



DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: N.º 445R /22

Área genérica / Uso previsto:	Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos AFTHAP Delta de hormigón
Nombre comercial:	AFTHAP DELTA
Beneficiario:	PREFABRICADOS DELTA, S.A.
Sede social:	Calle Federico Salmón, 13, 28016 Madrid. España Tlf.: (+34) 915300047 e-mail: delta@prefabricadosdelta.com www.prefabricadosdelta.com
Lugar de fabricación:	Factoría de Puente Genil: C/ La Alianza s/n. Polígono Industrial San Pancraccio 14500 Puente Genil (Córdoba). España Factoría de Humanes: Avda. Industria, 73 28960 Humanes (Madrid). España
Validez. Desde:	06 de octubre de 2022
Hasta:	06 de octubre de 2027 (Condicionada a seguimiento anual)

Este Documento consta de 19 páginas

El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA constituye, por definición, una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, de la aptitud de empleo en construcción de materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales destinados a un uso determinado y específico. No tiene, por sí mismo, ningún efecto administrativo, ni representa autorización de uso, ni garantía. La responsabilidad del IETcc no alcanza a los aspectos relacionados con la Propiedad Intelectual o la Propiedad Industrial ni a los derechos de patente del producto, sistema o procedimientos de fabricación o instalación que aparecen en el DIT.

Antes de utilizar el material, sistema o procedimiento al que se refiere, es preciso el conocimiento íntegro del Documento, por lo que este deberá ser suministrado, por el titular del mismo, en su totalidad.

La modificación de las características de los productos o el no respetar las condiciones de utilización, así como las observaciones de la Comisión de Expertos, invalida la presente evaluación técnica.

C.D.U.: 621.643.2 (666.98)

Tubo de hormigón

Conduit du béton

Concrete pipe

DECISIÓN NÚM. 445R /22

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA,

- en virtud del Decreto nº. 3.652/1963, de 26 de diciembre, de la Presidencia del Gobierno, por el que se faculta al Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, para extender el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA de los materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales de construcción utilizados en la edificación y obras públicas, y de la Orden nº. 1.265/1988, de 23 de diciembre, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se regula su concesión,
- considerando el artículo 5.2, apartado 5, del Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE) sobre conformidad con el CTE de los productos, equipos y sistemas innovadores, que establece que un sistema constructivo es conforme con el CTE si dispone de una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto,
- considerando las especificaciones establecidas en el Reglamento para el Seguimiento del DIT del 28 de octubre de 1998,
- en virtud de los vigentes Estatutos de l'Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc),
- de acuerdo a la solicitud formulada por la Empresa PREFABRICADOS DELTA, S.A., para la RENOVACIÓN del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA N.º **445R /17** concedido al **Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos AFTHAP DELTA de hormigón armado y postesado con camisa de chapa.**
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras y fabricas realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, los informes de los ensayos realizados en el IETcc o en otros laboratorios, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos para el Sistema conforme al Reglamento del DIT,

DECIDE:

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 445R /22, al **Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos AFTHAP DELTA de hormigón armado y postesado con camisa de chapa**, considerando que,

La evaluación técnica realizada permite concluir que el Sistema es **CONFORME CON EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN**, siempre que se respete el contenido completo del presente documento y en particular las siguientes condiciones:

CONDICIONES GENERALES

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA evalúa exclusivamente el Sistema constructivo propuesto por el beneficiario y tal y como se describe en el presente Documento, debiendo para cada caso, de acuerdo con la Normativa vigente, acompañarse del preceptivo proyecto técnico y llevarse a término mediante la oportuna dirección de obra. Será el proyecto técnico el que contemple las acciones que el Sistema transmite a la estructura general del edificio, asegurando que éstas son admisibles.

En cada caso, el beneficiario de este DIT, a la vista del proyecto técnico, proporcionará la asistencia técnica suficiente que permita el cálculo y definición del sistema para la ejecución de la obra, incluyendo toda la información necesaria de cada uno de los componentes.

CONDICIONES DE CÁLCULO

En cada caso, el beneficiario del DIT comprobará, de acuerdo con las condiciones de cálculo indicadas en el Informe Técnico de este DIT, la estabilidad, resistencia y deformaciones admisibles, justificando la adecuación del sistema para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan derivarse de las acciones correspondientes a los estados límite último y de servicio, en las condiciones establecidas por la Normativa en vigor para la situación geográfica concreta.

CONDICIONES DE FABRICACIÓN Y CONTROL

El fabricante deberá mantener el autocontrol que realiza en la actualidad sobre las materias primas, proceso de fabricación y producto acabado conforme a las indicaciones del apartado 5 del presente Documento.

CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y DE PUESTA EN OBRA

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por el beneficiario del DIT o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por este, bajo su control y asistencia técnica. Dichas empresas garantizarán que la puesta en obra del Sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente Documento, respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos. Una copia del listado actualizado de empresas instaladoras reconocidas por el beneficiario estará disponible en el IETcc. De acuerdo con lo anterior, el presente documento ampara exclusivamente aquellas obras que hayan sido realizadas por empresas reconocidas en el ámbito de este DIT.

Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones durante el montaje, a los riesgos de caída de cargas suspendidas, de protección de personas y, en general, se tendrán en cuenta las disposiciones contenidas en los reglamentos vigentes de Seguridad y Salud en el Trabajo.

VALIDEZ

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA N.º 445R /22 sustituye y anula el documento n.º 445R /17 y es válido durante un período de cinco años a condición de:

- que el fabricante no modifique ninguna de las características indicadas en el presente Documento de Idoneidad Técnica,
- que el fabricante realice un autocontrol sistemático de la producción tal y como se indica en el Informe Técnico,
- que anualmente se realice un seguimiento, por parte del IETcc, que constate el cumplimiento de las condiciones anteriores, visitando, si lo considera oportuno, alguna de las realizaciones más recientes.

Con el resultado favorable del seguimiento, el IETcc emitirá anualmente un certificado que deberá acompañar al DIT, para darle validez.

Este Documento deberá renovarse antes del 6 de octubre de 2027.

Madrid, a 6 de octubre de 2022



LA DIRECTORA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

INFORME TÉCNICO

1. OBJETO

Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos AFTHAP DELTA de hormigón armado y postesado con camisa de chapa, incluidas las piezas especiales necesarias, válidos para distintas presiones en función de su diseño, y para su uso en abastecimientos, riegos, impulsiones, sifones, depuradoras, centrales hidroeléctricas y otros.

Dadas las especiales características de los tubos, éstos son fabricados únicamente bajo pedido por obra concreta, pudiendo realizarse el cálculo de los mismos según el requerimiento del cliente, conforme a lo indicado en el Capítulo 7 de este Documento.

En este Documento se ha considerado la colocación del tubo enterrado. Para su empleo con apoyos discontinuos será precisa una evaluación específica complementaria a este DIT.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

2.1 Tubo de hormigón armado

El tubo AFTHAP DELTA de hormigón armado con camisa de chapa, está formado por una pared de hormigón en la cual se encuentran embebidos los siguientes elementos:

- Una camisa cilíndrica de chapa que le confiere estanqueidad, que forma parte de la armadura resistente, situada más próxima al paramento interior del tubo. En ciertos casos, sobre esta camisa puede ir arrollado acero corrugado.
- Una armadura transversal, dispuesta en una o varias capas, rigidizada mediante soldadura o atado a otra longitudinal; que va situada más próxima al paramento exterior del tubo.
- En el recubrimiento interior de la camisa de chapa, se puede disponer un mallazo de armadura transversal o longitudinal.

En la Figura 1, se muestra la sección tipo del tubo con los distintos elementos que lo componen.

Las características físicas de los tubos son las siguientes:

Tabla 1. Dimensiones de los tubos de hormigón armado

Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Longitud (m)	Peso (t)
400 a 3.500	50 a 300	2,5 a 7,0	1 a 30

2.2 Tubo de hormigón postesado

El tubo AFTHAP DELTA de hormigón postesado con camisa de chapa, está formado por:

- Un núcleo de hormigón que contiene una camisa cilíndrica de chapa que le confiere estanqueidad.
- Un alambre de acero tesado de alta resistencia enrollado helicoidalmente alrededor del núcleo (armadura activa), encargado de proporcionarle la compresión necesaria para contrarrestar los esfuerzos de tracción, debidos tanto a la presión interna como a las cargas ovalizantes que ha de soportar en las condiciones de servicio.
- Una capa exterior de hormigón cuya misión es la de proteger el acero.

En función de la situación de la camisa de chapa existen dos tipos de tubería, "tipo DELTA" (Figura 2), en la que la camisa se encuentra en la parte exterior del núcleo de hormigón y sobre la cual se sitúa la armadura activa, y "de camisa embebida" (Figura 3), que está situada entre dos capas de hormigón.

Tras el postesado del núcleo, se efectúa el revestido con hormigón, mediante regla vibrante, sobre la superficie exterior del tubo.

Las características físicas de los tubos son las siguientes:

Tabla 2. Dimensiones de los tubos de hormigón postesado

Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Longitud (m)	Peso (t)
500 a 3.000	75 a 215	2,5 a 6,5	2 a 18

2.3 Unión entre tubos

Para la unión de los tubos se utilizan dos tipos de junta: elástica y soldada.

La junta elástica la constituye un anillo de caucho que se incorpora en el alojamiento previsto del cabezal macho, para su acoplamiento con la boquilla hembra en el momento de enchufe entre tubos (Figura 4).

También se puede emplear la junta elástica con doble acanaladura, que aumenta la fiabilidad en el montaje en obra de tuberías de grandes diámetros.

En las Figuras 5 y 6, se muestra este tipo de junta en tubería de hormigón armado con camisa de chapa y tubería de hormigón postesado con camisa de chapa, respectivamente.

La junta soldada es la formada por la unión soldada de las boquillas macho y hembra, una vez enchufados los tubos (Figura 7).

3. MATERIALES Y COMPONENTES

3.1 Cementos

Se emplea cemento Portland de clase 42.5 R ó 52.5 R.

Si el terreno o el agua que circula por la conducción donde se instala la tubería tiene presencia de sulfatos, se emplea cemento resistente a los sulfatos, de clase 42.5 R/SR.

3.2 Áridos

Los áridos son de cantera y naturaleza silíceo y/o caliza, siendo el tamaño máximo habitual 12,5 mm, empleándose otros tamaños en función del espesor de pared y la cuantía de armaduras.

3.3 Agua

Para el amasado del hormigón se utiliza agua de la red de suministro o de pozo.

Para el curado se emplea el mismo tipo de agua, además de la procedente del reciclado del agua sobrante del riego de los tubos.

3.4 Aditivos

En el caso de utilizarse algún aditivo será superfluidificante.

3.5 Aceros

3.5.1 Aceros empleados para la fabricación de camisas de chapa

Se utilizan aceros de calidad SAE 1008, S 235 JR y S 275 JR o equivalentes. Los espesores que se deben utilizar dependerán del dimensionamiento estructural de la tubería, con un espesor mínimo de 1,5 mm.

3.5.2 Aceros empleados para la fabricación de las boquillas

Se utilizan aceros de calidad SAE 1008, S 235 JR, S 275 JR o equivalentes.

Los espesores a utilizar dependerán del dimensionamiento estructural de la tubería, con un espesor mínimo de 5 mm.

3.5.3 Aceros empleados para la fabricación de armaduras pasivas

3.5.3.1 Armadura exterior a la camisa de chapa

En la armadura longitudinal se utiliza alambón de acero no aleado, con diámetros que oscilan entre 6 y 12 mm, según proyecto.

En la armadura transversal, se utiliza alambre trefilado B 500 T o barras corrugadas B 400 S o B 500 S, suministrado en rollos, empleándose los diámetros que requiera el proyecto, comprendidos entre 6 y 12 mm.

3.5.3.2 Armadura interior a la camisa de chapa

Como armadura interior, se utilizan mallas electrosoldadas.

3.5.4 Aceros empleados para la fabricación de armaduras activas

Se utiliza alambre liso de diámetros 5, 6 ó 7 mm y calidad Y 1770 C.

3.5.5 Aceros empleados para la fabricación de piezas especiales

Se utiliza chapa de calidad S 275 JR o equivalente, de espesor según proyecto.

4. FABRICACIÓN

4.1 Proceso de fabricación de la tubería de hormigón armado

Los procesos que implican la fabricación de la tubería de hormigón armado con camisa de chapa son los siguientes:

- Fabricación de la camisa de chapa.
- Núcleos por compresión radial.
- Fabricación de la armadura.
- Proceso de encofrado.
- Fabricación del hormigón.
- Hormigonado por colado vertical.
- Hormigonado por regla vibrante.
- Curado previo mediante vapor.
- Proceso de desencofrado.
- Manipulación y acopio.

4.1.1 Fabricación de la camisa de chapa

Las camisas se componen de un cilindro de chapa y dos boquillas (macho y hembra) soldadas en sus extremos.

La fabricación de las boquillas se realiza mediante cilindrado de la pletina de chapa cortada a medida, soldadura de los extremos de la pletina para formar el aro, expansionado del aro en máquina para conseguir conicidad y repaso de la soldadura para conseguir posteriormente el ajuste en la embocadura de los tubos.

Los cilindros de chapa se fabrican en máquina automática, partiendo de bobinas, mediante enrollamiento helicoidal y soldadura continua de la chapa, con electrodo desnudo en atmósfera de gas inerte. Con objeto de obtener módulos de la longitud deseada, se utiliza un sistema automático de antorcha de corte transversal.

Por último, se procede a la unión soldada de las boquillas al cilindro, según procedimientos cualificados de soldadura.

4.1.2 Núcleos por compresión radial

La camisa de chapa se deposita en posición vertical y se le coloca exteriormente un molde metálico, capaz de absorber los esfuerzos durante el proceso de compresión radial.

El conjunto se sitúa en la plataforma rotativa inferior de la máquina y ésta lo sitúa en el eje de la misma, a su vez la parte superior del molde queda centrada con el eje de la máquina y por ella desciende un cilindro hidráulico, provisto de un pistón rotativo, cuyo diámetro conformará el diámetro interior del tubo.

Mediante la combinación de la velocidad de rotación del pistón y la velocidad de subida del mismo, el hormigón introducido por la parte superior se va comprimiendo contra la camisa de chapa, consiguiéndose una superficie interior cilíndrica lisa y compacta.

Una vez finalizado el proceso, un puente grúa traslada la camisa hormigonada interiormente a la zona de acopio, donde permanecerá hasta que el hormigón alcance la resistencia mínima para poder ser transportada hasta el parque de curado.

El curado se efectúa mediante riego con agua, hasta que se alcanza la resistencia requerida para continuar con el proceso. También se podrán curar los núcleos mediante la colocación de una tapa que impida la evaporación del agua, pudiéndose utilizar ambos métodos de curado.

El hormigonado interior de la camisa por compresión radial, generalmente se utiliza como núcleo del tubo postesado con camisa revestida.

4.1.3 Fabricación de las armaduras

Las armaduras están formadas por alambre trellado o barra corrugada arrollado helicoidalmente y soldado sobre las barras longitudinales que les sirven de soporte. Se fabrican en máquinas que disponen de mecanismos para conformar el diámetro de la jaula y de un sistema de programación para la composición del número de espiras o paso entre espiras.

Para realizar las generatrices, se coloca una bobina de acero liso del diámetro fijado en la devanadora, el acero pasa por unos rodillos enderezadores hasta que llega a un tope que acciona el corte automático. La conformación de la jaula se realiza mediante soldadura automática en cada cruce de espira con generatriz.

La armadura también puede fabricarse arrollando acero corrugado o trellado directamente sobre la camisa, manteniendo el paso de espiras que depende de la velocidad de traslación y rotación de la máquina. Una vez fabricada la armadura se colocan los separadores, con el fin de mantener centrada la armadura dentro del molde.

4.1.4 Proceso de encofrado

4.1.4.1 Descripción del encofrado

Los elementos de encofrado se componen de moldes cilíndricos (exterior e interior). El molde interior se utiliza si el núcleo no se realiza previamente por compresión radial. Además, se utilizan coronas o centradores de acero, superior e inferior.

Los moldes están abiertos por una generatriz (junta), para permitir el cierre y la apertura mediante accionamiento hidráulico. Los exteriores van provistos de vibradores neumáticos de alta frecuencia, dispuestos en zonas idóneas para garantizar la compactación del hormigón.

La corona inferior sirve de base y cierre inferior, centra los moldes y la camisa, proporciona estanqueidad al encofrado y da forma al tubo, en función del tipo de junta que lleve.

La corona superior centra la camisa e impide ovalizaciones en esta zona.

4.1.4.2 Operaciones de encofrado

A los moldes, tanto interiores como exteriores, una vez limpios, se les aplica el desencofrante.

Para núcleos por compresión radial, se realizan las operaciones siguientes:

- Colocación en posición vertical de la camisa de chapa sobre la corona de centrado inferior (base).
- Montaje del molde exterior, que sujeta la base y exteriormente la camisa, soportando los esfuerzos de compresión radial durante el proceso de hormigonado.
- Traslado del conjunto, situando éste en la máquina de hormigonado, donde se sujeta y centra por la parte superior, quedando dispuesto para el hormigonado interior de la camisa por compresión radial.

Para tubos hormigonados verticalmente con molde interior y exterior, se realizan las operaciones siguientes:

- Colocación del molde interior sobre la corona inferior (base).
- Colocación de la camisa sobre la corona inferior (base). También puede emplearse núcleo de compresión radial, y en este caso no se utiliza molde interior.
- Colocación de la armadura exterior.
- Colocación del molde exterior sobre la corona inferior (base) rodeando a la armadura.
- Colocación del centrador superior.
- Cierre de moldes.

g. Colocación de la batea de llenado y hormigonado.

Durante el proceso de preparación del encofrado, se cuida especialmente el centrado de todos los elementos.

4.1.5 Hormigón

4.1.5.1 Fabricación del hormigón

La fabricación del hormigón se ejecuta en central de hormigonado, donde se realizan los procesos de dosificación, pesaje independiente para cada componente, mezclado y distribución.

4.1.5.2 Hormigonado por colado vertical

Una vez descargado el hormigón sobre la batea de llenado, se vacía uniformemente sobre el molde, a la vez que se accionan los vibradores neumáticos de alta frecuencia.

Cuando la geometría del tubo lo permita, se podrán fabricar tubos con hormigón autocompactante. Este hormigón se compacta por su propio peso.

4.1.5.3 Hormigonado por regla vibrante

Este proceso se realiza en una máquina mediante un sistema de rodillos giratorios y una regla vibrante.

Situado el tubo en la máquina, se hace girar en posición horizontal, a la vez que se deposita sobre su generatriz superior una capa de hormigón, que fluye por efecto de una vibración de alta frecuencia.

La acción combinada de la vibración y la compresión producida al pasar el hormigón entre la regla vibrante y el tubo, permite que se alcance una alta adherencia.

Una vez completado el proceso, se protege la superficie exterior del tubo mediante una arpillera humedecida, hasta que tiene lugar el curado con agua mediante aspersores.

4.1.6 Curado previo

Este proceso puede ser natural o acelerado.

El curado acelerado previo se consigue mediante la aplicación de un ciclo de vapor de agua saturado, adaptando al encofrado una carpa, sometiendo al tubo a temperaturas progresivamente ascendentes, con un gradiente térmico adecuado, hasta alcanzar una temperatura máxima determinada y procediendo a su enfriamiento con temperaturas progresivamente descendentes.

4.1.7 Proceso de desencofrado

Una vez que el tubo ha alcanzado una resistencia mínima fijada, se procede al desencofrado mediante una secuencia de procesos determinada, que finaliza con el marcado del tubo con pintura indeleble, identificando el nº de tubo, fecha de fabricación, presión y obra.

4.1.8 Manipulación y acopio

Liberado el tubo de los moldes interior y exterior se extrae de la base, elevándolo mediante tractor-pinzas por presión.

El tubo se traslada al parque y se acopia verticalmente para efectuar el curado húmedo. Finalizado éste proceso, se lleva a la zona de acopio horizontal, donde se sitúa sobre apoyos de madera, de forma que no se dañe el hormigón ni las boquillas del tubo, y se procede a realizar las operaciones de acabado, las reparaciones de los posibles desperfectos ocasionados durante la fabricación y/o la manipulación y el marcado definitivo del tubo, con letra de molde, identificando anagrama del fabricante y el número del DIT.

4.1.9 Piezas especiales

El proceso de elaboración de cabezales es similar al de los tubos. Las camisas se fabrican por soldadura manual de las virolas o gajos con las dimensiones adecuadas. Se sueldan unas pletinas de longitud adecuada al recubrimiento necesario, estas pletinas sirven de apoyo para las generatrices, sobre las cuales se sueldan helicoidalmente las espiras de la armadura exterior.

La armadura interior consiste en una malla soldada a la camisa. El hormigonado se realiza de forma manual, en medias secciones. El hormigón es de consistencia seca.

4.2 Proceso de fabricación del tubo con hormigón postesado

A partir del tubo con la camisa hormigonada interiormente por compresión radial o núcleo de camisa embebida, se aplican los siguientes procesos.

4.2.1 Tesado de la armadura activa

El tesado, al 75 % de la tensión de rotura, se realiza una vez que el hormigón de los núcleos ha alcanzado la resistencia requerida.

Se utiliza una zunchadora, haciendo girar el tubo para enrollar en espiral el alambre, que se mantiene con tensión controlada, mediante una polea de frenado o bien por contrapeso accionado por un cabrestante.

El número de espiras por metro, se controla actuando sobre la velocidad de traslación del carro que alimenta el alambre hacia el tubo.

El valor de la tensión del alambre durante todo el proceso está a la vista del operador que maneja la máquina y queda registrado gráficamente.

4.2.2 Recubrimiento exterior y curado

Una vez efectuado el postesado se procede al recubrimiento exteriormente del tubo, con una capa de hormigón de 30 mm. Este proceso se realiza en

una máquina, mediante un sistema de rodillos giratorios y una regla vibrante.

Situado el tubo en la máquina, se hace girar en posición horizontal, a la vez que se deposita sobre su generatriz superior una capa de hormigón, que fluye por efecto de una vibración de alta frecuencia.

La acción combinada de la vibración y la compresión producida al pasar el hormigón entre la regla vibrante y el tubo, permite que se alcance una alta adherencia.

Una vez completado el proceso, se protege la superficie exterior del tubo mediante una arpillera humedecida, hasta que tiene lugar el curado con agua mediante aspersores.

5. CONTROL DE CALIDAD

5.1 Control de los materiales

5.1.1 Cementos

Se cumplirá lo establecido en la Instrucción de Recepción de Cementos (RC) vigente.

En la recepción se comprobará la documentación y el etiquetado, y se realizará una inspección visual del suministro.

Los Cementos Pórtland con y sin adiciones deben disponer de marcado CE junto con su Declaración de Prestaciones (DdP) de acuerdo a EN 197-1:2011⁽¹⁾, mientras que los resistentes a sulfatos están sujetos, siempre que no dispongan de la correspondiente norma armonizada, al Real Decreto 1313/1988, de 28 de octubre⁽²⁾, y tendrán el Certificado de Conformidad con los Requisitos Reglamentarios o, en su caso, el Certificado de Conformidad de la Producción.

5.1.2 Control del agua de amasado y curado

Se cumplirán las condiciones exigidas en el Código Estructural.

Si el agua empleada para el amasado y curado del hormigón es agua potable de red de suministro, no es necesario su control, en caso contrario se realizan los siguientes análisis en laboratorio acreditado, con una periodicidad semestral:

- Exponente de hidrógeno pH.
- Sulfatos expresados en SO_4^{2-} .
- Ión cloruro Cl^- .
- Sustancias disueltas.
- Hidratos de carbono.
- Sustancias orgánicas solubles en éter.

5.1.3 Control de los áridos

Los áridos deben disponer de marcado CE junto con su DdP de acuerdo a EN 12620:2002+A1 y cumplir las especificaciones contempladas en Código Estructural.

Se realiza un control diario de la humedad de la arena y un control mensual de la granulometría, finos que pasan por el tamiz 0,063 y equivalente de arena. Se realizará el ensayo de azul de metileno en los casos descritos en el apartado 30.4.2 del Código Estructural. Semestralmente se realiza ensayo de reactividad potencial álcali-árido.

Asimismo, se realiza el control documental, con frecuencia semestral, de los siguientes parámetros: tamaño máximo, índice de las, absorción de agua, contenido en ión cloruro, contenido en sulfatos solubles en ácido (SO_3), compuestos totales de azufre, materia orgánica, material retenido por el tamiz 0,063 que flota en un líquido de peso específico 2 y resistencia a la fragmentación.

El control documental se realiza a partir de la declaración de prestaciones (DdP) de los áridos, verificando el cumplimiento de los requisitos recogidos en el Código Estructural.

En el caso de que la DdP no contemple todos los requisitos, se deberán realizar los ensayos necesarios para asegurar su cumplimiento.

5.1.4 Control del acero

a) Control del acero para armaduras pasivas y mallas electrosoldadas

Se cumplirá lo especificado en el Código Estructural.

Si el acero dispone de un distintivo de calidad oficialmente reconocido no se realizan tomas de muestras ni ensayos mecánicos, se comprueba el aspecto, la identificación del material y la conformidad con el pedido. Por el contrario, si el acero no dispone de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, se realizan los siguientes ensayos:

- Por cada 40 t de acero del mismo fabricante, designación y serie, se toma una probeta y se comprueba la sección media equivalente, las características geométricas y se realiza el ensayo de doblado-desdoblado.
- Por cada 120 t de acero del mismo fabricante, designación y serie, se comprueba en una probeta el límite elástico, la carga de rotura, la relación entre ambos, el alargamiento de rotura y el alargamiento bajo carga máxima.

⁽¹⁾ Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes

⁽²⁾ RD por el que se declara obligatoria la homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados.

b) Control de la chapa de acero

En la recepción se comprueba la documentación y la geometría del material.

Se verifica el espesor de la chapa en al menos una bobina por colada recepcionada.

Se controlan las siguientes características de la chapa por cada 50 t de consumo de un mismo suministrador, espesor y calidad de acero empleado: Límite elástico, resistencia a la tracción, alargamiento en rotura y composición química (contenido en P y S).

En caso de que el producto disponga de marcado CE o de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, se podrán sustituir los ensayos por el control documental de cada pedido recibido.

c) Control de las pletinas

En la recepción se comprueba la documentación y la geometría del material.

Se verifica el espesor de la pletina en al menos una bobina por colada recepcionada.

Se controlan las siguientes características de la chapa por cada 50 t de consumo de un mismo suministrador, espesor y calidad de acero empleado: Límite elástico, resistencia a la tracción, alargamiento en rotura y composición química (contenido en P y S).

En caso de que el producto disponga de marcado CE o de un distintivo de calidad oficialmente reconocido de acuerdo a lo establecido en el Código Estructural, se podrán sustituir los ensayos por el control documental de cada pedido recibido.

d) Control del acero para armaduras activas

Se cumplirá lo especificado en el Código Estructural.

Mientras no esté vigente el marcado CE para estos productos, el acero dispondrá de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

5.1.5 Control del aditivo

Debe disponer de marcado CE junto con su DdP de acuerdo a UNE-EN 934-1+A1⁽³⁾.

Cumplirá las especificaciones contempladas en el Código Estructural.

5.1.6 Control del electrodo

Debe disponer de marcado CE junto con su DdP de acuerdo a UNE-EN ISO 2560⁽⁴⁾.

Por cada envío, se comprueba el aspecto y la correcta identificación del material.

5.1.7 Control de los materiales elastoméricos para juntas

Debe disponer de marcado CE junto con su DdP de acuerdo a UNE EN 681-1⁽⁵⁾.

Se controla, al menos en una de cada 100 juntas, la dureza Shore, el diámetro y el desarrollo de la junta, y sobre la totalidad de las mismas, siempre que contengan soldadura, el ensayo de estiramiento hasta alcanzar 2 veces la longitud inicial.

5.2 Control de ejecución

5.2.1 Control de boquillas y camisa de chapa

Para cada camisa y boquilla se registra el tipo, calidad, número de colada del acero e identificación de las mismas.

Se verifica el desarrollo en la zona de ensamble en la totalidad de las boquillas y en 5 de cada 100 en la zona de campana y cola.

Se comprueba el desarrollo exterior de la camisa y la longitud total de la camisa con las boquillas en una de cada 100, o bien, si se fabrica un número inferior a 100, por cada diámetro.

En todas las piezas especiales, se comprueba el desarrollo exterior del gajo o la virola de camisa de chapa, la longitud del gajo o la virola sin boquillas y con boquillas, y el ángulo (en el caso de codos).

Todas las camisas se someten a una prueba de presión interior, mediante la introducción de una presión que produzca en la chapa una tensión igual al valor máximo supuesto en el cálculo.

Cuando por el elevado espesor de la chapa no es posible alcanzar estas presiones, el ensayo se realizará con la máxima presión que puede dar el equipo que, como mínimo, debe ser la que produciría una tensión igual a la de cálculo en una chapa de 3,5 mm.

Esta presión se mantendrá el tiempo suficiente para comprobar todas las soldaduras, si existen poros se repararán y la camisa se volverá a probar hasta que no se observe ninguna fuga.

La prueba de presión interior en piezas especiales y tubos de diámetros excepcionalmente grandes o de longitudes cortas, puede sustituirse por detectores de poros.

Las soldaduras de todos los elementos deben ser sometidas a la prueba de presión interior o a la de detectores de poros.

⁽³⁾ Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 1: Requisitos comunes

⁽⁴⁾ Consumibles para soldeo. Electrodo recubiertos para el soldeo manual al arco de aceros no aleados y de grano fino. Clasificación. (ISO 2560).

⁽⁵⁾ Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje. Parte 1: Caucho vulcanizado.

5.2.2 Control de las jaulas de armaduras pasivas

Para cada jaula, se verifica y registra el tipo y calidad del acero, número de colada, diámetro del redondo y se procede a su identificación.

Se comprueba, como mínimo en 10 de cada 100 jaulas, el diámetro y longitud de la jaula, el número de espiras por metro para la armadura transversal, el número de generatrices para la longitudinal, los puntos de soldadura y la altura de los separadores.

En caso de disponer de armadura de refuerzo, se controla el número de espiras por metro en 10 de cada 100 jaulas.

En cuanto a la armadura interior de las piezas especiales, se controla, en la totalidad de las mismas, la colocación y sujeción de la malla a la camisa.

Además, se controla en 10 de cada 100: el diámetro exterior, el número de generatrices, el número de espiras por metro lineal (también al inicio del turno), la soldadura en cruces de espiras y generatrices, y el número y posición de separadores metálicos.

5.2.3 Control del tesado de las armaduras activas

En la fabricación del tubo de hormigón postesado, se comprueba que el hormigón ha alcanzado la resistencia exigida para el tesado de la armadura postesa.

Al inicio de las operaciones de tesado se comprueba el diámetro de los alambres y la separación entre espiras.

Asimismo, se controla la tensión del alambre durante todo el proceso, quedando registro gráfico del mismo.

Anualmente se procede al tarado de la tesadora

5.2.4 Control de moldes y colocación de armadura

Antes de proceder al encofrado se comprueban las superficies de los moldes, que se encuentren limpias y lisas, y las dimensiones de los moldes y de las coronas centradoras.

Se cuida especialmente el centrado de cada camisa o prenúcleo y el de la armadura mediante la colocación de separadores, y la correcta disposición de los moldes, tanto en la fase previa al hormigonado como durante el vertido y compactación del hormigón.

En hormigón armado, previo al inicio de cada diámetro, se comprueban los diámetros de los moldes interior y exterior, y las ovalizaciones de los aros antiovalizantes y el molde exterior.

En hormigón postesado, previo al inicio de cada diámetro y en uno de cada 250 núcleos fabricados, se comprueba el desarrollo del mandril de la

máquina turbomáster para la elaboración del núcleo.

Estas comprobaciones garantizan que diámetros y espesores de los tubos terminados están dentro de las tolerancias admisibles.

5.2.5 Control de la ejecución del hormigón

Los hormigones se confeccionan en amasadoras de eje vertical. La dosificación de los componentes se realiza mediante proceso automatizado, verificando las básculas trimestralmente.

En cada turno, se comprueba la consistencia del hormigón de acuerdo a UNE-EN 12350-2⁽⁶⁾ y se conserva el registro de los valores obtenidos.

Se realizan los siguientes ensayos a compresión de acuerdo a UNE-EN 12390-3⁽⁷⁾ sobre probetas normalizadas:

- Tubos de hormigón armado por colada vertical: Se ensayan dos probetas por turno a la edad de 7 días y dos probetas por turno a la edad de 28 días.
- Núcleos de hormigón por compresión radial: Se ensayan dos probetas por turno para comprobar que el hormigón ha alcanzado la resistencia necesaria antes de proceder al postesado del mismo y dos probetas por turno para ensayar a la edad de 28 días.
- Hormigón de revestido: Se ensayan dos probetas por turno a la edad de 7 días y dos probetas por turno a la edad de 28 días.

Durante el proceso de revestido en los tubos postesados, se controla el espesor del hormigón depositado en fresco.

Con los resultados obtenidos del ensayo de probetas a los 28 días, se determina la resistencia característica de cada tipo de hormigón.

5.3 Control del producto acabado

Cada tubo terminado se inspecciona visualmente, reparándose todas las fisuras de anchura superior a 0,3 mm en tubos de hormigón armado, y 0,2 mm en tubos de hormigón pretensado, de acuerdo con el apartado 5.2.1.2 del Código Estructural, se verifica su identificación y se realiza un control geométrico del mismo:

- Por cada diámetro, se comprueba la ovalización de la boquilla macho en los 10 primeros tubos y, en los restantes, en uno de cada 10 tubos; y la ovalización de la boquilla hembra en los 10 primeros tubos y, en los restantes, en uno de cada 20 tubos, tanto en la junta elástica como en la junta para soldar.
- Por cada diámetro, se verifica el espesor en los 10 primeros tubos y, en los restantes, en uno de

⁽⁶⁾ Ensayos de hormigón fresco. Parte 2: Ensayo de asentamiento.

⁽⁷⁾ Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.

cada 10 tubos de hormigón armado y en uno de cada 250 tubos de hormigón postesado.

- Se verifica el diámetro interior en los 10 primeros tubos de cada diámetro y, en los restantes, en uno de cada 10 tubos de hormigón armado y para los tubos de hormigón postesado, la comprobación del desarrollo del mandril de la máquina turbomaster garantiza las dimensiones del diámetro interior del tubo (como se ha indicado en el apartado 6.2.4).

En las boquillas se comprueba las zonas libres de hormigón en la totalidad de los tubos armados y en uno de cada 10 tubos postesados.

Además, en caso de junta elástica, se controla el espesor de la pintura en uno de cada 10 tubos.

En caso de rechazo, se inspeccionará el 100 % del lote.

Los 10 primeros tubos, se comprobarán siempre que hayan transcurrido más de 2 meses desde la última fabricación de ese diámetro.

Se realiza una prueba de ensamblaje con cada arranque de nuevo diámetro.

En todas las piezas especiales, se inspecciona visualmente su superficie interior y exterior, reparándose todas las fisuras de anchura superior a 0,3 mm, de acuerdo con el apartado 5.2.1.2 del Código Estructural.

Asimismo, se comprueba en tres piezas por día y diámetro, el espesor y la ovalización de las boquillas hembra y en la totalidad de las mismas la ovalización de las boquillas macho, las zonas libres de hormigón en el macho y en la hembra y se realiza la inspección de acabado.

Como acción complementaria al control de calidad del producto terminado, se realizan los siguientes ensayos:

5.3.1 Tubos de hormigón armado

De cada lote de 250 tubos, uno se somete a la prueba estanquidad para tubos de hormigón armado con camisa de chapa, según la instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de Hormigón Armado o Pretensado.

5.3.2 Tubos de hormigón postesado

De cada lote de 250 tubos, uno se somete a la prueba de estanquidad para tubos de hormigón postesado con camisa de chapa, según la instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de Hormigón Armado o Pretensado.

De cada lote de 100 tubos, uno se somete a la prueba de permeabilidad sobre el revestimiento del tubo de hormigón postesado, según la instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de Hormigón Armado o Pretensado.

6. ETIQUETADO, EMBALAJE, TRANSPORTE, RECEPCIÓN EN OBRA, ACOPIO Y MANIPULACIÓN

Los tubos son marcados con número, fecha de revestido, presión y altura de tierras, así como con el sello del DIT y el logo de DELTA.

En la manipulación, los tubos se manejan cuidadosamente para que no sufran golpes ni rozaduras, utilizando eslingas de cinta ancha.

El transporte desde la fábrica a la obra no se inicia hasta que ha finalizado el periodo de curado.

Los tubos se transportan sobre cunas, que garanticen la inmovilidad transversal y longitudinal de la carga, así como la adecuada sujeción de los tubos apilados, que no estarán directamente en contacto entre sí, sino a través de elementos elásticos, como madera, gomas o sogas.

En el caso de tener que hacer acopio en obra, los tubos se disponen en posición horizontal, sujetos mediante calzos de madera, salvo que se disponga de alguna solera rígida que garantice el acopio vertical en las debidas condiciones de seguridad, teniendo particular cuidado con las boquillas para que no sufran daños al contactar con el terreno.

Durante su permanencia en la obra, los tubos deberán quedar protegidos de acciones o elementos que puedan dañarlos.

7. PUESTA EN OBRA

La Figura 8 muestra mediante croquis las distintas configuraciones de instalación de los tubos de hormigón.

7.1 Apertura de zanjas

La zanja se excava en sentido ascendente de la pendiente, para dar salida a las aguas por el punto bajo. Se recomienda que esté abierta como máximo ocho días.

El ancho de la zanja debe ser tal que como mínimo haya un espacio de 0,30 m a cada lado del tubo, medido entre la intersección del talud con la solera y la proyección de éste sobre el riñón del tubo.

El material de excavación es conveniente que esté apilado suficientemente alejado del borde de la zanja, para evitar desprendimientos que puedan poner en peligro a los trabajadores.

7.2 Preparación de la base de apoyo

La base de apoyo se puede preparar con material granular o con hormigón, en función del tipo de junta y de las características del terreno.

- En terrenos de gran resistencia, puede disponerse de una cama granular con un espesor comprendido entre 15 y 30 cm, en función del diámetro del tubo.

- En terrenos de tipo granular, puede usarse como cama el propio fondo de la zanja bien escarificado o el terreno de la excavación debidamente seleccionado.
- En terrenos normales, puede adoptarse cama granular y de hormigón. Para la ejecución de la cama de hormigón se extiende una solera de hormigón pobre de 0,10 a 0,15 m de espesor, según el diámetro del tubo, sobre ésta se sitúan los tubos calzados y posteriormente se extiende hormigón en masa hasta alcanzar el ángulo de la cama de apoyo, que normalmente es de 120°.

7.3 Ensamblaje de tubos y ejecución de juntas

Antes de enchufar los tubos, las boquillas deben estar bien limpias. La tubería debe quedar perfectamente alineada según su eje, tanto en sentido horizontal como vertical.

En las juntas soldadas en alineación recta de los tubos, el solape de las boquillas no será inferior a 40 mm.

En alineaciones curvas, se podrá formar un ángulo en la junta, que depende del diámetro del tubo, y de la holgura entre los elementos que forman la misma.

Esta holgura será, como mínimo, la necesaria para permitir un enchufe normal de los tubos, y, como máximo, la que permita una correcta soldadura sin necesidad de añadir elementos suplementarios para el cierre de la junta.

Para los tubos con junta soldada, la soldadura debe hacerse por personal homologado. El cliente será el responsable de controlar la homologación del personal que ejecuta las soldaduras.

En tubos de diámetro inferior a 800 mm, la soldadura se puede efectuar por la parte exterior de la junta.

En tubos de diámetro igual o superior a 800 mm, la soldadura se efectúa por la parte interior o por la exterior, pero nunca por ambas. Se sueldan las uniones alternativamente, con varios tubos colocados por delante. Todas las uniones se inspeccionan utilizando líquidos penetrantes u otros métodos de ensayos no destructivos.

En los tubos con junta de goma, es necesario limpiar el alojamiento de la goma y la boquilla hembra, se debe ajustar bien la goma en el alojamiento igualando las tensiones en todo el perímetro. Se lubricará la goma y su alojamiento con jabón líquido neutro.

A petición del usuario el fabricante proporcionará los valores de desviación angular admisibles según el diámetro y diseño de juntas.

7.4 Instalación en terrenos agresivos

Es necesario analizar las características del terreno donde se va a instalar la tubería, determinando la

cantidad de sustancias agresivas, como pueden ser:

- Contenido en sulfatos.
- pH.
- Contenido en cloruros.
- Resistividad del terreno.

En el caso de que la cantidad de estas sustancias sea superior a los valores mínimos indicados por la Instrucción Eduardo Torroja para Tubos de Hormigón Armado y Pretensado, Anejo 3, es necesario tomar medidas de protección del hormigón o las armaduras. Las medidas de protección extra principales serían las siguientes:

- En situaciones de agresividad moderada, sería suficiente con el empleo de cementos resistentes a los sulfatos y/o de hormigones de alta resistencia.
- En situaciones de agresividad más severas, la protección con pintura en el exterior de la tubería puede ser una opción, siempre y cuando se haya desechado opciones más económicas.
- En casos de extrema agresividad o de que los controles indiquen que se están produciendo fenómenos de corrosión, se deberá instalar un sistema de protección catódica (para ello debe haber continuidad eléctrica entre las armaduras de los diferentes tubos y se debe hacer una toma en el tubo donde se produzca la conexión eléctrica). Esta protección puede ser por ánodos de sacrificio o con corriente impresa, siendo más recomendable para la tubería de hormigón postesado, y salvo estudio detallado, los ánodos de sacrificio.

NOTA: La protección catódica por ser una protección activa puede ser contraproducente si el mantenimiento de la instalación es deficiente. La instalación debe ser ejecutada por especialistas y debe de existir un plan de mantenimiento que describa los controles necesarios para evitar daños secundarios.

8. MEMORIA DE CÁLCULO

De acuerdo con los requerimientos del cliente, el cálculo de los tubos puede realizarse según la Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para Tubos de Hormigón Armado y Pretensado, el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua, o según la Norma ANSI/AWWA correspondiente, teniendo en cuenta en todos los casos, al menos, las siguientes acciones:

- Peso propio.
- Carga de fluido.
- Cargas verticales del relleno.
- Cargas concentradas.
- Empuje lateral.
- Presión máxima de trabajo.

9. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

Hasta la fecha, según indica el fabricante, se han colocado 1.031.860 m de tubería de hormigón postesado con camisa de chapa, 831.545 m con junta elástica y 200.315 m con junta soldada, y 433.491 m de tubería de hormigón armado con

camisa de chapa, 171.257 m con junta elástica y 262.234 m con junta soldada, en obras repartidas por toda España. Además, se realizó una encuesta por correo con resultado satisfactorio.

El fabricante suministra como referencia las siguientes obras:

Obra	Cliente	Tipo tubo	Dmax/min (mm)	Longitud (m)	Pmax/min	Año
Riegos del Río Adaja, Arévalo (Ávila)	Aguas del Duero	HA con camisa de chapa, junta soldada	2000/2000	22 071	12/4	2003
Abastecimiento a Lleida y núcleos urbanos Z.R. de Pinyana. 1ª y 2ª Fase	ACUAEBRO	HP con camisa de chapa, junta elástica	1200/1.000	16 980	12,5/2,5	2002/08
Reutilización efluente EDAR del Baix Llobregat. Tramo 2 y 3 (Barcelona)	Ministerio de Medio Ambiente	HP con camisa de chapa, junta soldada y elástica	1600/1.200	8439	6	2004/05
Acometidas de servicios nueva área terminal Aeropuerto de Barcelona	AENA	HA con camisa de chapa, junta soldada	2500	3898	1	2004/06
Impulsión Embalse de la Loteta (Zaragoza)	Confederación Hidrográfica del Ebro	HP con camisa de chapa, junta elástica	1800	5040	5/6	2005
Red de Riegos sectores XII-XVI Zona regable del Genil Cabra (Córdoba)	Ministerio de Agricultura	HP con camisa de chapa, junta elástica	1800/700	24 886	17,5/10	2007
Red de Riego de Moguer, Lucena de Puerto y Montemayor "El Fresno" (Huelva)	Ministerio de Agricultura y Junta de Andalucía	HP con camisa de chapa, junta elástica	1100/900	21 630	10	2008
Modernización y consolidación regadíos de la Comunidad de Regantes de Balazote Fase 1 y 2 (Albacete)	Seiasa de la Meseta Sur	HP con camisa de chapa, junta elástica	1200/1000	14 616	10/6	2008
Sifones en el Canal de Payuelos (León)	Aguas del Duero	HA con camisa de chapa, junta soldada	2600	2816	5	2011
Mejora del Regadío Canal del Páramo León	ITACYL	HP con camisa de chapa, junta elástica	1800	1662	10/6	2012
Impulsión del embalse Sauvella Riegos del Puntal (Huesca)	SEIASA	HP con camisa de chapa, junta elástica	1200	1120	6	2014
Com. Reg. Paramo Bajo sector VI y III León	SEIASA	HA con camisa de chapa, junta elástica	2200	6210	2	2014
Com. Reg. Paramo Bajo sector IV León	SEIASA/ITACYL	HA con camisa de chapa, junta elástica	2000	7015	4	2015
Com. Regantes del Fresno Huelva	SEIASA	HP con camisa de chapa, junta elástica	800/600	11 000	10/7,5	2015

HP: Hormigón Postesado; HA: Hormigón Armado

11. EVALUACIÓN DE APTITUD DE EMPLEO

El Sistema, tal y como se describe en este Documento, es apto para el fin al que se destina.

11.1 Cumplimiento de la normativa nacional

La ejecución del Sistema de tubos de hormigón deberá realizarse según la Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para Tubos de Hormigón Armado y Pretensado, el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua, o según la Norma ANSI/AWWA correspondiente.

Durante la fabricación de los tubos, manipulación, transporte e instalación en obra, se seguirán las disposiciones de la normativa vigente de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Los componentes del Sistema, según declara el fabricante de este, no contienen ni liberan sustancias peligrosas de acuerdo a la legislación nacional y europea.

11.2 Limitaciones de la evaluación

La presente evaluación técnica cubre únicamente las aplicaciones del sistema recogidas en este documento.

11.3 Gestión de residuos

En general, se seguirán las especificaciones del Real Decreto 105/2008 por el que se regula la Producción y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, así como las

reglamentaciones autonómicas y locales que sean de aplicación.

11.4 Mantenimiento y condiciones de servicio

De acuerdo con los ensayos de durabilidad realizados y las visitas a obra, se considera que el Sistema tiene un comportamiento satisfactorio conforme a las exigencias relativas a durabilidad; siempre que la tubería, instalada conforme a lo descrito en el presente documento, esté sometida a un adecuado uso y mantenimiento, conforme a lo establecido en la normativa de aplicación y a las instrucciones dadas por el fabricante.

12. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS⁽⁸⁾

Las principales observaciones de la Comisión de Expertos⁽⁹⁾ fueron las siguientes:

- El fabricante proporcionará la solución o soluciones propuestas por él para la protección de las juntas soldadas, determinando materiales a emplear y metodología a seguir.
- Se debe prestar especial atención a la junta de los moldes, para evitar la pérdida de lechada y posible aparición de coqueras, y al control de la ovalización de los tubos, para que esté dentro de los límites establecidos por el propio fabricante, ya que es condición indispensable del buen comportamiento de la junta elástica.
- No deben utilizarse cables en el transporte de los tubos, ya que pueden originar lesiones o desperfectos en los mismos.

⁽⁸⁾ La Comisión de Expertos en conformidad con el Reglamento de concesión del DIT (O.M. de 23/12/1988), tiene como función, asesorar sobre el plan de ensayos y el procedimiento a seguir para la evaluación técnica propuestos por el IETcc.

Los comentarios y observaciones realizadas por los miembros de la Comisión, no suponen en sí mismos aval técnico o recomendación de uso preferente del sistema evaluado.

La responsabilidad de la Comisión de Expertos no alcanza los siguientes aspectos:

- a) Propiedad intelectual o derechos de patente del producto o sistema.
- b) Derechos de comercialización del producto o sistema.
- c) Obras ejecutadas o en ejecución en las cuales el producto o sistema se haya instalado, utilizado o mantenido, ni tampoco sobre su diseño, métodos de construcción ni capacitación de operarios intervinientes.

⁽⁹⁾ La Comisión de Expertos estuvo integrada por representantes de los Sigüientes Organismos y Entidades:

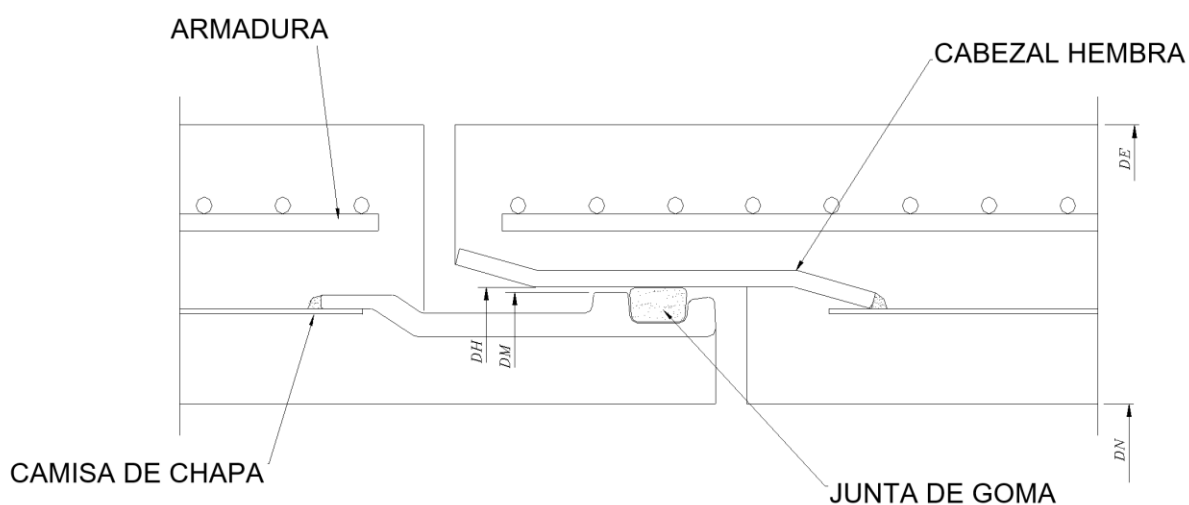
- Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España. (CSCAE).
- Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC S.A.).
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
- Escuela Técnica Superior de Edificación. UPM.
- E.T.S. de Ingeniería Civil – UPM.
- ETSAM – UPM.
- Laboratorio de Ingenieros del Ejército (INTA).
- ACCIONA INFRAESTRUCTURAS. DIR. INGENIERÍA.
- FCC Construcción, S.A.
- SGS TECNOS, S.A.
- DRAGADOS.
- FERROVIAL.
- Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

- Los tubos para cada obra concreta se consideran como una parte de la misma, por lo que en lo que al proyecto se refiere, deberán quedar definidos los aspectos relativos a las uniones con los puntos singulares, ya que el DIT únicamente contempla la fabricación, transporte y montaje del tubo.
- El análisis de las características del terreno al que se refiere el punto 7.4, debe hacerse teniendo en cuenta la posible variación de la agresividad de los terrenos circundantes a la tubería a lo largo del tiempo. En servicio, sería conveniente incorporar en el plan de mantenimiento una inspección cada cierto tiempo realizada desde dentro de la tubería con algún dispositivo que pudiese detectar signos de deterioro.

13. FIGURAS

TUBERÍA DE HORMIGÓN ARMADO CON CAMISA DE CHAPA (TIPOLOGÍA)

1. TUBERÍA DE HORMIGÓN ARMADO Y JUNTA ELÁSTICA



2. TUBERÍA DE HORMIGÓN ARMADO Y JUNTA SOLDADA

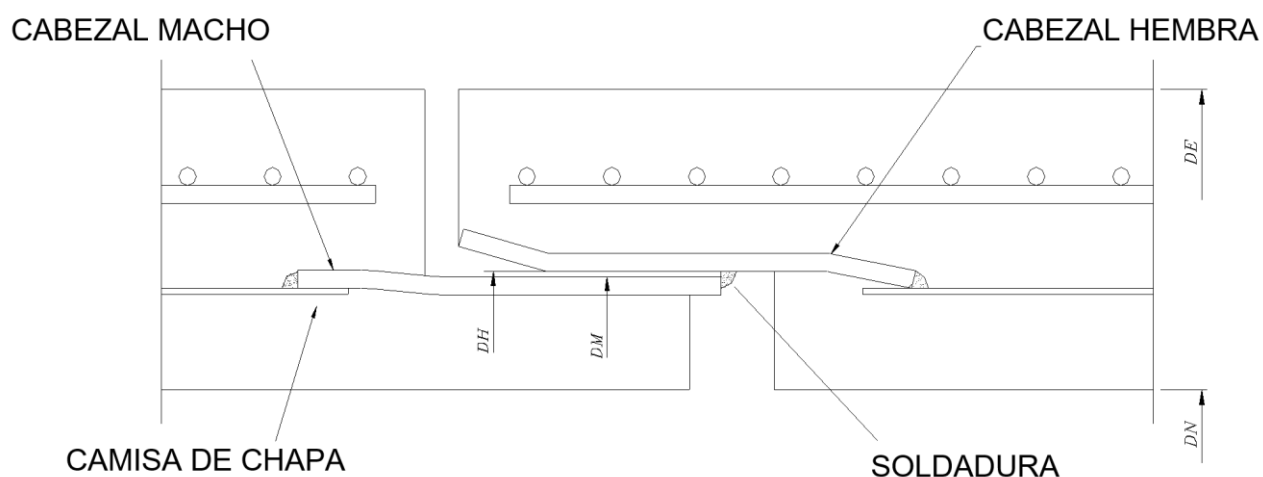


Figura 1. Secciones tipo del tubo de hormigón armado con camisa de chapa con junta elástica y con junta soldada.

3. TUBERÍA DE HORMIGÓN ARMADO CON CAMISA DE CHAPA Y ARMADURA ARROLLADA A LA CAMISA

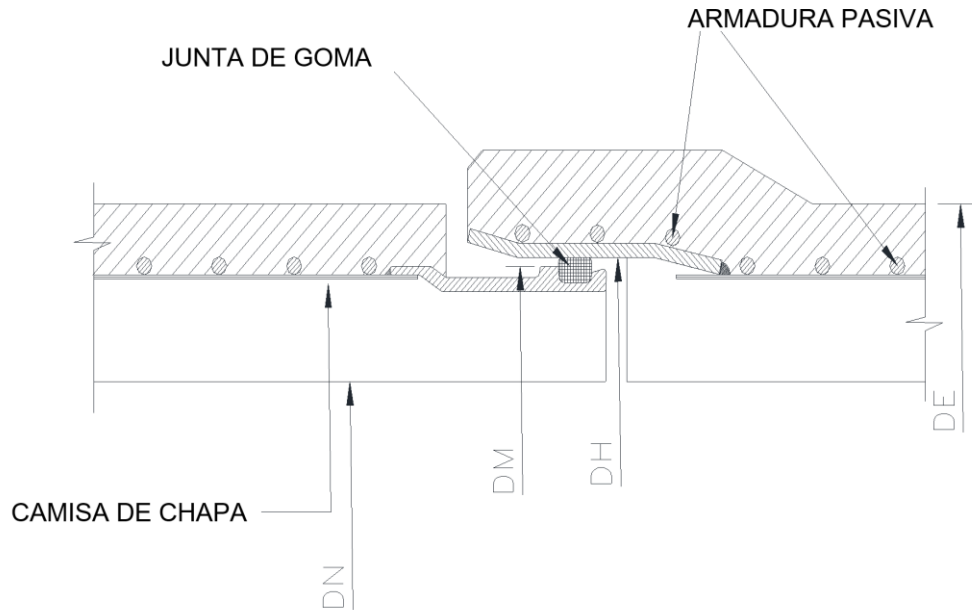
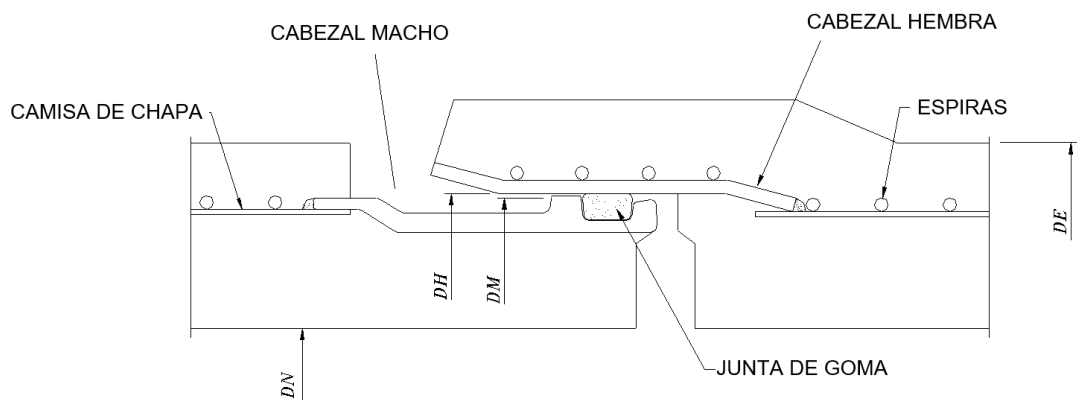


Figura 1. Secciones tipo del tubo de hormigón armado con camisa de chapa con junta elástica y con junta soldada (continuación).

TUBERÍA DE HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA (TIPOLOGÍA)

1. HORMIGÓN POSTESADO, CAMISA REVESTIDA Y JUNTA



2. HORMIGÓN POSTESADO, CAMISA REVESTIDA Y JUNTA SOLDADA

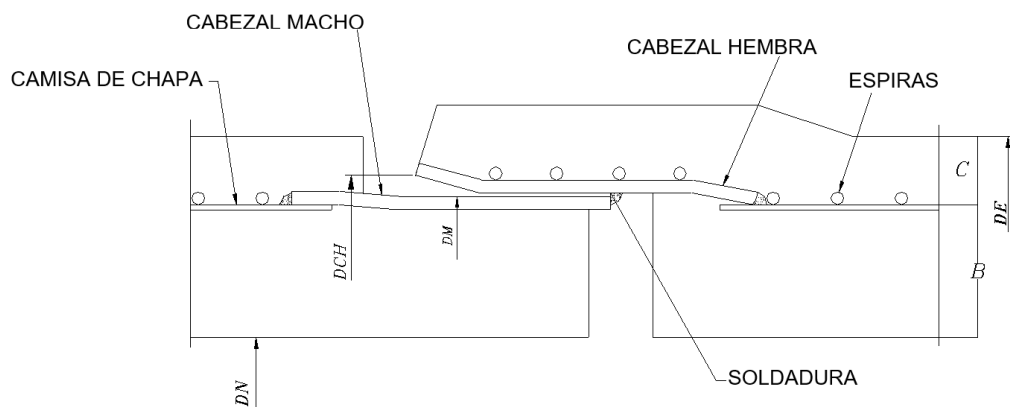
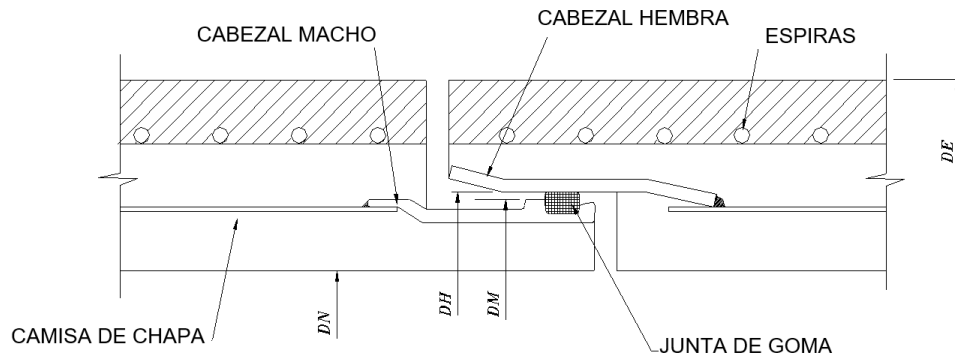


Figura 2. Tubería de hormigón postesado tipo DELTA.

3. HORMIGÓN POSTESADO. CAMISA EMBEBIDA Y JUNTA ELÁSTICA



4. HORMIGÓN POSTESADO. CAMISA EMBEBIDA Y JUNTA SOLDADA

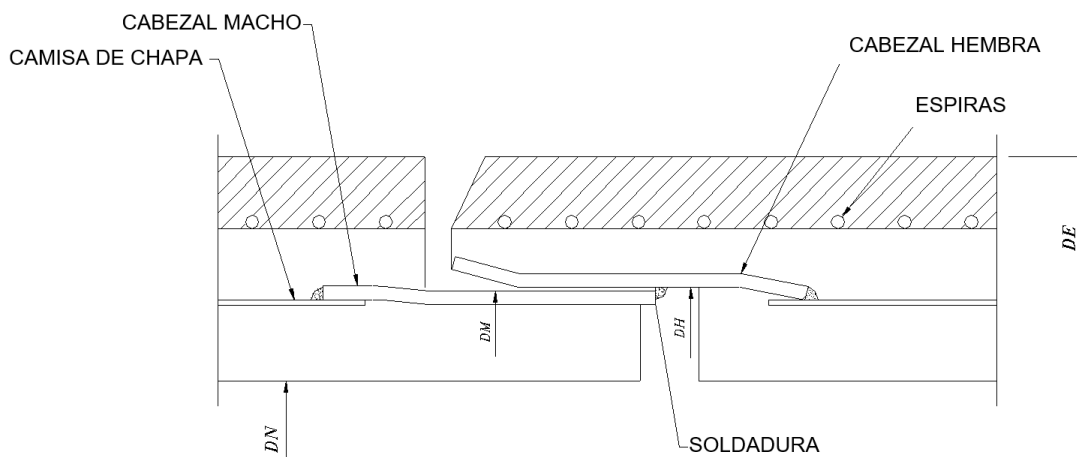


Figura 3. Tubería de hormigón postesado “de camisa embebida”.

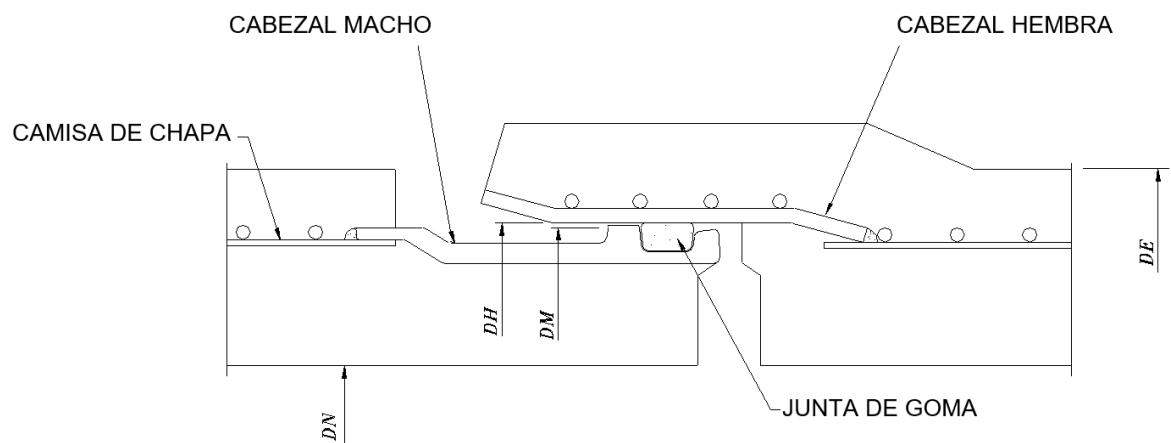


Figura 4. Junta elástica.

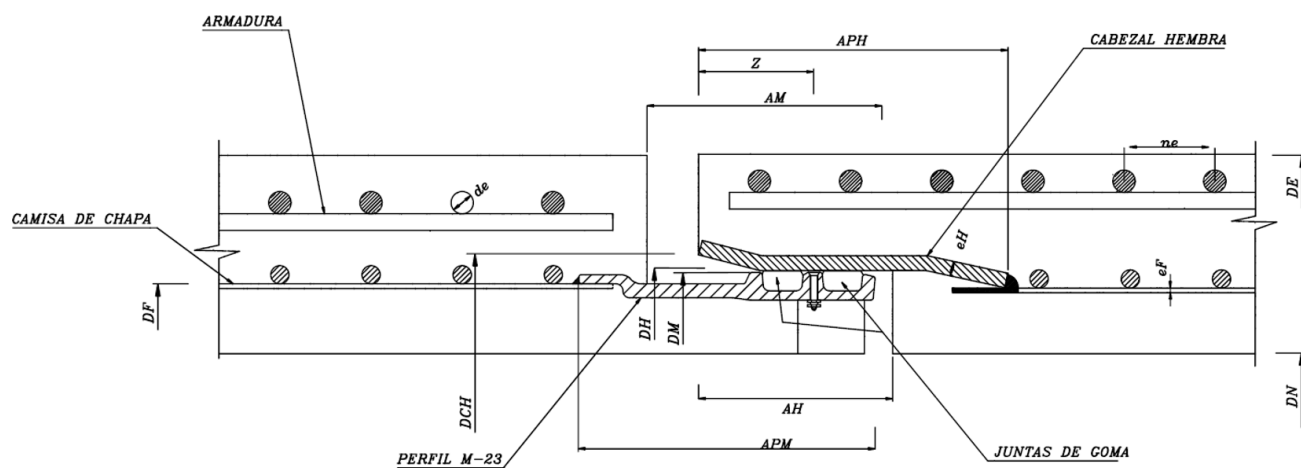


Figura 5. Junta elástica doble en tubería de hormigón armado con camisa de chapa.

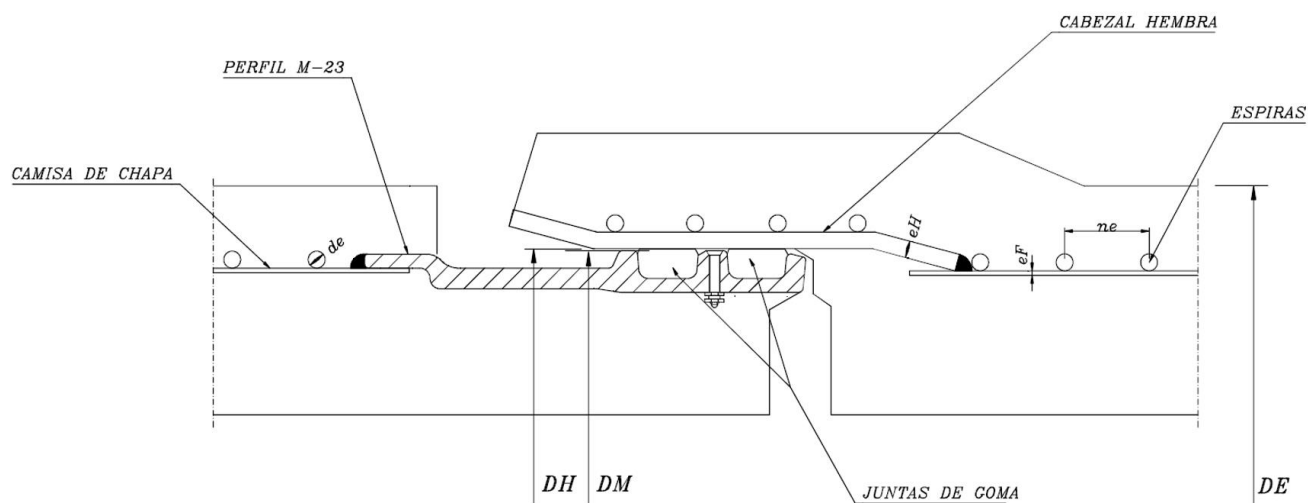


Figura 6. Junta elástica doble en tubería de hormigón postesado con camisa de chapa.

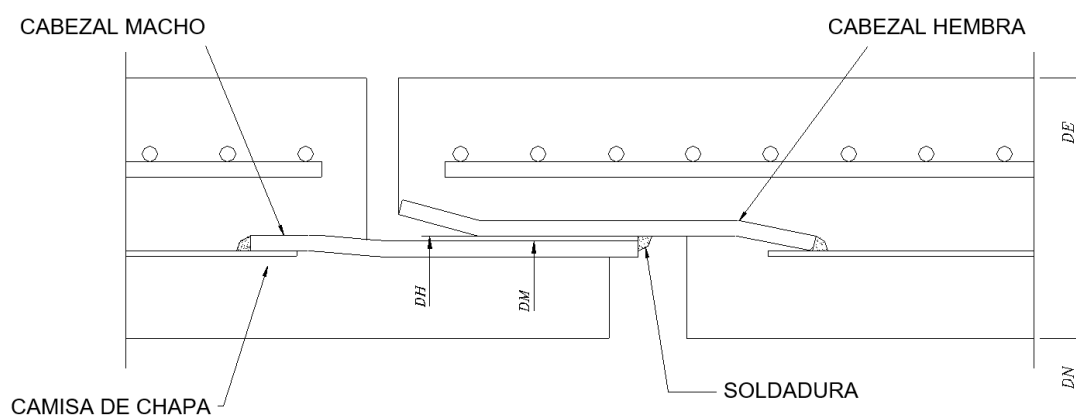


Figura 7. Junta soldada

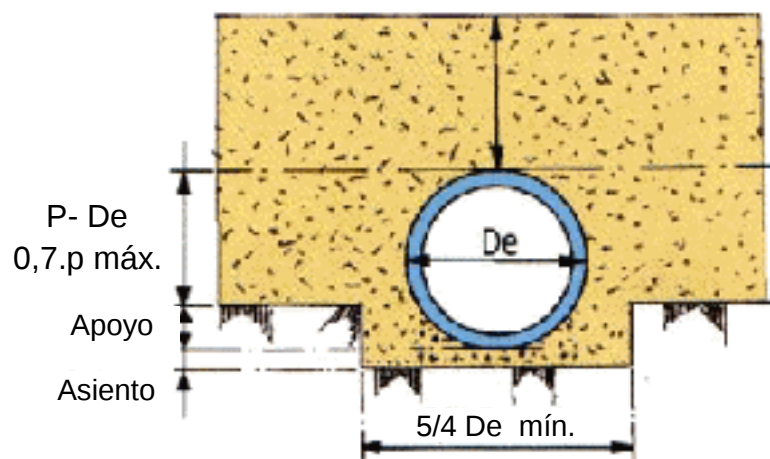
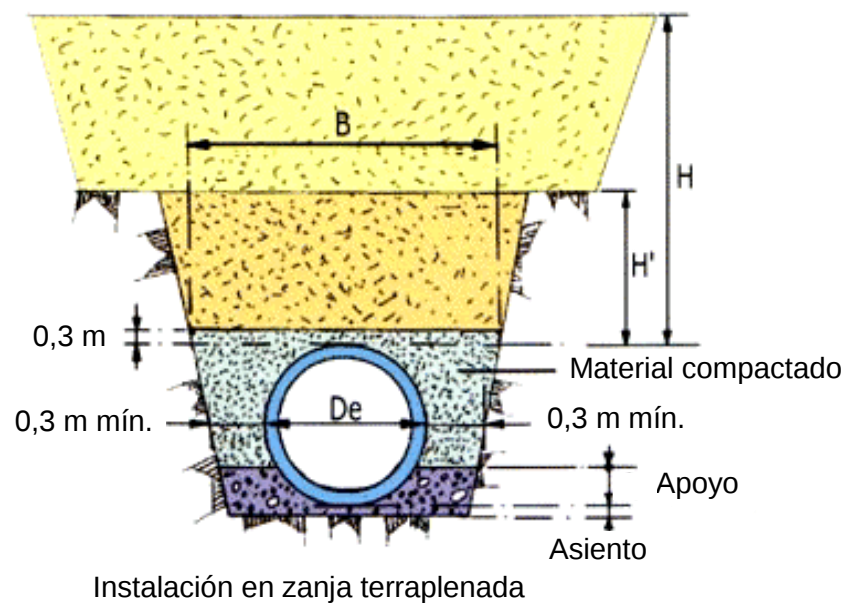
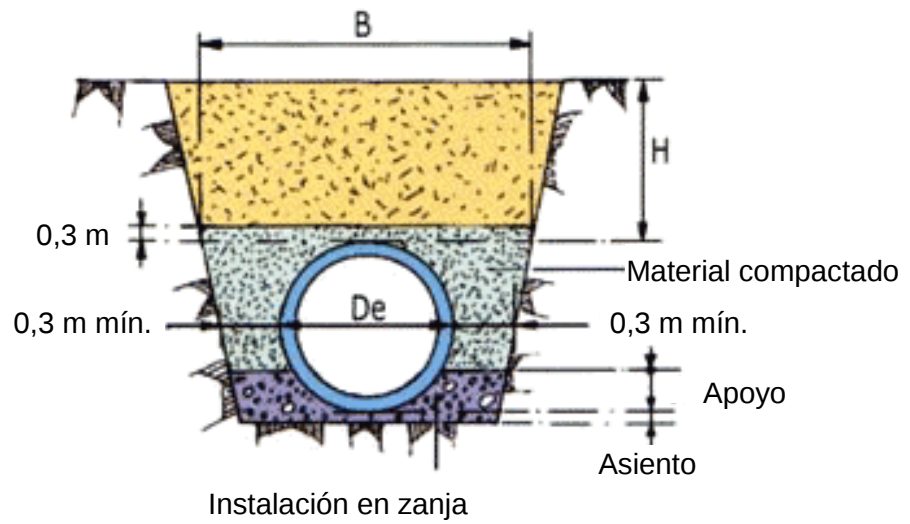


Figura 8. Instalación en obra