



DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: N.º 650/21

Área genérica / Uso previsto:

Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos de hormigón postesado con camisa de chapa

Nombre comercial:

TRANSWATER

Beneficiario:

TRANSWATER - SOCIEDADE PORTUGUESA DE TUBOS S.A.

Sede Social:

Bairro do Sol, Pico de Regalados 183.
4730-390 Braga (Portugal)
Telf.: +351 284 010 934
e-mail: comercial@transwater.pt
<http://transwater.pt>

Lugar de fabricación:

Herdade do Sabugueiro
Estrada municipal EM 527
7600-032 São João de Negrilhos
Aljustrel (Portugal)

**Validez. Desde:
Hasta:**

11 de marzo de 2021
11 de marzo de 2026
(Condicionada a seguimiento anual)

Este Documento consta de 12 páginas



MIEMBRO DE:

UNIÓN EUROPEA PARA LA EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD TÉCNICA
UNION EUROPEENNE POUR L'AGREMENT TECHNIQUE DANS LA CONSTRUCTION
EUROPEAN UNION OF AGREEMENT
EUROPÄISCHE UNION FÜR DAS AGREEMENT IN BAUWESEN

MUY IMPORTANTE

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 éste 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. 650/21

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

- en virtud del Decreto n.º 3652/1963, 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 n.º 1265/1988, 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,
- considerando la solicitud formulada por la Empresa TRANSWATER SOCIEDADE PORTUGUESA DE TUBOS, S.A., para la concesión de un DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA al **Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos de hormigón postesado con camisa de chapa TRANSWATER**,
- en virtud de los vigentes Estatutos de *l'Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc)*,
- teniendo en cuenta los informes de visita a obra y a la fábrica realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos en sesiones celebradas en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja,

DECIDE:

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 650/21, al **Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos de hormigón postesado con camisa de chapa TRANSWATER**, considerando que,

CONDICIONES GENERALES

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA evalúa exclusivamente el Sistema de tubos de hormigón postesado con camisa de chapa propuesto por el fabricante, tal y como se describe en el presente Documento, debiendo para cada caso, de acuerdo con la normativa vigente, acompañarse de la correspondiente memoria de cálculo y llevarse a término mediante la dirección de obra correspondiente.

TRANSWATER SOCIEDADE PORTUGUESA DE TUBOS, S.A. aportará para dicha memoria las correspondientes fichas técnicas y documentos relativos a los componentes del sistema, con las especificaciones de la documentación gráfica necesaria, en la que se detallen la geometría, la tolerancia de cada una de las piezas y las condiciones de puesta en obra.

CONDICIONES DE CÁLCULO

En cada caso se comprobará, de acuerdo con las condiciones de cálculo indicadas en el Informe Técnico de este Documento, que la solución adoptada cumple las premisas definidas en el mismo en cuanto a resistencia tanto a cargas externas como a las debidas a la presión interior, justificando la adecuación del Sistema de acuerdo con la Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para Tubos de Hormigón Armado y Pretensado y el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua.

CONDICIONES DE FABRICACIÓN Y CONTROL

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

CONDICIONES DE PUESTA EN OBRA

La puesta en obra del producto debe realizarse según las instrucciones y asesoramiento técnico del beneficiario del DIT, el cual asegura que la utilización 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.

VALIDEZ

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 650/21 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 11 de marzo 2026.

Madrid, 11 de marzo 2021



EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

INFORME TÉCNICO

1. OBJETO DEL DIT

Sistema de fabricación y puesta en obra de tubos de hormigón postesado con camisa de chapa, TRANSWATER, 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 6 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 de este DIT.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

2.1 Tubo de hormigón postesado

El Tubo de hormigón postesado con camisa de chapa TRANSWATER, está formado por:

- Un núcleo de hormigón, constituido por una camisa cilíndrica de chapa, que asegura su total estanqueidad, revestida interiormente de hormigón aplicado por centrifugación.
- 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 vibrado a alta frecuencia, cuya misión es la de proteger el acero.

En la Figura n.º 1 se muestra el tubo con los distintos elementos que lo componen.

Las características físicas de los tubos son las siguientes:

Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Longitud (m)	Peso (t)
500 a 2.000	80 a 155	6,0	2,2 a 15,7

2.2 Unión entre tubos

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

La junta elástica puede ser simple o doble. La junta elástica simple está constituida por un anillo de caucho situado entre las boquillas macho y hembra de los tubos. Este anillo queda comprimido entre las dos boquillas garantizando su total estanqueidad. (Figura n.º 2).

La junta elástica doble incorpora un segundo anillo de caucho, que aporta mayor seguridad. (Figura n.º 3).

La junta soldada es la formada por la unión soldada de las boquillas macho y hembra, una vez enchufados los tubos (Figura n.º 4).

3. MATERIALES

3.1 Cementos

Se emplea cemento Portland de clase CEM I 52.5 R. Alternativamente se puede utilizar cemento Portland de clase CEM I 42.5 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 clases 42.5 R/SR y 52.5 SR.

3.2 Áridos

Los áridos son de cantera y naturaleza silícea, siendo el tamaño máximo habitual 8 mm.

3.3 Agua

Para el amasado y curado del hormigón se utiliza agua procedente de pozo.

3.4 Aditivos

No se utilizan aditivos en el hormigón. En el caso de utilizar algún aditivo será superplastificante o acelerador del fraguado.

3.5 Aceros

3.5.1 Aceros empleados para la fabricación de camisas de chapa.

Se utilizan aceros de calidad S 235 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 hembra

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

Los espesores a utilizar dependerán del dimensionamiento estructural de la tubería, con un espesor mínimo de 6 mm.

3.5.3 Aceros empleados para la fabricación de boquillas macho

Se utilizan aceros de calidad S 235 JR o equivalentes.

Los espesores a utilizar dependerán del dimensionamiento estructural de la tubería, con un peso alrededor de 10 kg por metro en el caso de perfil macho simple, y de 15 kg por metro en el caso de perfil macho doble.

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.

4. PROCESO DE FABRICACIÓN DEL TUBO DE HORMIGÓN POSTESADO

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

- Fabricación de la camisa de chapa.
- Hormigonado interior por compresión radial.
- Tesado de la armadura activa.
- Recubrimiento exterior por regla vibrante.
- Curado.
- Manipulación y acopio.

4.1 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.

Las boquillas macho se fabrican a partir de barras de perfil de acero y las hembras se obtienen a partir de bobinas de chapa.

La fabricación de las boquillas se realiza mediante cilindrado de la pletina de chapa o del perfil, previamente cortado a medida y chorreado para eliminar cualquier oxidación, soldadura de los extremos para formar el aro, rectificado mediante pulido de la superficie y expansionado del aro en máquina, hasta casi su límite elástico, para evitar deformaciones adicionales y asegurar la circunferencia exacta. Las boquillas hembra además pasan por la conformadora, donde adquieren la forma adecuada, para facilitar su colocación en el caso de que la unión sea por junta flexible.

Los cilindros de chapa se fabrican en máquina automática, partiendo de bobinas, mediante enrollamiento helicoidal y soldadura continua de la chapa, con electrodo consumible bajo gas protector, y un sistema de corte por plasma para obtener la longitud deseada.

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

4.2 Hormigonado interior por compresión radial

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.

El hormigón se transporta a través de una cinta transportadora que alimenta el interior de la tubería.

El hormigonado interior de la camisa de chapa da lugar al tubo primario y se lleva a cabo mediante compresión radial vertical, realizada por la máquina Turbomaster.

La camisa de chapa se sitúa en posición vertical, dentro de un conjunto formado por un molde exterior metálico, un anillo base y un anillo superior.

El conjunto se coloca en la plataforma giratoria inferior de la máquina, que a su vez lo coloca centrado con el eje de rotación. La parte superior del molde queda centrada con el eje de la máquina y por ella desciende un cilindro hidráulico, en cuyo extremo se encuentra un pistón rotativo, cuyo diámetro se ajusta al diámetro interior de la tubería de hormigón. Este pistón desciende a la posición de la boquilla ubicada en el extremo inferior del núcleo de acero.

La combinación de las velocidades de rotación del pistón y la velocidad de ascenso del mismo, provoca que el hormigón que se introduce por la parte superior se comprima contra la camisa de chapa. Consiguiéndose una superficie lisa y compacta a lo largo de toda la longitud interior del tubo.

Una vez liberado el molde de la plataforma superior, y mediante la rotación de la plataforma inferior, el conjunto formado por el molde exterior y el tubo se traslada, mediante un puente grúa, a la zona de curado. Después se libera el molde exterior para un nuevo hormigonado.

El curado se realiza de forma natural, controlada con inspección visual, siempre realizado dentro de la fábrica, en un área cerrada, es decir, sin exposición directa al sol ni a la lluvia. Cuando es necesario, los tubos se cubren y se riegan, para crear condiciones de temperatura y humedad que favorezcan el proceso.

4.3 Tesado de la armadura activa

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

El tesado es una operación que se realiza mecánicamente. El alambre para el postesado se ancla en la base del núcleo y se enrolla alrededor del tubo mientras gira, manteniendo siempre una tensión constante.

El número de espiras por metro está predefinido. La velocidad y la tensión del acero se controlan mediante un registro gráfico continuo.

4.4 Recubrimiento exterior y curado

Una vez efectuado el postesado se procede al recubrimiento exterior del tubo, con una capa de hormigón de 30 mm.

Este proceso se realiza en una máquina denominada «Revestidora», equipada con una regla vibrante de alta frecuencia.

Situado el tubo en la máquina en posición horizontal, se hace girar mientras la regla vibrante, mediante vibración-compactación, permite la colocación de la capa de hormigón sobre el alambre de postesado.

Después de esta fase, tiene lugar el curado del revestimiento exterior, que al igual que el curado del tubo primario se desarrolla de forma natural, siempre controlado por inspección visual.

4.5 Manipulación y acopio

Después del recubrimiento de hormigón exterior, el tubo pasa al área de acabado, en la que se procede a realizar las siguientes operaciones:

- Aplicación de pintura epoxi en las boquillas y membrana de impermeabilización en la zona de las boquillas, la función de esta membrana es meramente estética.
- Reparación de los posibles desperfectos ocasionados durante la fabricación y/o manipulación.
- Marcado definitivo del tubo. En esta fase se marca internamente en cada tubo la identificación con la que se dirige a la obra. El código interior permite identificar y rastrear el tubo en las diferentes áreas de producción. Además, se marca el anagrama del fabricante y el número del DIT.

Una vez los tubos están acabados se acopian en el parque exterior sobre apoyos de madera.

5. CONTROLES

5.1 Control de los materiales

5.1.1 Cementos

Se debe cumplir lo establecido en la Instrucción para la recepción de cementos (RC) vigente.

En la recepción se comprueba la documentación y el etiquetado, y se realiza una inspección visual del suministro.

Los cementos pórtland y pórtland con adiciones deben disponer del marcado CE.

5.1.2 Control del agua de amasado y curado

Se deben cumplir las condiciones exigidas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) o Código que la sustituya.

El agua empleada para el amasado y curado del hormigón procede de pozo, por lo que se realizan los siguientes análisis en laboratorio, con una periodicidad semestral:

- Exponente de hidrógeno pH.
- Sulfatos expresados en SO_4^- .
- 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 y cumplir las especificaciones contempladas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) o Código que la sustituya.

Se realiza control diario de la humedad de la arena y semestralmente el ensayo de reactividad potencial álcali-árido.

Asimismo, se realiza el control documental, con frecuencia semestral, de los siguientes

parámetros: granulometría, finos que pasan por el tamiz 0,063, equivalente de arena, ensayo de azul de metileno (en los casos descritos en el apartado 28.4.2 de la EHE-08), tamaño máximo e índice de lajas, 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, reactividad potencial álcali-árido y resistencia a la fragmentación.

El control documental se realiza a partir de la declaración de prestaciones CE de los áridos, verificando el cumplimiento de los requisitos recogidos en la EHE-08.

En el caso de que la declaración de prestaciones no contemple todos los requisitos se deben realizar los ensayos necesarios para asegurar su cumplimiento.

5.1.4 Control del acero

a) 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). Ensayos realizados según la norma UNE-EN 10025-2.

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.

b) Control de los perfiles

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

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). Ensayos realizados según la norma UNE-EN 10025-2.

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 del acero para armaduras activas

Se debe cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) o Código que la sustituya.

Mientras no esté vigente el marcado CE, 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.

Si el acero no dispone de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, además se realizan los siguientes ensayos:

- Por cada 40 t de acero del mismo fabricante, designación y serie, se toman dos probetas y se comprueba la sección media equivalente. Y en una probeta el límite elástico, la carga de rotura, el alargamiento bajo carga máxima y el ensayo de doblado alternativo.

5.1.5 Control del aditivo

Deben disponer de marcado CE.

Cumplirá las especificaciones contempladas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) o Código que la sustituya.

5.1.6 Control del electrodo

Debe disponer de marcado CE.

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.

Se controla, al menos en una de cada 100 juntas, la dureza Shore, el diámetro y el desarrollo de la junta.

5.2 Control de ejecución durante el proceso de fabricación

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 enchufe en la totalidad de las boquillas.

Se comprueba el desarrollo exterior de la camisa y la longitud total de la camisa con las boquillas, en el 5 % de la producción diaria y, como mínimo, en un tubo al día.

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. La presión se mantiene 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.

5.2.2 Control del tesado de las armaduras activas

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

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 mediante un registro gráfico continuo.

Anualmente se procede al tarado de los manómetros, que controlan la tensión dada en el alambre aplicado por la tesadora.

5.2.3 Control de moldes

Antes de proceder al hormigonado del tubo primario, al inicio de cada diámetro, se realiza una comprobación dimensional de la turbomáster, para garantizar el diámetro interior del tubo.

5.2.4 Control de la ejecución del hormigón

Los hormigones se fabrican en la central de hormigonado. La dosificación de los componentes se realiza mediante proceso automatizado.

En cada turno se comprueba la consistencia del hormigón. Se conserva el registro de los valores obtenidos.

Se realizan los siguientes ensayos a compresión sobre probetas normalizadas:

- 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.

5.2.5 Control de espesores y revestimientos

En el tubo primario se controla el espesor de la pared del núcleo (recubrimiento interior del hormigón junto con la camisa de chapa), en uno de cada 10 tubos producidos.

Se controla el espesor del revestimiento exterior de hormigón en un tubo por día de producción.

5.3 Control del producto acabado

Cada tubo terminado se inspecciona visualmente, reparándose todas las fisuras de anchura superior a 0,2 mm, de acuerdo con el apartado 5.1.1.2 de la EHE-08, se verifica su identificación y se realiza un control geométrico del mismo:

- Se comprueba la ovalización de las boquillas macho y hembra en todos los tubos.
- Se verifica el espesor en un tubo por día de producción y en los 3 primeros tubos, al inicio de cada diámetro.

Además, se controla el espesor de la pintura de las boquillas en un tubo al día y se revisa la zona de encaje de las boquillas macho y hembra, en la totalidad de los tubos, con una medida mínima de encaje de 10 cm

Como acción complementaria al control de calidad del producto terminado, por 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 y Pretensado.

6. CÁLCULOS DE LA TUBERÍA

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 del tubo.
- Carga de fluido transportado.
- Cargas verticales del relleno.
- Cargas concentradas.
- Empuje lateral.
- Presión máxima de trabajo.

7. TRANSPORTE A OBRA

Los tubos se manipulan cuidadosamente para que no sufran golpes ni rozaduras. Cuando se utilicen cables o eslingas de acero deberán estar protegidos con un revestimiento adecuado, para evitar daños en la superficie del tubo. Se recomienda el empleo de 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, acordes al diámetro del tubo, que garantizan 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, gomitas 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.

8. PUESTA EN OBRA (Figura n.º 5)

8.1 Apertura de zanjas

La zanja se excava en el 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.

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

8.2 Preparación de la base de apoyo

Los tubos deben descansar sobre un apoyo continuo adecuado. 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 0,15 y 0,30 m, 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 120º.

8.3 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. 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.

8.4 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 puede 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 como son:

- Empleo de cementos resistentes a los sulfatos.
- Empleo de hormigones de alta resistencia.

Para situaciones de agresividad más severas, se podrían tomar alguna de las siguientes medidas adicionales:

- Pintura exterior de la tubería.
- Dar continuidad eléctrica a las armaduras e instalar puntos de control de potenciales del acero de la tubería.

Estos controles deben ser lo suficientemente periódicos como para poder detectar algún problema en las armaduras antes de que sea irremediable.

En casos de una extrema agresividad o de que los controles anteriormente citados 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 catódica 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: Esta protección puede ser contraproducente y solo se aplicará en casos estrictamente necesarios. En caso de instalarse, debe ser realizada por especialistas con el fin de tener un control de los elementos donde se realiza dicha instalación, para que su aplicación sea correcta, evitando así posibles daños secundarios.

9. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

Hasta la fecha, según indica el fabricante, se han colocado 55.250 m de tubería de hormigón postesado con camisa de chapa, con junta elástica, en obras repartidas por entidades públicas y privadas.

Se realizó una encuesta por correo con resultado satisfactorio.

El fabricante suministra como referencia las siguientes obras:

Obra	Ciente	Tipo tubo	Dmax/min (mm)	Longitud (m)	Pmax/min	Año
Empreitada de Reabilitação da Regadeira 15 (R15) do Aproveitamento Hidroagrícola de Campilhas	Tecnovia – Sociedade de Empreitadas, S.A.	Tubo hormigón postesado con camisa de chapa	DN 800	2.090	PN 4	2018
Bloco de Rega de Évora	Domingos da Silva Teixeira, S.A.	Tubo hormigón postesado con camisa de chapa	DN 1200 / 900	14.231	PN 10 / 4	2019/2020
Pipeline Marruecos	CTIC Maroc – Group Tech	Tubo hormigón postesado con camisa de chapa	DN 2000 / 1200	780	PN 6	2019
Bloco de Rega de Viana	Domingos da Silva Teixeira, S.A.	Tubo hormigón postesado con camisa de chapa	DN 1400 / 1200	11.550	PN 8 / 6	2020
Ligação ao Sistema de Adução de Morgavél	Tecnovia – Sociedade de Empreitadas, S.A.	Tubo hormigón postesado con camisa de chapa	DN 1400 / 1200	16.633	PN 10 / 4	2020
Bloco de Rega de Viana - Extra	Domingos da Silva Teixeira, S.A.	Tubo hormigón postesado con camisa de chapa	DN 1000 / 700	10.745	PN 8	2020

10. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

10.1 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.

10.2 Limitaciones de la evaluación

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

10.3 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.

10.4 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.

11. CONCLUSIONES

Considerando:

- que los métodos de cálculo utilizados están suficientemente contrastados por la experiencia;
- que en el proceso de fabricación se realiza un control de calidad que comprende un sistema de autocontrol, por el cual el fabricante comprueba la idoneidad de las materias primas, proceso de fabricación y producto final;
- que se realizan ensayos de producto acabado;
- que el proceso de puesta en obra está suficientemente contrastado por la práctica;
- que existe una supervisión o asistencia técnica por el fabricante de la puesta en obra que permite garantizar las uniones;
- los resultados obtenidos en los ensayos y las visitas a obras realizadas.

Se estima favorablemente, con las observaciones de la Comisión de Expertos en este DIT, la idoneidad de empleo de los Sistemas propuestos por el fabricante.

12. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS ⁽¹⁾

Las principales observaciones de la Comisión de Expertos ⁽²⁾ 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

⁽¹⁾ 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.

⁽²⁾ La Comisión de Expertos para los sistemas de fabricación y puesta en obra de tubos de hormigón postesado con camisa de chapa, en diferentes reuniones celebradas en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, ha estado integrada por representantes de los siguientes 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).
- Asociación de Empresas de Control de Calidad y Control Técnico Independientes (AECCTI).
- AENOR.
- Consejo General de la Arquitectura Técnica (CGATE).
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM).
- Grupo CPV.
- Instituto Técnico de Instalaciones y Construcción (ITIC S.L.).
- Asociación para el Fomento de la Investigación y la Tecnología de la Seguridad contra Incendios (AFITI).
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

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.
- Los tubos para cada obra concreta se consideran como una parte de la misma, por lo que en el proyecto de obra quedarán 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 8.4, debe hacerse teniendo en cuenta la posible variación de la agresividad de los terrenos que cubrirán la tubería a lo largo del tiempo. En caso de que esta se produzca, sería conveniente hacer una inspección cada cierto tiempo desde dentro de la tubería con algún dispositivo que pudiese detectar signos de deterioro.

13. FIGURAS

Figura n.º 1. Componentes del tubo de hormigón postesado con camisa de chapa

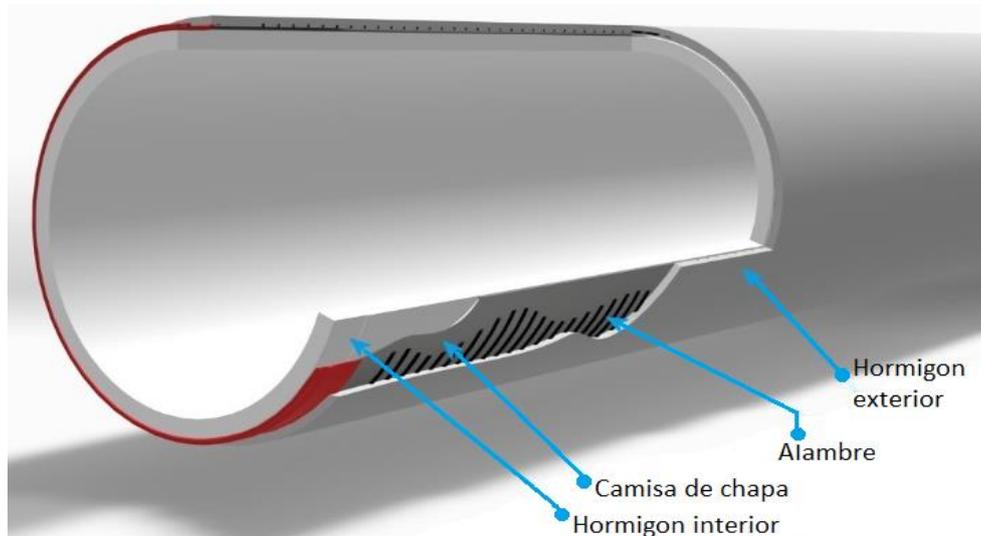


Figura n.º 2. Junta elástica simple

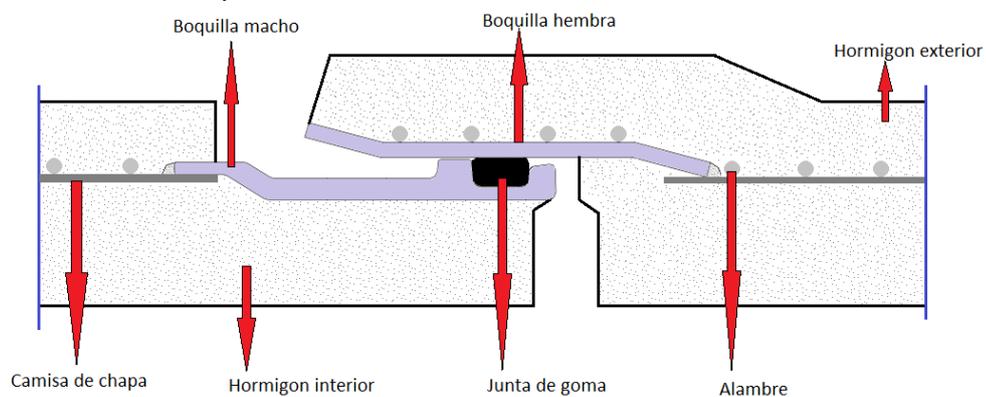


Figura n.º 3. Junta elástica doble

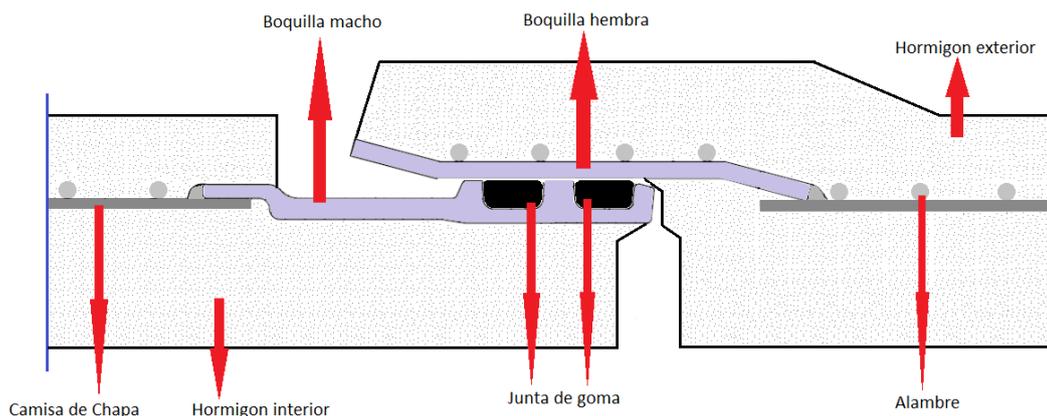


Figura n.º 4. Junta soldada

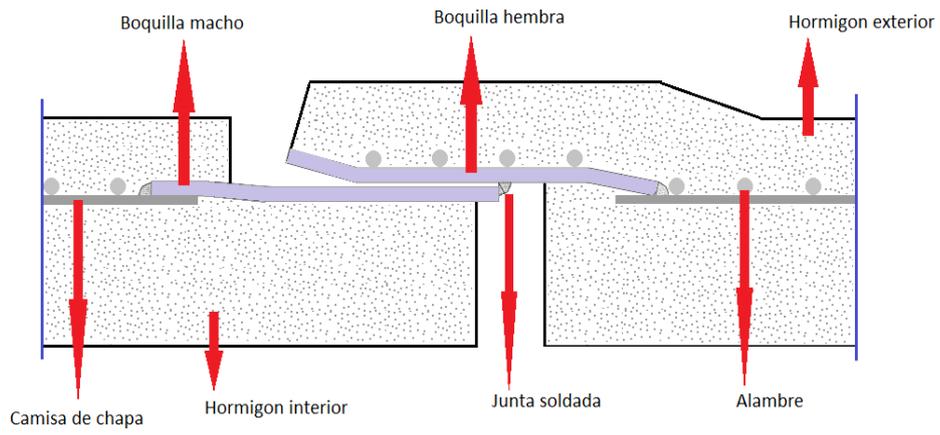
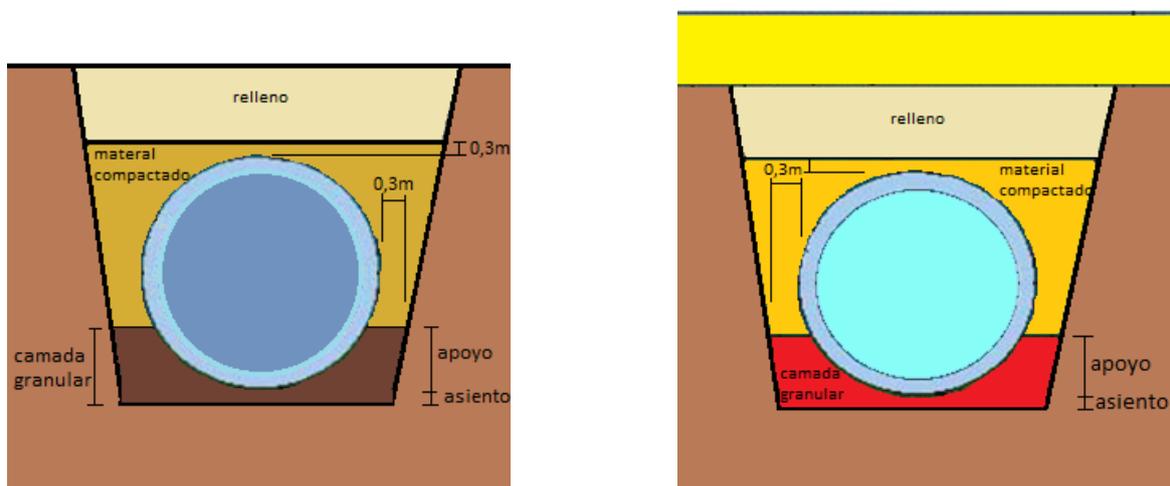
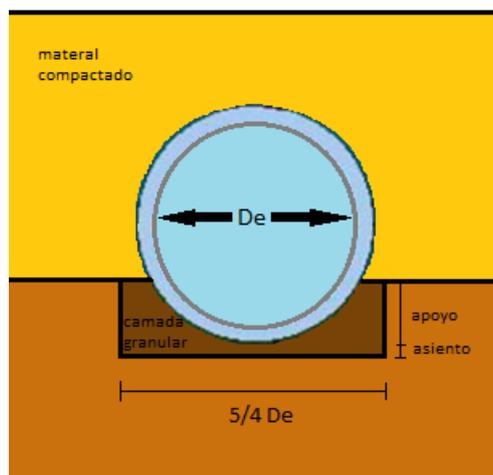


Figura n.º 5. Instalación en obra



Instalación en zanja

Instalación en zanja terraplenada



Instalación en terraplén