



DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: N.º 611R/20

Área genérica / Uso previsto:

Sistema de encofrado para pilares

Nombre comercial:

ENCOFRADOS TBT

Beneficiario:

FATEC, S.A.

Sede Social:

Camino de la Aldea s/n
45930 Méntrida (Toledo)
España
Telf. 918 177 131
<https://fatecsa.com>

Lugar de fabricación:

Camino de la Aldea s/n
45930 Méntrida (Toledo)

Validez. Desde:

18 de diciembre de 2020

Hasta:

18 de diciembre de 2025

(Condicionada a seguimiento anual)

Este Documento consta de 15 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 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.: 69.057.5
Encofrados
Coffrage
Formwork

DECISIÓN NÚM. 611R/20

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 Sociedad **FATEC, S.A.** para la **RENOVACIÓN** del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 611/15, **Sistema de encofrados para pilares TBT**,
- en virtud de los vigentes Estatutos de *l'Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc)*,
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, los informes de los ensayos realizados en el IETcc, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos, en sesiones celebradas los días 2 de julio de 2015 y 17 de diciembre de 2020,

DECIDE:

Renovar el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 611/15, al **Sistema de encofrado para pilares TBT**, con DIT número 611R/20, considerando que,

La evaluación técnica realizada permite concluir que el Sistema es **CONFORME CON EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE)**, 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 de encofrado propuesto por el fabricante, tal y como se describe en el presente Documento, debiendo para cada caso, de acuerdo con la normativa vigente, acompañarse del correspondiente proyecto técnico y llevarse a término mediante la dirección de obra correspondiente.

FATEC, S.A. aportará para dicho proyecto 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 estabilidad, resistencia y deformaciones admisibles, justificando la adecuación del Sistema de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación y la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) o Código que la sustituya.

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 UTILIZACIÓN Y PUESTA EN OBRA

El Sistema TBT de encofrados para pilares evaluado en el presente Documento está previsto para la ejecución de pilares de hormigón. Se trata de un Sistema de encofrado de un solo uso y que no se incorpora de forma permanente a la edificación. El Sistema contribuye a la estabilidad de la construcción durante la fase de ejecución de la estructura.

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada según el manual del fabricante, según las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente Documento, respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos y supervisada por la Dirección Facultativa de la obra.

Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones durante el montaje, que fijará para lo relativo al sistema de encofrado para pilares TBT el beneficiario con la aprobación de la Dirección de Obra, ante 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. Dichas disposiciones deben formar parte del Plan de Seguridad y Salud de la obra.

VALIDEZ

El presente Documento de Idoneidad Técnica número 611R/20, sustituye y anula el documento n.º 611/15 y es válido durante un período de cinco años a condición de:

- que el fabricante no modifique ninguna de las características del producto 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 Instituto, que constate el cumplimiento de las condiciones anteriores, visitando, si lo considera oportuno, alguna de las obras realizadas.

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

Este Documento deberá, por tanto, renovarse antes del 18 de diciembre de 2025.

Madrid, a 18 de diciembre de 2020.



EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

INFORME TÉCNICO

1. OBJETO

El Sistema TBT es un sistema de encofrado ligero y de un solo uso para pilares, que permite la ejecución de pilares circulares, cuadrangulares y de formas especiales.

El sistema está diseñado con criterios de resistencia mecánica, seguridad, durabilidad, manejabilidad y economía, facilitando el proceso de encofrado, optimizando el resultado final del hormigón en la ejecución.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El Sistema TBT de encofrado se basa en un tubo impermeable conformado mediante la disposición en espiral de varias láminas de complejo KP (Kraft plástico) termosoldadas.

Los encofrados TBT son especialmente indicados para la ejecución de estructuras vistas ya que de su uso resultan pilares con acabados continuos, sin juntas aparentes.

Un alambre de acero situado en el interior de los encofrados TBT permite un desencofrado fácil, rápido y seguro. (Ver Figura 2).

El Sistema TBT de encofrado responde a cuatro soluciones distintas:

2.1 TBT CIRCULAR

Encofrado para pilares circulares de diámetros comprendidos entre 150 mm y 1200 mm con incremento de 50 en 50 mm. (Figura 1).

Si se desea una terminación lisa del hormigón, se incorpora una lámina plástica de PVC en el interior.

Una vez fraguado el hormigón, desencofrado el pilar y verificada la correcta ejecución, TBT circular puede utilizarse volviéndose a colocar como funda de protección para evitar daños superficiales ante golpes o manchas durante el resto de la obra.

2.2 TBT PRISMA

Es un encofrado para pilares de sección cuadrada. Al tubo circular base se le incorporan unas piezas de EPS para conformar la forma deseada en la sección y una lámina plástica interior de polipropileno BOPP continua que es la que estará en contacto con el hormigón. Las medidas están comprendidas entre 150 x 150 mm hasta 800 x 800 mm, con incremento de 50 en 50 mm en ambas dimensiones.

Los berenjenos de pilares de sección cuadrada con este encofrado son de 32 mm. (Figura 3).

La lámina interior no se adhiere al hormigón, lo que facilita el desencofrado sin la incorporación de aditivos ni tratamiento previo del encofrado.

El fabricante dispone de piezas de encofrado para pilares que se deben hormigonar situados junto a un elemento existente (juntas, medianeras, etc.). (Figura 4).

2.3 TBT CLASSIC

Encofrado para pilares estriados imitando el fuste de columnas de estilo clásico (Figura 5). Al tubo circular se le incorporan unas piezas de EPS para conformar la sección deseada y una lámina plástica interior que es la que estará en contacto con el hormigón.

2.4 TBT FORMAS

Encofrado para pilares de formas (Figura 5). Al tubo circular se le incorporan unas piezas de EPS para conformar la forma de la sección deseada.

3. MATERIALES Y COMPONENTES DEL SISTEMA

3.1 Complejo KP

El material principal es el complejo KP (Kraft plástico) que compone las bandas que se sueldan helicoidalmente en capas sucesivas.

Dichas bandas o capas se componen a su vez de distintas láminas cuyas características se recogen en la Tabla 1, enumerándose del exterior al interior según su colocación para generar el tubo.

Tabla 1. Composición de capa Complejo KP

Lámina	gramaje	tolerancia
Polietileno	20 g/m ²	± 5 g/m ²
Kraft fibra larga	270 g/m ²	± 10 g/m ²
Polietileno	20 g/m ²	± 5 g/m ²

El espesor total de cada tubo depende de las capas de complejo KP superpuestas y termosoldadas. Oscila entre 0,4 y 0,7 mm en función del diámetro del encofrado o, lo que es lo mismo, de las presiones del hormigón fresco que deba soportar.

3.2 Termofusible adhesivo

Termofusible adhesivo basado en caucho termoplástico modificado apto para una temperatura de aplicación de al menos 140 °C.

3.3 Poliestireno expandido (EPS)

Es el material que se ubica en el interior del tubo de complejo KP para crear la sección cuadrada o la forma deseada del pilar. Sus características de identificación se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Características de identificación del EPS

Estabilidad dimensional	< 0,5 %
Densidad nominal	15 kg/m ³
Resistencia a flexión	> 90 kPa
Resistencia a compresión	> 100 kPa
Clasificación al fuego	E

Los bloques o planchas de EPS contarán con la correspondiente Declaración de Prestaciones (marcado CE) según UNE-EN 13163:2013+A2:2017⁽¹⁾.

3.4 Lámina plástica

Se coloca en el interior de los tubos cuando se requiere que el acabado del pilar sea liso ya que, de esta forma, no se marca la espiral del tubo en la superficie terminada.

En función del diseño y las dimensiones del encofrado, se utilizará para ello:

3.4.1 Lámina de BOPP

Se trata de una película de polipropileno biorientado (BOPP) cuyas características de identificación se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Características de identificación del BOPP

Densidad	0,91 g/cm ³	
Resistencia a la tracción en rotura	Longitudinal	130 MPa
	Transversal	240 MPa
Temperatura de inicio del sellado	115 °C	

3.4.2 Lámina de PVC

Son láminas rígidas de policloruro de vinilo (PVC) de superficie lisa y 400 µm de espesor, que estarán debidamente certificadas por el proveedor.

3.5 Cinta de fibra de vidrio

Cinta adhesiva reforzada con fibra de vidrio bidireccional empleada para el remate en el extremo de los tubos de manera que quede unido el tubo básico de KP con la lámina plástica, lámina de PVC, piezas de EPS, según cada caso. Sus características se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Características de la cinta adhesiva

Espesor total	150 µm
Adhesividad	15 N/cm*
Resistencia a tracción	290 N/cm*

* Referido a una probeta de 1 cm de ancho.

3.6 Alambre abrefácil

Se trata de un alambre de acero de 0,5 mm de diámetro que se coloca en el interior de los tubos y facilita el desencofrado del pilar. Deberá estar certificado según la norma UNE-EN 10270-1:2012+A1:2017⁽²⁾.

⁽¹⁾ UNE-EN 13163:2013+A2:2017. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación.

⁽²⁾ UNE-EN 10270-1:2012+A1:2017. Alambres de acero para muelles mecánicos. Parte 1: Alambres para muelles de acero no aleado, patentado, estirado en frío.

4. FABRICACIÓN

4.1 Lugar de fabricación

Los encofrados TBT se producen en la fábrica sita en Prolongación de Santa Teresa s/n de Méntrida (45930 - Toledo).

4.2 Proceso de fabricación

El proceso de producción consiste en la disposición de bandas de complejo KP (Kraft plástico) termosoldadas en forma helicoidal.

El sistema adoptado por la empresa transcurre fundamentalmente en las siguientes etapas:

- Se alimentan las máquinas con bandas de complejo KP de anchos variables.
- El equipo que genera la espiral de TBT va solapando y termosoldando las bandas, generando un tubo de espesor y diámetro acordes a la ficha de fabricación.
- Se corta el tubo según la longitud de la ficha de fabricación.

Según el acabado deseado y el producto final, se incorporan al proceso los siguientes pasos:

- Se corta y coloca la lámina plástica interior.
- Se pegan las cañas de EPS con aplicador holmet (para TBT PRISMA, CLASIC y FORMAS).
- Se coloca el alambre abrefácil.
- Se remata con cinta de tubo.
- Se identifica cada tubo

5. CONTROL DE CALIDAD

FATEC, S.A. tiene implantado un Sistema Integrado de Gestión de la Calidad basado en las directrices establecidas en la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 certificado por *Bureau Veritas Certification* para «fabricación y comercialización de envases y tubos de cartón».

5.1 Control de recepción

Este control se efectúa según el Procedimiento Operativo de verificación de materias primas de FATEC, S.A., que establece las pautas de inspección de los productos recepcionados para verificar que cumplen los requisitos específicos.

La identificación de materias primas y componentes se realiza por medio de los documentos que acompañan al material y queda reflejado por medio del correspondiente sello de recepción en la documentación de envío.

5.1.1 Complejo KP

La materia prima principal, el complejo KP, se recibe en bobinas de diferentes diámetros.

Tras la primera pesada de la remesa, se realiza una inspección visual y el fotografiado del envío para verificar el estado general de las mismas, de la estibación, el paletizado, etc.

En al menos una bobina de cada remesa, se toman muestras del material para realizar un ensayo de gramaje.

Para el registro del control de recepción de las bobinas de complejo KP se elabora un «Informe de recepción de papel-bobinas». Tras el peso de tara del transporte y el control de posicionamiento del material en la zona de almacenaje prevista, se concluye el informe de recepción que se registra junto con el albarán con el «sello de recepción de papel-bobina».

5.1.2 Poliestireno expandido

En la recepción de los bloques de EPS se realiza una comprobación visual de la integridad e identificación de los bloques y un control dimensional de los mismos. Asimismo, se verifica la correspondencia de la orden de compra con los documentos de transporte y el certificado del proveedor.

5.1.3 Resto de componentes

Para el resto de los componentes utilizados en la fabricación de los encofrados TBT (lámina plástica, lámina de PVC, cinta adhesiva con fibra de vidrio, termofusible adhesivo y alambre abrefácil) se realiza un control documental verificando la correspondencia de la orden de compra con los documentos de transporte y el certificado del proveedor, que deberá satisfacer lo indicado en el apartado correspondiente del punto 3 de este Informe Técnico.

La manipulación y almacenaje de estos componentes, desde su recepción hasta su utilización, deberá hacerse según sus fichas técnicas y fichas de datos de seguridad.

5.2 Control de fabricación

La producción se realiza mediante los procedimientos establecidos en los siguientes documentos:

- *Ficha de fabricación:* en ella se definen las características del pedido (tipo, dimensiones y cantidad a fabricar), así como el cliente y la fecha de entrega prevista.
- *Hoja de ruta encofrados TBT:* donde se registran los resultados de los controles realizados (longitud, diámetro y espesor del tubo, temperatura del termosoldado, separación y pegado de las bandas, colocación de funda interior y alambre abrefácil, acabado), la frecuencia de estos y los responsables de cada fase. También se incluye en este documento el control de consumos de materias primas y materiales

auxiliares, así como las posibles no conformidades.

- *Pautas de control de fabricación de tubos de encofrado TBT:* donde se recogen las características a inspeccionar, el método y frecuencia de control y la tolerancia admitida.

Las principales tolerancias de producción establecidas en las pautas de control se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Tolerancias de producción de encofrados TBT

Diámetro interior del tubo	- 0,3 / + 0,5 mm
Espesor de la pared del tubo	± 0,5 mm
Longitud del tubo	± 10 mm
Longitud de la lámina plástica	+ 20 / - 10 mm
Ancho de la lámina plástica	± 0,5 mm

5.3 Controles del producto terminado

Una vez agrupados los tubos para su paletizado, se realizan un control visual del estado de los tubos y comprobación de su longitud por comparación de extremos.

Se comprueba asimismo que el espesor de la pared –parámetro crítico para la resistencia del encofrado en función del diámetro del tubo– corresponde a lo especificado en la ficha de fabricación.

6. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Sobre el tubo de encofrado se colocará una etiqueta de identificación en la que se indicará, como mínimo:

- Marca comercial
- Identificación del fabricante
- Tipo de encofrado
- Dimensiones (sección y longitud)
- Fecha de fabricación
- Logotipo y número de DIT

7. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

El producto terminado se coloca paletizado en posición vertical o en jaulas metálicas para su manejo en los almacenes en posición horizontal. En todo caso se mantienen a cubierto en las instalaciones de fábrica.

Las cantidades por jaula varían en función de las dimensiones de los tubos, con una altura máxima de acopio de unos tubos sobre otros de 4 metros.

El transporte puede realizarse por unidades sueltas (en caso de distintos diámetros, pueden colocarse unas unidades dentro de otras) o en las

propias jaulas metálicas sobre camión/contenedor. En este último caso, las jaulas deben fijarse adecuadamente para evitar que se produzcan daños.

Por lo demás, no se exige ningún tipo de condición previa adicional, únicamente las mínimas condiciones de limpieza, higiene y seguridad.

Una vez en obra, se debe almacenar las piezas en un lugar controlado, alejado de cualquier otro material que pudiera impactar sobre los tubos y dañarlos y protegido del viento, ya que debido a su peso ligero pueden volar e impactar con cualquier objeto de los alrededores.

Se recomienda que el almacenamiento sea a cubierto.

8. PUESTA EN OBRA

Las condiciones de ejecución y puesta en obra de cada uno de los elementos están definidas en las correspondientes «fichas técnicas» del fabricante. Una secuencia de imágenes de la puesta en obra puede verse en la Figura 2.

De forma general, se establece que:

- La puesta en obra debe realizarse siguiendo las especificaciones de la «Instrucción del Hormigón Estructural» (EHE) o Código que la sustituya.
- No se debe verter hormigón sobre las piezas si no están apuntaladas con los sistemas de aseguramiento de la verticalidad y estabilidad que el fabricante recomienda o los aprobados o requeridos por la dirección de obra.

El proceso de puesta en obra aquí descrito se refiere al Sistema TBT de encofrado de pilares. El resto de operaciones tales como replanteo, armado, hormigonado, etc., se realizarán de la forma habitual.

8.1 Colocación de los tubos de encofrado

Los tubos de encofrado pueden ser transportados por una única persona. La colocación en su posición definitiva, por el exterior del armado, se realizará con medios auxiliares siguiendo las instrucciones del Plan de Seguridad de obra y la normativa vigente en prevención de riesgos laborales.

Habrà de tenerse en cuenta, en caso de secciones no circulares, la posición que tomarán las caras, berenjenos, secciones singulares, etc., para la correcta colocación del encofrado.

Para estabilizar y asegurar la verticalidad de los tubos durante el hormigonado y, por tanto, la verticalidad posterior del pilar, se puede emplear el sistema de puntales estabilizadores y las piezas especiales del fabricante o bien recurrir a la solución tradicional de puntales telescópicos correctamente apoyados y tensados, incluso

colocar el tubo dentro de un cofre metálico tradicional, lo que deberá ser verificado en cualquier caso por la Dirección de la Ejecución de la Obra con anterioridad al hormigonado.

En la utilización de este Sistema no es necesaria la aplicación de desencofrantes.

8.2 Hormigonado

El hormigonado debe ejecutarse siguiendo las especificaciones de la EHE o Código que la sustituya.

El vertido del hormigón puede realizarse con los mismos medios que en los encofrados tradicionales (bomba, cubo, etc.) teniendo la precaución de no golpear el borde del tubo TBT, ya que podría desprenderse la lámina interior.

No es necesario utilizar una consistencia específica del hormigón, pero para favorecer el completo llenado del encofrado y teniendo en cuenta las características del Sistema, es muy importante realizar un correcto y cuidadoso vibrado del hormigón.

8.3 Desencofrado

Tanto para retirar los puntales estabilizadores como para proceder al desencofrado, se deben cumplir ciertos plazos que permitan garantizar que la resistencia del hormigón es suficiente.

La decisión sobre dichos plazos corresponde a la Dirección de Ejecución de la Obra.

Los trabajos de desencofrado se realizan traccionando el alambre abrefácil dispuesto a tal fin desde la parte superior a la inferior del encofrado.

Una vez inspeccionado el pilar, se puede dejar el tubo TBT como protección de este hasta la finalización de la obra.

9. MEMORIA DE CÁLCULO

El Sistema debe resistir las acciones a las que va a estar sometido durante el proceso de construcción (presiones del hormigón fresco, efectos de la compactación durante la puesta en obra, el peso y acciones del pilar durante su periodo de fraguado) y deberá tener la rigidez suficiente para asegurar que se van a satisfacer las tolerancias especificadas en el proyecto.

Se han realizado ensayos de las piezas sin hormigonar para determinar su resistencia a presión interna en fase de ejecución que se describen en el epígrafe 11 de este Informe Técnico.

Los encofrados deben poder retirarse sin causar sacudidas anormales, ni daños en el hormigón. A este respecto se han realizado ensayos de hormigonado y desencofrado que se describen igualmente en el epígrafe 11 de este Informe.

10. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

El Sistema de construcción de pilares con encofrados TBT se empezó a emplear en 1990. Desde esta fecha, con el empleo de este Sistema se han ejecutado estructuras de obra civil y de edificios de uso diverso: educativo, administrativo, residencias, industrial, etc.

El fabricante aporta como referencias:

- Nuevo Hospital Universitario de Toledo, Toledo. TBT Circular. 2008.
- Centro de Recepción de Visitantes del Museo de la Evolución Humana, Ibeas de Juarros (Burgos). TBT Forma. 2010.
- Biblioteca pública en Alcalá de Henares (Madrid). TBT Prisma 400 x 400 mm. 120 unidades de 3, 4, 5 y 6 m. 2012.
- Residencial Montearroyo, calle Ventisquero de la Condesa (Madrid). TBT Circular. 2014.
- Residencial Jardines de la Condesa, calle Mirador de la Reina (Madrid). TBT Circular. 2014.
- EH Valdebebas 4, calle José Antonio Coderch, Parque de Valdebebas (Madrid) TBT Circular. 2014.
- Residencial Valdehigueras, calle Fina de Calderón, Parque de Valdebebas (Madrid) TBT Circular. 2014.
- Residencial 27 viviendas Carabanchel, calle Antonio González Porras (Madrid). TBT Circular. 2014.
- Oficinas AIRBUS, calle Aviocar, Getafe (Madrid). TBT Circular. Año 2018-19.
- Edificios y oficinas en calle Puerto de Somport, 21 (Madrid). TBT Circular. Año 2020.
- Viviendas y locales HOGAR y DISEÑO, calle Antonio Mingote, 10, Alcalá de Henares (Madrid). TBT Circular. Año 2020.
- Residencial Lepanto, calle Fernando Lázaro Carreter, Alcalá de Henares (Madrid). TBT Circular. Año 2020.

El IETcc ha realizado diversas visitas a obras, así como encuestas a los usuarios, todo ello con resultado satisfactorio.

11. ENSAYOS

Los siguientes ensayos se han realizado en las instalaciones de FATEC, S.A. y en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.

11.1 Ensayos de identificación de componentes

Los ensayos de identificación de los principales componentes (tubo helicoidal y EPS) se recogen en el Informe n.º 742/14 del IETcc.

11.1.1 Absorción de agua del tubo de encofrado

a) Objeto del ensayo

El objeto del ensayo es descartar la posible absorción del agua del hormigón por parte del encofrado durante el fraguado del pilar.

b) Disposición del ensayo

En tres muestras de 200 x 200 mm extraídas de muestras de tubo de encofrado seleccionadas por el IETcc en las instalaciones de FATEC, S.A., se realizó el ensayo de absorción según lo establecido en la norma UNE-EN ISO 62:2008⁽³⁾.

c) Resultados obtenidos

Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultados de ensayo de absorción de agua del tubo de encofrado

Muestra	1	2	3
Peso inicial (g)	37,19	37,86	38,32
Peso final (g)	37,19	37,88	38,32

No existe, por tanto, absorción por parte de la pared del encofrado.

11.1.2 Densidad aparente del EPS

a) Objeto del ensayo

El objeto del ensayo es comprobar las prestaciones del EPS empleado para los acabados de secciones cuadradas, clásicas o formas.

b) Disposición del ensayo

Sobre 5 cubos de EPS se realizó el ensayo de determinación de la densidad aparente según lo establecido en la norma UNE-EN 1602:2013⁽⁴⁾.

c) Resultados obtenidos

El valor medio de densidad aparente obtenido fue 17,74 kg/m³. Se verifica, por tanto, que la densidad de las piezas de EPS es superior a 15 kg/m³, es decir, a la declarada por el fabricante y su suministrador.

11.1.3 Comportamiento a compresión del EPS

a) Objeto del ensayo

El objeto del ensayo es comprobar las prestaciones del poliestireno expandido empleado para los acabados de secciones cuadradas, clásicas o formas en lo relativo a su deformabilidad una vez hormigonado.

⁽³⁾ UNE-EN ISO 62:2008. Plásticos. Determinación de la absorción de agua.

⁽⁴⁾ UNE-EN 1602:2013. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la densidad aparente.

b) Disposición del ensayo

Sobre 5 cubos de EPS se realizó en ensayo de determinación del comportamiento a compresión según lo establecido en la norma UNE-EN 826:2013⁽⁵⁾.

c) Resultados obtenidos

El valor medio de carga aplicada fue 1104,118 N lo que corresponde a una tensión de 0,11 MPa.

Se verifica, por tanto, que la resistencia a compresión de las piezas de EPS se corresponde a lo declarado por el fabricante y su suministrador.

11.2 Ensayos de presión hidráulica interna a los tubos de hormigonado

Los ensayos de presión hidráulica interna a los tubos de hormigonado se recogen en el Informe n.º LI-14017 del IETcc.

a) Objeto del ensayo

El objeto del ensayo es cuantificar la resistencia a presión hidráulica interna de los tubos propuestos para encofrado de pilares.

b) Disposición del ensayo

A cada extremo de tubos de Ø 400 de 200 cm de longitud y Ø 300 de 150 cm de longitud se coloca un obturador neumático con una toma para evacuar el aire del interior de la probeta y otra para llenarla de agua y presurizarla.

c) Resultados obtenidos

Se puede concluir que las muestras ensayadas superan los 2,5 bar, ya que en ningún caso se ha producido la rotura de los tubos, lo que equivale a una columna de agua de 25 metros de altura.

11.3 Ensayos de aptitud de empleo

11.3.1 Hormigonado y desencofrado de pilares en las instalaciones del fabricante

Las pruebas que se describen a continuación se realizaron en las instalaciones de FATEC, S.A. en Mérida (Toledo), en presencia de representantes del IETcc (Informe de visita inicial a fábrica).

a) Objeto del ensayo

El objeto del ensayo es comprobar tanto la puesta en obra del Sistema como el resultado final obtenido al desencofrar.

b) Disposición del ensayo

Alrededor de tres armaduras verticales mínimas, se colocan tres tubos de encofrado TBT para su posterior hormigonado:

- 1 unidad TBT PRISMA 300 x 300 x 3000 mm
- 1 unidad TBT CIRCULAR liso Ø300 x 5000 mm

Asimismo, se supervisa el desencofrado y acabado superficial de los pilares encofrados con tres tubos TBT:

- 1 unidad TBT PRISMA 300 x 300 x 3000 mm
- 1 unidad TBT CIRCULAR liso Ø300 x 5000 mm

c) Resultados obtenidos

El resultado del proceso de montaje y hormigonado fue satisfactorio.

El resultado del proceso de desencofrado fue satisfactorio con una regularidad superficial del hormigón aceptable.

11.3.2 Hormigonado y desencofrado en el IETcc

Las pruebas que se describen a continuación se recogen en el Informe n.º 20 213-01 del IETcc.

a) Objeto del ensayo

El objeto de los ensayos es evaluar el comportamiento durante el hormigonado, así como los acabados tras el desencofrado, del Sistema de encofrados de pilares TBT.

b) Disposición del ensayo

Se emplearon para este ensayo las siguientes muestras de tubo de encofrado seleccionadas por el IETcc en las instalaciones de FATEC, S.A.

- 1 unidad tipo TBT CIRCULAR ESPIRAL de 4 m de altura y Ø 600 mm
- 1 unidad tipo TBT CIRCULAR liso de 4 m de altura y Ø 400 mm
- 1 unidad TBT PRISMA 300 x 300 mm de 4 m de altura

Los tres tubos de encofrado se instalaron aplomados, apoyados y atados en un pórtico de 3,5 m de altura, con una armadura mínima para permitir su manipulación tras el hormigonado y sobre una placa metálica como base.

Se procedió al hormigonado por vertido directo de los tres tubos con un hormigón para armar con consistencia blanda y tamaño máximo del árido de 20 mm. Para las tareas de vibrado se empleó un vibrador de aguja.

Cinco días más tarde se procedió al desencofrado de los tres pilares, utilizando el sistema abrefácil integrado en los tubos de encofrado.

c) Resultados obtenidos

Durante el hormigonado, los tubos de encofrado se comportaron satisfactoriamente, aguantando las presiones del hormigón fresco y los efectos de compactación, sin experimentar boyancias (efecto de flotación) ni deformaciones apreciables.

⁽⁵⁾ UNE-EN 826:2013. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación del comportamiento a compresión.

Tras el desencofrado, el aspecto general de los acabados era correcto, con ausencia de defectos significativos y regularidad de la superficie.

En el caso particular del TBT PRISMA ensayado, una vez desencofrado se observa a media altura del pilar una pequeña discontinuidad en la sección del pilar de hormigón, achacable a un pequeño giro del tramo inferior de EPS con respecto al superior.

12. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

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

12.1 Cumplimiento de la normativa nacional

Estos sistemas de encofrado, al no incorporarse de forma permanente a las obras, no tienen consideración de «producto de construcción» según el «Reglamento de Productos de Construcción» (RPC) y por lo tanto no es de aplicación el cumplimiento de los requisitos básicos.

Sin embargo, el proyecto y ejecución del Sistema de encofrado deberá realizarse conforme a las prescripciones de la EHE.

Durante el proyecto y la ejecución de la 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.

12.2 Utilización del producto. Puesta en obra y limitaciones de uso

12.2.1 Puesta en obra

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por personal especializado.

Corresponderá a la Dirección de Ejecución de la Obra la decisión sobre los plazos de desencofrado parcial o total, así como del posible apuntalamiento y hormigonado de una estructura superior.

12.2.2 Limitaciones de uso

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

Como consecuencia del resultado de los ensayos descritos en el punto 11.3.2 de este Informe Técnico, en el caso de los tubos de encofrado con más de 2 metros de longitud que utilizan piezas de EPS para generar la forma del pilar (TBT PRISMA, FORMA o CLASSIC), pueden mostrarse discontinuidades entre los tramos, pero ello afecta exclusivamente al aspecto estético y no a la propia estructura, salvo que el giro relativo hiciera

evidente la disminución de sección efectiva del pilar.

12.3 Gestión de residuos

Tal como establece la EHE, deben gestionarse adecuadamente los encofrados para evitar que queden incorporados –por ejemplo, por posteriores operaciones de la maquinaria de movimiento de tierras– al suelo una vez retirados.

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.

12.4 Mantenimiento y condiciones de servicio

Una vez vertido el hormigón y desencofrado el pilar, se seguirá con el elemento las instrucciones de mantenimiento típicas de las estructuras de hormigón in situ.

13. CONCLUSIONES

Considerando:

- 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 el proceso de puesta en obra está suficientemente contrastado por la práctica;
- 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.

14. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS⁽⁶⁾

Las principales observaciones de la Comisión de Expertos⁽⁷⁾ celebradas los días 2 de julio de 2015 y 17 de diciembre de 2020, fueron las siguientes:

- Los pilares de hormigón deberán ser proyectados y construidos conforme a las especificaciones de la EHE y el CTE.
- Cualquier utilización del sistema que pueda ser considerada singular debe contar con un proyecto específico y con la asistencia técnica del fabricante.
- Los puntales no forman parte del sistema.
- Debe evitarse que el apoyo de los puntales sobre forjados produzca concentraciones de carga excesivas para los mismos disponiendo, en su caso, de piezas de reparto adecuadas. De igual forma se procederá en el caso de los puntales sobre el terreno, especialmente si este es deformable.
- Al igual que con otros sistemas de encofrado, habrá de prestarse especial atención a la consistencia y sistema de puesta en obra del hormigón para optimizar el acabado superficial.
- En ningún caso se reutilizarán los elementos de encofrado del Sistema.
- Se recomienda que una copia del presente Documento de Idoneidad Técnica se proporcione con la entrega del material y se incorpore a la documentación de la obra.

⁽⁶⁾ La Comisión de Expertos de acuerdo 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.

⁽⁷⁾ La Comisión de Expertos estuvo integrada por representantes de los siguientes Organismos y Entidades:

- Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España (CSCAE).
- FCC Construcción.
- INTA. Laboratorio de Ingenieros del Ejército «General Marvá» (M.º de Defensa).
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc – CSIC).

Figura 1. TBT CIRCULAR.

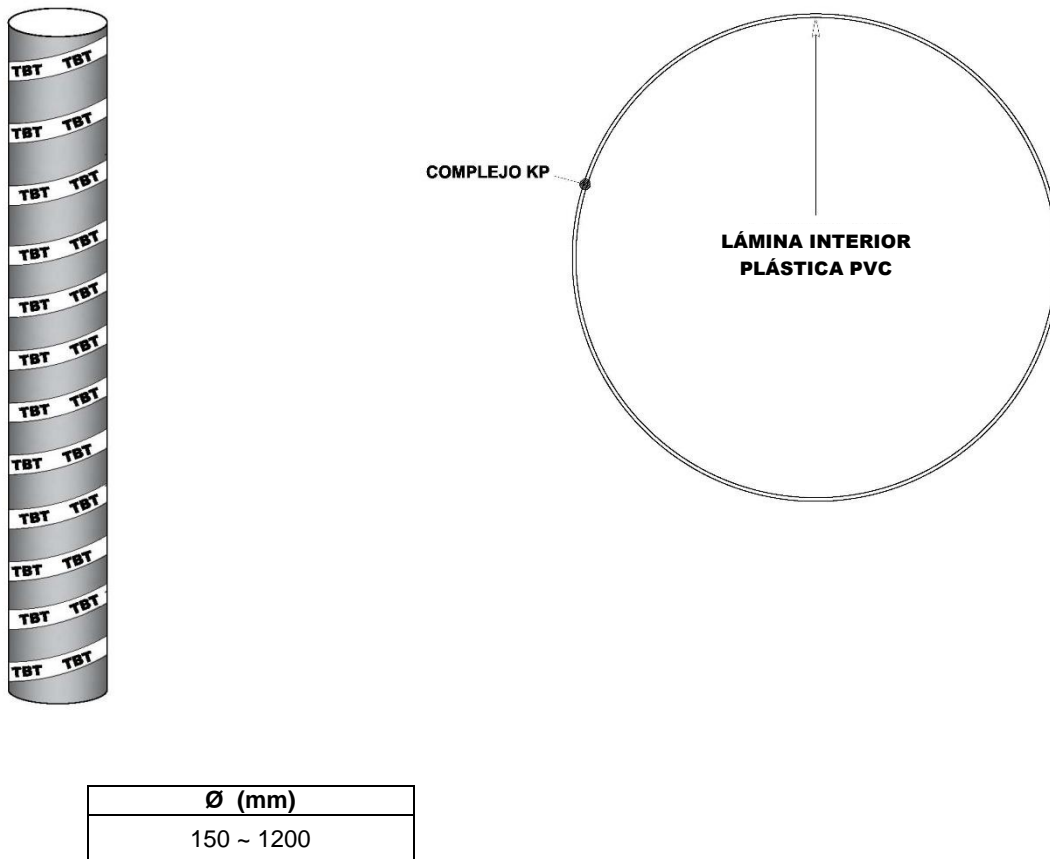
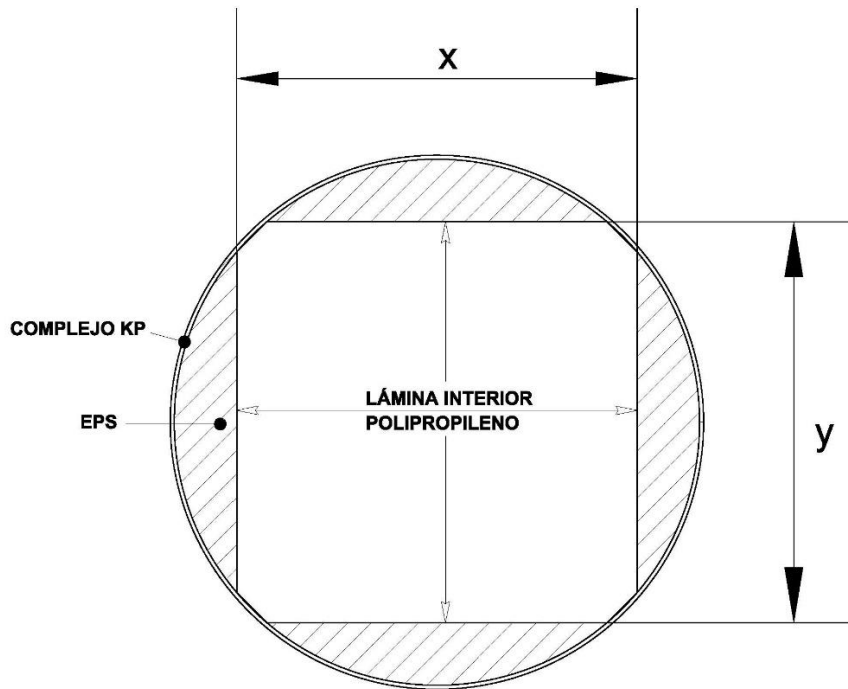


Figura 2. Puesta en obra de encofrados TBT.

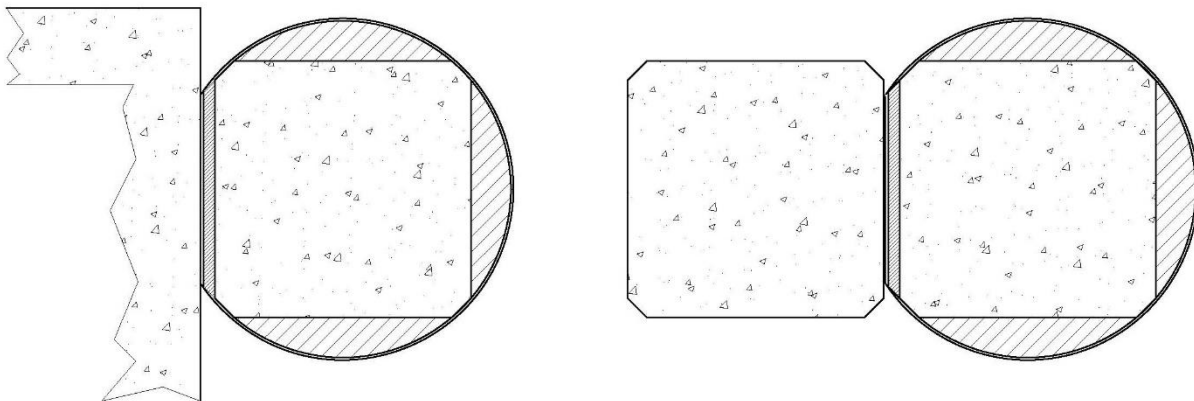


Figura 3. TBT PRISMA.



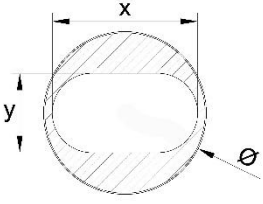
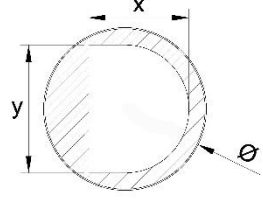
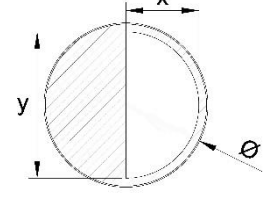
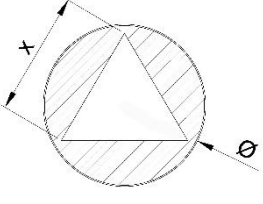
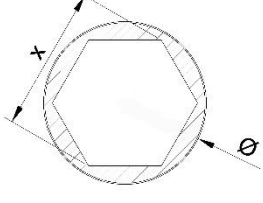
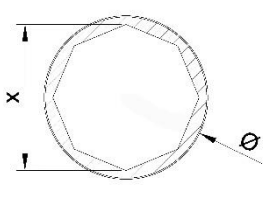
x (mm)	y (mm)	Ø exterior (mm)
150 ~ 800 (en escalones de 50 mm)	150 ~ 800 (en escalones de 50 mm)	200 ~ 1100

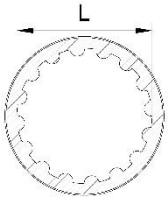
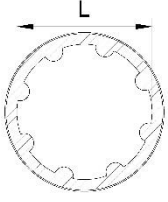
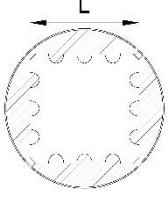
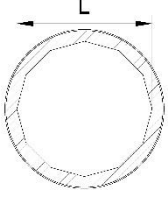
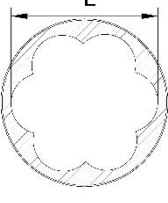
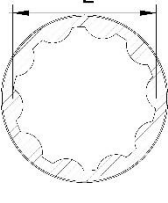
Figura 4. TBT PRISMA JUNTA (Detalles piezas para puntos singulares de junta con muro y con pilar).



x (mm)	y (mm)	Ø exterior (mm)
150 ~ 450 (en escalones de 50 mm)	150 ~ 450 (en escalones de 50 mm)	200 ~ 600

Figura 5. TBT FORMAS y TBT CLASSIC.

MODELO	X (mm)	Y (mm)	Ø (mm)	
TBT formas 1 	A	300	200	350
	B	350	250	400
	C	400	300	450
	D	500	350	550
	E	600	400	650
	F	700	450	750
	G	750	500	850
	H	800	550	900
	I	900	600	1000
TBT formas 2 	A	200	200	300
	B	250	250	400
	C	300	300	450
	D	350	350	500
	E	400	400	550
	F	450	450	650
	G	500	500	700
	H	550	550	750
	I	600	600	850
TBT formas 3 	A	100	200	200
	B	125	250	250
	C	150	300	300
	D	175	350	350
	E	200	400	400
	F	225	450	450
	G	250	500	500
	H	275	550	550
	I	300	600	600
TBT formas 4 	A	200		250
	B	250		300
	C	300		400
	D	350		450
	E	400		500
	F	450		550
	G	500		600
	H	550		650
	I	600		700
TBT formas 5 	A	200		250
	B	250		300
	C	300		350
	D	350		400
	E	400		450
	F	450		500
	G	500		550
	H	550		600
	I	600		650
TBT formas 6 	A	200		250
	B	250		300
	C	300		350
	D	350		400
	E	400		450
	F	450		500
	G	500		550
	H	550		600
	I	600		650

MODELO	L (mm)	
TBT classic 1 	A	200
	B	250
	C	300
	D	350
	E	400
	F	450
	G	500
	H	550
	I	600
TBT classic 2 	A	200
	B	250
	C	300
	D	350
	E	400
	F	450
	G	500
	H	550
	I	600
TBT classic 3 	A	200
	B	250
	C	300
	D	350
	E	400
	F	450
	G	500
	H	550
	I	600
TBT classic 4 	A	200
	B	250
	C	300
	D	350
	E	400
	F	450
	G	500
	H	550
	I	600
TBT classic 5 	A	200
	B	250
	C	300
	D	350
	E	400
	F	450
	G	500
	H	550
	I	600
TBT classic 6 	A	200
	B	250
	C	300
	D	350
	E	400
	F	450
	G	500
	H	550
	I	600

