de prueba en el ensayo de aplastamiento exigido en el punto 3º del artículo 4.1.
- En los tubos de policloruro de vinilo no plastificado y polietileno de alta densidad la serie normalizada viene definida por el diámetro nominal y espesor según las tablas 9.3 y 10.3 respectivamente.
- En los tubos de poliéster reforzado con fibra de vidrio las series se identificarán por la rigidez circunferencial específica del tubo a corto plazo (RCE) o definidas en el artículo 11.2, pero en cada caso se especificará por el fabricante el factor de reducción para obtener la correspondiente rigidez a largo plazo (50 años) (RCE)

### **1.7.- Diámetro nominal.**

El diámetro nominal (DN) es un número convencional de designación, que sirve para clasificar por dimensiones los tubos, piezas y demás elementos de las conducciones, expresado en milímetros, de acuerdo con la siguiente convención:

En tubos de hormigón, amianto-cemento, grés y poliéster reforzado, con fibra de vidrio, el DN es el diámetro interior teórico.

En tubos de policloruro de vinilo no plastificado y polietileno de alta densidad el diámetro nominal es el diámetro exterior teórico.

### **1.8.- Diámetro mínimo en la red de saneamiento.**

El diámetro nominal de los tubos de la red de saneamiento no será inferior a trescientos milímetros. Para usos complementarios (acometidas, etc..) se podrán utilizar tubos de diámetros menores de trescientos milímetros siempre que estén incluidos en las tablas de clasificación correspondientes a los distintos materiales.

### **1.9.- Condiciones generales de los tubos.**

La superficie interior de cualquier elemento será lisa, no pudiendo admitirse otros efectos de regularidad que los de carácter accidental o local que queden dentro de las tolerancias prescritas y que no representen merma de la calidad ni de la capacidad de desagüe. La reparación de tales defectos no se realizará sin la previa autorización de la Administración.

La Administración se reserva el derecho de verificar previamente, por medio de sus representantes, los modelos, moldes y encofrados que vayan a utilizarse para la fabricación de cualquier elemento.

Los tubos y demás elementos de la conducción estarán bien acabados, con espesores uniformes y cuidadosamente trabajados, de manera que las superficies exteriores y especialmente las interiores queden regulares y lisas, terminando el tubo en sus secciones extremas con aristas vivas.

Las características físicas y químicas de la tubería, serán inalterables a la acción de las aguas que deban transportar, debiendo la conducción resistir sin daños todos los esfuerzos que esté llamada a soportar en servicio y durante las pruebas y mantenerse la estanquidad de la conducción a pesar de la posible acción de las aguas.

Todos los elementos deberán permitir el correcto acoplamiento del sistema de juntas empleado para que éstas sean estancas; a cuyo fin los extremos de cualquier elemento estarán perfectamente acabados para que las juntas sean impermeables, sin defectos que repercutan en el ajuste y montaje de las mismas, evitando tener que forzarlas.

### **1.10.- Marcado.**

Los tubos deben llevar marcado como mínimo, de forma legible e indeleble los siguientes datos:

- Marca del fabricante.
- Diámetro nominal.
- La sigla SAN que indica que se trata de un tubo de saneamiento, seguida de la indicación de la serie de clasificación a que pertenece el tubo.
- Fecha de fabricación y marcas que permita identificar los controles a que ha sido sometido el lote a que pertenece el tubo y el tipo de cemento empleado en la fabricación en su caso.

### **1.11.- Pruebas en fábrica y control de calidad de los tubos.**

La Administración se reserva el derecho de realizar en fábrica, por medio de sus representantes, cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisos para el control de las diversas etapas de fabricación, según las prescripciones de este Pliego. A estos efectos, el contratista, en el caso de no proceder por sí mismo a la fabricación de los tubos deberá hacer constar este derecho de la Administración en su contrato con el fabricante.

Cuando se trate de elementos fabricados expresamente para una obra, el fabricante avisará al Director de Obra, con quince días de antelación como mínimo del comienzo de la fabricación y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas.

El Director de obra, podrá exigir al contratista certificado de garantía de que se efectuaron en forma satisfactoria los ensayos y de que los materiales utilizados en la fabricación cumplieron las especificaciones correspondientes. Este certificado podrá sustituirse por un sello de calidad reconocido oficialmente.

### **1.12.- Entrega en obra de los tubos y elementos.**

Cada entrega irá acompañada de un albarán especificando naturaleza, número, tipo y referencia de las piezas que la componen, y deberán hacerse con el ritmo y plazo señalados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en su caso, por el Director de Obra.

Las piezas que hayan sufrido averías durante el transporte o que presenten defectos, serán rechazadas.

### **1.13.- Aceptación o rechazo de los tubos.**

El Director de Obra, si lo estima necesario, podrá ordenar en cualquier momento la realización de ensayos sobre lotes, aunque hubiesen sido ensayados en fábrica para lo cual el contratista, avisado previamente por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estos ensayos, de los que se levantará acta, y los resultados obtenidos en ellos prevalecerán sobre cualquier otro anterior.

Clasificado el material por lotes, de acuerdo con lo que se establece en 4.2., los ensayos se efectuarán según se indica en el mismo apartado, sobre muestras tomadas de cada lote, de forma que los resultados que se obtengan se asignarán al total del lote.

Cuando una muestra no satisfaga un ensayo se repetirá este mismo sobre dos muestras más del lote ensayado. Si también falla uno de estos ensayos, se rechazará el lote ensayado, aceptándose si el resultado de ambos es bueno, con excepción del tubo defectuoso ensayado.

### **1.14.- Condiciones generales de las juntas.**

En la elección del tipo de junta, el Proyectista deberá tener en cuenta las solicitudes a que ha de estar sometida la tubería especialmente las externas, rigidez de la cama de apoyo, etc. así como la agresividad del terreno, del afluente y de la temperatura de este y otros agentes que puedan alterar los materiales que constituyen la junta. En cualquier caso las juntas serán estancas tanto a la presión de prueba de estanquidad de los tubos, como a posibles infiltraciones exteriores; resistirán los esfuerzos mecánicos y no producirán alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería.

El proyectista fijará las condiciones que deben cumplir las juntas así como los elementos que las formen. El contratista está obligado a presentar planos y detalles de la junta que se va a emplear de acuerdo con las condiciones del proyecto, así como tolerancias características de los materiales, elementos que la forman y descripción del montaje, al objeto de que el Director de Obra, caso de aceptarla, previas las pruebas y ensayos que juzgue oportunos, pueda comprobar en todo momento la correspondencia entre el suministro y montaje de las juntas y la proposición aceptada.

Las juntas que se utilizarán podrán ser según el material con que está fabricado el tubo: manguito del mismo material y características del tubo con anillos elásticos, copa con anillo elástico, soldadura u otras

que garanticen su estanquidad y perfecto funcionamiento. Los anillos serán de caucho natural o sintético y cumplirán la UNE 53.590/75, podrán ser de sección circular, sección en V o formados por piezas con rebordes, que asegure la estanquidad.

El sistema podrá estar constituido por varios anillos elásticos y los manguitos o la copa podrán llevar en su interior rebajes o resaltos para alojar y sujetar aquellos.

La estanquidad de las juntas efectuadas con corchete es muy difícil de conseguir, por lo que no deben utilizarse salvo que se justifique en el proyecto y se extremen las precauciones de ejecución.

Las juntas de los tubos de polietileno de alta densidad se harán mediante soldadura a tope que se efectuarán por operario especialista expresamente calificado por el fabricante.

Para la junta que precise en obra trabajos especiales para su ejecución (soldadura, hormigonado, retacado, etc.) el contratista propondrá a la Dirección de Obra los planos de ejecución de estas y el detalle completo de la ejecución y características de los materiales, en el caso de que no estén totalmente definidas en el Proyecto. El Director de Obra, previos los análisis y ensayos que estime oportunos, aceptará la propuesta o exigirá las modificaciones que considere convenientes.

Para usos complementarios podrán emplearse, en tubos de Policloruro de Vinilo no plastificado, uniones encoladas con adhesivos y solo en los tubos de diámetro igual o menor de doscientos cincuenta milímetros, con la condición de que sean ejecutados por un operario especialista expresamente calificado por el fabricante, y con el adhesivo indicado por éste, que no deberá despegarse con la acción agresiva del agua y deberá cumplir la UNE 53.174/85.

El lubricante que eventualmente se emplee en las operaciones de unión de los tubos con junta elástica no debe ser agresivo, ni para el material del tubo, ni para el anillo elastomérico, incluso a temperaturas del afluente elevadas.

### **1.15.- Pruebas en zanja.**

Una vez instalada la tubería, antes de su recepción, se procederá a las pruebas preceptivas que se indican en el capítulo 13, así como a las que se establezcan en el correspondiente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de la obra.

## **2.- ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DE LA RED DE SANEAMIENTO.**

### **2.1.- Generalidades.**

Las obras complementarias de la red, pozos de registro, sumideros, unión de colectores, acometidas y restantes obras especiales, pueden ser prefabricadas o construidas "in situ", estarán calculadas para resistir, tanto las acciones del terreno, como las sobrecargas definidas en el proyecto y serán ejecutadas conforme al proyecto.

La solera de estas será de hormigón en masa o armado y su espesor no será inferior a 20 cm.

Los alzados construidos "in situ" podrán ser de hormigón en masa o armado, o bien de fábrica de ladrillo macizo. Su espesor no podrá ser inferior a 10 cm. si fuesen de hormigón armado, 20 cm. si fuesen de hormigón en masa, ni a 25 cm. si fuesen de fábrica de ladrillo.

En el caso de utilización de elementos prefabricados constituidos por anillos con acoplamientos sucesivos se adoptarán las convenientes precauciones que impidan el movimiento relativo entre dichos anillos.

El hormigón utilizado para la construcción de la solera no será de inferior calidad al que se utilice en alzados cuando éstos se construyan con este material. En cualquier caso, la resistencia característica a compresión a los 28 días del hormigón que se utilice en soleras no será inferior a 200 kp/cm<sup>2</sup>.

Las superficies interiores de estas obras serán lisas y estancas. Para asegurar la estanquidad de la fábrica de ladrillo estas superficies serán revestidas de un enfoscado bruñido de 2 cm. de espesor.

Las obras deben estar proyectadas para permitir la conexión de los tubos con la misma estanquidad que la exigida a la unión de los tubos entre sí.

La unión de los tubos a la obra de fábrica se realizará de manera que permita la impermeabilidad y adherencia a las paredes conforme a la naturaleza de los materiales que la constituyen; en particular la unión de los tubos de material plástico exigirá el empleo de un sistema adecuado de unión.

Deberán colocarse en las tuberías rígidas juntas suficientemente elásticas y a una distancia no superior a 50 cm. de la pared de la obra de fábrica, antes y después de acometer a la misma, para evitar que como consecuencia de asientos desiguales del terreno, se produzcan daños en la tubería, o en la unión de la tubería a la obra de fábrica.

Es conveniente normalizar todo lo posible los tipos y clases de estas obras de fábrica dentro de cada red de saneamiento.

## **2.2.- Pozos de registro.**

Se dispondrán obligatoriamente pozos de registro que permitan el acceso para inspección y limpieza.

- a) En los cambios de alineación y de pendientes de la tubería.
- b) En las uniones de los colectores o ramales.
- c) En los tramos rectos de tubería en general a una distancia máxima de 50 metros. Esta distancia máxima podrá elevarse hasta 75 m. en función de los métodos de limpieza previstos.

Los pozos de registro tendrán un diámetro interior de 0,80 m. Si fuese preciso construirlos por alguna circunstancia de mayor diámetro, habrá que disponer elementos partidores de altura cada 3,00 m. como máximo.

Podrán emplearse también pozos de registro prefabricados siempre que cumplan las dimensiones interiores, estanquidad y resistencia exigidas a los no prefabricados.

## **2.3.- Sumideros.**

Los sumideros tienen por finalidad la incorporación de las aguas superficiales a la red; existe el peligro de introducir en esta elementos sólidos que puedan producir atascos. Por ello no es recomendable su colocación en calles no pavimentadas salvo que cada sumidero vaya acompañado de una arqueta visitable para la recogida y extracción periódica de las arenas y detritos depositados. (areneros).

## **2.4.- Acometidas de edificios.**

La acometida de edificios a la red de saneamiento tendrá su origen en arquetas que recojan las aguas de lluvia de las azoteas y patios, y las aguas negras procedentes de las viviendas, bastando una arqueta en el caso de redes unitarias. Desde la arqueta se acometerá a la red general preferentemente a través de un pozo registro.

Siempre que un ramal secundario o una acometida se inserte en otro conducto se procurará que el ángulo de encuentro sea como máximo de 60°.

## **2.5.- Cámaras de descarga.**

Se dispondrán en los orígenes de colectores que por su situación estime el proyectista depósitos de agua con un dispositivo que permita descargas periódicas fuertes de agua limpia con objeto de limpiar la red de saneamiento.

## **2.6.- Aliviaderos de crecida.**

Con objeto de no encarecer excesivamente la red y cuando el terreno lo permita se dispondrán aliviaderos de crecida, para desviar excesos de caudales excepcionales producidos por aguas pluviales, que sean visitables, siempre que la red de saneamiento no sea exclusivamente de aguas negras.

El caudal a partir del cual empieza a funcionar el vertedero se justificará en cada caso, teniendo en cuenta las características del cauce receptor y las del afluente.

## **3.- MATERIALES.**

### **3.1.- Generalidades.**

Todos los elementos que formen parte de los suministros para la realización de las obras procederán de fábricas que propuestas previamente por el Contratista sean aceptadas por el Director de Obra. No obstante el Contratista es el único responsable ante la Administración.

Todas las características de los materiales que no se determinen en este Pliego o en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto, estarán de acuerdo con lo determinado en las especificaciones técnicas de carácter obligatorio por disposición oficial.

En la elección de los materiales se tendrá en cuenta la agresividad del afluente y las características del medio ambiente.

Los materiales normalmente empleados en la fabricación de tubos serán: hormigón en masa o armado, amianto cemento, grés, policloruro de vinilo no plastificado, polietileno de alta densidad o poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Podrá aceptarse el empleo de materiales de uso no corriente en las redes de saneamiento, pero dicha aceptación obligará a una justificación previa y en su caso a la realización de ensayos necesarios para determinar el correcto funcionamiento, las características del material de los tubos y de las piezas especiales y su comportamiento en el futuro sometidos a las acciones de toda clase que deberán soportar, incluso la agresión química. En éste último caso se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto las condiciones para la recepción de los elementos de la red de saneamiento. Todo lo que no esté previsto en dicho Pliego será determinado por el Director de Obra cuyas decisiones deberán ser aceptadas por el Contratista.

### **3.2.- Calidad de los materiales de uso general.**

La calidad de los materiales que se definen en este apartado, corresponde a los materiales empleados en las obras complementarias así como las necesarias para la instalación de la tubería de la red de saneamiento, ya que en cada capítulo se especifica la calidad que deben satisfacer los materiales de los tubos.

El Director de Obra exigirá la realización de los ensayos adecuados de los materiales a su recepción en obra que garanticen la calidad de los mismos de acuerdo con las especificaciones de proyecto. No obstante podrá eximir de estos ensayos a aquellos materiales que posean sellos de calidad o que acrediten de modo satisfactorio la realización de estos ensayos.

#### **3.2.1.- Cementos.**

El cemento cumplirá el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de Cementos para el tipo fijado en el Proyecto. En la elección del tipo de cemento se tendrá especialmente en cuenta la agresividad del afluente y del terreno.

### **3.2.2.- Agua.**

El agua cumplirá las condiciones exigidas en la vigente Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado.

### **3.2.3.- Áridos.**

Los áridos cumplirán las condiciones fijadas en la vigente Instrucción para la Ejecución y Proyecto de Obras de Hormigón en Masa o Armado además de las particulares que se fijen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto.

### **3.2.4.- Acero para armaduras.**

El acero empleado cumplirá las condiciones exigidas en la vigente Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado.

### **3.2.5.- Hormigones.**

Los hormigones empleados en todas las obras de la red de saneamiento, cumplirán las prescripciones de la vigente Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado.

### **3.2.6.- Fundición.**

La fundición deberá ser gris, con grafito laminar (conocida como fundición gris normal) o con grafito esferoidal (conocida también como nodular o dúctil).

La fundición presentará en su fractura grano fino, regular, homogéneo y compacto. Deberá ser dulce, tenaz y dura; pudiendo, sin embargo, trabajarse a la lima y al buril, y susceptible de ser cortada y taladrada fácilmente. En su moldeo no presentará poros, sopladuras, bolsas de aire o huecos, gotas frías, grietas, manchas, pelos ni otros defectos debidos a impurezas que perjudiquen a la resistencia o a la continuidad del material y al buen aspecto de la superficie del producto obtenido. Las paredes interiores y exteriores de las piezas deben estar cuidadosamente acabadas, limpiadas y desbarbadas.

### **3.2.7.- Ladrillos.**

Los ladrillos empleados en todas las obras de la red de saneamiento, serán del tipo M de la UNE 67.019/78 y cumplirán las especificaciones que para ellos se dan en esta Norma.

## **4.- ENSAYO DE LA TUBOS Y JUNTAS.**

### **4.1.- Generalidades.**

Las verificaciones y ensayos de recepción tanto en fábrica como en obra, se ejecutarán sobre tubos y juntas cuya suficiente madurez sea garantizado por el fabricante y su aceptación o rechazo se regulará por lo que se prescribe en el 1.12.

Estos ensayos se efectuarán previamente a la aplicación de pintura o cualquier tratamiento de terminación del tubo que haya de realizarse en dicho lugar.

Serán obligatorias las siguientes verificaciones y ensayos para cualquier clase de tubos además de las específicas que figuran en el capítulo correspondiente:

1. Examen visual del aspecto general de los tubos y piezas para juntas y comprobación de dimensiones y espesores.
2. Ensayo de estanquidad según se define en el capítulo de cada tipo de tubo.

3. Ensayo de aplastamiento según se define en el capítulo de cada tipo de tubo.

El ensayo de flexión longitudinal para los tubos de hormigón en masa, hormigón armado, amianto cemento, poliéster reforzado con fibra de vidrio y grés, solo será obligatorio si así lo prescribe el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de la obra, en cuyo caso se realizará de acuerdo con el método que figura en su correspondiente capítulo.

Estos ensayos de recepción, en el caso de que el Director de Obra lo considere oportuno, podrán sustituirse por un certificado en el que se expresen los resultados satisfactorios de los ensayos de estanquidad, aplastamiento, y en su caso flexión longitudinal del lote a que pertenezcan los tubos o los ensayos de autocontrol sistemáticos de fabricación, que garantice la estanquidad, aplastamiento y en su caso la flexión longitudinal anteriormente definidas.

#### **4.2.- Lotes y ejecución de las pruebas.**

En obra se clasificarán los tubos en lotes de 500 unidades según la naturaleza, categoría y diámetro nominal, antes de los ensayos, salvo que el Director de Obra autorice expresamente la formación de lotes de mayor número.

El Director de Obra escogerá los tubos que deberán probarse.

Por cada lote de 500 unidades o fracción, si no se llegase en el pedido al número citado, se tomarán el menor número de elementos que permitan realizar la totalidad de los ensayos.

Se procederá a la comprobación de los puntos 1, 2 y 3 del Apartado anterior por ese orden precisamente.

#### **4.3.- Examen visual del aspecto general de los tubos y comprobación de las dimensiones.**

La verificación se referirá al aspecto de los tubos y comprobación de las cotas especificadas especialmente: longitud útil y diámetros de los tubos, longitud y diámetros de las embocaduras, o manguito en su caso, espesores y perpendicularidad de las secciones extremas con el eje.

Cada tubo que se ensaye se hará rodar por dos carriles horizontales y paralelos, con una separación entre ejes igual a los dos tercios de la longitud nominal de los tubos. Se examinará por el interior y el exterior del tubo y se tomarán las medidas de sus dimensiones, el espesor en diferentes puntos y la flecha en su caso para determinar la posible curvatura que pueda presentar. Además se tendrá presente lo prescrito en 1.8.

#### **4.4.- Ensayo de estanquidad del tipo de juntas.**

Antes de aceptar el tipo de juntas propuesto, el Director de Obra, podrá ordenar ensayos de estanquidad de tipos de juntas; en este caso el ensayo se hará en forma análoga al de los tubos, disponiéndose dos trozos de tubos, uno a continuación del otro, unidos por su junta, cerrando los extremos libres con dispositivos apropiados y siguiendo el mismo procedimiento indicado para los tubos. Se comprobará que no existe pérdida alguna.

### **5.- TUBOS DE HORMIGÓN EN MASA.**

#### **5.1.- Disposiciones generales.**

Los tubos de hormigón en masa serán fabricados mecánicamente por un procedimiento que asegure una elevada compacidad del hormigón.

## 5.2.- Características del material.

Los hormigones y sus componentes elementales, además de las condiciones de este pliego, cumplirán las de la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado vigente.

En la elección del tipo de cemento se tendrá especialmente en cuenta la agresividad del afluente y del terreno.

Si se emplean fibras de acero, añadidas al hormigón para mejorar las características mecánicas del tubo, dichas fibras deberán quedar uniformemente repartidas en la masa del hormigón y deberán estar exentas de aceite, grasa o cualquier otra sustancia que pueda perjudicar al hormigón.

Tanto para los tubos centrifugados como para los vibrados, la resistencia característica a la compresión del hormigón no será inferior a  $275 \text{ kp/cm}^2$  a los veintiocho días, en probeta cilíndrica. La resistencia característica se define en la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado.

Los hormigones que se empleen en los tubos se ensayarán con una serie de seis probetas como mínimo diariamente, cuyas características serán representativas del hormigón producido en la jornada. Estas probetas se curarán por los mismos procedimientos que se empleen para curar los tubos.

## 5.3.- Clasificación.

En función de su resistencia al aplastamiento los tubos de hormigón en masa se clasificarán en cuatro series caracterizadas por el valor mínimo de la carga de aplastamiento expresada en kilopondios por metro cuadrado.

En la tabla siguiente figuran las cuatro series y las cargas lineales equivalentes expresadas en kilopondios por metro lineal para cada diámetro, con un valor mínimo de 1.500 kilopondios por metro lineal (véase 5.11.2).

**TABLA 5.3. TUBOS DE HORMIGÓN EN MASA. CLASIFICACIÓN**

| Diámetro nominal (mm) | Serie A<br>4.000 kp/m <sup>2</sup> | Serie B<br>6.000 kp/m <sup>2</sup> | Serie C<br>9.000 kp/m <sup>2</sup> | Serie D<br>12.000 kp/m <sup>2</sup> |
|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 150                   | 1.500                              | 1.500                              | 1.500                              | 1.800                               |
| 200                   | 1.500                              | 1.500                              | 1.800                              | 2.400                               |
| 250                   | 1.500                              | 1.500                              | 2.250                              | 3.000                               |
| 300                   | 1.500                              | 1.800                              | 2.700                              | 3.600                               |
| 350                   | 1.500                              | 2.100                              | 3.150                              | 4.200                               |
| 400                   | 1.600                              | 2.400                              | 3.600                              | 4.800                               |
| 500                   | 2.000                              | 3.000                              | 4.500                              | 6.000                               |
| 600                   | 2.400                              | 3.600                              | 5.400                              | 7.200                               |
| 700                   | 2.800                              | 4.200                              | 6.300                              | 8.400                               |
| 800                   | 3.200                              | 4.800                              | 7.200                              | 9.600                               |

En los tubos de diámetros 700 mm y 800 mm es conveniente tomar alguna precaución que reduzca el riesgo de rotura, tal como una ligera armadura, empleo de fibras de acero, formas especiales de la sección transversal, etc.

#### 5.4.- Diámetros de los tubos.

Los diámetros nominales de los tubos se ajustarán a los siguientes valores:

Æ mm. 150 200 250 300 350 400 500 600 700 800

#### 5.5.- Tolerancias en los diámetros interiores.

Las desviaciones máximas admisibles para el diámetro interior respecto al diámetro nominal serán las que señalan la siguiente tabla:

**TABLA 5.5. TOLERANCIAS DE LOS DIÁMETROS INTERIORES**

| Diámetro nominal (mm) | 150-250 | 300-400 | 500 | 600 | 700-800 |
|-----------------------|---------|---------|-----|-----|---------|
| Tolerancias (mm)      | ± 3     | ± 4     | ± 5 | ± 6 | ± 7     |

En todos los casos el promedio de los diámetros interiores tomados en las cinco secciones transversales resultantes de dividir un tubo en cuatro partes iguales, no debe ser inferior al diámetro nominal del tubo.

Como diámetro interior de cada una de las cinco secciones se considerará el menor de los diámetros perpendiculares cualquiera.

#### 5.6.- Longitudes.

No se permitirán longitudes superiores a 2,50 m.

#### 5.7.- Tolerancias en las longitudes.

Las desviaciones admisibles de la longitud no serán en ningún caso superiores al dos por ciento de la longitud, en más o en menos.

#### 5.8.- Desviación de la línea recta.

La desviación máxima desde cualquier punto de la generatriz de apoyo al plano horizontal tomado como referencia, no será en ningún caso superior a cinco milímetros para tubos de longitud igual a un metro. Dicha medición se realizará haciendo rodar el tubo una vuelta completa sobre el plano horizontal de referencia.

Para longitudes de tubo superiores a la mencionada, la desviación admitida será proporcional a la longitud.

#### 5.9.- Espesores.

Los espesores de pared de los tubos serán como mínimo los necesarios para resistir al

aplastamiento las cargas por metro lineal que le corresponden según su clasificación. (Tabla 5.3).

El fabricante fijará los espesores de los tubos en su Catálogo.

#### **5.10.- Tolerancias en los espesores.**

No se admitirán disminuciones de espesor superiores al mayor de los dos valores siguientes:

- 5 % del espesor del tubo que figura en el catálogo.
- 3 milímetros

#### **5.11.- Ensayos.**

Los ensayos que se realizarán sobre los tubos, véase el Capítulo 4, son los siguientes:

##### **5.11.1.- Ensayo de estanquidad.**

Los tubos que se van a ensayar se colocan en una máquina hidráulica, asegurando la estanquidad en sus extremos mediante dispositivos adecuados.

Se dispondrá de un manómetro debidamente contrastado y de una llave de purga.

Al comenzar el ensayo se mantendrá abierta la llave de purga, iniciándose la inyección de agua y comprobando que ha sido expulsado la totalidad del aire y que, por consiguiente, el tubo está lleno de agua. Una vez conseguida la expulsión del aire se cierra la llave de purga y se eleva regular y lentamente la presión hasta que el manómetro indique que se ha alcanzado la presión máxima de ensayo, que será de  $1 \text{ kp/cm}^2$ . Esta presión se mantendrá durante 2 horas.

 *Apartado rectificado por la RECTIFICACIÓN DE ERRORES publicada en el B.O.E., nº 51, de 28 de febrero de 1987, pág. 6063.*

##### **5.11.2.- Ensayo de aplastamiento.**

El ensayo se realizará sobre un tubo completo (Fig. 5.11.2 a).

El tubo elegido para la prueba se colocará apoyado sobre dos reglas de madera separadas por un doceavo del diámetro exterior y como mínimo veinticinco milímetros. Las irregularidades de forma pueden ser compensadas por una banda de cartón, fieltro o caucho de uno a dos centímetros de espesor.

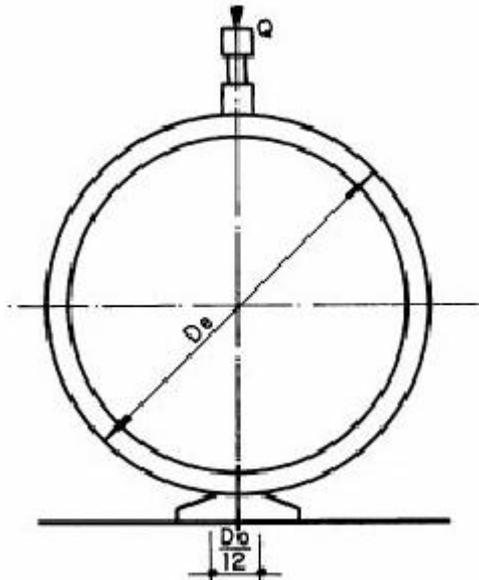


FIG. 5.11.2 a

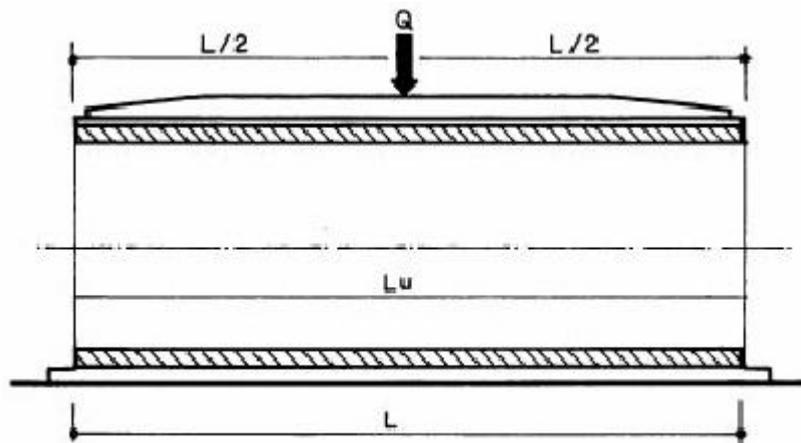


FIG. 5.11.2 b

La carga de ensayo se aplicará uniformemente a lo largo de la generatriz opuesta al apoyo por medio de una viga de carga que tiene en su parte inferior una regla de madera con un ancho de diez centímetros, con el mismo sistema de compensación de irregularidades.

En los tubos sin enchufe con terminales planos, el centro de gravedad de la carga estará a igual distancia de las dos extremidades y la longitud de la carga coincidirá con la longitud útil del tubo (Fig. 5.11.2 b).

En los tubos con enchufe, el apoyo de la carga no se ejercerá más que sobre la parte cilíndrica de diámetro uniforme del tubo, pero el centro de gravedad de la carga deberá estar a igual distancia de las dos extremidades (Fig. 5.11.2 c).

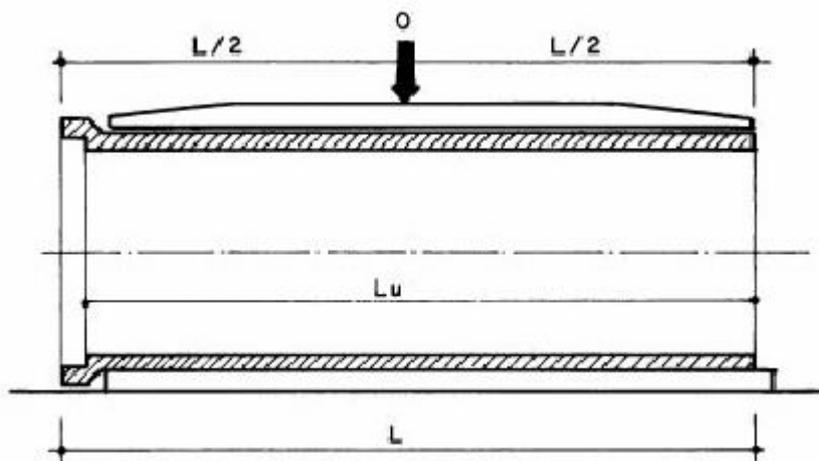


FIG. 5.11.2 c

La carga deberá crecer progresivamente desde cero a razón de mil kilopondios por segundo.

Se llama carga de fisuración a aquella que haga aparecer la primera fisura de por lo menos dos décimas de milímetro de abertura y treinta centímetros de longitud.

Para medir la abertura de las fisuras podrá utilizarse una galga de dimensiones análogas a las que se indican en la figura 5.11.2 d. Se considerará que se ha alcanzado la carga de fisuración cuando la galga pueda entrar en la fisura por lo menos en treinta centímetros de longitud.

La carga lineal equivalente P, expresada en kilopondios por metro lineal, se obtiene dividiendo la carga de fisuración Q por la longitud útil del tubo.

$$P = \frac{Q}{L_u} \text{ Kp/m}$$

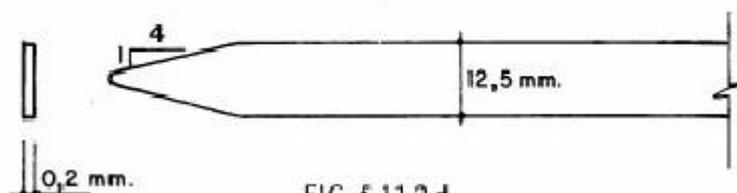


FIG. 5.11.2 d

### 5.11.3.- Ensayo de flexión longitudinal.

El ensayo se realizará sobre tubos enteros.

El tubo se colocará sobre dos apoyos. Se cargará en el centro de la distancia entre apoyos, con una carga transmitida mediante un cojinete que debe tener la misma forma que los apoyos. Entre los apoyos, el cojinete y el tubo se interpondrán tiras de fieltro o planchas de fibra de madera blanda de uno o dos centímetros de espesor. La carga aplicada se aumentará progresivamente, de modo que la tensión calculada para el tubo vaya creciendo a razón de ocho a doce kilopondios por centímetro cuadrado y segundo hasta el valor P que provoque la rotura.

Para los tubos cuyo diámetro no exceda de trescientos milímetros, la longitud del tubo deberá ser por lo menos dos con dos metros y los apoyos serán metálicos, en forma de V, cuyo ángulo de abertura será de ciento veinte grados sexagesimales. Presentarán estos apoyos un ancho de cinco centímetros y deberán poder oscilar libremente en el plano de flexión alrededor de sus ejes horizontales. (Fig. 5.11.3 a).

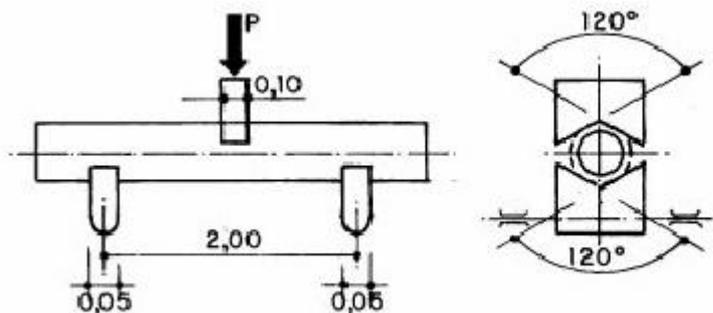


FIG 5.11.3 a

Cuando los tubos sean de diámetro superior a trescientos milímetros los apoyos de descanso del tubo y de aplicación de la carga central estarán constituidos por unas camas de madera con la interposición de una banda de caucho, de cartón o fieltro de dos centímetros de espesor. Las camas de asiento y la de aplicación de la carga tendrán un ancho de quince centímetros y abrazarán un ángulo central de noventa grados sexagesimales. Las camas de apoyo estarán a quince centímetros de distancia de los extremos de la probeta, y a dos metros, como mínimo, de separación entre sí. (Fig. 5.11.3 b).

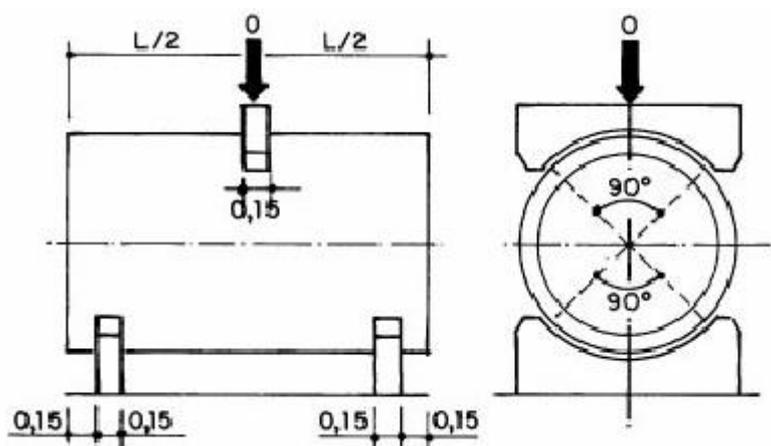


FIG. 5.11.3 b

La tensión de rotura del material por flexión longitudinal  $\sigma_f$  se expresará en kilopondios por centímetro cuadrado por la fórmula:

$$\sigma_f = \frac{8}{\pi} \frac{P \times L (D + 2e)}{(D + 2e)^4 - D^4}$$

Siendo:

P = Carga de rotura en kilopondios

L = Distancia entre los ejes de los apoyos, en centímetros

D = Diámetro interior del tubo en la sección de rotura, en centímetros

e = Espesor del tubo en la sección de rotura en centímetros

Tanto D como L y e serán los que resulten de la medida directa del tubo ensayado.

## 6.- TUBOS DE HORMIGÓN ARMADO.

### 6.1.- Disposiciones generales.

Los tubos de hormigón armado se fabricarán mecánicamente por un procedimiento que asegure una

elevada compacidad del hormigón.

Para que un tubo esté clasificado como de hormigón armado deberá tener simultáneamente las dos series de armaduras siguientes:

- a) Barras continuas longitudinales colocadas a intervalos regulares según generatrices, y
- b) Espiras helicoidales continuas de paso regular de 15 cm., como máximo, o cercos circulares soldados y colocados a intervalos regulares distanciados 15 cm., como máximo. La sección de los cercos o espiras cumplirá la prescripción de la cuantía mínima exigida por la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado, para flexión simple o compuesta, salvo utilización de armaduras especiales admitidas por el Director de Obra.

Se armará el tubo en toda su longitud llegando las armaduras hasta 25 mm. del borde del mismo. En los extremos del tubo la separación de los cercos o el paso de las espiras deberá reducirse.

El recubrimiento de las armaduras por el hormigón deberá ser, al menos, de 2 cm. Cuando se prevea ambientes particularmente agresivos, bien exteriores, bien interiores, los recubrimientos deberán ser incrementados por el Proyectista.

Cuando el diámetro del tubo sea superior a 1.000 mm. y salvo disposiciones especiales de armaduras debidamente justificadas por el Proyectista, las espiras o cercos estarán colocadas en dos capas cuyo espacio entre ellas será el mayor posible teniendo en cuenta los límites de recubrimiento antes expuestos.

## 6.2.- Características del material.

El hormigón empleado en la fabricación de estos tubos tendrá las mismas características que las especificadas en 5.2.

El acero empleado para las armaduras cumplirá las condiciones exigidas en la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado.

## 6.3.- Clasificación.

En función de su resistencia al aplastamiento los tubos de hormigón armado se clasificarán en tres series caracterizadas por el valor mínimo de la carga de aplastamiento expresada en kilopondios por metro cuadrado.

En la tabla siguiente figuran las tres series y las cargas lineales equivalentes expresadas en kilopondios por metro lineal para cada diámetro, con un valor mínimo de 1.500 kilopondios por metro lineal.

**TABLA 6.3. TUBOS DE HORMIGÓN ARMADO. CLASIFICACIÓN**

| Diámetro nominal (mm) | Serie B<br>6.000 kp/m <sup>2</sup> | Serie C<br>9.000 kp/m <sup>2</sup> | Serie D<br>12.000 kp/m <sup>2</sup> |
|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 250                   | 1.500                              | 2.250                              | 3.000                               |
| 300                   | 1.800                              | 2.700                              | 3.600                               |
| 350                   | 2.100                              | 3.150                              | 4.200                               |
| 400                   | 2.400                              | 3.600                              | 4.800                               |
| 500                   | 3.000                              | 4.500                              | 6.000                               |
| 600                   | 3.600                              | 5.400                              | 7.200                               |
| 700                   | 4.200                              | 6.300                              | 8.400                               |
| 800                   | 4.800                              | 7.200                              | 9.600                               |
| 1.000                 | 6.000                              | 9.000                              | 12.000                              |
| 1.200                 | 7.200                              | 10.800                             | 14.400                              |
| 1.400                 | 8.400                              | 12.600                             | 16.800                              |
| 1.500                 | 9.000                              | 13.500                             | 18.000                              |
| 1.600                 | 9.600                              | 14.400                             | 19.200                              |
| 1.800                 | 10.800                             | 16.200                             | 21.600                              |
| 2.000                 | 12.000                             | 18.000                             | 24.000                              |
| 2.200                 | 13.200                             | 19.800                             | 26.400                              |
| 2.400                 | 14.400                             | 21.600                             | 28.800                              |
| 2.500                 | 15.000                             | 22.500                             | 30.000                              |

#### 6.4.- Diámetros de los tubos.

Los diámetros nominales de los tubos se ajustarán a los siguientes valores:

250 300 350 400 500 600 700 800 1.000 1.200 1.400 1.500 1.600 1.800 2.000 2.200 2.400 2.500.

#### 6.5.- Tolerancias en los diámetros interiores.

Las desviaciones máximas admisibles para el diámetro interior respecto al diámetro nominal serán las que señalan la siguiente tabla:

**TABLA 6.5. TOLERANCIA DE LOS DIÁMETROS INTERIORES**

|                       |     |         |     |     |         |             |             |
|-----------------------|-----|---------|-----|-----|---------|-------------|-------------|
| Diámetro nominal (mm) | 250 | 300-400 | 500 | 600 | 700-800 | 1.000-1.800 | 2.000-2.500 |
|                       |     | 0       |     |     | 0       | 0           | 0           |
| Tolerancias           | ± 3 | ± 4     | ± 5 | ± 6 | ± 7     | ± 8         | ± 10        |

En todos los casos el promedio de los diámetros interiores tomados en las cinco secciones transversales resultantes de dividir un tubo en cuatro partes iguales, no debe ser inferior al diámetro nominal del tubo. Como diámetro interior de cada una de las cinco secciones se considerará el menor de dos diámetros perpendiculares cualquiera.

#### 6.6.- Longitudes.

No se permitirán longitudes inferiores a 2,00 m.

#### 6.7.- Tolerancias en las longitudes.

Las desviaciones admisibles de la longitud no serán en ningún caso superiores al uno por ciento de la longitud, en más o menos.

#### 6.8.- Desviación de la línea recta.

La desviación máxima desde cualquier punto de la generatriz de apoyo al plano horizontal tomado como referencia, no será en ningún caso superior al cinco por mil de la longitud del tubo. Dicha medición se realizará haciendo rodar el tubo una vuelta completa sobre el plano horizontal de referencia.

#### 6.9.- Espesores.

Los espesores de pared de los tubos serán como mínimo los necesarios para resistir al aplastamiento las cargas por metro lineal que le corresponden según su clasificación (Tabla 6.3).

El fabricante fijará los espesores de los tubos en su Catálogo.

#### **6.10.- Tolerancia en los espesores.**

No se admitirán disminuciones de espesor superiores al mayor de los dos valores siguientes:

- 5 % del espesor del tubo que figura en el catálogo.
- 3 milímetros

#### **6.11.- Ensayos.**

Los ensayos que se realizarán sobre los tubos, véase Capítulo 4, son los siguientes:

##### **6.11.1.- Ensayo de estanquidad.**

Se realizará igual que para los tubos de hormigón en masa (Véase 5.11.1).

##### **6.11.2.- Ensayo de aplastamiento.**

Se realizará igual que para los tubos de hormigón en masa. (Véase 5.11.2).

##### **6.11.3.- Ensayo de flexión longitudinal.**

Se realizará igual que para los tubos de hormigón en masa. (Véase 5.11.3).

## **7.- TUBOS DE AMIANTO CEMENTO.**

### **7.1.- Disposiciones generales.**

Los tubos de amianto-cemento estarán constituidos por una mezcla de agua, cemento y fibras de amianto sin adición de otras fibras que puedan perjudicar su calidad.

Si fuese necesario pueden estar revestidos interiormente o exteriormente con una protección adecuada.

Los tubos pueden tener los extremos lisos para junta de manguito o llevar copa.

### **7.2.- Características del material.**

El cemento y el agua cumplirán las especificaciones de 3.2.1 y 3.2.2 respectivamente.

Las características mecánicas del amianto-cemento que se comprobarán de acuerdo con los ensayos de 7.11 que figuran en este Pliego deberán ser como mínimo las siguientes:

Tensión de rotura:

- Por presión hidráulica interior  $st = 200\text{Kp/cm}^2$
- Por flexión transversal (aplastamiento)  $se = 330\text{Kp/cm}^2$

### 7.3.- Clasificación.

En función de su resistencia al aplastamiento los tubos de amianto-cemento se clasificarán en cuatro series caracterizadas por el valor mínimo de la carga de aplastamiento expresada en kilopondios por metro cuadrado. En la tabla siguiente figuran las cuatro series y las cargas lineales equivalentes expresadas en kilopondios por metro lineal para cada diámetro, con un valor mínimo de 1.500 kilopondios por metro lineal.

### 7.4.- Diámetro de los tubos.

Los diámetros nominales de los tubos se ajustarán a los siguientes valores:

150 200 250 300 350 400 450 500 600 700 800 900 1.000 1.100 1.200 1.300 1.400 1.500 1.600 1.700  
1.800 1.900 2.000 2.100 2.200 2.300 2.400 2.500

**TABLA 7.3. TUBOS DE AMIANTO CEMENTO. CLASIFICACIÓN**

| Diámetro nominal (mm) | Serie A<br>4.000 kp/m <sup>2</sup> | Serie B<br>6000 kp/m <sup>2</sup> | Serie C<br>9000 kp/m <sup>2</sup> | Serie D<br>12.000 kp/m <sup>2</sup> |
|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 150                   | 1.500                              | 1.500                             | 1.500                             | 1.800                               |
| 200                   | 1.500                              | 1.500                             | 1.800                             | 2.400                               |
| 250                   | 1.500                              | 1.500                             | 2.250                             | 3.000                               |
| 300                   | 1.500                              | 1.800                             | 2.700                             | 3.600                               |
| 350                   | 1.500                              | 2.100                             | 3.150                             | 4.200                               |
| 400                   | 1.600                              | 2.400                             | 3.600                             | 4.800                               |
| 450                   | 1.800                              | 2.700                             | 4.050                             | 5.400                               |
| 500                   | 2.000                              | 3.000                             | 4.500                             | 6.000                               |
| 600                   | 2.400                              | 3.600                             | 5.400                             | 7.200                               |
| 700                   | 2.800                              | 4.200                             | 6.300                             | 8.400                               |
| 800                   | 3.200                              | 4.800                             | 7.200                             | 9.600                               |
| 900                   | 3.600                              | 5.400                             | 8.100                             | 10.800                              |
| 1.000                 | 4.000                              | 6.000                             | 9.000                             | 12.000                              |
| 1.100                 | 4.400                              | 6.600                             | 9.900                             | 13.200                              |
| 1.200                 | 4.800                              | 7.200                             | 10.800                            | 14.400                              |
| 1.300                 | 5.200                              | 7.800                             | 11.700                            | 15.600                              |
| 1.400                 | 5.600                              | 8.400                             | 12.600                            | 16.800                              |
| 1.500                 | 6.000                              | 9.000                             | 13.500                            | 18.000                              |
| 1.600                 | 6.400                              | 9.600                             | 14.400                            | 19.200                              |
| 1.700                 | 6.800                              | 10.200                            | 15.300                            | 20.400                              |
| 1.800                 | 7.200                              | 10.800                            | 16.200                            | 21.600                              |
| 1.900                 | 7.600                              | 11.400                            | 17.100                            | 22.000                              |
| 2.000                 | 8.000                              | 12.000                            | 18.000                            | 24.000                              |
| 2.100                 | 8.400                              | 12.600                            | 18.900                            | 25.200                              |
| 2.200                 | 8.800                              | 13.200                            | 19.800                            | 26.400                              |
| 2.300                 | 9.200                              | 13.800                            | 20.700                            | 27.600                              |
| 2.400                 | 9.600                              | 14.400                            | 21.600                            | 28.800                              |
| 2.500                 | 10.000                             | 15.000                            | 22.500                            | 30.000                              |

La serie a emplear podrá determinarse, teniendo en cuenta la UNE 88.211/83

## 7.5.- Tolerancias en los diámetros.

### 7.5.1.- Tolerancias en los diámetros interiores.

La regularidad del diámetro interior de tubos inferiores o iguales a 500 mm debe verificarse por medio de una esfera o de un disco, de material indeformable por la acción del agua, pasando libremente a través del tubo.

El disco debe mantenerse perpendicularmente al eje del tubo. El diámetro de la esfera o del disco será inferior al diámetro nominal del tubo en el valor siguiente, expresado en milímetros (redondeando al milímetro).

$2,5 + 0,01 d$ , siendo  $d$ , el diámetro nominal, expresado en milímetros. La regularidad del diámetro interior de los tubos mayores de 500 mm. se debe comprobar mediante la medida en cada extremo del tubo de 3 diámetros desplazados un ángulo de aproximadamente  $60^\circ$ , con una precisión de  $\pm 1$  mm.

Ninguno de los diámetros medidos debe ser inferior al valor autorizado al aplicar la fórmula anterior.

### 7.5.2.- Tolerancias en los diámetros exteriores en el extremo liso.

Las tolerancias de este diámetro (extremo liso), así como el método de medida, deben ser fijadas por el fabricante en sus catálogos, en función del tipo de junta utilizado y teniendo en cuenta las tolerancias que puede admitir dicha junta.

## 7.6.- Longitudes.

La longitud nominal de los tubos corresponde a la longitud medida entre los extremos, para los tubos de extremos lisos, y a la longitud útil para los tubos con copa (ver figura 7.6).

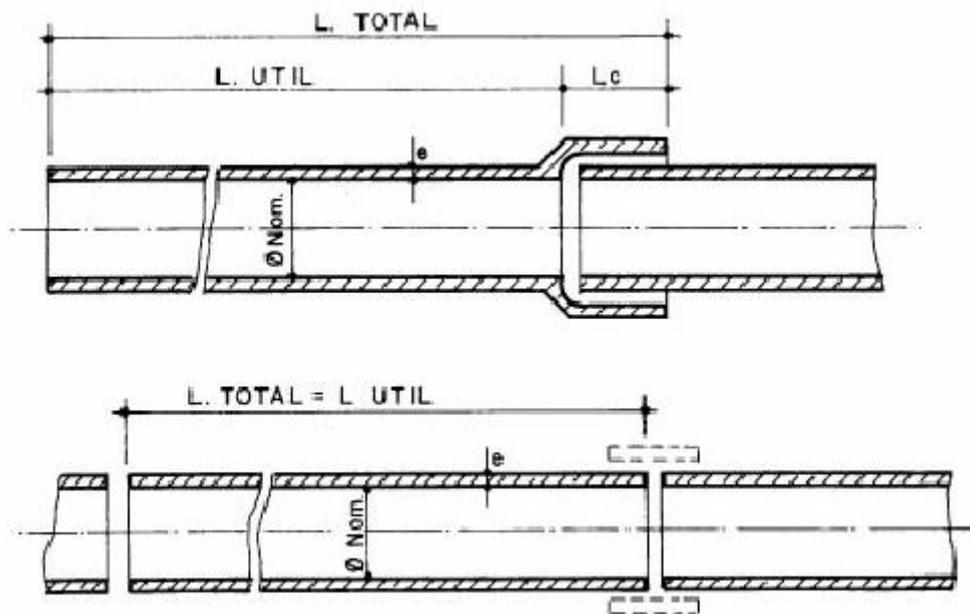


FIG 7.6

Normalmente las longitudes del tubo no serán menores de tres metros para diámetros iguales o menores de 200 mm y de cuatro metros para diámetros mayores.

Solo se permitirán tubos cortados cuando lo sean en sección normal a su eje y previa autorización del Director de Obra.

### 7.7.- Tolerancia en las longitudes.

La longitud nominal de cada tubo podrá estar afectada de un error de cinco milímetros en más o veinte milímetros en menos.

### 7.8.- Desviación de la Línea recta.

La máxima curvatura admisible en los tubos rectos será tal que medido el doble de la flecha máxima que se determina haciendo girar el tubo sobre dos caminos de rodadura paralelos dispuestos simétricamente a los dos tercios de su longitud no sobrepase los valores siguientes:

| Diámetros nominales | Desviación máxima en mm<br>(doble de la flecha) |
|---------------------|---|
| 150                 | 5,5 L   |
| 200 - 400           | 4,5 L   |
| 450 - 2.500         | 3,0 L   |

siendo L la longitud del tubo en metros.

### 7.9.- Espesores.

Los espesores de la pared de los tubos serán como mínimo los necesarios para resistir al aplastamiento las cargas por metro lineal que le corresponden según su clasificación.

El fabricante fijará los espesores de los tubos en su Catálogo, teniendo en cuenta las tolerancias de fabricación y la resistencia del material. El espesor nominal de los tubos no será nunca inferior a ocho milímetros.

### 7.10.- Tolerancias en los espesores.

Las tolerancias admitidas respecto a los espesores marcados en Catálogo serán las siguientes:

| Espesor nominal en mm             | Tolerancia en mm |
|-----------------------------------|------------------|
| Hasta 10 inclusive                | - 1,5            |
| Desde 10 hasta 20, este inclusive | - 2,0            |
| Desde 20 hasta 30 este inclusive  | - 2,5            |
| Desde 30 hasta 60 este inclusive  | - 3,0            |
| Desde 60 hasta 90 este inclusive  | - 3,5            |
| Más de 90                         | - 4,0            |

### 7.11.- Ensayos.

Los ensayos que se realizarán sobre los tubos, véase el Capítulo 4, son los siguientes:

#### 7.11.1.- Ensayo de estanquidad.

Este ensayo se realizará de acuerdo con el apartado 2.6.2 de la UNE 88.201/78.

#### 7.1 1.2.- Ensayo de aplastamiento.

Este ensayo se realizará de acuerdo con el apartado 2.6.1 de la UNE 88.201/78.

### 7.11.3.- Ensayo de flexión longitudinal.

Este ensayo se realizará de acuerdo con el apartado 2.6.3 de la UNE 88.201/78.

## 8.- TUBOS DE GRES.

### 8.1.- Disposiciones generales.

El empleo de tubos de gres está especialmente indicado en zonas en las que existan vertidos de aguas agresivas industriales, debiendo extremarse en este caso las medidas de protección de los pozos registro contra dichas aguas.

### 8.2.- Características del material.

Procederá de arcillas plásticas parcialmente vitrificadas. Los tubos estarán vidriados interior y exteriormente y tendrán estructura homogénea.

Solo se admitirán excepcionalmente aquellos defectos superficiales que no afecten a sus condiciones de utilización, especialmente al régimen hidráulico del tubo, a su impermeabilidad y atacabilidad y a su resistencia mecánica.

La máxima absorción de agua admisible será del 8 % del peso del tubo, determinada de acuerdo con la UNE 7.052/52.

### 8.3.- Clasificación.

En función de su resistencia al aplastamiento los tubos de gres cumplirán los valores de la tabla siguiente:

**TABLA 8.3. TUBOS DE GRES. CLASIFICACIÓN**

| Diámetro nominal<br>mm | Carga en kp por m. lineal<br>equivalente a 6000 kp/m <sup>2</sup> |
|------------------------|---|
| 150                    | 1.500   |
| 200                    | 1.500   |
| 250                    | 1.500   |
| 300                    | 1.800   |
| 350                    | 2.100   |
| 400                    | 2.400   |
| 450                    | 2.700   |
| 500                    | 3.000   |
| 600                    | 3.600   |

### 8.4.- Diámetro de los tubos.

Los diámetros interiores de los tubos se ajustarán a los siguientes valores:

Diámetro interior 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500 y 600 mm.

No se recomienda la utilización del diámetro 450.

#### 8.5.- Tolerancias de los diámetros interiores.

Se admitirán las siguientes en milímetros:

**TABLA 8.5. TOLERANCIA DE LOS DIÁMETROS INTERIORES**

| Diámetro interior | Tolerancia |
|-------------------|------------|
| 150               | ± 5        |
| 200               | ± 5        |
| 250               | ± 6        |
| 300               | ± 7        |
| 350               | ± 7        |
| 400               | ± 8        |
| 450               | ± 8        |
| 500               | ± 9        |
| 600               | ± 12       |

#### 8.6.- Longitudes.

La longitud útil no será inferior a 0,75 m.

La longitud de la copa será de 70 mm excepto para el de 600 que será de 80 mm.

#### 8.7.- Tolerancias en las longitudes.

La tolerancia en la longitud útil será como máximo de un dos por ciento de dicha longitud en más o en menos.

La tolerancia en la longitud de la copa será como máximo un tres por ciento de dicha longitud en más o en menos.

#### 8.8.- Desviación de la línea recta.

La flecha máxima del tubo, excluida la copa, no excederá del 1 % de su longitud.

#### 8.9 y 8.10.- Espesores y tolerancias.

Los espesores y sus tolerancias deberán figurar en los catálogos de los fabricantes.

#### 8.11.- Ensayos.

Los ensayos que se realizarán sobre los tubos, véase el Capítulo 4, son los siguientes:

#### **8.11.1. Ensayo de estanquidad.**

Este ensayo se realizará de igual manera que la descrita para los tubos de amianto cemento (véase 7.11.1).

#### **8.11.2.- Ensayo de aplastamiento.**

Este ensayo se realizará de igual manera que la descrita para los tubos de amianto cemento (véase 7.11.2).

#### **8.11.3.- Ensayo de flexión longitudinal.**

Este ensayo se realizará de igual manera que la descrita para los tubos de hormigón en masa (véase 5.11.3).

#### **8.11.4.- Ensayo de resistencia al ataque por agentes químicos.**

El ensayo de resistencia del gres al ataque con el ácido sulfúrico y con hidróxido sódico se realizará de acuerdo con el Capítulo 5 de la UNE 7.058/52.

#### **8.11.5.- Ensayo de desviación de línea recta.**

Este ensayo se realizará de igual manera que la descrita para los tubos de amianto cemento (véase 7.8).

### **9.- TUBOS DE POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO (UPVC).**

#### **9.1.- Disposiciones generales.**

Los tubos serán siempre de sección circular con sus extremos cortados en sección perpendicular a su eje longitudinal.

Estos tubos no se utilizarán cuando la temperatura permanente del agua sea superior a 40°C.

Estarán exentos de rebabas, fisuras, granos y presentarán una distribución uniforme de color. Se recomienda que estos tubos sean de color naranja rojizo vivo definido en la UNE 48.103 con la referencia B-334, en cuyo caso podrá prescindirse de las siglas SAN (1.10).

Las condiciones de resistencia de estos tubos hacen imprescindible una ejecución cuidadosa del relleno de la zanja (véase 9.12).

El comportamiento de estas tuberías frente a la acción de aguas residuales con carácter ácido o básico es bueno en general, sin embargo la acción continuada de disolventes orgánicos puede provocar fenómenos de microfisuración. En el caso de que se prevean vertidos frecuentes a la red, de fluidos que presenten agresividad, podrá analizarse su comportamiento teniendo en cuenta lo indicado en la UNE 53.389/85.

## 9.2.- Características del material.

El material empleado en la fabricación de tubos de policloruro de vinilo no plastificado (UPVC) será resina de policloruro de vinilo técnicamente pura (menos del 1 por ciento de impurezas) en una proporción no inferior al noventa y seis por ciento, no contendrá plastificantes. Podrá contener otros ingredientes tales como estabilizadores, lubricantes, modificadores de las propiedades finales y colorantes.

Las características físicas, del material que constituye la pared de los tubos en el momento de su recepción en obra serán las de la tabla 9.2.

Las características físicas de los tubos UPVC serán las siguientes:

### 9.2.1.- Comportamiento al calor.

La contracción longitudinal de los tubos, después de haber estado sometidos a la acción del calor, será inferior al cinco por ciento, determinada con el método de ensayo que figura en la UNE 53.389/85.

**TABLA 9.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

| Características del material    | Valores                                      | Método de ensayo | Observaciones                        |
|---------------------------------|--|------------------|--------------------------------------|
| Densidad                        | De 1,35 a 1,46Kg/dm <sup>3</sup>             | UNE 53020/73     |                                      |
| Coefficiente de dilatación      | De 60 a 80 millonésimas por grado centígrado | UNE 53126/79     |                                      |
| Temperatura de reblandecimiento | ≥ 79°C                                       | UNE 5311 8/78    | Carga de ensayo de 5 Kp              |
| Resistencia a Tracción simple   | ≥ 500Kp/cm <sup>2</sup>                      | UNE 53112/81     | El valor menor de las cinco probetas |
| Alargamiento a la rotura        | ≥ 80 %                                       | UNE 5311 2/81    | El valor menor de las cinco probetas |
| Absorción de agua               | £ 40 % g/m <sup>2</sup>                      | UNE 5311 2/81    |                                      |
| Opacidad                        | £ 0,2 %                                      | UNE 53039/55     |                                      |

 **Tabla rectificada por la RECTIFICACIÓN DE ERRORES publicada en el B.O.E., nº 51, de 28 de febrero de 1987, pág. 6063.**

### 9.2.2.- Resistencia al impacto.

El "verdadero grado de impacto" (V.G.I.) será inferior al cinco por ciento cuando se ensaya a temperatura de cero grados y de diez por ciento cuando la temperatura de ensayo sea de veinte grados, determinado con el método de ensayo que figura en la UNE 53.112/81.

### 9.2.3.- Resistencia a presión hidráulica interior en función del tiempo.

La resistencia a presión hidráulica interior en función del tiempo, se determina con el método de ensayo que figura en la UNE 53.112/81. Los tubos no deberán romperse al someterlos a la presión hidráulica interior que produzca la tensión de tracción circunferencial que figura en la siguiente tabla, según la fórmula

$$\sigma = \frac{P (D - 2e)}{2 e}$$

**TABLA 9.2.3. PRESIÓN HIDRÁULICA INTERIOR**

| Temperatura del ensayo<br>° C | Duración del ensayo en horas | Tensión de tracción circunferencial<br>kp/cm <sup>2</sup> |
|-------------------------------|------------------------------|---|
| 20                            | 1                            | 420   |
|                               | 100                          | 350   |
| 60                            | 100                          | 120   |
|                               | 1000                         | 100   |

#### 9.2.4.- Ensayo de flexión transversal.

El ensayo de flexión transversal se realiza en un tubo de longitud L sometido, entre dos placas rígidas, a una fuerza de aplastamiento P aplicada a lo largo de la generatriz superior, que produce una flecha o deformación vertical del tubo Δy .

 **Apartado rectificado por la RECTIFICACIÓN DE ERRORES publicada en el B.O.E., nº 51, de 28 de febrero de 1987, pág. 6063.**

Para la serie adoptada se fija una rigidez circunferencial específica (RCE) a corto plazo de 0,039 kp/cm<sup>2</sup>, por lo que en el ensayo realizado según el apartado 5.2 de la UNE 53.323/84 deberá obtenerse:

 **Apartado rectificado por la RECTIFICACIÓN DE ERRORES publicada en el B.O.E., nº 51, de 28 de febrero de 1987, pág. 6063.**

$$\Delta y \leq 0,478 \frac{P}{L}$$

#### 9.3.- Clasificación.

Los tubos se clasificarán por su diámetro nominal y por su espesor de pared según la siguiente tabla 9.3.

**TABLA 9.3. TUBOS DE POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO. CLASIFICACIÓN**

| DN<br>mm | Espesor (e)<br>mm |
|----------|-------------------|
| 110      | 3,0               |
| 125      | 3,1               |
| 160      | 3,9               |
| 200      | 4,9               |
| 250      | 6,1               |
| 315      | 7,7               |
| 400      | 9,8               |
| 500      | 12,2              |
| 630      | 15,4              |
| 710      | 17,4              |
| 800      | 19,6              |

#### 9.4.- Diámetro de los tubos.

Los diámetros exteriores de los tubos se ajustarán a los valores expresados en 9.3 con las tolerancias indicadas en 9.5.

#### 9.5.- Tolerancia en los diámetros.

Las tolerancias de los tubos con junta elástica serán siempre positivas (ver figura 9.5) y se dan en la siguiente tabla 9.5.

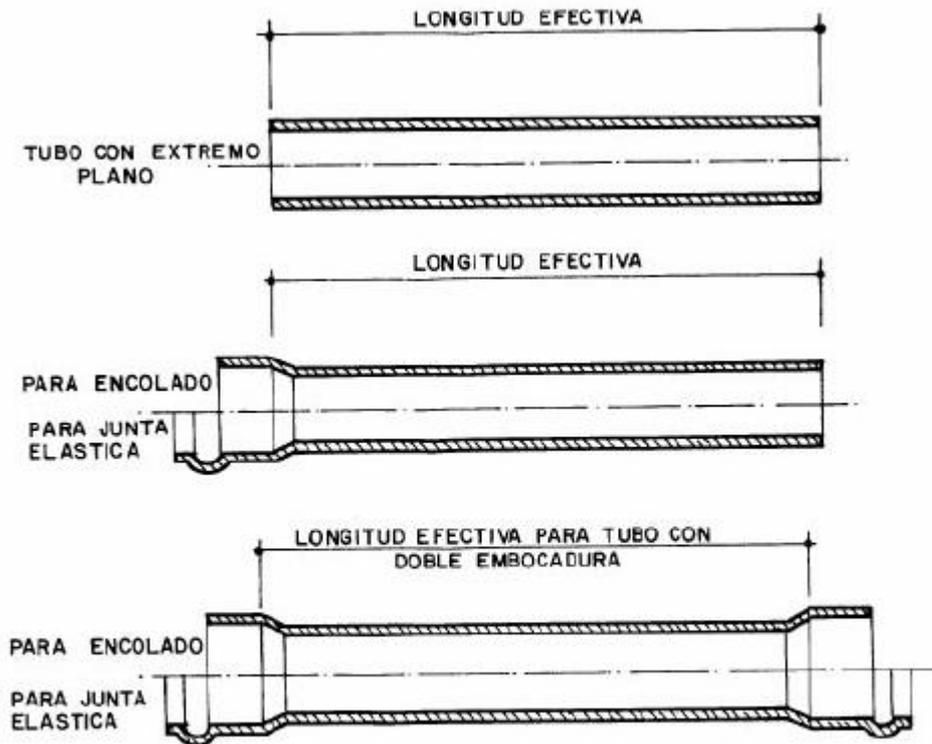


FIG. 9.5.

TABLA 9.5. TOLERANCIAS DE LOS DIÁMETROS

| DN<br>mm | Tolerancia máxima del diámetro<br>exterior medio<br>mm |
|----------|--|
| 110      | + 0,4  |
| 125      | + 0,4  |
| 160      | + 0,5  |
| 200      | + 0,6  |
| 250      | + 0,8  |
| 315      | + 1,0  |
| 400      | + 1,0  |
| 500      | + 1,0  |
| 630      | + 1,0  |
| 710      | + 1,0  |
| 800      | + 1,0  |

### 9.6.- Longitud.

Se procurará que la longitud del tubo sea superior a cuatro metros.

En caso de no estar definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto se fijará por el Director de Obra a propuesta del Contratista teniendo en cuenta los medios de transporte de que se dispone hasta su emplazamiento en la zanja.

En la longitud del tubo no se incluye la embocadura.

### 9.7.- Tolerancia en las longitudes.

La longitud tendrá una tolerancia de  $\pm 10$  mm, respecto de la longitud fijada.

### 9.8.- Espesores.

Son los fijados en la tabla 9.3, con las tolerancias indicadas en 9.9.

### 9.9.- Tolerancias de espesores.

Para las tolerancias de espesor la diferencia admisible ( $e_i - e$ ) entre el espesor en un punto cualquiera ( $e_i$ ) y el nominal será positiva y no excederá de los valores de la tabla 9.9.1.

**TABLA 9.9.1. TOLERANCIAS DE ESPESORES**

| Espesor nominal<br>mm | Tolerancia máxima<br>mm |
|-----------------------|-------------------------|
| 3,0                   | + 0,5                   |
| 3,1                   | + 0,5                   |
| 3,9                   | + 0,6                   |
| 4,9                   | + 0,7                   |
| 6,1                   | + 0,9                   |
| 7,7                   | + 1,0                   |
| 9,8                   | + 1,2                   |
| 12,2                  | + 1,5                   |
| 15,4                  | + 1,8                   |
| 17,4                  | + 2,0                   |
| 19,6                  | + 2,2                   |

El número de medidas a realizar por tubo será el indicado en la tabla 9.9.2.

**TABLA 9.9.2. MEDIDAS A REALIZAR POR TUBO**

| Diámetro nominal    | Número de medidas |
|---------------------|-------------------|
| DN $\leq$ 250       | 8                 |
| 250 < DN $\leq$ 630 | 12                |
| DN > 630            | 24                |

## 9.10.- Ensayos.

Los ensayos que se realizarán sobre los tubos, véase Capítulo 4, son los siguientes:

### 9.10.1.- Comportamiento al calor.

Este ensayo se realizará en la forma descrita en la UNE 53.112/81.

### 9.10.2.- Resistencia al impacto.

Este ensayo se realizará en la forma descrita en la UNE 53.112/81.

### 9.10.3.- Resistencia a presión hidráulica interior en función del tiempo.

Este ensayo se realizará en la forma descrita en la UNE 53.112/81, y a las temperaturas, duración de ensayo y a las presiones que figuran en 9.2.3.

### 9.10.4.- Ensayo a flexión transversal.

Este ensayo se realizará según el apartado 5.2 de la UNE 53.323/84.

### 9.10.5.- Ensayo de estanquidad.

Este ensayo se realizará en la forma descrita en el apartado 3.4.2 de la UNE 53.114/80 parte 11, elevando la presión hasta 1 kp/cm<sup>2</sup>.

En el caso de que los tubos que vayan a utilizarse con aguas cuya temperatura permanente, este comprendida entre 20° y 40° deberá comprobarse la estanquidad del tubo a la temperatura prevista.

## 9.11.- Embocaduras.

Las dimensiones de las embocaduras son las que figuran en la Tabla 9.11.1 y se acotan en la figura 9.11.a.

**Tabla 9.11.1. DIMENSIONES DE LA EMBOCADURA**

| DN  | Valor mínimo del diámetro interior (Di) medio de la embocadura<br>mm | Dimensiones mínimas de la embocadura |         |         | Longitud mínima de la embocadura (L <sub>1</sub> ) mm |
|-----|--|--------------------------------------|---------|---------|---|
|     |  | A<br>mm                              | B<br>mm | C<br>mm |   |
| 110 | 110,4  | 40                                   | 6       | 26      | 66  |
| 125 | 125,4  | 43                                   | 7       | 28      | 71  |
| 160 | 160,5  | 50                                   | 9       | 32      | 82  |
| 200 | 200,6  | 58                                   | 12      | 40      | 98  |
| 250 | 250,8  | 68                                   | 18      | 70      | 138   |
| 315 | 316,0  | 81                                   | 20      | 70      | 151   |
| 400 | 401,2  | 98                                   | 24      | 70      | 168   |
| 500 | 501,5  | 118                                  | 28      | 80      | 198   |
| 630 | 631,9  | 144                                  | 34      | 93      | 237   |
| 710 | 712,2  | 160                                  | 39      | 101     | 261   |
| 800 | 802,4  | 178                                  | 44      | 110     | 288   |

📎 **Tabla rectificada por la RECTIFICACIÓN DE ERRORES publicada en el B.O.E., nº 51, de 28 de febrero de 1987, pág. 6063.**

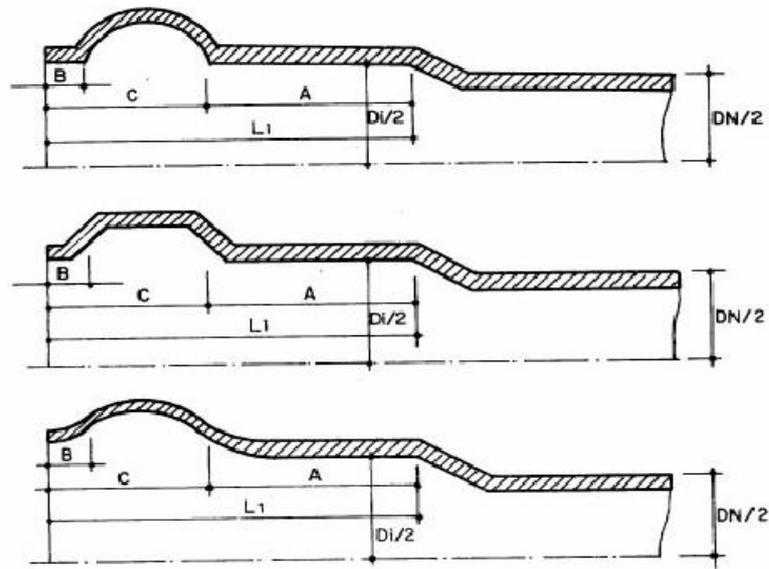


FIG. 9.11.a

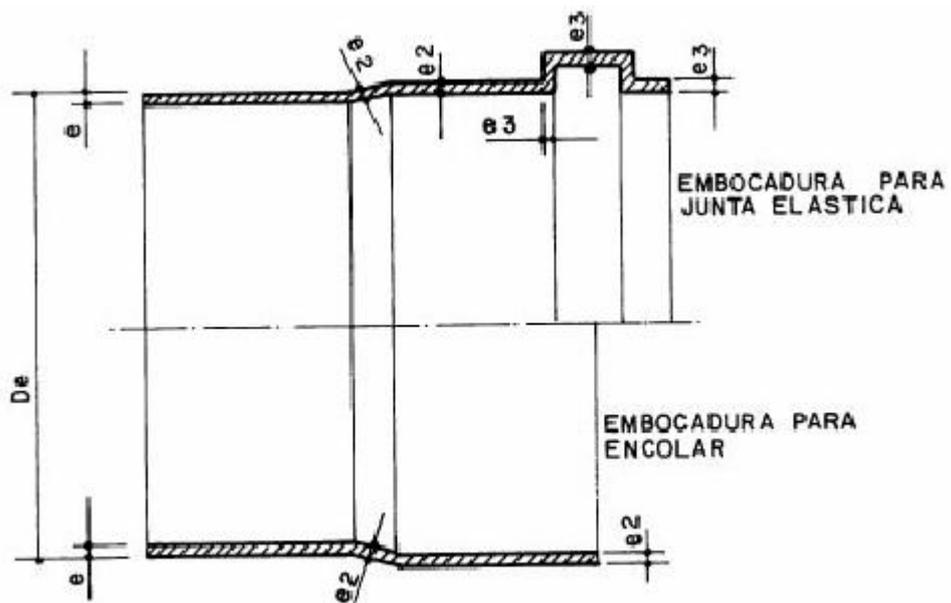


FIG. 9.11.b

Los espesores mínimos de pared en la embocadura (ver figura 9.11.b) se dan en la tabla 9.11.2.

**TABLA 9.11.2. ESPESORES DE LA EMBOCADURA**

| DN<br>mm | Espesor mínimo de la<br>embocadura ( $e_2$ )<br>mm | Espesor mínimo de la<br>garganta ( $e_3$ )<br>mm |
|----------|--|--|
| 110      | 2,7  | 2,3  |
| 125      | 2,8  | 2,3  |
| 160      | 3,5  | 2,9  |
| 200      | 4,4  | 3,7  |
| 250      | 5,5  | 4,6  |
| 315      | 6,9  | 5,8  |
| 400      | 8,8  | 7,4  |
| 500      | 11,0   | 9,2  |
| 630      | 13,9   | 11,6   |
| 710      | 15,7   | 13,1   |
| 800      | 17,7   | 14,7   |

### 9.12.- Condiciones de colocación de las tuberías enterradas de UPVC.

Debido a la importante influencia que para la estabilidad de las tuberías de material plástico tienen las condiciones geotécnicas del terreno natural y del relleno que las envuelve, deberán extremarse las precauciones a tomar tanto en lo que se refiere a la naturaleza del material de apoyo y relleno, como respecto del modo y grado de compactación. Asimismo, la forma y anchura del fondo de la zanja deberán ser las adecuadas para que las cargas ovalizantes que han de soportar los tubos sean las menores posibles. Por tanto, además de lo establecido en el Capítulo 12 deberán cumplirse las prescripciones de éste apartado.

La tubería enterrada puede ser instalada en alguna de las siguientes formas: (Ver Fig. 9.12).

- a) En zanja:
  - a 1) estrecha
  - a 2) ancha
- b) En zanja terraplenada
- c) En terraplén

En el caso c) y en el b) cuando la generatriz superior o coronación del tubo quede por encima de la superficie del terreno natural, se excavará una caja de sección rectangular en una capa de relleno ya compactado del terraplén, previamente colocada.

El ancho del fondo de la zanja o caja hasta el nivel de coronación de los tubos será el menor compatible con una buena compactación del relleno. Como mínimo será igual al diámetro exterior del tubo más cincuenta centímetros.

La tubería se apoyará sobre una cama nivelada, con un espesor mínimo de diez centímetros, formada por material de tamaño máximo no superior a veinte milímetros. La fracción cernida por el tamiz 0,080 UNE 7.050/53 será menor que la mitad de la fracción cernida por el tamiz 0,40 UNE 7.050/53. El material será no plástico y su equivalente de arena (EA) será superior a 30 (normas de ensayo NLT-105/72, NLT-106/72 y NLT-113/72). El material se compactará hasta alcanzar una densidad no inferior al noventa y cinco por ciento de la máxima obtenida en el ensayo Proctor normal.

Una vez colocada la tubería y ejecutadas las juntas se procederá al relleno a ambos lados del tubo con el mismo material que el empleado en la cama. El relleno se hará por capas apisonadas de espesor no superior a quince centímetros, manteniendo constantemente la misma altura, a ambos lados del tubo hasta alcanzar la coronación de éste, la cual debe quedar vista. El grado de compactación a obtener será el mismo que el de la cama. Se cuidará especialmente que no queden espacios sin rellenar bajo el tubo.

En una tercera fase, se procederá al relleno de la zanja o caja, hasta una altura de treinta centímetros por encima de la coronación del tubo, con el mismo tipo de material empleado en las fases anteriores. Se apisonará con pisón ligero a ambos lados del tubo y se dejará sin compactar la zona central, en todo el ancho de la proyección horizontal de la tubería.

A partir del nivel alcanzado en la fase anterior se proseguirá al relleno por capas sucesivas de altura no superior a veinte centímetros compactadas con el grado de compactación fijado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, con el tipo de material admitido por ese Pliego, en base a las condiciones que requiera la obra situada por encima de la tubería.

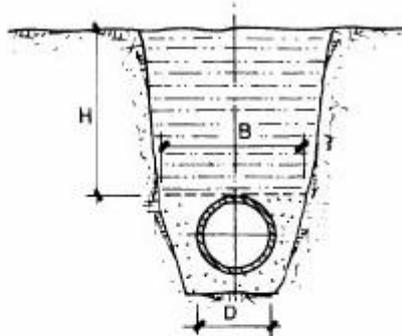
### 9.13.- Condiciones de utilización de la Serie normalizada.

Los tubos de UPVC de la Serie normalizada podrán utilizarse sin necesidad de cálculo mecánico justificativo cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

- Altura máxima de relleno sobre la generatriz superior.
  - a) En zanja estrecha ..... 6,00 m
  - b) En zanja ancha, zanja terraplenada y bajo terraplén..... 4,00 m
- Altura mínima de relleno sobre la generatriz superior.
  - a) Con sobrecargas móviles no superiores a 12 t,  
o sin sobrecargas móviles.....1,00 m
  - b) Con sobrecargas móviles comprendidas entre 12 y 30 t ..... 1,50 m
- Terreno natural de apoyo, y de la zanja hasta una altura sobre la generatriz superior del tubo no inferior a dos veces el diámetro: rocas y suelos estables (que no sean arcillas expansivas o muy plásticas, fangos, ni suelos orgánicos CN, OL y OH de Casagrande).
- Máxima presión exterior uniforme debida al agua intersticial o a otro fluido en contacto con el tubo .....0,6 kp/cm<sup>2</sup>

Si las condiciones de instalación o de carga difieren de las indicadas, la elección del tipo de tubo deberá hacerse mediante algún método de cálculo sancionado por la práctica, pudiendo utilizarse los descritos en la UNE 53.331.

## TIPOS DE INSTALACIÓN

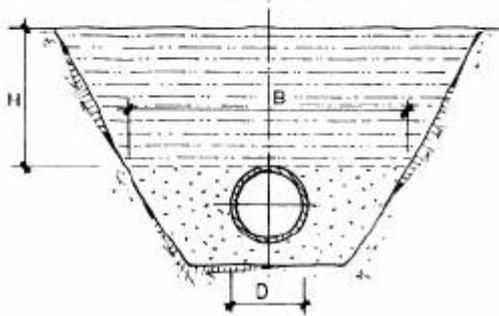


### a1) ZANJA ESTRECHA

$$B \leq 2D \text{ y } H \geq 1,5B \quad (1)$$

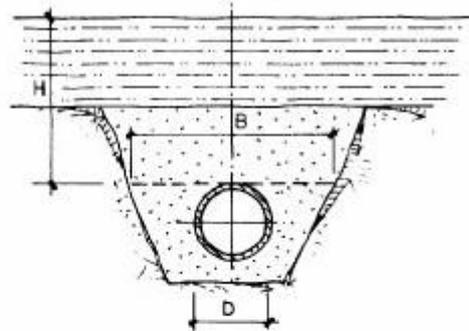
ó

$$2D < B \leq 3D \text{ y } H \geq 3,5B \quad (2)$$

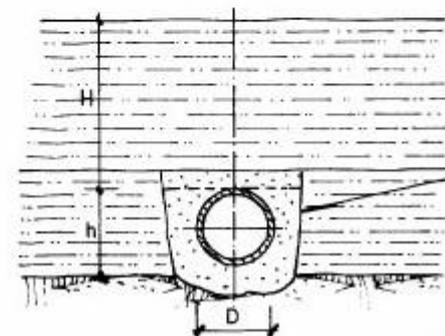


### a2) ZANJA ANCHA

NO CUMPLE NINGUNA DE LAS  
CONDICIONES (1) y (2)



### b) ZANJA TERRAPLENADA



### c) BAJO TERRAPLEN

2º FASE DE TERRAPLEN

ZANJA EXCAVADA EN EL RELLENO

1º FASE DEL TERRAPLEN

La tensión máxima admisible en la hipótesis de cargas combinadas más desfavorables será de cien kilopondios por centímetro cuadrado hasta una temperatura de servicio de veinte grados centígrados. Para otras temperaturas la tensión de cien kilopondios por centímetro cuadrado deberá multiplicarse por el factor de minoración dado en la siguiente tabla 9.13.

**TABLA 9.13. FACTOR DE MINORACIÓN EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA**

|                                   |   |     |     |     |      |    |
|-----------------------------------|---|-----|-----|-----|------|----|
| Temperatura, °C                   | 0 | 20  | 25  | 30  | 35   | 40 |
| Factor de Minoración <sup>1</sup> | 1 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,63 |    |

La flecha máxima admisible del tubo, debida a cargas ovalizantes será el cinco por ciento del DN: y el coeficiente de seguridad al pandeo, o colapso, del tubo será como mínimo dos.

## **10.- TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE).**

### **10.1.- Disposiciones generales.**

Los tubos serán siempre de sección circular, con sus extremos lisos y cortados en sección perpendicular a su eje longitudinal.

Estos tubos no se utilizarán cuando la temperatura permanente del agua sea superior a 40° C.

Estarán exentos de burbujas y grietas presentando una superficie exterior e interior lisa y con una distribución uniforme de color. La protección contra los rayos ultravioletas se realizará normalmente con negro de carbono incorporado a la masa. Las características, el contenido y la dispersión del negro de carbono cumplirán las especificaciones de la UNE 53.131/82. Los tubos incluidos en este Capítulo se fabricarán por extrusión y el sistema de unión se realizará normalmente por soldadura a tope.

Podrán utilizarse tubos fabricados por enrollamiento helicoidal soldado en cuyo caso sus características se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto.

Las condiciones de resistencia de estos tubos hacen imprescindible una ejecución cuidadosa del relleno de la zanja (véase 10.11).

El comportamiento de estas tuberías frente a la acción de aguas residuales con carácter ácido o básico es bueno en general, sin embargo la acción continuada de disolventes orgánicos, puede provocar fenómenos de microfisuración. En el caso de que se prevean vertidos frecuentes a la red, de fluidos que presenten agresividad, podrá analizarse su comportamiento teniendo en cuenta lo indicado en la Norma UNE 53.390/86.

### **10.2.- Características del material.**

Los materiales empleados en la fabricación de los tubos de polietileno de alta densidad (HDPE también denominados PE 50 A) estarán formados según se define en la UNE 53.131/82 por:

- a) Polietileno de alta densidad
- b) Negro de carbono
- c) Antioxidantes

No se empleará el polietileno de recuperación.

Las características físicas, del material que constituye la pared de los tubos en el momento de su recepción en obra serán las de la tabla 10.2

**TABLA 10.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

| Características del material      | Valores  | Método de ensayo | Observaciones                   |
|-----------------------------------|--|------------------|---------------------------------|
| Densidad                          | > 0,940 kg/dm <sup>3</sup>                     | UNE 53020/73     |                                 |
| Coefficiente de dilatación lineal | De 200 a 230 millonésimas por grado centígrado | UNE 53126/79     |                                 |
| Temperatura de reblandecimiento   | ≥ 100 °C                                       | UNE 53118/78     | Carga de ensayo de 1 kp.        |
| Índice de fluidez                 | £ 0,3 g/10 min                                 | UNE 53200/83     | Con un peso de 2,160 g a 190 °C |
| Resistencia a tracción simple     | ≥ 190 kp/cm <sup>2</sup>                       | UNE 53133/82     | Tensión en el punto de fluencia |
| Alargamiento a la rotura          | ≥ 350%   | UNE 53133/82     |                                 |

 **Tabla rectificada por la RECTIFICACIÓN DE ERRORES publicada en el B.O.E., nº 51, de 28 de febrero de 1987, pág. 6063.**

Las características físicas de los tubos de HDPE serán las siguientes:

**10.2.1.- Comportamiento al calor.**

La contracción longitudinal remanente del tubo, después de haber estado sometido a la acción del calor, será menor del 3 por ciento, determinada con el método de ensayo que figura en la UNE 53.133/82.

**10.2.2.- Resistencia a la presión hidráulica interior en función del tiempo.**

Se determina con el método de ensayo que figura en la UNE 53.133/82.

Los tubos no deberán romperse al someterlos a la presión hidráulica interior que produzca la tensión de tracción circunferencial que figura en la siguiente tabla, según la fórmula

$$\sigma = \frac{P(D - 2e)}{2e}$$

**TABLA 10.2.2. PRESIÓN HIDRÁULICA INTERIOR**

| Temperatura de ensayo ° C | Duración del ensayo en horas | Tensión de tracción circunferencia kp/cm <sup>2</sup> |
|---------------------------|------------------------------|---|
| 20                        | 1                            | 147   |
| 80                        | 170                          | 29  |

**10.2.3.- Ensayo de flexión transversal.**

El ensayo de flexión transversal se realiza en un tubo de longitud L sometido, entre dos placas rígidas, a una fuerza de aplastamiento P aplicada a lo largo de la generatriz superior, que produce una flecha o deformación vertical del tubo Δy.

 **Apartado rectificado por la RECTIFICACIÓN DE ERRORES publicada en el B.O.E., nº 51, de 28 de febrero de 1987, pág. 6063.**

Para las series adoptadas se fijan una rigideces circunferenciales específicas (RCE) a corto plazo de 0,048 kp/cm<sup>2</sup> para la serie A y de 0,183 kp/cm<sup>2</sup> para la serie B, por lo que en el ensayo realizado según el apartado 5.2. de la UNE 53.323/84 deberá obtenerse:

 **Apartado rectificado por la RECTIFICACIÓN DE ERRORES publicada en el B.O.E., nº 51, de 28 de febrero de 1987, pág. 6063.**

$$\text{Para la serie A } \Delta y \leq 0,388 \frac{P}{L}$$

$$\text{Para la serie B } \Delta y \leq 0,102 \frac{P}{L}$$

### 10.3.- Clasificación.

Los tubos se clasificarán por su diámetro nominal y por su espesor de pared según la siguiente tabla 10.3.

**TABLA 10.3. TUBOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD  
CLASIFICACIÓN**

| DN<br>mm | Espesor (e)<br>mm |      |
|----------|-------------------|------|
|          | A                 | B    |
| 110      | 4,2               | 6,6  |
| 125      | 4,8               | 7,4  |
| 160      | 6,2               | 9,5  |
| 200      | 7,7               | 11,9 |
| 250      | 9,6               | 14,8 |
| 315      | 12,1              | 18,7 |
| 400      | 15,3              | 23,7 |
| 500      | 19,1              | 29,6 |
| 630      | 24,1              | 37,3 |

### 10.4.- Diámetro de los tubos.

Los diámetros exteriores de los tubos se ajustarán a los valores expresados en 10.3 con las tolerancias indicadas en 10.5.

### 10.5.- Tolerancias en los diámetros.

Las tolerancias de los tubos serán siempre positivas y se dan en la siguiente tabla 10.5.

### 10.6.- Longitud.

La longitud de los tubos rectos será preferentemente de 6, 8, 10 y 12 m.

### 10.7.- Tolerancia en las longitudes.

La longitud será como mínimo la nominal con una tolerancia de + 20 mm respecto de la longitud fijada a 23° ± 2° C.

**TABLA 10.5. TOLERANCIA DE LOS DIÁMETROS**

| DN<br>mm | Tolerancia máxima del diámetro<br>exterior medio<br>mm |
|----------|--|
| 110      | + 1,0  |
| 125      | + 1,2  |
| 160      | + 1,5  |
| 200      | + 1,8  |
| 250      | + 2,3  |
| 315      | + 2,9  |
| 400      | + 3,6  |
| 500      | + 4,5  |
| 630      | + 5,0  |

**10.8.- Espesores.**

Son los fijados en la tabla 10.3, con las tolerancias indicadas en 10.9.

**10.9.- Tolerancias de los espesores.**

Para las tolerancias de espesor la diferencia admisible ( $e_i - e$ ) entre el espesor en un punto cualquiera ( $e_i$ ) y el nominal será positiva y no excederá de los valores de la siguiente tabla 10.9.1.

**TABLA 10.9.1. TOLERANCIAS DE ESPESORES**

| Espesor nominal e<br>mm | Tolerancia máxima<br>mm |
|-------------------------|-------------------------|
| 4,2                     | + 0,7                   |
| 4,8                     | + 0,7                   |
| 6,2                     | + 0,9                   |
| 6,6                     | + 0,9                   |
| 7,4                     | + 1,0                   |
| 7,7                     | + 1,0                   |
| 9,5                     | + 1,2                   |
| 9,6                     | + 1,2                   |
| 11,9                    | + 1,4                   |
| 12,1                    | + 1,5                   |
| 14,8                    | + 1,7                   |
| 15,3                    | + 1,8                   |
| 18,7                    | + 2,1                   |
| 19,1                    | + 2,2                   |

El número de medidas a realizar por tubo será el indicado en la tabla 10.9.2

**TABLA 10.9.2. MEDIDAS A REALIZAR POR TUBO**

| <b>Diámetro nominal</b> | <b>Número de medidas</b> |
|-------------------------|--------------------------|
| DN ≤ 250                | 8                        |
| DN > 250                | 12                       |

#### **10.10.- Ensayos.**

Los ensayos que se realizarán sobre los tubos, véase Capítulo 4, son los siguientes:

##### **10.10.1.- Comportamiento al calor.**

Este ensayo se realizará en la forma descrita en el apartado 2.8 de la UNE 53.133/82.

##### **10.10.2.- Resistencia a la presión hidráulica en función del tiempo.**

Este ensayo se realizará de acuerdo con la UNE 53.133/82 a temperaturas de 20 y 80° C con una duración de 1 y 170 h respectivamente y a las presiones que figuran en 10.2.2.

##### **10.10.3.- Ensayo de flexión transversal.**

Este ensayo se realizará según el apartado 5.2 de la UNE 53.323/84.

##### **10.10.4.- Ensayo de estanquidad.**

Este ensayo se realizará de igual manera que para los tubos de UPVC (Véase 9.10.5).

#### **10.11.- Condiciones de colocación de las tuberías enterradas de HDPE.**

Serán las mismas que para las tuberías de UPVC indicadas en 9.12.

#### **10.12.- Condiciones de utilización de las series normalizadas.**

Los tubos de HDPE de la Serie A Normalizada podrán utilizarse sin necesidad de cálculo mecánico justificativo cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

- Altura máxima de relleno sobre la generatriz superior.
  - a) En zanja estrecha ..... 6,00 m
  - b) En zanja ancha, zanja terraplenada y bajo terraplén..... 4,00 m
- Altura mínima de relleno sobre la generatriz superior.
  - a) Con sobrecargas móviles no superiores a 12 t o sin sobrecargas móviles ..... 1,00 m

- b) Con sobrecargas móviles comprendidas entre 12 t y 30 t ..... 1,50 m
- Terreno natural de apoyo, y de zanja hasta una altura sobre la generatriz superior del tubo no inferior a dos veces el diámetro; rocas y suelos estables (que no sean arcillas expansivas o muy plásticas, fangos, ni suelos orgánicos CN, OL y OH de Casagrande).
- Máxima presión exterior uniforme debida al agua intersticial o a otro fluido en contacto con el tubo..... 0,6 kp/cm<sup>2</sup>

Si las condiciones de instalación o de carga difieren de las indicadas, la elección del tipo de tubo, se hará bien utilizando la serie B clasificada en 10.3 o cualquier otra de las series utilizadas para conducción de agua a presión, los cálculos se justificarán mediante algún método sancionado por la práctica, pudiendo utilizarse los descritos en la UNE 53.331.

La tensión máxima admisible en la hipótesis de cargas combinadas más desfavorable será de cincuenta kilopondios por centímetro cuadrado hasta una temperatura de servicio de veinte grados centígrados. Para otras temperaturas la tensión de cincuenta kilopondios por centímetro cuadrado deberá multiplicarse por el factor de minoración dado en la siguiente tabla 10.12.

**TABLA 10.12. FACTOR DE MINORACIÓN EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA**

|                      |   |    |     |      |     |     |
|----------------------|---|----|-----|------|-----|-----|
| Temperatura, °C      | 0 | 20 | 25  | 30   | 35  | 40  |
| Factor de Minoración | 1 | 1  | 0,8 | 0,63 | 0,5 | 0,4 |

La flecha máxima admisible de tubo, debido a cargas ovalizantes será el cinco por ciento del DN, y el coeficiente de seguridad al pandeo, o colapso, del tubo será como mínimo dos.

## **11.- TUBOS DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO.**

### **11.1.- Disposiciones generales.**

Los tubos serán rectos y tendrán su sección transversal circular y los extremos estarán cortados perpendicularmente al eje longitudinal.

La superficie exterior será regular; la superficie interior será lisa. Ambas estarán libres de fisuras y sin afloración de fibras. Además la superficie interior deberá estar constituida, con resina resistente químicamente a los productos que haya de transportar y en cantidad suficiente que asegure el aislamiento de los elementos estructurales.

Las condiciones de resistencia de estos tubos hacen imprescindible una ejecución cuidadosa del relleno de la zanja (véase 11.1 1).

Este tipo de tuberías está especialmente indicado para transportar agua de residuos industriales.

### **11.2.- Características del material.**

Los materiales empleados en la fabricación de los tubos son fundamentalmente:

- a) Resinas: Una resina de poliéster no saturado, adecuada para resistir la acción agresiva de las aguas que vayan a estar en contacto, tanto internamente como externamente.
- b) Fibra de vidrio: La fibra de vidrio será de tipo "E" o "C" en sus formas de hilo continuo (roving), fieltro (mat), etc..

- c) Varios: Además normalmente suele utilizarse cierto tipo de cargas tales como arena, microesfera y otras.

Las características físicas de los tubos de poliéster reforzado con fibra de vidrio serán las siguientes:

- a) Rigidez circunferencial específica a corto plazo: La mínima rigidez circunferencial específica a corto plazo para una deformación del tubo del 5 por ciento será la que figura en la tabla 11.2.1.

La rigidez transversal específica se define por la expresión

$$RCE = \frac{E_c \cdot I}{D_m^3}$$

donde:

RCE = Rigidez transversal específica en kp/cm<sup>2</sup>

E<sub>c</sub> = Módulo de deformación (de fluencia) en flexión transversal del tubo, en kp/cm<sup>2</sup>

I = Momento de inercia de la sección longitudinal de la pared del tubo, por unidad de longitud en cm<sup>3</sup>

D<sub>m</sub> = Diámetro medio teórico del tubo en cm (semisuma de diámetro exterior e interior).

**TABLA 11.2.1. RIGIDEZ CIRCUNFERENCIAL ESPECIFICA A CORTO PLAZO**

|   | Tipo |     |     |       |
|---|------|-----|-----|-------|
|   | A    | B   | C   | D     |
| Rigidez circunferencial específica mínima en kp/cm <sup>2</sup> | 125  | 250 | 500 | 1.000 |

- b) Coeficiente de fluencia: El coeficiente de fluencia estimado a 50 años obtenido de acuerdo con el método de ensayo 11.10.2 será inferior a 2. Además no deberán presentarse delaminaciones ni fisuras en las muestras ensayadas.
- c) Resistencia a flexión longitudinal: Cuando los tubos se ensayan de acuerdo con el método de ensayo 11.10.3 deberán resistir, sin que se produzca rotura, delaminación o fisuras, las cargas indicadas en la tabla 11.2.2.

**TABLA 11.2.2. CARGA TOTAL DE ENSAYO**

| Diámetro nominal<br>mm | Carga total de ensayo (Q)<br>Kp |
|------------------------|---------------------------------|
| 200                    | 350                             |
| 250                    | 550                             |
| 300                    | 700                             |
| 400                    | 1.300                           |
| 500                    | 2.000                           |
| 600                    | 2.500                           |
| 700                    | 3.400                           |
| 800                    | 4.500                           |
| 900                    | 5.700                           |
| 1.000                  | 7.000                           |

Para diámetros superiores a 1.000 mm., los tubos deberán resistir las cargas deducidas de la fórmula

$$Q = 6 \cdot (DN)^2 \cdot 10^{-3}$$

- d) Contenido de fibra de vidrio: El contenido de fibra de vidrio será como mínimo del 10 por ciento en peso determinado con arreglo a la UNE 53.269/80.
- e) Dureza Barcol: La dureza Barcol de los tubos perfectamente curados, será, como mínimo, el 80 por ciento del valor correspondiente a la resina utilizada perfectamente curada, y el incremento de dureza será inferior al 15 por ciento del valor inicial, después de someterlas al ensayo 11.10.4.
- f) Absorción de agua: La absorción de agua a 20° C medida según 11.10.5 será como máximo de 10 g/m<sup>2</sup>.

### 11.3.- Clasificación.

Los tubos se clasificarán según la mínima rigidez circunferencial específica a corto plazo para una deformación del tubo del 5 por ciento, medida según lo indicado en 11.10.1, en los cuatro tipos que se indican en la tabla 11.2.1.

### 11.4.- Diámetro de los tubos.

Los diámetros interiores (diámetros nominales) de los tubos se ajustarán a los siguientes valores:

Diámetro interior

mm 200 250 300 400 500 600 700 800 900 1.000 1.200 1.400 1.600  
1.800 2.000 2.500

Se entiende como diámetro interior medio el valor expresado en milímetros que resulta al hallar la media aritmética de los valores obtenidos al medir dos diámetros perpendiculares en cualquier sección recta del tubo.

### 11.5.- Tolerancia de los diámetros.

La tolerancia del diámetro interior será del  $\pm 1$  por ciento del valor nominal.

### 11.6.- Longitud.

La longitud nominal de los tubos, expresada en metros se recomienda se seleccione entre las siguientes: 3, 5, 6,10 y 12.

### 11.7.- Tolerancia en las longitudes.

La longitud tendrá una tolerancia del  $\pm 25$  mm respecto a la longitud fijada.

### 11.8.- Espesores.

Los espesores de pared los fijará el fabricante en sus catálogos y serán calculados teniendo en cuenta la rigidez circunferencial específica a corto plazo (véase 11.3).

### **11.9.- Tolerancia de los espesores.**

Se admitirá como máximo una tolerancia en más de un 20 por ciento del espesor fijado por el fabricante.

### **11.10.- Ensayos.**

Los ensayos que se realizarán sobre los tubos, véase Capítulo 4, son los siguientes:

#### **11.10.1.- Rigidez circunferencial específica a corto plazo.**

Este ensayo sustituye para el políester reforzado con fibra de vidrio al ensayo de aplastamiento; se realizará de acuerdo con el apartado 5.2 de la UNE 53.323/84.

#### **11.10.2.- Coeficiente de fluencia.**

Se determinará de acuerdo con el apartado 5.3 de la UNE 53.323/84.

#### **11.10.3.- Resistencia a flexión longitudinal.**

Se determinará de acuerdo con el apartado 5.4 de la UNE 53.323/84.

#### **11.10.4.- Dureza Barcol.**

Las medidas de dureza se realizarán de acuerdo con lo indicado en el apartado 5.7 de la UNE 53.323/84.

#### **11.10.5.- Absorción de agua.**

La determinación de la absorción de agua se realizará de acuerdo con el apartado 5.8 de la UNE 53.323/84.

#### **11.10.6.- Resistencia química y a la temperatura.**

Este ensayo se realizará obligatoriamente cuando los tubos se apliquen en vertidos industriales según la UNE 53.316/78, empleando como líquido de ensayo el que haya de transportar o un producto simulante equivalente.

#### **11.10.7.- Ensayo de estanquidad.**

Este ensayo se realizará de igual manera que para los tubos de UPVC (véase 9.10.5).

### **11.11.- Condiciones de colocación de las tuberías enterradas de poliéster reforzado.**

Serán las indicadas en 9.12.

## **12.- INSTALACIÓN DE TUBERÍAS.**

### **12.1.- Generalidades.**

Este Capítulo es aplicable para toda clase de tubos, aunque para los de Policloruro de Vinilo no plastificado, polietileno de alta densidad y poliéster reforzado con fibra de vidrio, deberán cumplirse además lo establecido en el apartado 9.12.

### **12.2.- Transporte y manipulación.**

La manipulación de los tubos en fábrica y transporte a obra deberá hacerse sin que sufran golpes o rozaduras. Se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer; se evitará rodarlos sobre piedras, y en general, se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes de importancia. Para el transporte los tubos se colocarán en el vehículo en posición horizontal y paralelamente a la dirección del medio de transporte. Cuando se trata de tubos de cierta fragilidad en transportes largos, sus cabezas deberán protegerse adecuadamente.

El Contratista deberá someter a la aprobación del Director de Obra el procedimiento de descarga en obra y manipulación de los tubos.

No se admitirán para su manipulación dispositivos formados por cables desnudos ni por cadenas que estén en contacto con el tubo. El uso de cables requerirá un revestimiento protector que garantice que la superficie del tubo no quede dañada.

Es conveniente la suspensión por medio de bridas de cinta ancha con el recubrimiento adecuado.

Al proceder a la descarga conviene hacerlo de tal manera que los tubos no se golpeen entre sí o contra el suelo. Los tubos se descargarán, a ser posible cerca del lugar donde deben ser colocados en la zanja, y de forma que puedan trasladarse con facilidad al lugar de empleo. Se evitará que el tubo quede apoyado sobre puntos aislados.

Tanto en el transporte como en el apilado se tendrá presente el número de capas de tubos que puedan apilarse de forma que las cargas de aplastamiento no superen el cincuenta por ciento de la de prueba.

Se recomienda, siempre que sea posible, descargar los tubos al borde de zanja, para evitar sucesivas manipulaciones. En el caso de que la zanja no estuviera abierta todavía se colocarán los tubos, siempre que sea posible, en el lado opuesto a aquel en que se piensen depositar los productos de la excavación y de tal forma que queden protegidos del tránsito, de los explosivos, etc.

En caso de tubos de hormigón recién fabricados no deben almacenarse en el tajo por un periodo largo de tiempo en condiciones que puedan sufrir secados excesivos o fríos intensos. Si fuera necesario hacerlo se tomarán las precauciones oportunas para evitar efectos perjudiciales en los tubos.

### **12.3.- Zanjas para alojamiento de las tuberías.**

#### **12.3.1.- Profundidad de las zanjas.**

La profundidad mínima de las zanjas y sin perjuicio de consideraciones funcionales, se determinará de forma que las tuberías resulten protegidas de los efectos del tráfico y cargas exteriores, así como preservadas de las variaciones de temperatura del medio ambiente. Para ello, el Proyectista deberá tener en cuenta la situación de la tubería (según sea bajo calzada o lugar de tráfico más o menos intenso, o

bajo aceras o lugar sin tráfico), el tipo de relleno, la pavimentación si existe, la forma y calidad del lecho de apoyo, la naturaleza de las tierras, etc. Como norma general bajo las calzadas o en terreno de tráfico rodado posible, la profundidad mínima será tal que la generatriz superior de la tubería quede por lo menos a un metro de la superficie; en aceras o lugares sin tráfico rodado puede disminuirse este recubrimiento a sesenta centímetros. Si el recubrimiento indicado como mínimo no pudiera respetarse por razones topográficas, por otras canalizaciones, etc., se tomarán las medidas de protección necesarias.

Las conducciones de saneamiento se situarán en plano inferior a las de abastecimiento, con distancias vertical y horizontal entre una y otra no menor de un metro, medido entre planos tangentes, horizontales y verticales a cada tubería más próxima entre sí. Si estas condiciones no pudieran mantenerse justificadamente o fuera preciso cruces con otras canalizaciones, deberán adoptarse precauciones especiales.

### **12.3.2.- Anchura de las zanjas.**

El ancho de la zanja depende del tamaño de los tubos, profundidad de la zanja, taludes de las paredes laterales, naturaleza del terreno y consiguiente necesidad o no de entibación, etc.; como norma general, la anchura mínima no debe ser inferior a setenta centímetros y se debe dejar un espacio de veinte centímetros a cada lado del tubo según el tipo de juntas. Al proyectar la anchura de la zanja se tendrá en cuenta si su profundidad o la pendiente de su solera exigen el montaje de los tubos con medios auxiliares especiales (pórticos, carretones, etc.).

### **12.3.3 - Apertura de las zanjas.**

Se recomienda que no transcurran más de ocho días entre la excavación de la zanja y la colocación de la tubería.

En el caso de terrenos arcillosos o margosos de fácil meteorización, si fuese absolutamente imprescindible efectuar con más plazo la apertura de las zanjas, se deberá dejar sin excavar unos veinte centímetros sobre la rasante de la solera para realizar su acabado en plazo inferior al citado.

### **12.3.4.- Realización de la zanja.**

Las zanjas pueden abrirse a mano o mecánicamente, perfectamente alineadas en planta y con la rasante uniforme, salvo que el tipo de junta a emplear precise que se abran nichos. Estos nichos del fondo y de las paredes no deben efectuarse hasta el momento de montar los tubos y a medida que se verifique esta operación, para asegurar su posición y conservación.

Se excavará hasta la línea de la rasante siempre que el terreno sea uniforme; si quedan al descubierto elementos rígidos tales como piedras, rocas, fábricas antiguas, etc., será necesario excavar por debajo de la rasante para efectuar un relleno posterior. De ser preciso efectuar voladuras para las excavaciones, en general en poblaciones, se adoptarán precauciones para la protección de personas o propiedades, siempre de acuerdo con la legislación vigente y las ordenanzas municipales, en su caso.

El material procedente de la excavación se apilará lo suficientemente alejado del borde de las zanjas para evitar el desmoronamiento de éstas o que el desprendimiento del mismo pueda poner en peligro a los trabajadores. En el caso de que las excavaciones afecten a pavimentos, los materiales que puedan ser usados en la restauración de los mismos deberán ser separados del material general de la excavación.

El relleno de las excavaciones complementarias realizadas por debajo de la rasante se regularizará dejando una rasante uniforme. El relleno se efectuará preferentemente con arena suelta, grava o piedra machacada, siempre que el tamaño máximo de esta no exceda de dos centímetros. Se evitará el empleo de tierras inadecuadas. Estos rellenos se apisonarán cuidadosamente y se regularizará la superficie. En el caso de que el fondo de la zanja se rellene con arena o grava los nichos para las juntas se efectuarán en el relleno. Estos rellenos son distintos de las camas de soporte de los tubos y su único fin es dejar una rasante uniforme.

Cuando por su naturaleza el terreno no asegure la suficiente estabilidad de los tubos o piezas especiales, se compactará o consolidará por los procedimientos que se ordenen y con tiempo suficiente. En el caso de que se descubra terreno excepcionalmente malo se decidirá la conveniencia de construir una cimentación especial (apoyos discontinuos en bloques, pilotajes, etc.).

#### **12.4.- Acondicionamiento de la zanja, montaje de tubos y rellenos.**

##### **12.4 1.- Clasificación de los terrenos.**

A los efectos del presente Pliego los terrenos de las zanjas se clasifican en las tres calidades siguientes:

- Estables: Terrenos consolidados, con garantía de estabilidad. En este tipo de terrenos se incluyen, los rocosos, los de tránsito, los compactos y análogos.
- Inestables: Terrenos con posibilidad de expansiones o de asentamientos localizados, los cuales, mediante un tratamiento adecuado, pueden corregirse hasta alcanzar unas características similares a las de los terrenos estables. En este tipo de terreno se incluyen, las arcillas, los rellenos y otros análogos.
- Excepcionalmente inestables: Terrenos con gran posibilidad de asentamientos, de deslizamientos o fenómenos perturbadores. En esta categoría se incluyen los fangos, arcillas expansivas, los terrenos movedizos y análogos.

##### **12.4.2.- Acondicionamiento de la zanja.**

De acuerdo con la clasificación anterior se acondicionarán las zanjas de la siguiente manera:

- a) Terrenos estables. En este tipo de terrenos se dispondrá una capa de gravilla o de piedra machacada, con un tamaño máximo de veinticinco milímetros y mínimo de cinco milímetros a todo lo ancho de la zanja con espesor de un sexto del diámetro exterior del tubo y mínimo de diez centímetros. Excepcionalmente cuando la naturaleza del terreno, y las cargas exteriores lo permitan, se podrá apoyar la tubería directamente sobre el fondo de la zanja.
- b) Terrenos inestables. Si el terreno es inestable se dispondrá sobre todo el fondo de la zanja una capa de hormigón pobre, con espesor de quince centímetros.

Sobre esta capa se situarán los tubos y se dispondrá una cama hormigonando posteriormente con hormigón de doscientos kilogramos de cemento por metro cúbico, de forma que el espesor entre la generatriz inferior del tubo y la capa de hormigón pobre tenga quince centímetros de espesor. El hormigón se colocará hasta que la cama de apoyo corresponda a un ángulo de ciento veinte grados sexagesimales en el centro del tubo.

Para tubos de diámetro inferior a 60 cm la cama de hormigón podrá sustituirse por una cama de arena dispuesta sobre la capa de hormigón.

- c) Terrenos excepcionalmente inestables. Los terrenos excepcionalmente inestables se tratarán con disposiciones adecuadas en cada caso, siendo criterio general procurar evitarlos, aún con aumento del presupuesto.

##### **12.4.3.- Montaje de los tubos.**

En la manipulación de los tubos para el montaje de tubería se tendrá en cuenta lo prescrito en 12.2.

Antes de bajar los tubos a la zanja se examinarán éstos y se apartarán los que presenten deterioros.

Una vez los tubos en el fondo de la zanja, se examinarán nuevamente para cerciorarse de que su interior está libre de tierra, piedras, útiles de trabajo, etc. y se realizará su centrado y perfecta alineación, conseguido lo cual se procederá a calzarlos y acodalarlos con un poco de material de relleno para impedir su movimiento. Cada tubo deberá centrarse perfectamente con el adyacente. Si se precisase reajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y prepararlo como para su primera colocación.

Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua, para ello es buena práctica montar los tubos en sentido ascendente asegurando el desagüe en los puntos bajos.

Al interrumpirse la colocación de la tubería se evitará su obstrucción y se asegurará su desagüe, procediendo, no obstante, esta precaución, a examinar con todo cuidado el interior de la tubería al reanudar el trabajo por si pudiera haberse introducido algún cuerpo extraño en la misma.

#### **12.4.4.- Relleno de la zanja.**

Para proceder al relleno de las zanjas se precisará autorización expresa del Director de Obra.

Generalmente no se colocarán más de cien metros de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para protegerlos en lo posible de los golpes.

Una vez colocada la tubería, el relleno de las zanjas se compactará por tongadas sucesivas. Las primeras tongadas hasta unos treinta centímetros por encima de la generatriz superior del tubo se harán evitando colocar piedras o gravas con diámetros superiores a dos centímetros y con un grado de compactación no menor del 95 por ciento del Proctor Normal. Las restantes podrán contener material más grueso, recomendándose, sin embargo, no emplear elementos de dimensiones superiores a los veinte centímetros y con un grado de compactación del 100 por 100 del Proctor Normal.

Cuando los asientos previsibles de las tierras de relleno no tengan consecuencias de consideración, se podrá admitir el relleno total con una compactación al 95 por ciento del Proctor Normal.

Si se utilizan para el relleno de la zanja materiales sin cohesión libremente drenantes, tales como arenas y gravas, deben compactarse hasta alcanzar una densidad relativa no menor del 70 por ciento, o del 75 por ciento, cuando la compactación exigida en el caso de relleno cohesivo sea del 95 por ciento, o del 100 por cien, del Proctor Normal, respectivamente.

Se tendrá especial cuidado en el procedimiento empleado para terraplenar zanjas y consolidar rellenos, de forma que no produzcan movimientos de las tuberías. No se rellenarán las zanjas, normalmente, en tiempo de grandes heladas o con material helado.

Cuando por circunstancias excepcionales en el montaje de la tubería tengan que colocarse apoyos aislados deberá justificarse y comprobarse el comportamiento mecánico, habida cuenta la presencia de tensiones de tracción. Por otra parte la forma de enlace entre tubería y apoyo se ejecutará de manera que se garantice el cumplimiento de las hipótesis del proyecto.

### **13.- PRUEBAS DE LA TUBERÍA INSTALADA.**

#### **13.1.- Pruebas por tramos.**

Se deberá probar al menos el diez por ciento de la longitud total de la red, salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fije otra distinta. El Director de la Obra determinará los tramos que deberán probarse.

Una vez colocada la tubería de cada tramo, construidos los pozos y antes del relleno de la zanja, el Contratista comunicará al Director de Obra que dicho tramo está en condiciones de ser probado. El Director de Obra en el caso de que decida probar ese tramo fijará la fecha, en caso contrario autorizará el relleno de la zanja.

La prueba se realizará obturando la entrada de la tubería en el pozo de aguas abajo y cualquier otro punto por el que pudiera salirse el agua; se llenará completamente de agua la tubería y el pozo de aguas arriba del tramo a probar.

Transcurridos treinta minutos del llenado se inspeccionarán los tubos, las juntas y los pozos, comprobándose que no ha habido pérdida de agua.

Todo el personal, elementos y materiales necesarios para la realización de las pruebas serán de cuenta del Contratista.

Excepcionalmente, el Director de Obra podrá sustituir este sistema de prueba por otro suficientemente constatado que permita la detección de fugas.

Si se aprecian fugas durante la prueba, el Contratista las corregirá procediéndose a continuación a una nueva prueba. En este caso el tramo en cuestión no se tendrá en cuenta para el cómputo de la longitud total a ensayar.

### **13.2.- Revisión general.**

Una vez finalizada la obra y antes de la recepción provisional, se comprobará el buen funcionamiento de la red vertiendo agua en los pozos de registro de cabecera o, mediante las cámaras de descarga si existiesen, verificando el paso correcto de agua en los pozos registro aguas abajo.

El Contratista suministrará el personal y los materiales necesarios para esta prueba.

## **ANEJO 1. NORMAS UNE CITADAS EN EL PLIEGO**

7.050/53 Cedazos y tamices de ensayo.

7.052/52 Ensayo de absorción de agua en las tuberías, accesorios y canales de gres.

7.058/52 Método de ensayo de la resistencia del gres al ataque por agentes químicos.

48.103 Colores normalizados.

53.020/73 Materiales plásticos. Determinación de la densidad y de la densidad relativa de los materiales plásticos no celulares. Métodos de ensayo.

53.039/55 Materiales plásticos. Medida de la permeabilidad a la luz, de los materiales plásticos.

53.112/81 Plásticos. Tubos y accesorios de policloruro de vinilo no plastificado para conducción de agua a presión. Características y métodos de ensayo.

53.114/80 Parte II. Plásticos. Tubos y accesorios inyectados de policloruro de vinilo no plastificado para unión con adhesivo de aguas pluviales y residuales. Características y métodos de ensayo.

53.118/78 Materiales plásticos. Determinación de la temperatura de reblandecimiento VICAT.

53.126/79 Plásticos. Determinación del coeficiente de dilatación lineal.

53.131/82 Plásticos. Tubos de polietileno para conducciones de agua a presión. Medidas y características.

53.133/82 Plásticos. Tubos de polietileno para conducción de agua a presión. Métodos de ensayo.

53.174/85 Plásticos. Adhesivos para uniones encoladas de tubos y accesorios de policloruro de vinilo no plastificado utilizados en conducciones de fluidos con o sin presión. Características.

53.200/83 Plásticos. Determinación del índice de fluidez de polímeros.

53.269/80 Plásticos. Plásticos reforzados con fibra de vidrio. Determinación de la pérdida al fuego.

53.316/78 Materiales plásticos. Determinación de la resistencia química de materiales plásticos reforzados con fibra de vidrio.

53.323/84 Tubos de poliéster reforzado con fibra de vidrio utilizados para canalizaciones de saneamientos y vertidos industriales. Características y métodos de ensayo.

53.331/86 Criterios para la comprobación de los tubos de UPVC y HDPE sin presiones sometidos a cargas externas.

53.389/85 Plásticos. Tubos y accesorios de policloruro de vinilo no plastificado. Resistencia química a fluidos.

53.390/86 Plásticos. Tubos y accesorios de polietileno de baja densidad (LDPE). Resistencia química a fluidos.

53.590/75 Elastomeros. Juntas de estanquidad de goma maciza para conducciones de aguas residuales. Características y métodos de ensayo.

67.019/78 Cerámica. Ladrillos cerámicos para la construcción. Características y usos.

88.201/78 Tubos, juntas y piezas de amianto cemento para conducciones de saneamiento.

88.211/83 Criterios para la elección de los tubos de amianto cemento a utilizar en conducciones con o sin presión sometidos a cargas externas.