

DAU

22/132 A

Documento de adecuación al uso

Denominación comercial

**Sistema
Fachada ligera
Lignum Tech**

Tipo genérico y uso

Sistema de cerramiento de fachada ligera modular de entramado de madera con revestimiento exterior de fachada ventilada para obra nueva.

Titular del DAU

LIGNUM TECH SLU

C/ Conde de Peñalver 45, 6ª planta
ES28006 Madrid
Tel. 918 318 808 - 917 241 234
www.lignumtech.es

Planta de producción

Lignum Tech SLU

C/ Cubillo Parcela nº28-29,
Polígono Industrial Sepes,
ES16004 Cuenca

Edición vigente y fecha

A 29.09.2022

Validez (condicionada a seguimiento anual [*])

Desde: 29.09.2022

Hasta: 28.09.2027

[*] La validez del DAU 22/132 está sujeta a las condiciones del *Reglamento del DAU*. La edición vigente de este DAU es la que figura en el registro que mantiene el ITeC (accesible en itec.es y a través del siguiente código QR).



Este documento consta de 46 páginas.
Queda prohibida su reproducción parcial.

El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU ([BOE 94, 19 abril 2002](https://www.boe.es/boe/BOE-94-19-abril-2002)) para productos de construcción (edificación e ingeniería civil) inscrito en el Registro General del CTE (Resolución de 3 septiembre 2010 – Ministerio de Vivienda).

ITeC

Control de ediciones

Edición	Fecha	Naturaleza de los cambios respecto a la edición anterior del DAU y apartados afectados
A	29.09.2022	Creación del documento.

Índice

1.	Descripción del sistema y usos previstos	5
1.1.	Definición del sistema constructivo	5
1.2.	Usos a los que está destinado	6
1.3.	Resumen de prestaciones del producto	6
2.	Componentes del sistema	7
2.1.	Introducción	7
2.2.	Módulo prefabricado	8
2.3.	Elementos de fijación de los módulos	8
2.4.	Aislamiento térmico	8
2.5.	Placa de cierre interior y sus fijaciones	8
2.6.	Componentes auxiliares	8
3.	Fabricación, control de producción y almacenamiento	17
3.1.	Fabricación	17
3.2.	Control de la producción	17
3.3.	Control de ejecución en obra	17
3.4.	Almacenamiento, transporte y recepción en obra	18
3.4.1.	Almacenamiento	18
3.4.2.	Transporte	18
3.4.3.	Control de recepción en obra	19
4.	Criterios de proyecto	19
4.1.	Criterios de diseño	19
4.1.1.	Variantes constructivas	19
4.1.2.	Sistema Lignum Tech	20
4.1.3.	Revestimiento exterior de fachada ventilada	21
4.1.4.	Trasdosado autoportante interior	21
4.2.	Seguridad estructural	21
4.2.1.	Sistema Lignum Tech	21
4.2.2.	Revestimiento exterior de fachada ventilada	22
4.2.3.	Trasdosado autoportante interior	22
4.3.	Seguridad en caso de incendio	22
4.3.1.	Reacción al fuego	22
4.3.2.	Resistencia al fuego	23
4.4.	Salubridad	23
4.4.1.	Grado de impermeabilidad al agua de lluvia	23
4.4.2.	Limitación de condensación	24
4.4.3.	Estanqueidad al aire	24
4.5.	Seguridad de utilización	24
4.5.1.	Resistencia frente al riesgo de caídas	24
4.5.2.	Impacto por el exterior	25
4.5.3.	Impacto por el interior	25
4.6.	Protección frente al ruido	25
4.7.	Ahorro de energía y aislamiento térmico	25
4.7.1.	Aislamiento térmico	25
4.7.2.	Inercia térmica	26
4.8.	Durabilidad	26
4.8.1.	Bastidor principal	26
4.8.2.	Placas de cierre	26
4.8.3.	Corrosión de los componentes metálicos del sistema	26
5.	Detalles constructivos	27
6.	Criterios de ejecución	31
6.1.	Instaladores y equipos para el montaje	31
6.2.	Manipulación en obra. Condiciones de seguridad	31
6.3.	Montaje del Sistema Lignum Tech	31
6.4.	Puntos singulares	32
7.	Otros criterios	32

7.1.	Criterios de mantenimiento o conservación	32
7.2.	Medidas para la protección del medio ambiente	33
7.2.1.	Tratamiento de residuos	33
7.3.	Condiciones exigibles a los instaladores del sistema	33
8.	Referencias de utilización y visitas de obra	34
8.1.	Referencias de utilización	34
8.2.	Visitas de obra	34
9.	Evaluación de ensayos y cálculos	34
9.1.	Reacción al fuego	34
9.2.	Resistencia al fuego	35
9.3.	Ensayo de estanqueidad al agua de lluvia	35
9.4.	Cálculos de comprobación de condensaciones	35
9.5.	Ensayos de permeabilidad al aire	35
9.6.	Ensayo de resistencia al viento	35
9.7.	Ensayos de resistencia frente a impactos por el exterior	36
9.8.	Ensayos de atravesamiento del tornillo sobre la placa de cierre madera-cemento	36
9.9.	Ensayos de aislamiento al ruido aéreo	36
9.10.	Cálculos de comprobación de los valores térmicos	36
9.11.	Cálculos de comprobación de la resistencia y estabilidad estructural	36
10.	Comisión de Expertos	40
11.	Documentos de referencia	40
12.	Evaluación de la adecuación al uso	43
13.	Seguimiento del DAU	44
14.	Condiciones de uso del DAU	44
15.	Lista de modificaciones de la presente edición	45

1. Descripción del sistema y usos previstos

1.1. Definición del sistema constructivo

El Sistema Fachada ligera para obra nueva Lignum Tech, de ahora en adelante “Sistema Lignum Tech”, es un sistema modular industrializado de cerramiento de fachada ligera con revestimiento de fachada ventilada¹, bastidor de madera, colgado y pasante por delante de los forjados² (véase la figura 1.1).

Este Sistema Lignum Tech está formado por los siguientes elementos:

- Módulo prefabricado³ (véase el apartado 2.2) con bastidor principal de madera estructural.
- Elementos para la fijación del módulo prefabricado (véase el apartado 2.3).
- Aislamiento térmico (véase el apartado 2.4).
- Placa de cierre interior (véase el apartado 2.5).
- Componentes auxiliares (véase el apartado 2.6).

El cerramiento de fachada que incluye el Sistema Lignum Tech se completa por el interior con un trasdosado autoportante de entramado metálico y por el exterior con un revestimiento exterior de fachada ventilada (véase el apartado 4.1.1).

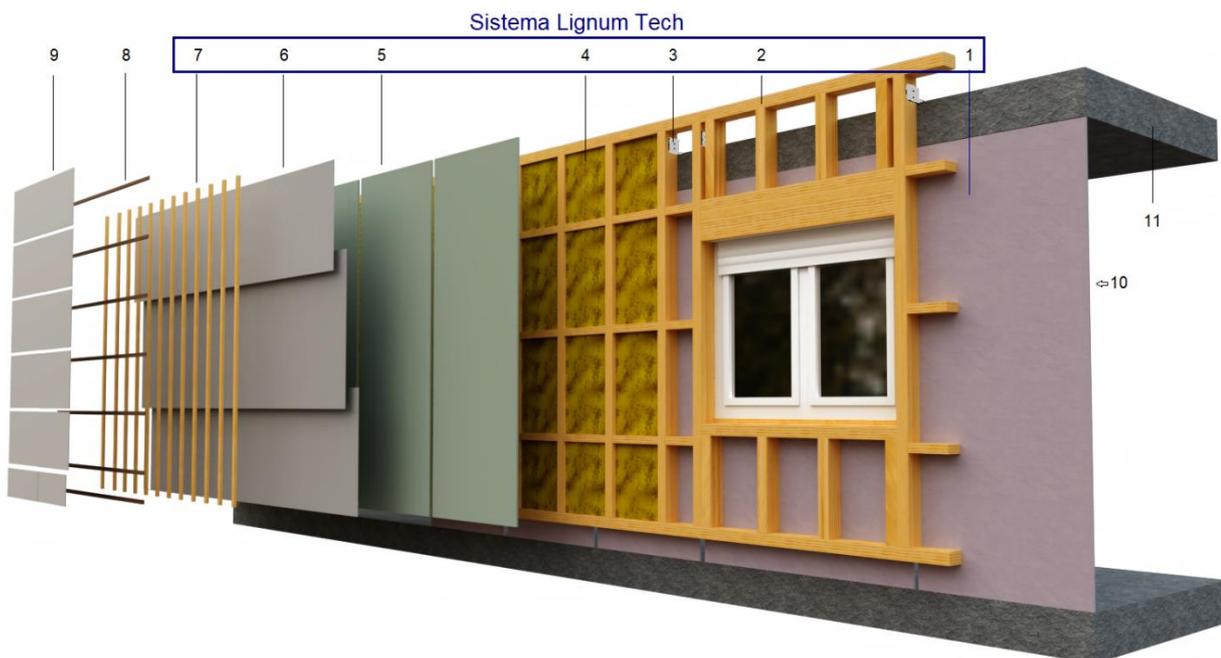
Los módulos prefabricados tienen unas dimensiones máximas de 8,40 m x 3,35 m y se instalan entre plantas colgados del forjado superior (excepto el módulo de arranque). Cada módulo queda fijado a los adyacentes en su perímetro.

Para más información sobre los componentes del sistema véase el capítulo 2.

La evaluación de los siguientes elementos queda fuera del alcance del presente DAU:

- Revestimiento exterior de fachada ventilada y sus elementos de fijación.
- Trasdoso autoportante interior.

En todos los casos las especificaciones que deben cumplir estos componentes quedan indicadas en el capítulo 4 con el objetivo de que puedan ser elegidos convenientemente en cada proyecto.



Leyenda:

1. Placa de cierre interior.
2. Bastidor principal de madera del módulo prefabricado.
3. Elemento de fijación del módulo a la estructura soporte.
4. Aislante térmico en huecos del bastidor principal.
5. Placa de cierre exterior.
6. Lámina para impermeabilización.
7. Montantes secundarios del módulo prefabricado.
8. Elemento de fijación de revestimiento exterior (si es necesario).
9. Revestimiento exterior de fachada ventilada.
10. Posición del trasdosado autoportante interior.
11. Estructura soporte.

Figura 1.1: Vista general del cerramiento de fachada que contiene el Sistema Lignum Tech.

¹ Sistema constructivo de cerramiento de fachada ventilada que contiene al Sistema Lignum Tech.

² El Sistema Lignum Tech no se ajusta completamente a la norma UNE-EN 13830 de muros cortinas.

³ En función las necesidades del proyecto, el módulo prefabricado puede incluir el revestimiento exterior de fachada ventilada y la carpintería (con o sin vidrio) incorporado desde la planta de fabricación.

1.2. Usos a los que está destinado

El Sistema Lignum Tech se usa como hoja principal⁴ de cerramientos de fachada ventilada para obra nueva en edificación (viviendas, comercial, escolar, oficinas, etc.).

El Sistema Lignum Tech no contribuye a la resistencia de la estructura del edificio, sino que se sustenta sobre ella.

Los anclajes definidos en el presente DAU para el Sistema Lignum Tech son anclajes para hormigón, en consecuencia, el uso del sistema sobre estructuras de hormigón armado se encuentra completamente descrito en el presente DAU.

Sin embargo, el sistema podría utilizarse en otras tipologías de estructuras (metálicas o madera) siempre que se elijan convenientemente los anclajes (según el material de la estructura) y se compruebe que tiene, al menos, las mismas resistencias que las indicadas en la tabla 2.5b.

En todos los casos, estas estructuras soporte deben tener la resistencia y estabilidad adecuadas para soportar los esfuerzos que vayan a ser transmitidos por el Sistema Lignum Tech.

El revestimiento exterior de fachada ventilada o el trasdosado autoportante interior, necesarios para completar el cerramiento de fachada ventilada, deberán elegirse en función de las necesidades del proyecto teniendo en cuenta las especificaciones de indicadas en el presente DAU (véanse los apartados 4.1.3 y 4.1.4).

Para más información sobre las características prestacionales del sistema, así como los criterios de proyecto y ejecución, véanse los capítulos 4 y 6.

1.3. Resumen de prestaciones del producto

En la tabla 1.1 se resumen, de forma sintética, las prestaciones que ofrece el Sistema Lignum Tech para su uso como cerramiento de fachada ventilada, así como los apartados del DAU vinculados a éstas.

Para la correcta interpretación de la información del presente apartado y correcto uso del producto objeto del DAU, es necesario consultar la totalidad del texto del DAU y, particularmente, los capítulos 4 a 7 que especifican los criterios de proyecto, ejecución y mantenimiento que se han de respetar para asegurar las prestaciones del producto.

Exigencia	Característica	Prestación	
SE	Resistencia mecánica y estabilidad	Debe justificarse mediante cálculo que el diseño del Sistema Lignum Tech usado en proyecto resiste las acciones que le son de aplicación. Véase el apartado 4.2.	
SI	Reacción al fuego	Exterior	Depende del material del revestimiento exterior. Véase el apartado 4.3.1.
		Interior	Depende del material del trasdosado autoportante interior. Véase el apartado 4.3.1.
SI	Resistencia al fuego	EI 90 (o → i) E 90 (o ↔ i) Véase el apartado 4.3.2.	
HS	Grado de impermeabilidad al agua de lluvia	Depende del sistema de revestimiento exterior Véase el apartado 4.4.1.	
	Limitación de condensaciones	Superficiales	Debe justificarse mediante cálculo que el diseño del Sistema Lignum Tech usado en proyecto no tiene riesgo de condensaciones superficiales e intersticiales. Véase el apartado 4.4.2.
		Intersticiales	
Estanqueidad al aire	Clase AE750. Véase el apartado 4.4.3.		
SUA	Resistencia frente al riesgo de caídas	Véase el apartado 4.5.1.	
	Resistencia frente a impactos	Exterior	Depende del sistema de revestimiento exterior. Véase el apartado 4.5.2.
Interior		Depende del trasdosado autoportante interior. Véase el apartado 4.5.3.	
HR	Aislamiento a ruido aéreo procedente del exterior	$R_w (C; C_{tr}) = 59 (-3; -10)$ dB incluyendo el trasdosado autoportante interior. Véase el apartado 4.6.	
HE	Aislamiento térmico	Debe justificarse mediante cálculo que el diseño del Sistema Lignum Tech usado en proyecto cumple con los requisitos indicados en la sección HE1 del DB HE del CTE. Véase el apartado 4.7.1.	

Tabla 1.1: Resumen de prestaciones del cerramiento de fachada que incluye el Sistema Lignum Tech.

⁴ Por equivalencia, se ha utilizado el término “hoja principal” utilizado en el DB HS del CTE y que también corresponde al término

“sustrato” indicado en los documentos de referencia a nivel europeo (p.ej., el EAD 090062-00-0404) para revestimientos de fachada.

2. Componentes del sistema

2.1. Introducción

El Sistema Lignum Tech consta de los siguientes elementos y componentes (véase la tabla 2.1):

- Módulo prefabricado³ (véase el apartado 2.2):
 - Bastidor principal de madera y sus fijaciones.
 - Placa de cierre exterior y sus fijaciones.
 - Lámina para impermeabilización, cinta de juntas y fijaciones.
 - Montantes secundarios de madera.
- Elementos de fijación del módulo prefabricado a la estructura soporte y entre módulos contiguos (véase el apartado 2.3).

- Aislamiento térmico (véase el apartado 2.4).
- Placa de cierre interior (véase el apartado 2.5).
- Componentes auxiliares del sistema (véase el apartado 2.6).

El cerramiento de fachada ventilada que contiene el Sistema Lignum Tech se completa con los siguientes sistemas:

- Revestimiento exterior de fachada ventilada (véase el apartado 4.1.3).
- Trasdoso autoportante interior (véase el apartado 4.1.4).

Posición y descripción de la capa del cerramiento que contiene el sistema		Componentes (i)
1ª capa	Sistema de revestimiento exterior de fachada ventilada (ii)	Placas de revestimiento exterior (9) (iii)
		Dispositivo de fijación de las placas de revestimiento (8), si es necesario (iii)
2ª capa	Montantes secundarios	Montantes de madera (7)
		Elementos de fijación de los montantes al bastidor principal
3ª capa	Lámina para impermeabilización	Lámina para impermeabilización (6)
		Cinta adhesiva para las juntas entre láminas
		Grapas de fijación de la lámina
4ª capa	Placa de cierre exterior	Placa de madera-cemento (5)
		Elementos de fijación de la placa de cierre exterior al bastidor principal
		Cinta adhesiva para las juntas entre placas
5ª capa	Bastidor principal, aislamiento térmico y elementos de fijación	Subestructura de montantes y travesaños de madera estructural (2)
		Elementos de fijación entre montantes y travesaños del bastidor principal
		Gancho para la fijación del bastidor principal a la estructura soporte (3)
		Elementos de fijación entre bastidores de módulos contiguos (iii)
		Dispositivo de anclaje a la estructura soporte (3) (iii)
6ª capa	Placa de cierre interior	Aislamiento térmico en las cavidades del bastidor principal (4) (iii)
		Placas de yeso laminado Tipo F (1) (iii)
7ª capa	Sistema de trasdoso autoportante interior (ii)	Elementos de fijación de las placas de cierre interior al bastidor principal (iii)
		Tratamiento de juntas de las placas de cierre interior (iii) y lámina de barrera de vapor, si es necesaria (ii).
		Subestructura autoportante del trasdoso (iii)
7ª capa	Sistema de trasdoso autoportante interior (ii)	Placas de yeso laminado o placa de yeso reforzado con fibras (iii)
		Elementos de fijación de las placas a la subestructura autoportante del trasdoso (iii)
		Tratamiento de juntas de las placas de trasdoso (iii)

(i) Entre paréntesis se indica la referencia del componente en la figura 1.1.

(ii) Elemento que deberá elegirse en cada proyecto y que deberá cumplir con las especificaciones indicadas en el capítulo 4.

(iii) Componente que se instala directamente en la obra, no forma parte del módulo prefabricado.

Tabla 2.1: Relación de elementos del cerramiento de fachada ventilada que contiene el Sistema Lignum Tech.

2.2. Módulo prefabricado

El módulo prefabricado está formado por los componentes indicados en el apartado 2.1, que son ensamblados en fábrica y suministrados conjuntamente a la obra.

El módulo prefabricado se forma inicialmente a partir de un bastidor principal de madera estructural (véanse las tablas 2.2).

El bastidor principal es una subestructura de entramado de montantes y travesaños de madera estructural.

El bastidor principal se diseña para cada proyecto en función de la tipología de módulo (véase el apartado 4.1.2.1), las acciones que debe soportar, la distancia entre forjados y la disposición de aberturas.

El bastidor principal se cierra por el exterior con placas de madera-cemento (véanse las tablas 2.3), y las juntas entre las placas y las líneas de perforación de tirafondos se cubren con una cinta de sellado perimetral mono adhesiva de 60 mm de ancho (véase el apartado 2.6).

Sobre dichas placas de cierre exterior se colocan láminas para impermeabilización, grapadas al bastidor principal en su perímetro y con cinta adhesiva (tipo Flexi Band o equivalente) posicionada por todas las juntas de solape entre láminas para impermeabilización (véase la tabla 2.4).

Sobre la placa de cierre exterior y lámina para impermeabilización se instalan los montantes secundarios de madera fijándolos al bastidor principal (véanse las tablas 2.2b y 2.2c). Estos montantes actúan como subestructura de transición entre el sistema de revestimiento exterior y el bastidor principal.

El módulo prefabricado incluye también los ganchos de fijación indicados en el apartado 2.3.

Las características del módulo prefabricado se indican en la tabla 2.2a.

Para más información sobre el proceso de fabricación del módulo prefabricado, véase el apartado 3.1.

2.3. Elementos de fijación de los módulos

Se distinguen los siguientes elementos de fijación:

- Fijación entre módulos prefabricados contiguos (véase la tabla 2.5a). Estas fijaciones se colocarán en testero, montantes y durmientes.
- Gancho de sujeción de los módulos prefabricados (véase la tabla 2.5b). Estas fijaciones se instalan en fábrica en los montantes del bastidor principal a través de las fijaciones indicadas en la tabla 2.5a, y son los elementos de conexión del módulo con el dispositivo de fijación a la estructura soporte.
- Anclaje guía (componente opcional), que consiste en un perno instalado sobre agujeros colisos que se

encuentran en los testeros y durmientes de los bastidores. Estos pernos sirven de guía para el posicionamiento de los módulos.

- Dispositivo de fijación a la estructura soporte de hormigón armado (véase la tabla 2.5b):
 - Angular de soporte para la conexión con el gancho de sujeción del módulo prefabricado con la parte superior del forjado.
 - Anclajes del angular soporte al forjado, se pueden presentar en forma de dos tipos de sujeción:
 - Tacos mecánicos o químicos para hormigón armado, con marcado CE cuando sea posible.
 - Canales embebidos en el forjado de hormigón (p.ej., tipo HALFEN) con marcado CE cuando sea posible.

Las características mínimas de estos elementos de fijación se indican en las tablas 2.5a y 2.5b.

2.4. Aislamiento térmico

El aislamiento térmico del sistema deben ser paneles semirrígidos de lana mineral de roca conforme a la norma armonizada UNE-EN 13162.

Las características del aislamiento térmico de lana mineral deben ser las indicadas en la tabla 2.6.

2.5. Placa de cierre interior y sus fijaciones

La placa de cierre interior del Sistema Lignum Tech debe ser una placa mineral de yeso laminado Tipo F (con la cohesión del alma mejorada a altas temperaturas) según la norma armonizada UNE-EN 520. Las características de la placa de cierre interior deben ser las indicadas en la tabla 2.7a.

Las juntas entre las placas de cierre interior deben ser tratadas con las pastas y cintas recomendados por el fabricante de las placas y deben ser conformes con la norma armonizada UNE-EN 13963.

La fijación de la placa al bastidor principal debe realizarse mediante tornillo para placa de yeso laminado conforme la norma armonizada UNE-EN 14566. Las características de estos tornillos de fijación de las placas de cierre interior deben ser las indicadas en la tabla 2.7b.

2.6. Componentes auxiliares

El sistema se deberá completar con los siguientes componentes auxiliares:

- Sellante resistente al fuego (tipo Promaseal® A o equivalente) para el sellado de las juntas lineales del encuentro del sistema con los forjados, principalmente en el perímetro de la placa de cierre interior.

- Cinta de juntas resistente al fuego (tipo Airtex® PP o equivalente) para el sellado de las juntas lineales del encuentro del sistema con los forjados, principalmente en el perímetro de la placa de cierre interior. Ancho 60 mm.
- Banda de EPDM para la mejora del aislamiento a ruido aéreo a colocar en el encuentro entre módulos prefabricados. Ancho 85 mm (2 x 42,5 mm).
- Cinta de sellado perimetral mono adhesiva (tipo Flexi Band o equivalente) de ancho 60 mm para el sellado de las juntas de la placa de cierre exterior del módulo prefabricado y para completar el posicionamiento de la lámina para impermeabilización entre módulos y en los huecos una vez colocada la placa de cierre interior.
- Cinta junta de clavo adhesiva de espuma de PE que se instala entre los montantes secundarios y la lámina para impermeabilización (para el sellado de las perforaciones). Dimensiones 50 mm x 3 mm.
- Perfil de sacrificio a colocar en el arranque del primer módulo inferior (véase la figura 5.11).

Bastidor principal tipo			
Característica	Referencia	Valor	
Uso	---	Subestructura resistente del sistema	
Material	Marco perimetral	UNE-EN 338	Madera estructural C22
	Montante intermedio		Madera estructural C18
	Travesaño intermedio		Madera estructural C18
Espesor nominal (mm)	---	140	
Longitud nominal (mm)	---	≤ 8400	
Altura nominal (mm) (i)	---	≤ 3350	
Características de los elementos de madera	---	Véase la tabla 2.2b	
Características de los elementos de fijación	---	Véase la tabla 2.2c	

(i) En caso de requerirse alturas superiores, es posible disponer el bastidor verticalmente de forma que las dimensiones máximas sean 3350 mm x 8400 mm (longitud x altura).

Tabla 2.2a: Características del bastidor principal.

Componentes del bastidor principal y de los montantes secundarios					
Característica	Referencia	Bastidor principal			Montantes secundarios
		Marco perimetral	Montante intermedio	Travesaño intermedio	
Tipo	UNE-EN 14081-1	Madera estructural	Madera estructural	Madera estructural	Madera estructural
Clase resistente	UNE-EN 1912 UNE-EN 338	C22	C22	C18	C18
Sección mínima (mm x mm)	---	90 x 140	90 x 140	65 x 140	25 x 50
Clase de tolerancias dimensionales	UNE-EN 336	Clase 1	Clase 1	Clase 1	Clase 1
Longitud (mm)	---	Según proyecto (*)	Según proyecto (*)	Según proyecto (*)	Según proyecto (*)
Densidad (kg/m ³)	---	410	410	380	380
Propiedades de resistencia y rigidez	UNE-EN 338	Según UNE-EN 338 para madera maciza C22	Según UNE-EN 338 para madera maciza C22	Según UNE-EN 338 para madera maciza C18	Según UNE-EN 338 para madera maciza C18
Reacción al fuego	UNE-EN 14081-1 (tabla 3)	D-s2,d0	D-s2,d0	D-s2,d0	D-s2,d0

Componentes del bastidor principal y de los montantes secundarios					
Característica	Referencia	Bastidor principal			Montantes secundarios
		Marco perimetral	Montante intermedio	Travesaño intermedio	
Velocidad de carbonización (aproximadamente)	UNE-EN 1995-1-2 (Anexo A)	0,80 mm/min	0,80 mm/min	0,80 mm/min	0,80 mm/min
Durabilidad biológica	UNE-EN 350-2	Hongos xilófagos: Clase 4 / Insectos: SH / Termitas: SH / Xilófagos marinos: S			
Contenido de humedad (aproximadamente)	UNE-EN 14081-1	12%	12%	12%	12%
Conductividad térmica de diseño (W/m·K)		0,13	0,13	0,13	0,13
Coefficiente de difusión al vapor de agua, μ (seco / húmedo)	UNE-EN ISO 10456	50 / 20	50 / 20	50 / 20	50 / 20
Calor específico (J/kg·K)		1600	1600	1600	1600

(*) El diseño del entramado final del bastidor principal y la longitud de los montantes será determinado para cada proyecto en función del módulo Lignum Tech a utilizar. Véase el apartado 4.1.2.1.
 ND = No definido.

Tabla 2.2b: Características de los componentes del bastidor principal y montantes secundarios del módulo prefabricado.

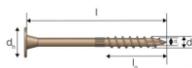
Elementos de fijación del bastidor principal				
Característica	Tornillos-bastidor		Grapas-bastidor	Tornillo-rastreles
Nombre comercial	Tornillo tirafondo de doble rosca Ø8,2-L190 tipo WT-T de SFS	Tornillo tirafondo de rosca parcial Ø8-L80 tipo HBS de Rothoblaas	Grapa corrugada KMR 35 x 25 x 3,25 mm de Rothoblaas	Tornillo tirafondo de rosca parcial Ø6-L140 tipo HBS + EVO c/300 mm de Rothoblaas
Uso	Entre montantes intermedios y el marco perimetral (testero y durmiente). Entre alféizar de los huecos y los montantes adyacentes.	Para los empalmes del marco perimetral (testero y durmiente).	Entre montantes y travesaños (incluidos los montantes del marco perimetral)	Entre montantes secundarios del sistema de fachada ventilada y el bastidor principal
Referencia	EAD 130118-01-0603	EAD 130118-01-0603	UNE-EN 14592	EAD 130118-01-0603
Forma				
Diámetro, d (mm)	8,2	8,0	----	6,0
Longitud, l (mm)	190	80	----	140
Longitud rosca, lg (mm)	80+80	52	----	75
Material	Acero al carbono bonificado, revestimiento de Durocoat® o electrolgalvanizado ($\geq 5 \mu\text{m}$) o recubrimiento de zinc-níquel ($\geq 8 \mu\text{m}$)	Acero al carbono con zincado electrolgalvanizado ($\geq 5 \mu\text{m}$)	Acero al carbono con zincado electrolgalvanizado ($\geq 5 \mu\text{m}$)	Acero al carbono con revestimiento de alta resistencia a la corrosión (recubrimiento de zinc-aluminio)
Protección corrosión	Clase de servicio 1 y 2	Clase de servicio 1 y 2	Clase de servicio 1 y 2	Clase de servicio 3
Resistencia característica a tracción	8,76 kN	5,25 kN	No definido	6,09 kN
Reacción al fuego	A1	A1	A1	A1

Tabla 2.2c: Características de las fijaciones del bastidor principal del módulo prefabricado.

Placa de cierre exterior			
Características	Referencia	Placa AMROC	
Nombre comercial	---	AMROC-Panel B1	
Tipo	UNE-EN 13986 UNE-EN 634-2	Tablero de partículas aglomeradas con cemento	
Espesor (mm)	---	20	
Longitud (mm)	---	≤ 3100	
Ancho (mm)	---	≤ 1250	
Densidad aparente (kg/m ³)	UNE-EN 323	> 1200	
Masa superficial (kg/m ²)	---	26	
Resistencia a la flexión (MPa)	Longitudinal	UNE-EN 310	> 9
	Transversal		
Módulo de elasticidad en flexión (MPa)	Longitudinal	UNE-EN 310	> 4500 (Clase 1)
	Transversal		
Resistencia a la tracción (MPa)	UNE-EN 319	0,5	
Resistencia a la tracción después de ensayo cíclico (MPa)	UNE-EN 319 UNE-EN 321	0,3	
Hinchazón en espesor 24 h (%)	UNE-EN 317	1,5	
Hinchazón en espesor después de ensayo cíclico (%)	UNE-EN 317 UNE-EN 321	1,5	
Absorción acústica	250 – 500 Hz	UNE-EN 13986	0,10
	1000 – 2000 Hz		0,30
Calor específico (J/kg·K)	UNE-EN ISO 10456	1500	
Resistencia al atravesamiento de la fijación sobre la placa (kN)	Apdo. 9.8	≥ 3,2	
Resistencia al vapor de agua, μ (seca / húmeda)	UNE-EN 13986	50 / 30	
Reacción al fuego	UNE-EN 13501-1	B-s1,d0	
Conductividad térmica (W/m·K)	UNE-EN 13986	0,23	

Tabla 2.3a: Características de la placa de cierre exterior de madera-cemento del Sistema Lignum Tech.

Elementos de fijación de las placas de cierre		
Característica	Referencia	Valor
Nombre comercial	ETA 11/0030	Tirafondo Ø6-L80 c/390 mm tipo HBS de Rothoblaas
Tipo	EAD 130118-01-0603	Tornillo tirafondos rosca parcial
Forma		
Diámetro, d (mm)	EAD 130118-01-0603	6
Longitud, l (mm)		80
Material	UNE-EN ISO 683-1, UNE-EN 10263-4, UNE-EN 10269, UNE-EN ISO 16120-1	Acero al carbono con zincado electrogalvanizado
Protección frente a la corrosión	UNE-EN 1995-1-1	Clase de servicio 1 y 2
Reacción al fuego	UNE-EN 13501-1	A1

Tabla 2.3b: Características de la fijación de la placa de cierre exterior del módulo prefabricado.

Lámina para impermeabilización del módulo prefabricado			
Característica	Referencia	Valor	
Nombre comercial	---	TRASPIR EVO UV 210 de Rothblaas	
Tipo	---	Film transpirable monolítico con armadura de tejido de poliéster	
Designación	UNE-EN 13859-2	Lámina impermeable al agua y permeable al vapor de agua	
Espesor (mm)	UNE-EN 1849-2	0,3	
Anchura (mm)	---	1500	
Masa por unidad de superficie (g/m ²)	UNE-EN 1849-2	210	
Reacción al fuego	UNE-EN 13501-1	B-s1,d0 (*)	
Conductividad térmica de diseño (W/m·K)	---	0,3	
Coefficiente de difusión al vapor de agua, μ	UNE-EN 1931	130	
Transmisión de vapor de agua (**) (m)	UNE-EN 1931	$S_d = 0,04$ m	
Estanqueidad al agua	UNE-EN 1928	Clase W1	
Resistencia a la tracción (N/50 mm)		MD: 300 CD: 200	
Alargamiento (%)	UNE-EN 12311-1	MD: 25 CD: 25	
Resistencia al desgarro por clavo (N)		MD: 120 CD: 120	
Después de envejecimiento artificial	Estanqueidad al agua	UNE-EN 1928 UNE-EN 1297	Clase W1
	Resistencia a la tracción (N/50 mm)	UNE-EN 12311-1 UNE-EN 1297	MD: 290 CD: 190
	Alargamiento (%)	UNE-EN 12311-1 UNE-EN 1297	MD: 20 CD: 20
Calor específico (J/kg·K)	---	1800	

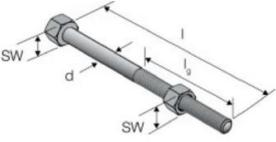
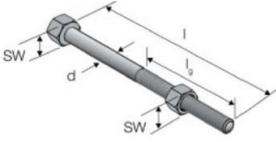
(*) Cuando el sustrato soporte es clase B-s1,d0 o superior.

(**) $S_d = \mu \cdot d$. Donde: d = espesor de la lámina y μ = coeficiente de resistencia a la difusión al vapor de agua.

MD: longitudinal. CD: transversal

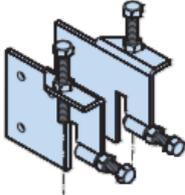
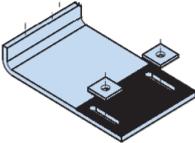
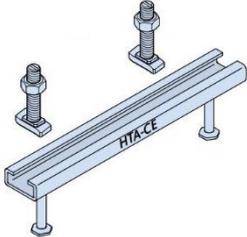
Tabla 2.4: Características de la lámina para impermeabilización del módulo prefabricado.

Elementos de fijación entre módulos contiguos y al gancho de sujeción

Característica	Tornillo-módulos	Anclaje guía-módulos (opcional)	Fijación módulo-herraje conexión al forjado
Uso	Entre marco perimetral de bastidores	Parte central entre módulos por travesaños perimetrales (durmiente y testeros). Se requiere de perforación de taladro Ø14 mm en durmiente y coliso 54 mm x 14 mm en testero.	Entre montantes del módulo y el gancho de sujeción del anclaje al forjado
Designación	Tornillo tirafondo de rosca parcial y cabeza de disco Ø8-L180 c/300 mm, tipo TBS	- perno de cabeza hexagonal M12x210 (*), - doble arandela M12, - tuerca M12.	- perno de cabeza hexagonal M10, - arandelas M10, - tuercas M10.
Referencia	EAD 130118-01-0603	- perno roscado según UNE-EN ISO 4016 - arandela UNE-EN ISO 7089 - tuerca según UNE-EN ISO 4032	- perno roscado según UNE-EN ISO 4016 - arandela UNE-EN ISO 7089 - tuerca según UNE-EN ISO 4032
Forma			
Diámetro, d (mm)	8,0	- Perno: 12 - Arandela: M12 - Tuerca: 12/19	- Perno: 10 - Arandela: M10 - Tuerca 10/17
Longitud, l (mm)	180	210	120
Longitud rosca, lg (mm)	100	≥49	≥26
Material	Acero al carbono con zincado electrogalvanizado (≥ 5 µm)	Acero galvanizado en caliente (≥ 50 µm). Acero clase 5.6 o superior	Acero al carbono con zincado. Acero clase 8.8
Protección corrosión	Clase de servicio 1 y 2	Clase de servicio 3	Clase de servicio 1 y 2
Resistencia característica a tracción (kN)	10,10	30,35	ND
Resistencia característica a cizalla	3,89	ND	ND
Reacción al fuego		A1	

(*) El perno se puede reemplazar por una barra roscada EN ISO 898-5 (DIN 975) de acero 5.6 o superior con doble tuerca y arandela.

Tabla 2.5a: Características de las fijaciones entre módulos prefabricados.

Dispositivo de fijación del módulo prefabricado al forjado de la estructura soporte				
Característica	Gancho de sujeción	Angular de soporte	Anclaje al forjado: tipos de sujeción (*)	
			Tipo 1	Tipo 2
Nombre comercial (o equivalente)	HCW-PB (L+R) con 2 taladros Ø12 mm	Perfil HALFEN 7/20 modelo HCW-B1-7/20-50	Anclaje mecánico HB-BZ 10-30-50/110GV	Perfil HALFEN HTA-CE 38/17 Tornillo HALFEN HS 38/17 M10x30 – FV 4.6
Referencia	---	---	EAD 330232-01-0601	EAD 330008-03-0601
Tipo	Piezas gancho	Pieza L con 2 contraplacas dentadas RP-17 (35 mm x 40 mm x 5 mm)	Taco mecánico	Canal embebido en el hormigón
Forma				
Cargas de diseño (kN) (**)	F_{vd}	7	Véase el ETA 07/0249	Véase el ETA 09/0339
	F_{hd}	± 20		
Geometría	Figura 2.1	Figura 2.2	Figura 2.4.	Figura 2.5
Dimensiones	---	$a \geq 50$ mm $L \geq 270$ mm $W \geq 175$ mm	$d_f = 12$ mm $h_{ef} = 60$ mm $h_{min1} = 120$ mm $h_{min2} = 100$ mm $h_1 = 100$ mm $L = 80$ mm + t_{fix} $t_{fix} = 30$ mm $T_{inst} = 35$ N·m	$h_{nom} = 50$ mm $h_{ef} = 45$ mm $d_{ch} = 18$ mm $l = 30$ mm
Material	Acero galvanizado S355		Acero galvanizado	Acero y acero inoxidable
Protección frente a la corrosión	Clase de servicio 1 y 2 (***)			
Reacción al fuego	A1			
Instalación	Figura 2.3			

(*) El anclaje a utilizar depende del tipo de estructura soporte y su material por lo que se deberá elegir convenientemente en cada proyecto. Se recomiendan anclajes con marcado CE. Los anclajes indicados como tipo 1 y tipo 2 en esta tabla son anclajes para hormigón.

(**) F_{vd} (peso propio) y F_{hd} (acción de viento): fuerzas admisibles incluyendo los coeficientes parciales de seguridad, $\gamma_F = 1,35$ para peso propio y $\gamma_F = 1,50$ para la acción de viento.

(***) Es posible alcanzar una clase de servicio 3 siempre y cuando se cumplan las condiciones expuestas en la tabla 3.2 del DB SE-M del CTE.

Tabla 2.5b: Características de las fijaciones entre módulo prefabricado y forjado.

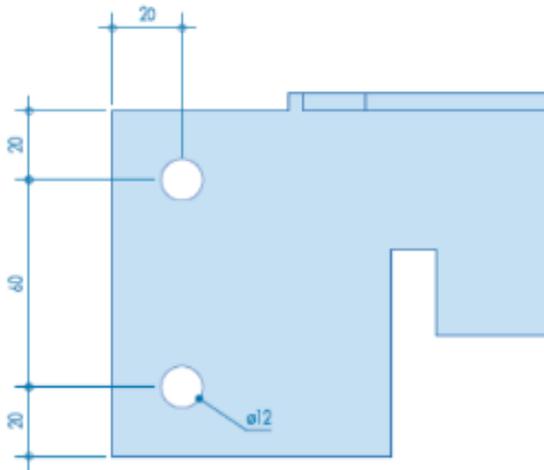


Figura 2.1: Gancho del bastidor principal.

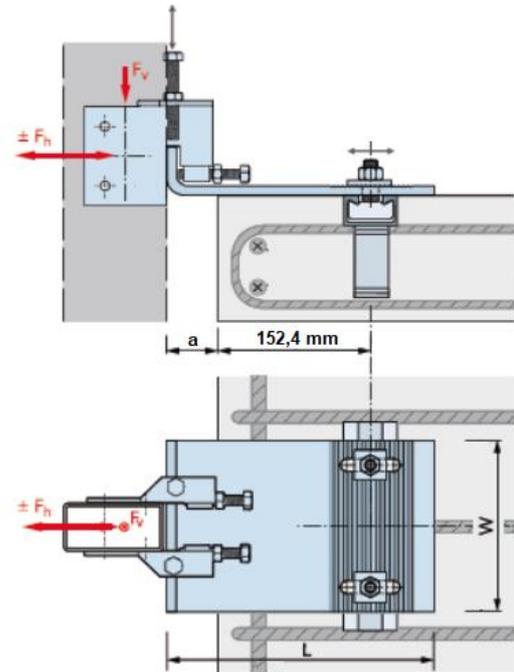


Figura 2.2: Angular de anclaje de soporte.

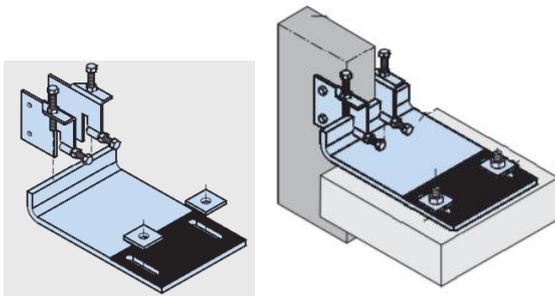


Figura 2.3: Instalación gancho - angular.

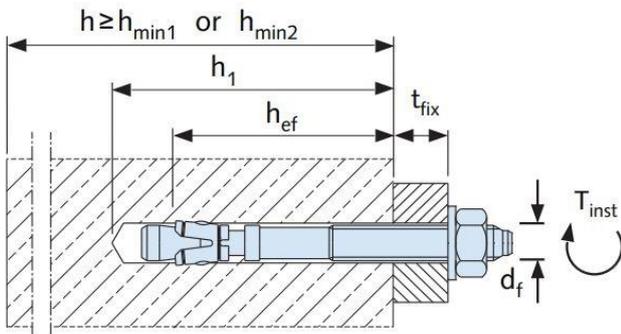


Figura 2.4 Taco mecánico.

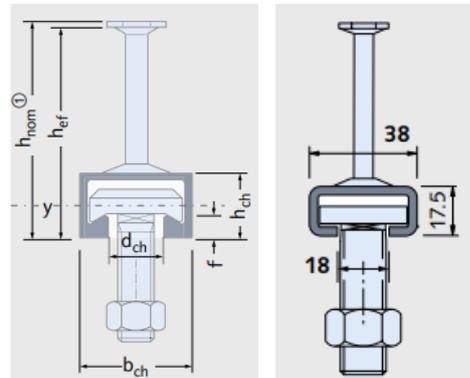


Figura 2.5: Canal embebido en hormigón.

Aislamiento térmico del sistema		
Característica	Referencia	Aislamiento en cavidades del bastidor principal
Tipo	UNE-EN 13162	Lana mineral de roca (panel semirrígido de lana de roca)
Espesor (mm)	UNE-EN 823	80 - 140
Densidad (kg/m ³)	UNE-EN 1602	70
Conductividad térmica de diseño (W/m·K)		≤ 0,034
Coefficiente de difusión al vapor de agua, μ (seco / húmedo)	UNE-EN 13162	1
Calor específico (J/kg·K)	UNE-EN ISO 10456	1030
Reacción al fuego	UNE-EN 13501-1	A1

Tabla 2.6: Características del aislamiento térmico del sistema Lignum Tech.

Placa de cierre interior		
Característica	Referencia	Valor
Nombre comercial	---	Placa F (Anti-fuego)
Designación		Tipo F
Espesor (mm)		15
Longitud (mm)	UNE-EN 520	2000 - 3000
Anchura (mm)		1200
Masa superficial (kg/m ²)		11,4
Densidad volumétrica (kg/m ³)		760
Reacción al fuego	UNE-EN 13501-1	A2-s1,d0
Resistencia a la flexión (N)	UNE-EN 520	longitudinal ≥ 650
		transversal ≥ 250
Conductividad térmica	UNE-EN ISO 10456	$\lambda_{23^{\circ}\text{C, seco}}$ (W/m·K) 0,14
		$\lambda_{23^{\circ}\text{C, 50\%}}$ (W/m·K) 0,25
Coefficiente de difusión al vapor de agua, μ		
Calor específico (J/kg·K)		1000

Tabla 2.7a: Características de la placa de cierre interior de yeso laminado del sistema Lignum Tech.

Elemento de fijación de la placa de cierre interior		
Característica	Referencia	Valor
Designación	UNE-EN 14566	Tornillo para placa de yeso laminado (PYL)
Forma	---	
Diámetro, d (mm)	UNE-EN 14566	3,5
Longitud, l (mm)		45-55
Material	UNE-EN ISO 683-1	Acero al carbono
Protección corrosión	UNE-EN 1995-1-1	Clase de servicio 1
Reacción al fuego	UNE-EN 13501-1	A1

Tabla 2.7b: Características de la fijación de la placa de cierre interior.

3. Fabricación, control de producción y almacenamiento

3.1. Fabricación

A partir del diseño específico de los módulos prefabricados previstos para cada proyecto de obra (véase el apartado 4.1), Lignum Tech SLU fabrica los módulos prefabricados en sus instalaciones de Cuenca.

El resto de los componentes del sistema son fabricados por proveedores evaluados bajo las especificaciones de Lignum Tech SLU.

Lignum Tech SLU se encarga de la distribución a obra de todos los componentes del sistema.

El proceso de fabricación del módulo se encuentra definido en detalle en el **Manual de fabricación del módulo de fachada ligera para obra nueva Lignum Tech**. La versión actualizada de este manual se encuentra a disposición del ITeC.

En la fabricación del módulo prefabricado se deben utilizar únicamente los componentes indicados en el apartado 2.2.

Los distintos elementos y componentes del Sistema Lignum Tech se presentan como se indica en la tabla 3.1.

3.2. Control de la producción

Lignum Tech SLU controla que todos los componentes del sistema son conformes con las especificaciones indicadas en el capítulo 2 mediante la aplicación del *Plan de Control* acordado con el ITeC.

Lignum Tech SLU realiza el control de la fabricación de los módulos prefabricados y el control de todos los componentes del sistema comprados a proveedores evaluados.

Cuando el módulo prefabricado incluye el revestimiento exterior de fachada ventilada, Lignum Tech SLU comprueba que el sistema de revestimiento seleccionado cumple con las especificaciones indicadas en el apartado 4.1.3.

Lignum Tech SLU selecciona como proveedores a empresas fabricantes o distribuidoras que dispongan de un control de fabricación o producto que se ajusta a sus especificaciones, solicitando para su control certificados periódicos de conformidad con las especificaciones del producto.

En el Dossier Técnico del presente DAU queda recogida toda la información relativa al *Plan de Control*.

3.3. Control de ejecución en obra

Durante la ejecución del Sistema Lignum Tech en la obra, el técnico responsable deberá llevar a cabo un control que garantice que la ejecución del sistema se realiza conforme a la solución adoptada en el proyecto y considerando los criterios indicados en los capítulos 4 a 6 de este documento DAU.

En el caso de que la dirección de obra lo requiera, la oficina técnica de Lignum Tech SLU puede facilitar asesoramiento específico para el control de ejecución.

Componente	Tipo de paquete	Cantidad por paquete	Identificación
Módulo prefabricado	Peine	Variable según tamaño módulo	Negocio / Cliente / Proyecto / número Fachada / Tipología / Morfología / número Planta / número Bastidor
Elementos de fijación: - módulo-módulo - módulo-forjado	Caja	250 o 500 unidades	Empresa / Código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Medidas nominales / Cantidad
Aislamiento térmico	Embalaje plastificado	Variable según espesor y empaquetado	Empresa / Código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Medidas nominales / Cantidad por palé / Marcado CE
Placas de cierre interior	Palé	Variable según tipo de placa	Empresa / Código y fecha de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Medidas nominales / Cantidad por palé / Marcado CE
Cintas	Rollo	50 m	Empresa / Código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Medidas nominales / Cantidad
Banda de EPDM perimetral	Rollo	50 m	Empresa / Código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Medidas nominales / Cantidad
Sellantes para juntas de encuentro	Cartucho	310 ml	Nombre de la empresa / Código de fabricación / Tipo de producto / Marca comercial / Medidas nominales / Peso / Marcado CE

Tabla 3.1: Presentación de los componentes del sistema.

3.4. Almacenamiento, transporte y recepción en obra

3.4.1. Almacenamiento

Los módulos prefabricados son almacenados en las instalaciones de Lignum Tech SLU hasta que son transportados a obra. El resto de los componentes del sistema son almacenados en las mismas instalaciones de Lignum Tech SLU o en los almacenes de sus proveedores o distribuidores hasta que son transportados a obra.

Tanto en el almacén como en la obra deben controlarse las condiciones de este almacenamiento de modo que los elementos y componentes no sufran desperfectos o malos usos. En especial, los módulos prefabricados deben almacenarse protegidos de condiciones meteorológicas adversas.

Para el correcto almacenamiento, manipulación y traslado de los distintos componentes del sistema se deberá seguir la normativa vigente en cuanto a prevención de riesgos laborales y las recomendaciones incluidas en las fichas técnicas de los componentes y hojas de seguridad.

El almacenamiento de los módulos prefabricados se realiza utilizando unas estructuras de apoyo llamadas "peines" en las se posicionan los módulos dispuestos en vertical y agrupados por morfología de módulo.

Los peines aseguran la separación de los módulos prefabricados del suelo de la fábrica u obra para evitar humedades por capilaridad y hongos.

Previa a la llegada de los módulos prefabricados, será necesario haber designado junto a Dirección de Obra las zonas de acopio, limpieza y balizamiento del espacio de descarga y trabajo.

La ubicación de los peines de acopio en fábrica estará alejada de corrientes de aire que expongan al producto a cambios bruscos de humedad, así como protegido de la radiación solar directa.

Los diferentes utillajes para el izado de los módulos y los elementos de nivelación del peine sobre los que deberá reposar (p.ej., piezas de madera estructural a modo de tacos separados del peine mediante láminas de neopreno) serán definidos por Lignum Tech SLU en cada obra.

En la medida de lo posible se deberá evitar el acopio en obra, se recomienda tener acopiado solo el peine que llegue cargado con los módulos a instalar en ese momento, que deberá permanecer cubierto con la lona, retirándola solo para sacar cada bastidor y volviéndola a colocar en cuanto se termine la extracción a final del día o cuando lo requieran las condiciones meteorológicas.

3.4.2. Transporte

A excepción de los módulos prefabricados, el transporte del resto de los componentes del sistema puede ser realizado por cualquier medio convencional siempre que se tenga en cuenta que estos componentes no deben sufrir deterioro o desperfectos en ninguna de las fases de este proceso: carga, transporte y descarga (véase también el apartado 6. 2).

Los componentes deben protegerse de la lluvia, humedad o exposición solar excesiva durante su transporte.

Respecto a los módulos prefabricados, a continuación, se indican las principales recomendaciones para su transporte de fábrica a la obra:

- Siempre que sea posible se utilizarán camiones de 12 m y/o que no requieran transporte especial, con plataforma baja (0,90 m) y abiertos por su parte superior. De esta forma, se podrán transportar módulos con una altura máxima de 3350 mm. En caso de superar dicha altura, deberán tener un ancho máximo de 3300 mm y transportarse sobre uno de sus perfiles laterales.
- La zona de carga deberá tener el espacio suficiente para introducir un peine en fábrica con espacio para 4-5 módulos de 8400 mm (pudiendo llevar un mayor número en caso de ser más cortos y poder disponer de grupos cuyas longitudes no excedan nunca esa longitud máxima).
- Se deberá tener en cuenta que los módulos prefabricados se transportan en vertical y, además, que su espesor máximo es variable en función del revestimiento exterior de fachada ventilada.
- Una vez el camión salga de fábrica, la carga irá completamente cubierta con lona impermeable hasta su entrega en obra. Durante el trayecto se deberá procurar evitar que la carga se moje y/o ensucie.
- Las caras de los módulos prefabricados se deberán fijar al entramado del peine mediante tacos de madera, interponiendo una lámina de neopreno entre ambos para no dañar la lámina para la impermeabilización del módulo.
- De la misma forma, en todos los puntos de apoyo de los módulos prefabricados por su cara inferior con la estructura del peine se calzará con láminas de neopreno.
- A lo largo del módulo prefabricado, siempre que sea posible, sus cantos se fijarán con sargentos por el lado del entramado estructural de madera con cuidado de no apretar nunca la lámina para impermeabilización.

3.4.3. Control de recepción en obra

Al recibir los componentes en la obra, se deberá controlar, al menos mediante una inspección visual, el estado del material suministrado.

En particular, se debe considerar:

- Una vez llegue a obra el transporte, se nivelará el peine respecto al plano horizontal, se revisarán todos los anclajes y fijaciones de los diferentes bastidores, cadenas y balancín de izado y operativa de descarga con auto grúa o grúa torre.
- Los módulos prefabricados no deben presentar roturas, deformaciones ni humedades.
- No se admitirá corrosión, golpes o deformaciones en los componentes metálicos del sistema.
- Los productos suministrados en cajas no deberán presentar deterioro del embalaje y deberán recibirse debidamente precintados.
- No se deberían admitir componentes que se encuentren fuera de las especificaciones indicadas en los distintos apartados del capítulo 2.

Se recomienda que el fabricante o suministrador presente certificados conforme a que el producto suministrado sea el especificado en el proyecto.

4. Criterios de proyecto

El cerramiento completo de fachada ventilada que incluya al Sistema Lignum Tech como hoja principal, deberá cumplir con las exigencias básicas de: seguridad estructural, seguridad de uso, salubridad, protección frente al ruido y ahorro de energía definidas por el Código Técnico de la Edificación (CTE), así como otras exigencias relacionadas con la durabilidad de los materiales.

En el presente capítulo se indican los criterios que deberán ser considerados para el correcto diseño Sistema Lignum Tech objeto del presente DAU, así como los criterios y especificaciones generales aplicables a los revestimientos exteriores de fachada ventilada y trasdosados interiores que deberán ser elegidos en cada proyecto para completar el cerramiento de fachada.

A partir de estos criterios y especificaciones generales, el técnico responsable del proyecto tendrá la información necesaria para la correcta selección y justificación del sistema constructivo de cerramiento de fachada ventilada que contenga al Sistema Lignum Tech.

En el caso de que el técnico responsable del proyecto lo requiera, la Oficina Técnica de Lignum Tech SLU puede facilitar asesoramiento específico para el proyecto.

4.1. Criterios de diseño

4.1.1. Variantes constructivas

Las variantes constructivas de los cerramientos de fachada ventilada que pueden contener el Sistema Lignum Tech son muy numerosas, aunque todas ellas estarán formadas por los siguientes elementos y componentes (nombrados de exterior a interior):

- Sistema de revestimiento exterior de fachada ventilada (véase el apartado 4.1.3).
- Sistema Lignum Tech (véase el apartado 4.1.2).
- Trasdoso autoportante interior (véase el apartado 4.1.4).

Los sistemas de revestimiento exterior de fachada ventilada y de trasdosado autoportante interior no forman parte de la evaluación del presente DAU por lo que el técnico responsable del proyecto deberá comprobar que los sistemas seleccionados para un proyecto cumplen con los requisitos básicos que le sean de aplicación y con las especificaciones mínimas indicadas en los apartados 4.1.3 y 4.1.4 respectivamente.

El sistema de revestimiento exterior de fachada ventilada puede ser suministrado, opcionalmente, por Lignum Tech SL como parte del módulo prefabricado.

Sin embargo, el trasdosado autoportante interior no es ni suministrado ni instalado por Lignum Tech SL.

4.1.2. Sistema Lignum Tech

Para el correcto diseño del cerramiento de fachada proyectada con el Sistema Lignum Tech se deberá considerar lo siguiente:

- La fachada se debe modular en la fase de proyecto de modo que se determinen las morfologías de los módulos prefabricados que serán necesarias (normalmente los módulos de una misma columna entre plantas tienen la misma morfología), y se racionalice el uso de material evitando desperdicios innecesarios.
- El diseño de los módulos prefabricados deberá seguir lo indicado en el apartado 4.1.2.1.
- El resto de los componentes del sistema (placas de cierre interior, elementos de fijación de los módulos y componentes auxiliares) deberán cumplir con las especificaciones indicadas en el capítulo 2.
- El grosor final del sistema desde la placa de cierre interior hasta la superficie exterior de los montantes secundarios es $A = 200$ mm (véase la figura 5.1). Sobre esta dimensión se deberá considerar el vuelo del elemento de fijación del módulo a la estructura soporte (gancho y angular).
- El Sistema Lignum Tech deberá diseñarse para ser compatible con los movimientos de la estructura soporte. Para ello se deberán tener en cuenta las limitaciones impuestas por el CTE a la estructura soporte (p.ej., la limitación a flecha de los forjados).
- Se deberá evitar la fijación de un panel a ambos lados de una junta estructural del edificio.
- Se deben prever juntas de dilatación verticales cada 15 m y horizontales cada 2 o 3 plantas. Cuando corresponda, las juntas de dilatación del sistema deberán coincidir con las juntas estructurales del edificio (véase la figura 5.3).

En el capítulo 5 se aportan los principales detalles constructivos del sistema.

4.1.2.1. Módulo prefabricado

Los módulos prefabricados deben ser diseñados para cada obra en función del proyecto y de las acciones que tengan que soportar.

Las dimensiones máximas de los módulos y por tanto del bastidor principal son 8,40 m x 3,35 m. En caso de que se requieran módulos con una altura mayor a 3,35 m, se podrá diseñar un módulo en el que el bastidor principal quede girado obteniendo un ancho máximo de 3,35 m y una altura máxima de 8,40 m.

Los componentes utilizados para el diseño del módulo prefabricado deben cumplir con las especificaciones indicadas en el apartado 2.2.

Los montantes secundarios de madera se posicionarán a la distancia que se necesite en función del sistema de revestimiento exterior que se elija para el proyecto (véase el apartado 4.1.3). Esta distancia entre ejes de montantes secundarios no debe ser inferior a 315 mm.

Las principales tipologías de módulos previstas son:

- Módulos de tramos centrales: totalmente opacos o incluyendo los huecos para la carpintería o directamente con la carpintería integrada.
- Módulos en ángulo (esquinas entrantes y salientes), normalmente opacos.

Los módulos se colocan principalmente entre plantas, colgados del forjado superior y fijados por su parte inferior al módulo inferior (o perfil de sacrificio en caso de ser un módulo de arranque de fachada) y por los laterales a los módulos adyacentes.

En función de la modulación final que requiera el edificio, se distinguen también las siguientes variantes que pueden ser diseñadas siguiendo ambos tipos de módulos indicados anteriormente:

- Módulos planta.
- Módulos de arranque.
- Módulos entreplanta con peto.
- Módulos entreplanta con cuelgue.
- Módulos solo de peto, o solo de cuelgue.

4.1.2.2. Bastidor principal

El diseño final del bastidor principal del módulo prefabricado será el que resulte una vez se haya comprobado su resistencia y estabilidad en función de las acciones que deba soportar (véase el apartado 4.2). En general, los criterios que se deben seguir son:

- Las dimensiones mínimas de las secciones de los elementos del entramado de madera del bastidor principal serán las indicadas en la tabla 2.1.
- La distancia máxima entre ejes de montantes será 627,5 mm y la mínima 425 mm.
- Entre los montantes deberán ser colocados los travesaños a una distancia máxima entre ejes de 927,5 mm.
- Los huecos para ventana deberán tener una dimensión máxima de 2,50 m x 2,00 m (longitud x altura). Puntualmente, dimensiones superiores pueden ser posibles siempre que se justifique con el cálculo correspondiente realizado por un técnico cualificado (véase el apartado 4.2.1).
- La distancia máxima entre elementos de fijación del módulo al forjado soporte será cada dos montantes (1255 mm considerando la distancia máxima entre montantes) y en ambos montantes a cada lado de hueco de la carpintería. Por cada montante se deben considerar dos piezas de gancho para la

conexión con un angular de fijación al forjado soporte.

4.1.3. Revestimiento exterior de fachada ventilada

El Sistema Lignum Tech se debe completar con un sistema de revestimiento exterior de fachada ventilada, que podrá ser elegido para cada proyecto.

El sistema de revestimiento exterior puede ser instalado bien directamente en la planta de producción del módulo prefabricado, o en la obra una vez se haya instalado el módulo prefabricado (con necesidad de andamio).

En cualquier caso, el sistema de revestimiento de fachada ventilada deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- Los paneles de revestimiento pueden ser de muy diversos materiales y deberán ser fijados mecánicamente directamente a los montantes secundarios de madera del módulo prefabricado.
- La dimensión mínima de los paneles de revestimiento exterior debe ser 300 mm por lado.
- Cuando sea relevante, los paneles de revestimiento deberán disponer del marcado CE según la norma armonizada que le corresponda en cada caso.
- Opcionalmente, es recomendable que los paneles de revestimientos hayan sido evaluados teniendo en cuenta su modo de fijación mecánica (vista u oculta). Por ejemplo, mediante una evaluación técnica europea o un documento de evaluación técnica de la idoneidad específico para el sistema de revestimiento.
- La superficie de juntas abiertas entre los paneles de revestimiento no debe ser superior al 6,2% (véase la tabla 9.3).
- El peso máximo de todo el sistema de revestimiento, incluyendo su dispositivo específico de fijación, debe ser 35 kg/m².
- El espesor mínimo de cámara de aire ventilada es 25 mm, o 30 mm si se quiere asignar un nivel de prestación B3 (véase el apartado 4.4.1).
- El espesor máximo de la cámara de aire ventilada vendrá determinado por el tipo de fijación de revestimiento exterior que se utilice. La excentricidad que pueda producir el sistema de revestimiento se deberá tener en cuenta para la justificación estructural del módulo prefabricado incluyendo sus elementos de fijación al forjado soporte (véase el apartado 4.1.3).

Cuando corresponda, en los apartados 4.2 a 4.8 se indicarán aquellos aspectos que deberán ser comprobados para la justificación de los requisitos básicos aplicables al sistema de revestimiento.

4.1.4. Trasdosado autoportante interior

El Sistema Lignum Tech se debe completar con un trasdosado autoportante interior, que podrá ser elegido para cada proyecto.

El trasdosado autoportante interior debe ser instalado en la obra una vez se haya instalado completamente el Sistema Lignum Tech.

En cualquier caso, el trasdosado autoportante interior deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- El trasdosado autoportante interior deberá estar formado, como mínimo por los siguientes componentes:
 - Subestructura de perfiles y montantes de acero galvanizado de ancho mínimo 48 mm.
 - Capa de placa mineral de 15 mm de espesor mínimo que puede ser de diversos materiales (p.ej., de yeso laminado, de yeso reforzado con fibras, de cemento reforzado con fibras, etc.) con sus fijaciones y tratamientos de juntas.

Esta capa puede incluir más de una placa y, cuando se requiera, puede incluir también una barrera de vapor (lámina independiente o integrada en la placa).
 - Aislamiento de lana mineral (p.ej., fibra de vidrio) de espesor mínimo 50 mm incorporado en las cavidades de la subestructura del trasdosado.
- Cuando sea relevante, los componentes del trasdosado autoportante interior (perfiles de la subestructura, placas, fijaciones, tratamientos de junta y aislante térmico) deberán disponer del marcado CE según la norma armonizada que le corresponda en cada caso.
- Opcionalmente, es recomendable que los trasdosados autoportantes interiores hayan sido evaluados, p.ej., mediante una evaluación técnica europea o un documento de evaluación técnica de la idoneidad específico para el sistema de trasdosado.

Cuando corresponda, en los apartados 4.2 a 4.8 se indicarán aquellos aspectos que deberán ser comprobados para la justificación de los requisitos básicos aplicables al sistema de trasdosado.

4.2. Seguridad estructural

4.2.1. Sistema Lignum Tech

El Sistema Lignum Tech no contribuye a la resistencia y estabilidad de la estructura de la edificación, sino que se sustenta en ella. Aun así, en cada proyecto debe justificarse mediante cálculo que la solución adoptada para el sistema resiste las acciones previstas en su función de hoja principal de cerramiento.

Esta justificación deberá ser realizada por un técnico competente y cualificado para la realización de cálculos estructurales.

En el caso de que el técnico responsable del proyecto lo requiera, la Oficina Técnica de Lignum Tech SLU puede facilitar estas justificaciones o asesoramiento específico para su realización.

La estructura soporte del Sistema Lignum Tech deberá tener la resistencia y estabilidad adecuada para soportar las cargas transmitidas por el cerramiento.

Las acciones a las cuales va a estar sometido el cerramiento de fachada y la estructura soporte deberán definirse en función del diseño final del sistema, de la geometría general del edificio y su situación topográfica teniendo en cuenta el DB-SE del CTE y, cuando corresponda, el Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991-1-1).

Para definir las acciones de viento, se deberá considerar que los extremos de las fachadas o esquinas salientes expuestas son las zonas más expuestas al viento y genera esfuerzos del orden del doble que en el centro del paño.

Se recomienda utilizar los coeficientes parciales de seguridad, combinación de acciones y coeficientes de mayoración de acciones definidos en el DB-SE del CTE y Anejo Nacional del Eurocódigo 5, parte 1-1 (UNE-EN 1995-1-1).

Como mínimo deberá comprobarse:

- Resistencia y deformación en los montantes y testeros del bastidor principal a las acciones de peso propio y viento.
- Resistencia de las uniones del bastidor principal a las acciones de peso propio y viento.
- Resistencia de las uniones del bastidor principal a las acciones de peso propio y viento.
- Resistencia del bastidor principal en situación de izado.
- Resistencia de los elementos de fijación del módulo prefabricado al forjado soporte, incluyendo los anclajes y dispositivos de fijación específicos que se vayan a utilizar.

Estas comprobaciones deberán realizarse en los módulos prefabricados de una obra que sean mecánicamente más desfavorables y aquellos más representativos según las distintas situaciones y sollicitaciones de la edificación.

4.2.2. Revestimiento exterior de fachada ventilada

El revestimiento exterior de fachada ventilada y sus fijaciones deberán ser comprobados en su estado límite último y servicio según las acciones a las que vayan a estar sometidas.

Como mínimo deberá comprobarse:

- Resistencia a flexión y/o flecha de la placa de revestimiento a la acción del viento.
- Resistencia de la unión de la placa de revestimiento con su dispositivo de fijación (acción de viento y peso propio).
- Resistencia y desplazamiento del dispositivo de fijación (acción de viento y peso propio).
- Resistencia de la unión del dispositivo de fijación al montante secundario del módulo prefabricado (acción de viento y peso propio).

Para la realización de estas comprobaciones se deberá disponer de los valores resistentes de cada uno de estos componentes y uniones.

Dichos datos deben ser aportados por el fabricante o distribuidor del sistema de revestimiento y deben haber sido obtenidos por métodos contrastados (p.ej., métodos definidos en las normas armonizadas o documentos de evaluación europeos).

4.2.3. Trasdosado autoportante interior

El trasdosado autoportante interior deberá ser comprobado a carga horizontal puntual según se indica en el apartado 3.2 del DB SE-AE.

Para la realización de esta comprobación se deberá disponer de los valores resistentes de la subestructura y placas que forman parte del trasdosado.

Dichos datos deben ser aportados por el fabricante o distribuidor del sistema de trasdosado y deben haber sido obtenidos por métodos contrastados (p.ej., métodos definidos en las normas armonizadas o documentos de evaluación europeos).

4.3. Seguridad en caso de incendio

4.3.1. Reacción al fuego

4.3.1.1. Sistema Lignum Tech

El comportamiento de reacción al fuego del Sistema Lignum Tech no proporciona en sí mismo la prestación de reacción al fuego del cerramiento de fachada ventilada al cual puede pertenecer, ya que dicha prestación dependerá en gran medida del revestimiento exterior (véase el apartado 4.3.1.2) y trasdosado autoportante interior (véase el apartado 4.3.1.3) que se elija para el proyecto.

En el apartado 9.1 se aportan las clases de reacción al fuego de los distintos componentes que forman parte del Sistema Lignum Tech.

La superficie expuesta de los montantes secundarios en la cámara ventilada es inferior al 10% de las superficies interiores de la cámara y, por lo tanto, su presencia no se considera relevante a efectos de su contribución al desarrollo del incendio por fachada. En el caso de que los paneles de revestimiento no se fijen directamente a

los montantes secundarios, estos se deberán separar al menos 400 mm para mantener dicha proporción.

4.3.1.2. Revestimiento exterior de fachada ventilada

Se deberá comprobar que el sistema de revestimiento exterior de fachada ventilada que se elija para el proyecto cumple con las exigencias indicadas en los párrafos 4 a 6 del apartado 1 de la sección SI2 del DB SI del CTE.

Para la realización de esta comprobación se deberá disponer de la clase de reacción al fuego del:

- Revestimiento exterior considerando el dispositivo de fijación, y otras condiciones representativas al uso final.
- Cuando se utilice, del aislamiento térmico por el exterior.

Dichos datos deben ser aportados por el fabricante o distribuidor del sistema de revestimiento y deben haber sido obtenidos por los métodos definidos en las normas armonizadas o documentos de evaluación europeos (UNE-EN 13501-1).

4.3.1.3. Trasdosado autoportante interior

Se deberá comprobar que el trasdosado autoportante interior que se elija para el proyecto cumple con las exigencias indicadas en la sección SI1 del DB SI del CTE.

Para la realización de esta comprobación se deberá disponer de la clase de reacción al fuego de la placa del trasdosado interior.

Dichos datos deben ser aportados por el fabricante o distribuidor del sistema de trasdosado y deben haber sido obtenidos por métodos contrastados (p.ej., métodos definidos en las normas armonizadas o documentos de evaluación europeos).

4.3.2. Resistencia al fuego

Tal como se establece en el apartado 9.2, el elemento compuesto por el Sistema Lignum Tech y el trasdosado autoportante interior (con las especificaciones indicadas en el presente DAU), cumple con la exigencia EI 60 indicada en la sección SI2 del DB SI del CTE para propagación exterior en fachadas.

Esta clasificación es aplicable a todas las variantes del sistema y siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- El bastidor principal de madera estructural debe ser de mayor o igual resistencia mecánica que el considerado en el ensayo.
- Las juntas de encuentro con el forjado, tanto del Sistema Lignum Tech (principalmente el encuentro con las placas de cierre interior) como del trasdosado autoportante interior, deben quedar completamente selladas utilizando productos

sellantes resistentes al fuego para juntas lineales (véase el apartado 2.6).

- Las configuraciones del Lignum Tech que conlleven un mayor peso se deben compensar con un ajuste de los anclajes (entre los módulos prefabricados y el forjado de la estructura del edificio) de modo que éstos no estén solicitados más allá de la sollicitación a la que fueron sometidos en el ensayo de resistencia al fuego.
- Un cambio en el tipo de sistema de anclaje requiere una evaluación de las prestaciones mecánicas del nuevo anclaje en situación de incendio.
- La franja opaca del sistema entre aberturas de fachada debe tener una dimensión mínima de 1,0 m (franja ensayada).
- Se pueden incluir soluciones constructivas de marco de ventana de cualquier tipo siempre que se respete la dimensión mínima de la franja opaca indicada en el punto anterior. Adicionalmente, a modo de medida adicional de seguridad, se recomienda instalar un perímetro de aislamiento de lana mineral alrededor del marco de las aberturas y/o voladizos de mínimo 300 mm sobre el dintel de las aberturas.

4.4. Salubridad

4.4.1. Grado de impermeabilidad al agua de lluvia

Según se establece en el apartado 2.3.1 de la sección HS1 del DB HS del CTE, el grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de precipitaciones se obtiene en la tabla 2.7 de dicho DB en función de la zona pluviométrica de promedios y el grado de exposición al viento correspondiente a la ubicación del edificio.

Para definir el grado de impermeabilidad de una fachada que contenga el Sistema Lignum Tech, se deberá considerar la equivalencia de los elementos del sistema respecto a las condiciones de fachada indicadas en la sección HS1 del DB HS del CTE, estableciendo el nivel de prestación (R, B y C) teniendo en cuenta adicionalmente el ensayo indicado en el apartado 9.3.

Cundo las juntas entre los paneles del revestimiento exterior de fachada ventilada son abiertas, este tipo de revestimiento se debe considerar como no estanco al agua, sin embargo, sí que supone una barrera inicial contra la lluvia.

A continuación, se indican los niveles de prestación que podrían ser asignados al cerramiento de fachada ventilada que contenga al Sistema Lignum Tech.

C. Composición de la hoja principal:

Esta prestación es aplicable al conjunto de capas formado por las placas de cierre exterior, bastidor principal y placas de cierre interior.

El Sistema Lignum Tech descrito en este documento es una solución alternativa a las planteadas en la sección HS1 del DB HS del CTE dado que la hoja principal del cerramiento no está contemplada como tal en este DB. Sin embargo, el conjunto de capas indicado en el párrafo anterior aporta un espesor equiparable a la prestación C1 (espesor medio de la hoja principal).

R. Resistencia del revestimiento:

Este nivel de prestación deberá ser asociado principalmente al sistema de revestimiento exterior de fachada ventilada.

Teniendo en cuenta los resultados del ensayo de estanqueidad al agua de lluvia (véase el apartado 9.3), los criterios indicados en el DB HS del CTE para este nivel de prestación, y las especificaciones del revestimiento indicadas en el apartado 4.1.3, se podría estimar un nivel de prestación R3.

B. Resistencia de la barrera contra la penetración de agua:

Teniendo en cuenta los resultados del ensayo de estanqueidad al agua de lluvia (véase el apartado 9.3), los criterios indicados en el DB HS del CTE para este nivel de prestación, y las especificaciones del revestimiento indicadas en el apartado 4.1.3, se podría estimar un nivel de prestación B2.

Cuando el espesor de la cámara de aire del revestimiento exterior de fachada ventilada sea superior a 30 mm, se podría estimar un nivel de prestación B3.

En consecuencia, considerando los niveles de prestación que pueden ser asignados, se podría considerar que un cerramiento de fachada ventilada que contenga el Sistema Lignum Tech como hoja principal y un revestimiento exterior de fachada ventilada que cumpla con las especificaciones indicadas en el apartado 4.1.3, podría alcanzar el grado 5 de impermeabilidad, tal como se define en la tabla 2.7 de la sección HS1 del DB HS del CTE.

4.4.2. Limitación de condensación

En relación a la exigencia de la sección HS1 del DB HS del CTE respecto a la limitación de condensaciones, en cada proyecto se deberán realizar las comprobaciones necesarias según la variante constructiva que se utilice, teniendo en cuenta las características higrotérmicas exteriores (dependen de la ubicación del edificio), las características higrotérmicas interiores (dependen del uso del edificio), y las características higrotérmicas de los materiales indicadas en este documento.

Para realizar estas comprobaciones se deberá seguir lo indicado en la sección HE1 del DB HE del CTE y el documento de apoyo de comprobación de limitación de

condensaciones superficiales e intersticiales de cerramientos DA DB-HE/2.

Esta justificación deberá ser realizada por un técnico competente y cualificado para la realización de cálculos higrotérmicos.

En el caso de que el técnico responsable del proyecto lo requiera, la Oficina Técnica de Lignum Tech SLU puede facilitar estas justificaciones o asesoramiento específico para su realización.

Como aspectos generales se puede indicar que para sistemas de cerramientos de entramados de materiales heterogéneos que incluyen aislamiento térmico en sus cavidades:

- Las condensaciones superficiales dependen principalmente del aislamiento térmico.
- Las condensaciones intersticiales dependen de la combinación de aislamiento y permeabilidad al vapor de agua de cada una de las capas y también de la posición de estas capas dentro del cerramiento. Para evitar condensaciones intersticiales, se pueden colocar barreras de vapor en la cara caliente (capas interiores) del cerramiento, o aumentar el aislamiento siempre que sea permeable al vapor de agua.

4.4.3. Estanqueidad al aire

La estanqueidad al aire del sistema se ha establecido a partir de los resultados del ensayo de permeabilidad al aire del cerramiento (véase el apartado 9.5).

La clase de permeabilidad al aire según la norma UNE-EN 12152 es clase AE750, lo que significa:

- $< 1,50 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ de 100 Pa a 750 Pa, basada en la superficie total y
- $< 0,50 \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{h}$ de 100 Pa a 750 Pa, basada en la longitud de junta fija.

Esta estanqueidad al aire se asegura con una correcta ejecución de las juntas entre placas de cierre exterior y de los encuentros de estas placas con otros elementos de la edificación (huecos de ventanas y puertas, encuentros con la estructura, etc.).

4.5. Seguridad de utilización

4.5.1. Resistencia frente al riesgo de caídas

Los cerramientos de fachada deben resistir las acciones estipuladas por el DB SE-AE *Acciones en la edificación*, apartado 3.2, que se traducen en resistir una fuerza horizontal, uniformemente distribuida y aplicada a 1,2 m de altura de: 1,5 kN/m para zonas de categoría de uso C5, de 0,8 kN/m para C3, C4, E y F, y de 0,4 kN/m para el resto de los casos.

Tal como se indica en el apartado 9.11, el bastidor principal del módulo prefabricado ha sido comprobado, en su configuración más desfavorable, para una fuerza

horizontal uniformemente distribuida de 1,0 kN/m, aplicada a una altura de 1,2 m.

Adicionalmente, el cerramiento de fachada incluye también el trasdosado interior autoportante.

En el caso de que el técnico responsable del proyecto lo requiera, la Oficina Técnica de Lignum Tech SLU puede facilitar estas justificaciones o asesoramiento específico para su justificación.

4.5.2. Impacto por el exterior

Esta prestación le corresponde principalmente al sistema de revestimiento exterior de fachada ventilada.

Sin embargo, el Sistema Lignum Tech, en su condición de soporte del sistema de revestimiento exterior, deberá tener un comportamiento adecuado frente a impactos, aspecto que queda justificado a partir de los resultados de los ensayos indicados en el apartado 9.7.

En consecuencia, la categoría de impacto por el exterior⁵ del cerramiento que contenga el Sistema Lignum Tech será la correspondiente a la categoría del sistema de revestimiento exterior de fachada ventilada.

Para su justificación se podrán considerar los datos aportados por el fabricante o distribuidor del sistema de revestimiento que deben haber sido obtenidos por métodos contrastados (p.ej., métodos definidos en los documentos de evaluación europeos).

4.5.3. Impacto por el interior

Esta prestación le corresponde al trasdosado autoportante interior del cerramiento de fachada ventilada que contenga el Sistema Lignum Tech.

En consecuencia, la categoría de impacto por el interior del cerramiento que contenga el Sistema Lignum Tech será la correspondiente a la categoría del sistema de trasdosado interior.

Para su justificación se podrán considerar los datos aportados por el fabricante o distribuidor del sistema de trasdosado autoportante interior que deben haber sido obtenidos por métodos contrastados (p.ej., métodos definidos en los documentos de evaluación europeos).

4.6. Protección frente al ruido

Debe justificarse mediante cálculo que la solución adoptada del proyecto que incluye el Sistema Lignum Tech cumple con las exigencias de aislamiento a ruido aéreo indicadas en el DB HR del CTE.

El método de cálculo que debería aplicarse es el indicado como "Opción General" dentro del DB HR.

En el caso de que el técnico responsable del proyecto lo requiera, la Oficina Técnica de Lignum Tech SLU puede facilitar asesoramiento específico para su justificación.

Tal como se establece en el apartado 9.9, los resultados indicados en la tabla 9.8 son aplicables a todas las variantes constructivas siempre que se cumplan con las especificaciones indicadas en el presente DAU.

Por tanto, los resultados indicados en la tabla 9.8 pueden ser considerados como los valores de diseño del sistema siempre que el sistema de trasdosado autoportante interior cumpla con las especificaciones indicadas en el apartado 4.1.4.

Asimismo, se deben considerar los criterios de ejecución de los distintos componentes tal como se especifican en el capítulo 6.

En recintos con exigencias de absorción acústica, se deberá analizar el nivel de absorción acústica de las capas interiores del trasdosado autoportante interior.

4.7. Ahorro de energía y aislamiento térmico

4.7.1. Aislamiento térmico

Con relación a la exigencia de la sección HE1 del DB HE del CTE respecto al aislamiento térmico de los cerramientos de una edificación, en cada proyecto se deberán realizar las comprobaciones necesarias según la variante constructiva que se utilice, teniendo en cuenta la geometría y valores térmicos de los materiales de los componentes de las distintas capas del cerramiento de fachada.

Los datos de los componentes del Sistema Lignum Tech se encuentran definidos en el capítulo 2. Los datos del trasdosado interior deben ser aportados por el fabricante o distribuidor del sistema de trasdosado, y deben haber sido obtenidos por métodos contrastados (p.ej., métodos definidos en las normas armonizadas o documentos de evaluación europeos).

Para realizar estas comprobaciones se deberá utilizar algún método contrastado (p.ej., en indicado en la norma UNE-EN ISO 10211) ya que este tipo de cerramiento no cumple con la condición para poder aplicar el método simplificado indicado en el apartado 3 del DA DB-HE/1 del CTE.

Esta justificación deberá ser realizada por un técnico competente y cualificado para la realización de cálculos higrotérmicos.

En el caso de que el técnico responsable del proyecto lo requiera, la Oficina Técnica de Lignum Tech SLU puede facilitar estas justificaciones o asesoramiento específico para su realización.

⁵ Las categorías de impacto por el exterior se clasifican en cuatro grupos (categoría I a IV), donde la categoría I es el nivel más alto mientras que la categoría IV es el nivel más bajo de la clasificación.

En el apartado 9.10 se aportan los resultados obtenidos para la configuración específica del Sistema Lignum Tech descrita en la tabla 9.9.

4.7.2. Inercia térmica

Cuando se requiera, se podrán realizar las comprobaciones de inercia térmica según la variante constructiva que se utilice, teniendo en cuenta la geometría y valores térmicos y físicos de los materiales de los componentes de las distintas capas del cerramiento de fachada.

Los datos de los componentes del Sistema Lignum Tech se encuentran definidos en el capítulo 2. Los datos del trasdosado interior deben ser aportados por el fabricante o distribuidor del sistema de trasdosado, y deben haber sido obtenidos por métodos contrastados (p.ej., métodos definidos en las normas armonizadas o documentos de evaluación europeos).

Para realizar estas comprobaciones se podrá utilizar algún método contrastado (p.ej., en indicado en la norma UNE-EN ISO 13786).

Esta justificación deberá ser realizada por un técnico competente y cualificado para la realización de cálculos higrotérmicos.

En el caso de que el técnico responsable del proyecto lo requiera, la Oficina Técnica de Lignum Tech SLU puede facilitar estas justificaciones o asesoramiento específico para su realización.

4.8. Durabilidad

La durabilidad del sistema se asegura principalmente con buenas medidas de diseño de proyecto (véase el apartado 4.1), prestando especial atención a la solución de los puntos singulares (véase el capítulo 5), una correcta ejecución (véase el capítulo 6) y unas adecuadas prescripciones de mantenimiento.

Particularmente, la durabilidad del sistema depende de la durabilidad de sus componentes principales (bastidor principal de madera estructural, placas de cierre y fijaciones metálicas).

4.8.1. Bastidor principal

Teniendo en cuenta la durabilidad natural de la madera que constituye el bastidor principal (véase la tabla 2.2b), y la configuración final del bastidor principal como parte del Sistema Lignum Tech (recubierto por las placas de cierre y la lámina para impermeabilización por su cara exterior), a partir de lo indicado en el apartado 3.2.3 del DB SE-M del CTE y en la norma UNE-EN 460, se puede considerar que el bastidor principal es normalmente suficiente para una clase de uso 2⁶ (véase el apartado 3.2.1.2 del mismo DB), pero en la que puede ser recomendable un tratamiento protector para

determinadas situaciones en las que se prevea condensación de agua sobre la superficie de los elementos de madera o ataque de insectos xilófagos incluyendo las termitas, dependiendo de la ubicación geográfica de la obra. Este tratamiento puede ser en forma de un tratamiento superficial con un producto insecticida y fungicida (véase nivel de protección para clase de uso 2 en tabla 3.1 del DB-SE-M).

En cuanto a la madera de los montantes secundarios, por su situación dentro de la cámara de aire ventilada, no se encuentran totalmente expuestos a la intemperie, sin embargo, sí pueden estar en condiciones de humedad alta, por tanto, el proyectista deberá valorar si se requiere un tratamiento adicional tal como se define en el párrafo anterior.

Respecto a la protección contra la corrosión de las fijaciones metálicas del bastidor principal véase el apartado 4.8.3.

4.8.2. Placas de cierre

La placa de cierre exterior definida para el sistema es de madera-cemento para uso de exterior. Adicionalmente, en el módulo prefabricado, esta placa queda totalmente recubierta por la lámina para impermeabilización.

La placa de cierre interior es mineral (PYL Tipo F) y su uso es totalmente en interior.

Teniendo en cuenta las características de los materiales de las placas y sus usos, se puede considerar que presentan una durabilidad adecuada.

4.8.3. Corrosión de los componentes metálicos del sistema

La protección contra la corrosión de los componentes metálicos del Sistema Lignum Tech queda definida en el capítulo 2 para cada uno de estos componentes metálicos, a partir de la clase de servicio asociada según se indica en el apartado 2.2.2.2 del DB SE-M.

- Fijaciones del bastidor principal, véase la tabla 2.2c.
- Fijaciones de la placa de cierre exterior, véase la tabla 2.3b.
- Fijaciones entre módulos prefabricados, véase la tabla 2.5a.
- Fijaciones entre el módulo prefabricado y el forjado soporte, véase la tabla 2.5b.
- Fijaciones de la placa de cierre interior, véase la tabla 2.7b.

En el caso de que sea necesario utilizar estos componentes en una clase de servicio 3, se deberá requerir específicamente a Lignum Tech SLU, el uso de elementos de fijación que tengan la protección mínima definida para esta clase de servicio según la tabla 3.2 del DB SE-M.

⁶ Clase de uso donde el elemento estructural está a cubierto y protegido de la intemperie, pero, debido a las condiciones ambientales, se puede dar ocasionalmente un contenido de

humedad de la madera mayor que el 20% en parte o en la totalidad del elemento estructural.

5. Detalles constructivos

Leyenda para todas las figuras

- | | | |
|--|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Placa revestimiento exterior. 2. Montantes secundarios. 3. Lámina para impermeabilización. 4. Placa cierre exterior. 5. Bastidor principal de madera y aislamiento térmico. 6. Placa de cierre interior. 7. Fijación del bastidor. 8. Subestructura de trasdosado y aislamiento interior. 9. Placa de trasdosado. 10. Solape lámina para impermeabilización. | <ol style="list-style-type: none"> 11. Junta expansiva perimetral. 12. Fijación bastidor – bastidor. 13. Junta de dilatación. 14. Bastidor principal de madera (solución de esquina). 15. Premarco de madera y fijación a bastidor. 16. Embocadura carpintería aluminio plegado y lacado. 17. Guía de persiana (opcional). 18. Carpintería de aluminio. 19. Sellado intumescente. 20. Junta de poliestireno expandido en canto de forjado. 21. Fijación angular. | <ol style="list-style-type: none"> 22. Angular de fijación bastidor a forjado. 23. Perfil de madera de fijación carpintería. 24. Bastidor principal de madera (solución de dintel). 25. Capialzado de persiana. 26. Fijación perfiles de madera. 27. Bastidor principal de madera (solución de alféizar). 28. Vierteaguas de piedra artificial con goterón. 29. Bastidor principal de madera (solución de arranque con hueco). 30. Perfil de sacrificio en bastidor de arranque. 31. Remate coronación albardilla aluminio plegado y lacado. |
|--|---|--|

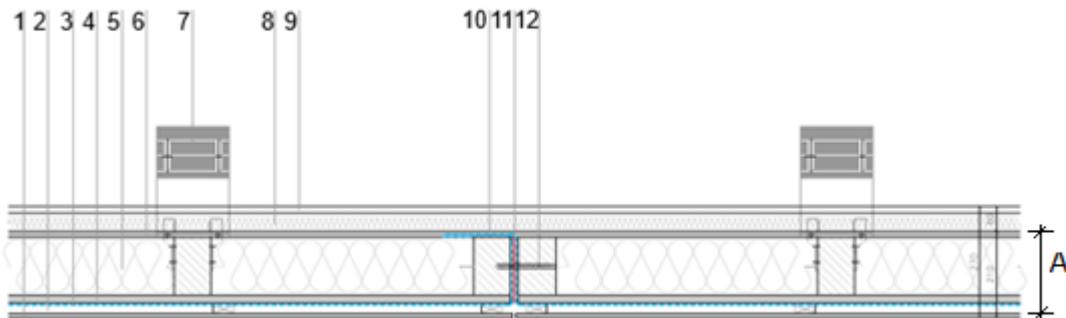


Figura 5.1: Sección horizontal. Unión de módulos prefabricados.

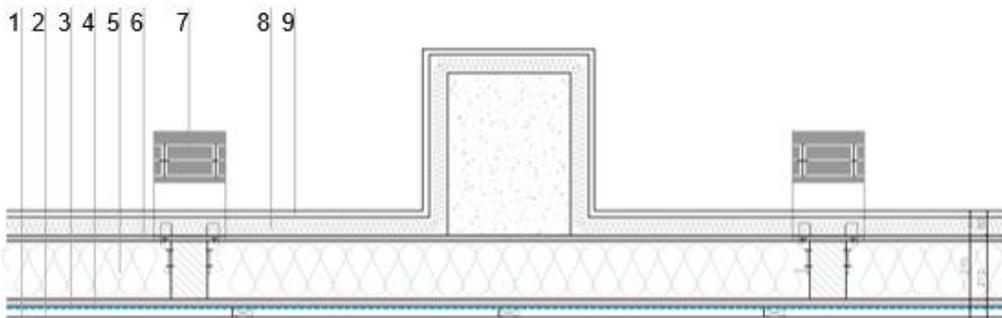


Figura 5.2: Encuentro con pilar.

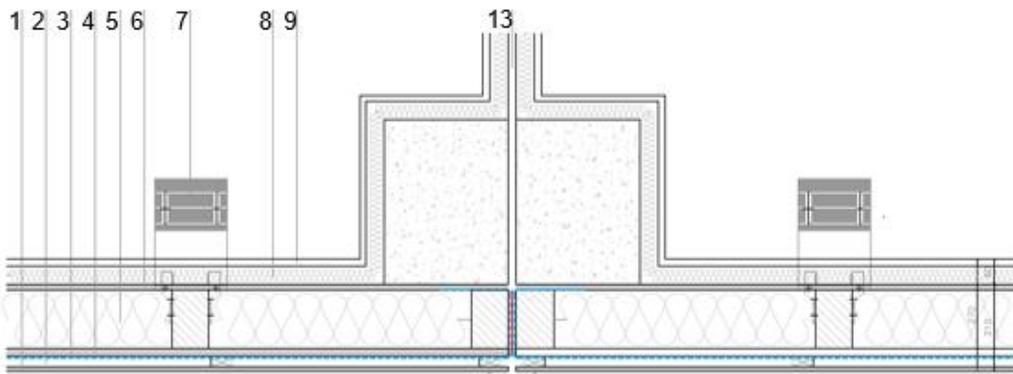


Figura 5.3: Junta vertical de dilatación coincidiendo con una junta estructural.

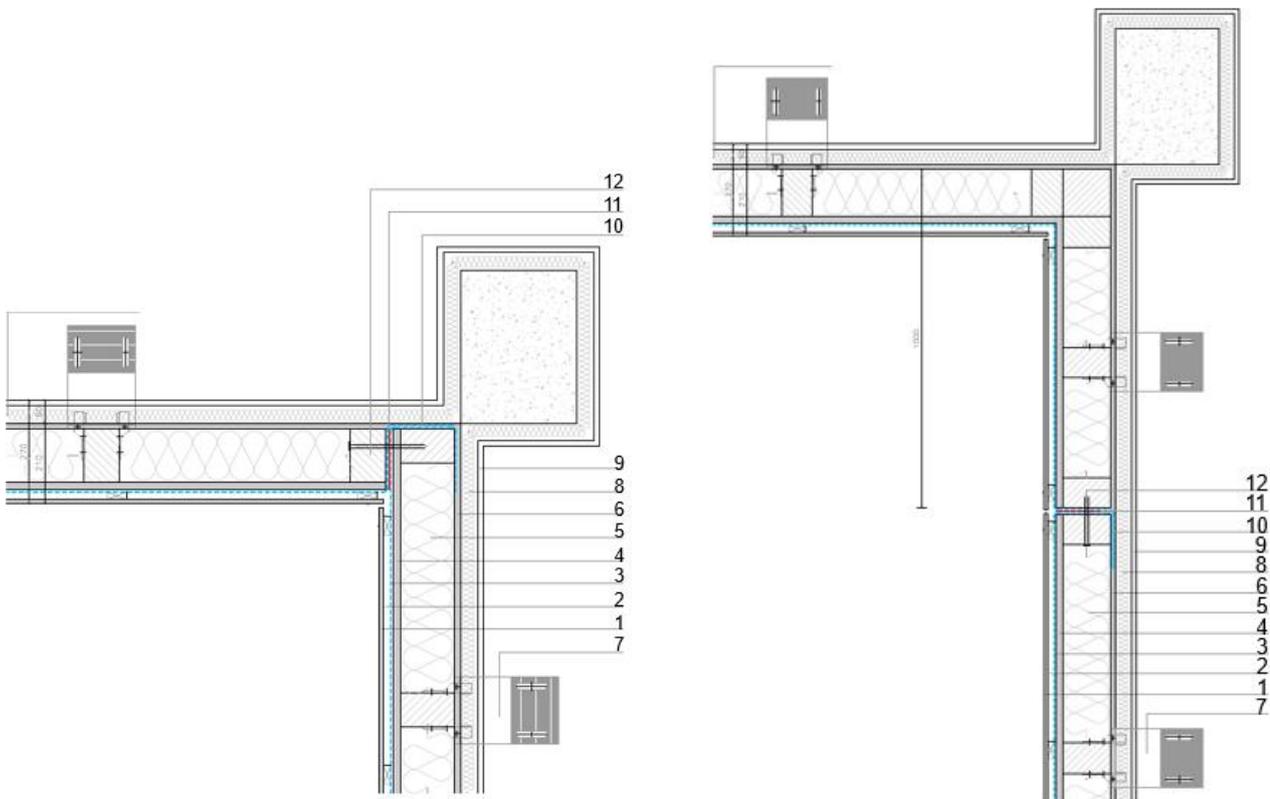


Figura 5.4: Esquina saliente. Dos módulos.

Figura 5.5: Esquina saliente.

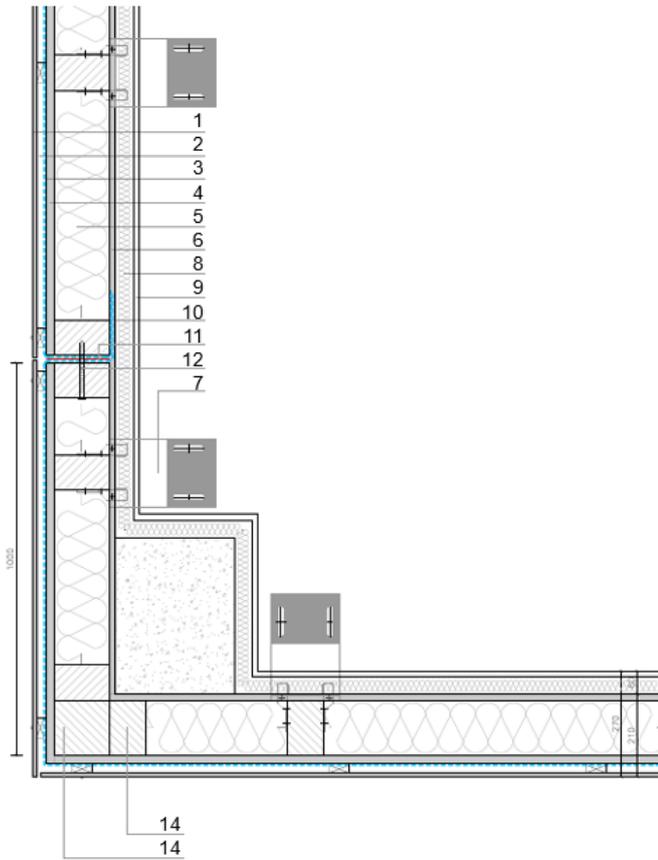


Figura 5.6: Esquina entrante.

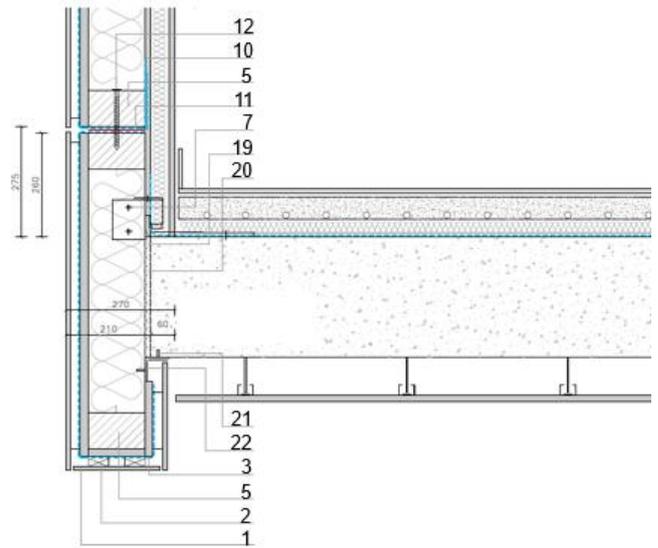


Figura 5.7: Encuentro con forjado – pieza de cuelgue.

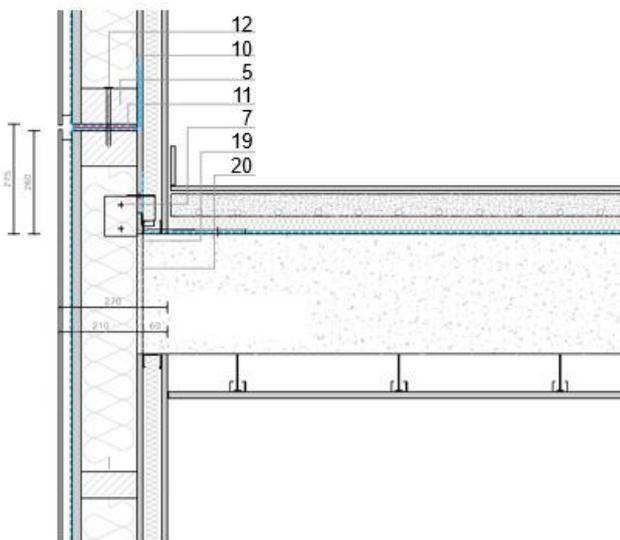


Figura 5.8: Encuentro con forjado.

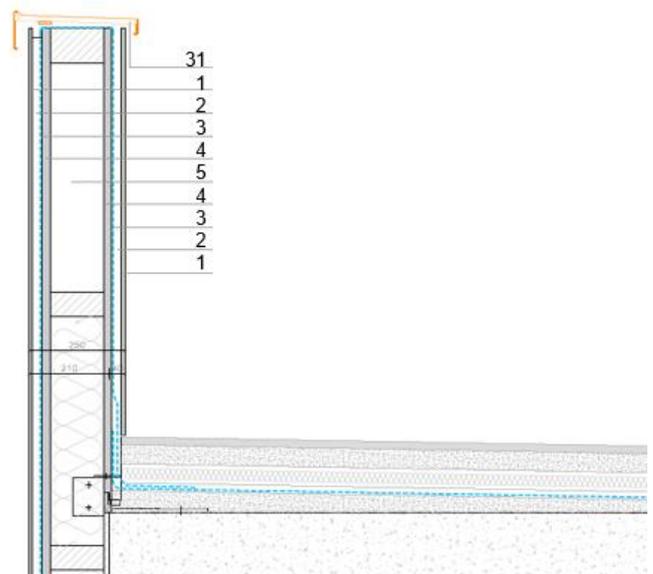


Figura 5.9: Coronación.

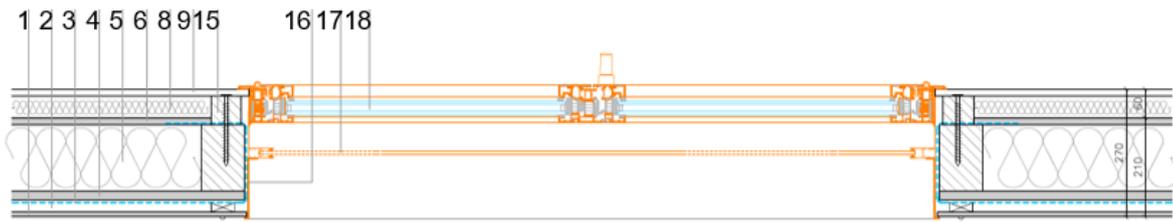


Figura 5.10: Jamba.

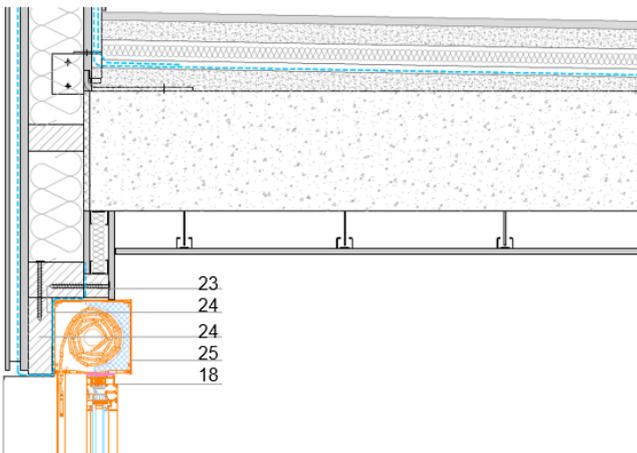


Figura 5.11: Dintel. Caja de persianas.

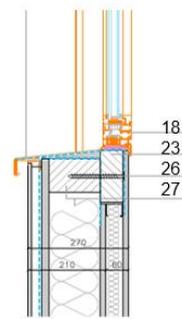


Figura 5.12: Alféizar.

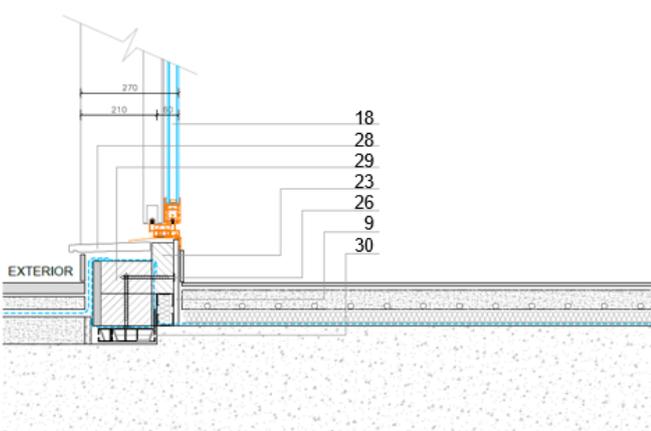


Figura 5.13: Arranque con carpintería.

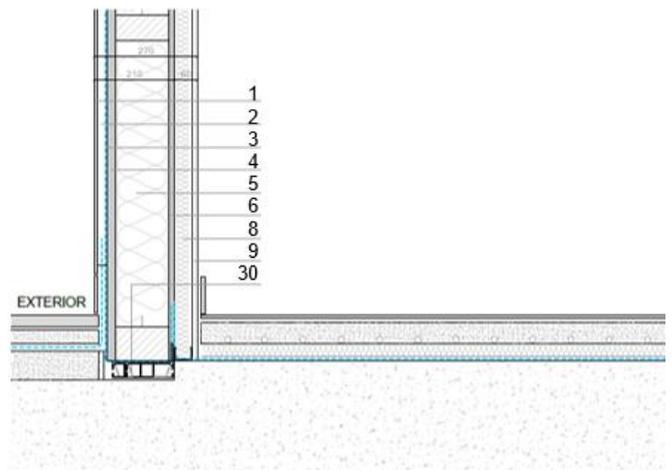


Figura 5.14: Arranque.

6. Criterios de ejecución

6.1. Instaladores y equipos para el montaje

El Sistema Lignum Tech debe ser instalado por personal con conocimiento específico sobre el montaje y ejecución del sistema y que justifiquen su cualificación y experiencia según se indica en el apartado 7.3.

El equipo de montaje debe contar con al menos cinco personas (un gruísta y cuatro operarios para el montaje, dos en la planta superior y dos en la planta inferior).

Los medios auxiliares y la maquinaria de obra deben cumplir las condiciones funcionales y de calidad establecidas en las normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial de estos equipos.

Lignum Tech SLU dispone de un registro de empresas y personal cualificado, y ofrece un servicio específico de acompañamiento en la obra.

6.2. Manipulación en obra. Condiciones de seguridad

Los componentes del sistema deben permanecer almacenados en obra tal como se indica en el apartado 3.4.

El transporte de los componentes del sistema, a excepción de los módulos prefabricados, hasta su lugar de instalación puede ser realizado desde el acopio en obra, a mano o con cualquier medio auxiliar de ayuda al transporte de material. Cuando las placas de cierre interior se deban mover manualmente, se deberán colocar en horizontal y de canto teniendo cuidado en no dañar los bordes y esquinas.

En general, en cualquier acción de manipulación de los materiales en la obra se debe evitar que se produzcan desperfectos en los mismos.

En el proceso de montaje y mantenimiento se deberá tener en cuenta la normativa vigente sobre prevención de riesgos laborales, así como prever que se incluya en el plan de seguridad y salud de la obra desarrollado al efecto.

6.3. Montaje del Sistema Lignum Tech

La instalación del Sistema Lignum Tech debe realizarse siguiendo las instrucciones que Lignum Tech SLU ha definido en su **Manual de puesta en obra del sistema de fachada ligera para obra nueva Lignum Tech**. La versión actualizada de este manual se encuentra a disposición del ITeC.

En la ejecución del sistema se deben utilizar únicamente los componentes específicos indicados en el capítulo 2.

Para completar el cerramiento de fachada ventilada que incluye el Sistema Lignum Tech, se deberá utilizar el sistema de revestimiento de fachada ventilada y

trasdosado autoportante interior definido en el proyecto y que cumpla con las especificaciones indicadas en el capítulo 4.

A continuación, se indican de forma general las fases (en orden cronológico) de las que consta el proceso de montaje del sistema:

1) **Verificaciones previas** a la puesta en obra.

Una vez se haya ejecutado la estructura del edificio (soporte del sistema) se deberá verificar, a partir de los planos aportados por la dirección facultativa, que la modulación y cálculo inicial de anclajes soporte de los módulos considerada en el proyecto es la adecuada para iniciar la puesta en obra del sistema.

Se recomienda una revisión in-situ de las medidas reales de la estructura para poder ajustar, si fuera necesario, las dimensiones finales de los módulos prefabricados y así evitar disposiciones incorrectas en el montaje.

Se deberá verificar la adecuada regularización del canto del forjado de modo que ofrezca la adecuada planeidad al bastidor del módulo prefabricado.

2) **Replanteo**. Debe realizarse antes del inicio de las operaciones de montaje dejando claramente identificada la posición de los perfiles de sacrificio para el arranque de los módulos, y la posición de los angulares de soporte de los módulos, de acuerdo con los planos de replanteo de cada planta.

3) **Instalación de los anclajes** del módulo al forjado de la estructura.

Los anclajes del módulo al forjado de la estructura deberán ser ejecutados según sea definido por el fabricante del anclaje teniendo en cuenta las particularidades del material de la estructura.

Por cada módulo se colocarán solo los angulares extremos, el resto se colocarán una vez se haya instalado el módulo prefabricado.

4) **Montaje del módulo prefabricado**.

Preferentemente, por facilidad organizativa entre la fábrica y la obra, los módulos prefabricados se instalarán por tipología morfológica, por tanto, una vez instalado el módulo de arranque, se seguirán instalando los módulos superiores hasta completar todas las plantas de la edificación. Sin embargo, son posibles otras opciones organizativas para el montaje.

La secuencia de montaje del módulo es la siguiente:

- Izado del módulo desde el peine de almacenamiento.
- Revisión visual y eliminación de posibles excesos o rebabas de materiales que puedan incluir en la planeidad del frente del forjado.
- Posicionamiento de los ganchos de fijación del módulo sobre los angulares del anclaje al

forjado (los dos angulares externos por módulo).

- Apoyo de los ganchos del módulo sobre los angulares extremos.
- Ajuste del posicionamiento e instalación del resto de los angulares en la posición de los ganchos intermedios del módulo.
- Instalación de las fijaciones entre módulos, primero las de conexión al módulo inferior y posteriormente las de conexión al módulo lateral.

5) Colocación del **aislamiento térmico**.

Se colocará el aislamiento térmico en las cavidades del módulo prefabricado y, cuando sea necesario, también en los espacios que puedan quedar entre el canto del forjado y el bastidor del módulo.

Es importante asegurar la correcta fijación del aislamiento para evitar su asentamiento o deformación con el tiempo.

6) Instalación de la **placa de cierre interior**.

Se instala la placa de cierre interior y su tratamiento de juntas según sea definido por el fabricante de la placa. También, cuando se requiera, se podría instalar una lámina flexible de control de vapor de agua (barrera de vapor) sobre la placa de cierre.

Es fundamental que las juntas de encuentro con el forjado, tanto de estas placas de cierre del Sistema Lignum Tech como las placas del trasdosado autoportante interior, queden completamente selladas utilizando productos sellantes resistentes al fuego para juntas lineales (véase el apartado 2.6).

7) **Verificaciones finales**.

Cuando específicamente se requiera, una vez se haya ejecutado el cerramiento de fachada por completo, incluida la carpintería exterior, se recomienda realizar una prueba o ensayo in situ de estanqueidad al menos sobre los encuentros con los huecos ya que son las partes más sensibles.

Como referencia se puede considerar utilizar la metodología de ensayo definida en la norma UNE-EN 13051, si bien otros métodos también pueden ser empleados.

6.4. **Puntos singulares**

En el capítulo 5 se aportan ejemplos para la ejecución de los puntos singulares del sistema constructivo.

Cuando el módulo prefabricado no lleve integrada la carpintería desde fábrica, se deberá prestar especial atención a la resolución del encuentro del módulo con la carpintería de modo que quede adecuadamente sellado contra la penetración de agua y aire.

7. Otros criterios

7.1. **Criterios de mantenimiento o conservación**

Al igual que cualquier otro sistema constructivo, el cerramiento de fachada que incluya el Sistema Lignum Tech debe ser objeto de inspecciones periódicas de mantenimiento y conservación.

Para realizar estas revisiones se deben tener en cuenta las operaciones y periodos de inspección indicados en la tabla 6.1 de la sección HS1 del DB HS para fachadas.

Estas operaciones de inspección deberán tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos particulares:

- Respecto al cerramiento en su conjunto se deberá observar:
 - Las posibles pérdidas de planeidad y aplomados. Comprobación del estado de desplomes u otras deformaciones.
 - Penetración de agua en las juntas de los encuentros de elementos constructivos como ventanas, vierteaguas, alféizares de ventana, rodapiés, petos de coronación o en general aquellos encuentros susceptibles de deterioro con el paso del tiempo.
- Respecto al revestimiento exterior:
 - Se deberá observar, principalmente, la aparición de cualquier deterioro como pérdida de material, aparición de fisuras, alabeos o roturas, desconchados, etc.
 - Para la limpieza y mantenimiento de la fachada se seguirán las recomendaciones del fabricante del revestimiento exterior.
- Respecto al trasdosado autoportante interior:
 - Se deberán observar puntos de aparición de humedad en el trasdosado autoportante interior. Algunas de estas humedades pueden deberse a la pérdida de aislamiento debido a su asentamiento o movimiento dentro de las cavidades del módulo prefabricado o de la subestructura del trasdosado.
 - Se deberá observar cualquier otro punto de deterioro como pérdida de material, aparición de fisuras, alabeos o roturas, desconchados, etc.
- Cuando sea posible, respecto a los componentes metálicos del sistema, se deberán observar indicios de corrosión.

En caso de observar alguno de estos desperfectos o cualquier otro tipo de lesión, se deberá valorar el grado de importancia de la misma y, si se considera oportuno, proceder a su reparación. Como cualquier operación de mantenimiento de los edificios, estas operaciones

deben ser consideradas por la propiedad y llevadas a cabo por técnicos cualificados.

Estéticamente debe tenerse en cuenta el normal ensuciamiento de la fachada que varía de una zona a otra o dependiendo de los ambientes urbanos, industriales o rurales.

En el caso de reparaciones en interior, se puede recurrir a empresas dedicadas a la colocación de sistemas de trasdosados.

7.2. Medidas para la protección del medio ambiente

Deberá optimizarse el consumo de material de los distintos componentes con objeto de evitar sobrantes y minimizar los residuos. Deberán seguirse las indicaciones de la hoja de seguridad de los componentes de las placas de cierre interior y su tratamiento de juntas.

7.2.1. Tratamiento de residuos

En virtud de la Decisión 2014/955/UE, que modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, y de conformidad con la Directiva 2008/98/CE, y de sus modificaciones, donde se establece la Lista Europea de Residuos (LER), es obligatorio que los productos tengan asignado un código LER que permita al usuario conocer el tipo de gestión de residuos que le corresponde. En la tabla 7.1 se indican los códigos LER declarados para los distintos componentes.

Los residuos generados durante la puesta en obra deberán ser gestionados según la legislación vigente por un gestor autorizado a tal efecto (véase el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición).

7.3. Condiciones exigibles a los instaladores del sistema

El sistema debe ser instalado por personal y/o empresas especializadas en su ejecución.

Para demostrar la especialización, el personal de las empresas instaladoras deberá ser autorizado por Lignum Tech SLU mediante la realización de la formación específica para la ejecución del sistema impartida por parte de los técnicos especializados de Lignum Tech SLU.

Asimismo, se recomienda que las empresas instaladoras estén certificadas en relación a su capacidad para la puesta en obra del sistema. Dicha certificación deberá ser emitida por un organismo autorizado al efecto e inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación (CTE), por ejemplo, la Declaración ApTO (Aptitud Técnica en Obra) que otorga el ITEC.

Componentes del sistema	Código LER	TR
• Montantes y travesaños de madera	170201	No especial
• Lámina para impermeabilización	170904	
• Anclajes y tornillos de acero	170405	
• Placa de madera-cemento	170802	
• Aislamiento térmico de lana mineral	170604	
• Placas de yeso laminado	170802	
• Cinta de juntas de PE	170203	
• Banda de EPDM	170203	
• Cinta en base acrílica	170203	Especial
• Pasta de juntas	080410	
Otros materiales/envases		
• Palés de madera	150103	No especial
• Cajas de cartón	150101	
• Sacos y envases compuestos	150105	

Tabla 7.1: Códigos LER declarados.

8. Referencias de utilización y visitas de obra

8.1. Referencias de utilización

El Sistema Lignum Tech se lleva ejecutando desde el año 2021.

Se han aportado como referencias de utilización la siguiente relación de obras:

- Edificio residencial plurifamiliar de nueva construcción, Valdebebas (Madrid) – 2400 m².

8.2. Visitas de obra

Se ha visitado la obra que incluye el Sistema Lignum Tech en fase de ejecución. Esta visita ha permitido contrastar la aplicabilidad de las instrucciones de puesta en obra con los medios humanos y materiales definidos por Lignum Tech SLU e identificar los aspectos que permitan evitar posibles patologías que puedan afectar al sistema ejecutado.

La obra seleccionada fue inspeccionada por personal del ITeC, dando lugar al Informe de visitas de obras recogido en el *Dossier Técnico del DAU*.

Los aspectos relevantes destacados en el transcurso de la realización de la visita de obra se han incorporado a los criterios de proyecto y ejecución indicados en el capítulo 6.

9. Evaluación de ensayos y cálculos

Se ha evaluado la adecuación al uso del Sistema Lignum Tech, en relación con el cumplimiento del *Procedimiento Particular de Evaluación* del DAU.

Este procedimiento ha sido elaborado por el ITeC considerando la reglamentación española de construcción aplicable en cada caso:

- en edificación se consideran las exigencias básicas que establece el CTE para cada uno de los requisitos básicos,
- en otros ámbitos de la construcción se considera la reglamentación específica de aplicación,

así como otros requisitos adicionales relacionados con la durabilidad y las condiciones de servicio del sistema.

Los ensayos que forman parte de esta evaluación han sido realizados en los laboratorios de LGAI (Applus), sobre muestras de componentes controlados procedentes de la planta de producción que Lignum Tech SLU de Cuenca.

Los cálculos mecánicos, térmicos y de riego de condensaciones que forman parte de las evidencias para esta evaluación han sido realizados por técnicos cualificados contratados por Lignum Tech SLU.

Todos los informes de ensayo y de cálculos, así como el informe de toma de muestras, quedan recogidos en el *Dossier Técnico del DAU*.

En los siguientes apartados se presentan las evidencias consideradas para la evaluación del Sistema Lignum Tech.

9.1. Reacción al fuego

La reacción al fuego del Sistema Lignum Tech, excluyendo el sistema de revestimiento exterior y el trasdosado autoportante interior, se ha clasificado según la norma UNE-EN 13501-1 (tal como establece el Real Decreto 842/2013) considerando la reacción al fuego de los distintos componentes principales que intervienen en el sistema y sobre la base de las correspondientes declaraciones de prestaciones para el marcado CE (véase el capítulo 2).

En la tabla 9.1 se resume la clase de reacción al fuego de los diferentes componentes del Sistema Lignum Tech.

Sin embargo, la clasificación final de reacción al fuego del cerramiento de fachada ventilada que incluya al Sistema Lignum Tech dependerá de los materiales que se utilicen para el revestimiento exterior de fachada ventilada y para el trasdosado autoportante interior (véanse los apartados 4.1.3 y 4.1.4).

9.2. Resistencia al fuego

Según se establece en el Real Decreto 842/2013 y sus modificaciones, el sistema se ha clasificado conforme a la norma UNE-EN 13501-2 sobre la base de los resultados del ensayo realizado según la norma UNE-EN 1364-4 y su correspondiente informe de clasificación (informes 21-25451-1555 y 21-25451-1555-1).

La configuración de la probeta de ensayo y resultados se indican en la tabla 9.2.

La resistencia al fuego del Sistema Lignum Tech, tanto en franja de fachada como en paso de forjados, es:

- El 90 (o \rightarrow i).
- E 90 (o \leftrightarrow i).

Esta clasificación de resistencia al fuego es aplicable a otras configuraciones constructivas del Sistema Lignum Tech siempre que se cumplan las condiciones indicadas en el apartado 4.3.2.

9.3. Ensayo de estanqueidad al agua de lluvia

Se ha realizado el ensayo de resistencia al agua de lluvia de muros exteriores bajo impulsos de presión de aire según la norma UNE-EN 12155 (informe 22-32300321) en combinación con el ensayo de permeabilidad al aire y resistencia al viento (véanse los apartados 9.5 y 9.6), según la secuencia indicada en los documentos de referencia a nivel europeo.

Los resultados de los ensayos se indican en la tabla 9.3.

9.4. Cálculos de comprobación de condensaciones

Se han aportado cálculos de comprobación de la limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en las partes opacas del cerramiento y en los puentes térmicos. El método de cálculo utilizado es el indicado en el DA DB-HE/2 del CTE.

Para la realización de los cálculos se han considerado los siguientes datos:

- Temperatura interior: 20 °C, según se establece en el apartado 2.2.1 del DA DB-HE/2.
- Humedad relativa del ambiente interior: 55% para clase de higrometría CH3 según se establece en el apartado 2.2.2 del DA DB-HE/2.
- Temperatura exterior y humedad relativa exterior: los valores medios de Madrid: 6,2 °C y 71% HR y Burgos: 2,6 °C y 86% HR, según la tabla C.1 del apéndice C del DA DB-HE/2 y la tabla a-anejo B del anejo B de la sección HE1 del DB-HE del CTE.
- Las características higrotérmicas de las distintas capas de materiales indicadas en el capítulo 2 y 3.

Se han llevado a cabo cálculos de distintas variantes de cerramiento completo en función de la posición de la

barrera de vapor en el trasdosado autoportante interior. Para el caso de Madrid, las variantes analizadas han sido las siguientes:

- barrera de vapor colocada entre la placa de cierre interior del sistema y el trasdosado,
- barrera de vapor colocada entre el aislamiento térmico y las dos placas PYL del trasdosado,
- barrera de vapor colocada entre las dos placas PYL del trasdosado.

Y, en caso de Burgos, las variantes han sido las siguientes dos:

- barrera de vapor colocada entre el bastidor de madera y la placa de cierre interior,
- sin barrera de vapor.

La composición del cerramiento completo de fachada es la misma que la utilizada para los cálculos de comprobación de los valores térmicos (véase la tabla 9.9).

Los resultados obtenidos confirman que, en las condiciones indicadas, siempre y cuando se disponga de una barrera de vapor, no se produce riesgo de condensaciones superficiales o intersticiales. En caso de no disponerse de una barrera de vapor, el cerramiento completo de fachada presentará condensación intersticial en la cara interior de la placa de cierre exterior del módulo prefabricado.

La evidencia de cálculos aportada ha sido utilizada para confirmar la capacidad de Lignum Tech SLU para la realización de estas comprobaciones según las especificaciones indicadas en el apartado 4.4.2.

9.5. Ensayos de permeabilidad al aire

Se ha realizado el ensayo de permeabilidad al aire según la norma UNE-EN 12153 (informe 22-32300321) en combinación con el ensayo de estanqueidad al agua y resistencia al viento (véanse los apartados 9.3 y 9.6), según la secuencia indicada en los documentos de referencia a nivel europeo.

Los resultados de los ensayos se indican en la tabla 9.4.

A partir de los resultados obtenidos se ha establecido la clase de permeabilidad al aire según la norma UNE-EN 12152 (véase el apartado 4.4.3).

9.6. Ensayo de resistencia al viento

Se ha realizado el ensayo de resistencia al viento según la norma UNE-EN 12179 (informe 22-32300321) en combinación con el ensayo de estanqueidad al agua y estanqueidad al aire (véanse los apartados 9.3 y 9.5), según la secuencia indicada en los documentos de referencia a nivel europeo.

Los resultados obtenidos son los indicados en la tabla 9.5.

Los resultados de este ensayo confirman los valores límites de fuerza estática de viento obtenidos a partir de las comprobaciones realizadas mediante cálculo del Sistema Lignum Tech (véase el apartado 9.11).

9.7. Ensayos de resistencia frente a impactos por el exterior

Se han realizado ensayos de impacto por el exterior según el método indicado en los documentos de referencia a nivel europeo (informe 21-32308250).

Los impactos de cuerpo duro y cuerpo blando se han realizado sobre el revestimiento exterior de fachada ventilada del módulo prefabricado. Los resultados obtenidos son los indicados en la tabla 9.6.

A partir de los resultados de estos ensayos, se han establecido las especificaciones de resistencia frente a impactos por el exterior del Sistema Lignum Tech (véase el apartado 4.5.2).

9.8. Ensayos de atravesamiento del tornillo sobre la placa de cierre madera-cemento

Se han realizado los ensayos de resistencia al atravesamiento del tornillo sobre la placa de cierre exterior de madera-cemento según el método indicado en los documentos de referencia a nivel europeo (informe 21-32308250).

Los resultados obtenidos son los indicados en la tabla 9.7. Estos resultados se han utilizado para establecer los valores indicados en la tabla 2.3a.

9.9. Ensayos de aislamiento al ruido aéreo

Se ha realizado el ensayo de aislamiento acústico al ruido aéreo según la norma UNE-EN ISO 10140-2 y clasificación según la norma UNE-EN ISO 717-1 (informe 21-25451-1511).

Estos resultados pueden ser considerados como los valores de diseño para el sistema que tenga la misma composición de materiales del trasdosado autoportante y un ancho total no inferior al indicado y, por tanto, puede ser utilizado en el cálculo por la opción general indicada en el DB-HR del CTE.

Los resultados de los ensayos son los indicados en la tabla 9.8.

9.10. Cálculos de comprobación de los valores térmicos

Se han aportado cálculos de comprobación de los valores térmicos en las partes opacas del cerramiento. El método de cálculo utilizado es a partir del cálculo por elementos finitos ya que no se cumple la condición para poder aplicar el método simplificado indicado en el apartado 3 del DA DB-HE/1 del CTE.

Para la realización de los cálculos se han considerado los siguientes datos:

- Las características térmicas y geométricas de las distintas capas de materiales indicadas en el capítulo 2 y 3.
- Cámara de aire
- Temperatura del lado caliente (interior): 20 °C.
- Temperatura del lado frío (exterior): 0 °C.

Los resultados obtenidos se indican en la tabla 9.9.

La evidencia de cálculos aportada ha sido utilizada para confirmar la capacidad de Lignum Tech SLU para la realización de estas comprobaciones según las especificaciones indicadas en el apartado 4.7.1.

9.11. Cálculos de comprobación de la resistencia y estabilidad estructural

Se han aportado cálculos de comprobación de la resistencia y estabilidad estructural del bastidor principal y de los elementos de fijación del módulo prefabricado.

Las comprobaciones se han realizado bajo las siguientes condiciones:

- Dimensiones del módulo 8,50 m x 3,35 m (longitud x altura).
- Bastidor principal formado por los elementos de madera estructural indicados en la tabla 2.2b.
- Separación máxima entre ejes de los montantes del bastidor principal 627,5 mm.
- Se considera que el empalme de cada testero y durmiente del marco perimetral del bastidor principal se encuentra en la zona de momento flector nulo.
- Los puntos de anclaje del módulo prefabricados se posicionan en los montantes interiores extremos y cada dos montantes interiores intermedios. La distancia máxima entre elementos de fijación es 1,25 m.
- La acción permanente considerada es el peso propio de los distintos componentes del módulo, se considera una carga de 1,0 kN/m² más el peso propio del bastidor principal de madera.
- Se considera una sobrecarga de uso correspondiente a una carga lineal horizontal de 1,0 kN/m aplicada a 1,2 m de altura según se indica en el apartado 3.2 del DB SE-AE y Eurocódigo 1, parte 1-1.
- La acción variable considerada es la acción del viento; se considera una acción de presión de valor 1,61 kN/m².
- Se considera un valor límite de flecha activa (integridad) de L/400 según el apartado 4.3.3 del DB-SE del CTE y Eurocódigo 5, parte 1-1 (UNE-EN 1995-1-1).

A partir de las condiciones indicadas anteriormente se ha realizado la comprobación estructural verificando el cumplimiento mediante el método de los estados límite

últimos y de servicio utilizando coeficientes parciales de seguridad, combinación de acciones y coeficientes de mayoración de acciones definidos en el DB SE del CTE y Anejo Nacional del Eurocódigo 5, parte 1-1.

Para el cálculo del bastidor principal de madera se ha considerado el DB SE-M del CTE y el Eurocódigo 5 parte 1-1.

Las comprobaciones realizadas en combinación de acciones son:

- Flexotracción de los montantes del bastidor principal en combinación de acciones.

- Flexión biaxial o esviada de los testeros del bastidor principal en combinación de acciones.
- Resistencia de las uniones del bastidor principal en combinación de acciones y en situación de esfuerzos por izado.
- Resistencia de los elementos de fijación del módulo prefabricado al forjado soporte.

Componentes (*)	Clasificación
Lámina para impermeabilización	B-s1,d0 (**)
Placa de cierre exterior	B-s1,d0
Elementos de madera (densidad mínima 350 kg/m ³ y grosor mínimo 22 mm)	D-s2,d0
Aislamiento térmico de lana mineral de roca	A1
Placa de cierre interior	A2-s1,d0
Elementos de fijación	A1

(*) Componentes definidos en el capítulo 2.

(**) Cuando el sustrato soporte (placa de cierre exterior) es clase B-s1,d0 o superior.

Tabla 9.1: Clasificación de la reacción al fuego de los componentes del Sistema Lignum Tech.

Sistema	Probeta (*)	Clasificación de resistencia al fuego
Sistema Lignum Tech en franja de fachada y paso de forjados	Lignum Tech + trasdosado autoportante	EI 90 (o → i) E 90 (o ↔ i)

(*) Módulo prefabricado compuesto por un bastidor principal de madera de 140 mm mecánicamente más desfavorable con aislante térmico de lana mineral de roca de 80 mm de espesor y densidad 70 kg/m³ en su cavidad interior en contacto con la placa de cierre exterior de maderacemento de 20 mm de espesor y 1350 kg/m³ de densidad y lámina para impermeabilización, placa de cierre interior (PYL Tipo F) de 15 mm de espesor. Trasdoso autoportante, subestructura de acero galvanizado con montantes de 48 mm de ancho, lana mineral de vidrio de 50 mm de espesor, placa de yeso laminado (PYL Tipo A) estándar de 15 mm de espesor, tornillería Ø3,5 mm x 55 mm. Tratamiento de juntas de todas las placas de interior y sellante intumescente en el perímetro de la subestructura del trasdosado y en los encuentros del módulo prefabricado con la losa que simula el forjado.

Tabla 9.2: Ensayo de resistencia al fuego del sistema Lignum Tech.

Probeta (*)	Secuencia de ensayo	Nivel de presión	Observaciones
Lignum Tech sin aislamiento ni placa de cierre interior + revestimiento exterior de fachada ventilada.	Después del primer ensayo de permeabilidad al aire y antes del primer ensayo de resistencia al viento.	750 Pa	Sin penetración de agua (*)
	Después del segundo ensayo de permeabilidad al aire y antes del segundo ensayo de resistencia al viento.		

(*) Módulo prefabricado del Sistema Lignum Tech de 2780 mm x 2350 mm mecánicamente más desfavorable, sin incluir el aislamiento térmico ni las placas de cierre interior. Revestimiento exterior de placas de fibrocemento con juntas abiertas entre placas. El porcentaje de juntas abiertas del revestimiento respecto a la dimensión de la probeta es 6,2%.

(**) El ensayo se detuvo a esta presión sin penetración de agua según la definición indicada en la norma UNE-EN 12155.

Tabla 9.3: Resultados de los ensayos de estanqueidad al agua.

Probeta (*)	Secuencia de ensayo	Presión (Pa)		Permeabilidad al aire medida (m³/h)		Permeabilidad al aire por superficie (m³/m²·h)		Permeabilidad al aire por longitud de junta (m³/m·h)	
		positiva	negativa	positiva	negativa	positiva	negativa	positiva	negativa
Lignum Tech sin aislamiento ni placa de cierre interior + revestimiento exterior de fachada ventilada.	Antes del primer ensayo de estanqueidad al agua y de resistencia al viento	50	- 50	1,21	1,16	0,19	0,18	0,06	0,06
		100	- 100	1,87	2,01	0,29	0,31	0,09	0,10
		150	- 150	2,60	2,73	0,40	0,42	0,13	0,13
		200	- 200	3,14	3,32	0,48	0,51	0,15	0,16
		250	- 250	3,64	3,77	0,56	0,58	0,18	0,18
		300	- 300	4,12	4,25	0,63	0,65	0,20	0,21
		450	- 450	5,07	5,25	0,78	0,80	0,25	0,26
		600	- 600	6,81	7,03	1,04	1,07	0,33	0,34
	750	- 750	8,85	8,96	1,35	1,37	0,43	0,44	
	Antes del segundo ensayo de estanqueidad al agua y de resistencia al viento	50	- 50	1,02	0,81	0,16	0,12	0,05	0,04
		100	- 100	1,59	1,31	0,24	0,20	0,08	0,06
		150	- 150	2,06	1,57	0,31	0,24	0,10	0,08
		200	- 200	2,49	1,95	0,38	0,30	0,12	0,09
		250	- 250	2,93	2,01	0,45	0,31	0,14	0,10
		300	- 300	3,39	2,40	0,52	0,37	0,16	0,12
		450	- 450	4,26	2,72	0,65	0,42	0,21	0,13
600		- 600	5,43	3,10	0,83	0,47	0,26	0,15	
750	- 750	7,26	3,82	1,11	0,58	0,35	0,19		

(*) Misma probeta que la definida en la tabla 9.3.

Tabla 9.4: Resultados de los ensayos de permeabilidad al aire del sistema.

Probeta (*)	Ensayo	Diseño			Incrementado (factor = 1,5)	Máximo
		Presión Q (Pa)	Desplazamiento en carga (mm)	Desplazamiento después de recuperación sin carga (mm)	Presión Q (Pa)	Presión Q (Pa)
Lignum Tech sin aislamiento ni placa de cierre interior + revestimiento exterior de fachada ventilada.	Succión de viento	1600(**)	3,5 (**)	0,2 (**)	2400	4000 Pa (sin fallo)

(*) Misma probeta que la definida en la tabla 9.3.

(**) Desplazamiento medido en el punto medio entre dos montantes.

Tabla 9.5: Resultados del ensayo de resistencia frente a acciones de succión de viento.

Probeta	Ensayo	Masa (kg)	Energía de impacto (J)	Número de impactos	Resultados
Lignum Tech: zona de paneles de fachada ventilada de 8 mm de espesor	Cuerpo duro (*)	0,5	1	3	No deterioro / No fisuras / No se marca la huella
		0,5	3	3	No deterioro / No fisuras / No se marca la huella
		1,0	10	3	No deterioro / No fisuras / No se marca la huella
Lignum Tech: zona de paneles de fachada ventilada de 12 mm de espesor	Cuerpo blando (**)	3,0	10	3	No deterioro / No fisuras / No se marca la huella
		3,0	60	3	No deterioro / No fisuras / No se marca la huella
		50,0	300	3	No deterioro / No fisuras / No se marca la huella
		50,0	400	3	No deterioro / No fisuras / No se marca la huella

(*) Bola de acero de diámetro 50 mm para la masa de 0,5 kg y diámetro 63 mm para la masa de 1,0 kg.

(**) Pelota de 100 mm de diámetro para la masa de 3,0 kg y saco de 400 mm de diámetro para la masa de 50 kg.

Tabla 9.6: Resultados del ensayo de resistencia frente a impacto por el exterior.

Tipo de unión	Tipo de ensayo	Posición (***)	Fuerza de rotura (kN)		
			F _{mu}	F _{cu} (*)	Modo de fallo
Panel de madera-cemento (AMROC) + Tornillo de Ø6 mm	Atravesamiento (pull-through)	Esquina (**)	4,88	4,22	Rotura de la placa
		Borde (**)	4,67	3,20	
		Centro	4,87	4,08	

(*) Valor característico (p = 95%) con nivel de confianza del 75%.

(**) Distancia del eje del tornillo al borde de la placa igual a 50 mm.

(***) Soporte de diámetro de 50 mm.

F_{mu} y F_{cu} = valor de la fuerza media y característica últimas, respectivamente.

Tabla 9.7: Resultados de los ensayos de resistencia de la unión placa exterior – bastidor principal.

Probeta (*)	Masa por unidad de superficie (kg/m ²)	Espesor total (mm)	Panel aislante	R _w (C;C _{tr}) (dB)	R _A (dBA)	R _{Atr} (dBA)
Lignum Tech + trasdosado autoportante	68,8	263	MW del módulo prefabricado (80 mm) + MW del trasdosado (50 mm)	59 (-3; -10)	56,6	48,9

(*) Probeta de ensayo 3810 mm x 2980 mm: Módulo prefabricado de 43,6 kg/m²; lámina para impermeabilización, placa de cierre exterior de madera-cemento de 20 mm de espesor y 1350 kg/m³ de densidad, bastidor principal de madera de 140 mm con lana mineral de roca de 80 mm de espesor y densidad 70 kg/m³ en su interior por el lado de la placa de cierre exterior, separación entre ejes de montantes intermedios 425 mm, y placa de cierre interior (PYL Tipo F) de 15 mm de espesor. Trasdoso autoportante de 25,2 kg/m²; subestructura de acero galvanizado con montantes de 48 mm de ancho, lana mineral de vidrio de 50 mm de espesor, placa de yeso laminado (PYL Tipo A) estándar de 15 mm de espesor, tornillería Ø3,5 mm x 55 mm. Sellador acrílico en el perímetro de la subestructura.

Tabla 9.8: Resultados de los ensayos de aislamiento a ruido aéreo.

Sistema analizado	Transmitancia térmica equivalente U _{eq} (W/m ² ·K) (**)	Transmitancia térmica del marco U _{marco} (W/m ² ·K)	Transmitancia térmica lineal, (W/m·K)		Factor f _{Rsi}
			Ψ _{ext}	Ψ _{int}	
Sección normal (*)	0,223	---	---	---	0,96 (i)

(*) La sección del cerramiento completo de fachada de 1345 mm x 3190 mm está compuesto por el módulo prefabricado con revestimiento exterior de fachada ventilada y trasdosado autoportante de hoja simple. La separación entre los ejes de los montantes y los travesaños intermedios es 627,5 mm y 746,3 mm respectivamente. Aislamiento de lana mineral de roca de 140 mm en las cavidades del bastidor y placa de cierre interior del módulo prefabricado PYL Tipo F de 15 mm. Trasdoso autoportante con lana mineral de vidrio de 50 mm, doble placa de yeso laminado (12,5 mm + 15 mm) y barrera de vapor entre las dos placas PYL.

(**) Valores de las zonas opacas. No se consideran los posibles huecos del cerramiento. Incluye las resistencias térmicas superficiales. Los valores de transmitancia térmica equivalente cumplen con los valores máximos indicados en la tabla 3.1.1a-HE1 de la sección HE1 del DB HE del CTE para las zonas climáticas indicadas. Los valores del factor de temperatura de la superficie interior (f_{Rsi}) cumplen con los valores mínimos indicados en la tabla 1 del documento de apoyo DA DB HE/2 para las zonas climáticas indicadas y clase de higrómetros 3. Siendo (i) los resultados correspondientes a la zona climática de Madrid. .

Tabla 9.9: Transmitancia térmica y factor de temperatura de la superficie interior del Sistema Lignum Tech.

10. Comisión de Expertos

Este DAU ha sido sometido a la consideración de una Comisión de Expertos, tal y como se indica en el *Reglamento del DAU* y en la Instrucción de trabajo para la elaboración del DAU.

La Comisión de Expertos ha estado constituida por representantes de distintos organismos e instituciones, que han sido seleccionados en función de sus conocimientos, independencia e imparcialidad para emitir una opinión técnica respecto al ámbito cubierto por este DAU.

La relación general de los expertos que han constituido las comisiones de expertos de los DAU puede ser consultada en la página web del ITeC, itec.es.

Los comentarios y observaciones realizados por los miembros de esta Comisión han sido incorporados al texto del presente DAU.

11. Documentos de referencia

- Código Técnico de la Edificación de 17 de marzo de 2006. Documentos Básicos del CTE: DB-SE (diciembre 2019), DB-SE-AE (abril 2009), DB-SI (diciembre 2019), DB-HS (junio 2022), DB-SUA (junio 2022), DB-HR (diciembre 2019) y DB-HE (junio 2022).
- DA DB HE/1. Enero 2020. Documento de apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.
- DA DB HE/2. Octubre 2013. Documento de apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía. Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos.
- Decisión 2000/532/CE, de 3 de mayo, que sustituye a la Decisión 94/3/CE y a la Decisión 94/904/CE en la que se establecen una lista de residuos de conformidad y residuos peligrosos respectivamente.
- EAD 130118-01-0603. Tornillos y varillas roscadas para estructuras de madera.
- EAD 330008-03-0601. Perfiles empotrados de anclaje.
- EAD 330232-01-0601. Fijaciones mecánicas para uso en hormigón.
- ETA 07/0249. Halfen Wedge Anchor HB-BZ and HB-BZ-IG.
- ETA 09/0339. Halfen anchor channel HTA.
- ETA 11/0030. Rotho Blaas Self-tapping screws and threaded rods.
- RD 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- RD 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- UNE-EN 10263-4. Barras, alambón y alambre para deformación y extrusión en frío. Parte 4: Condiciones técnicas de suministro de los aceros para temple y revenido.
- UNE-EN 10269. Aceros y aleaciones de níquel para elementos de fijación para aplicaciones a baja y/o elevada temperatura.
- UNE-EN 12152. Fachadas ligeras. Permeabilidad al aire. Requisitos de funcionamiento y clasificación.

- UNE-EN 12153. Fachadas ligeras. Permeabilidad al aire. Método de ensayo.
- UNE-EN 12155. Fachadas ligeras. Estanquidad al agua. Ensayo de laboratorio bajo presión estática.
- UNE-EN 12179. Fachadas ligeras. Resistencia a la carga de viento. Método de ensayo.
- UNE-EN 12311-1. Láminas flexibles para impermeabilización. Parte 1: Láminas bituminosas para la impermeabilización de cubiertas. Determinación de las propiedades de tracción.
- UNE-EN 1297. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas bituminosas, plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas. Método de envejecimiento artificial por exposición prolongada a la combinación de radiación UV, temperatura elevada y agua.
- UNE-EN 13051. Fachadas ligeras. Estanquidad al agua. Ensayo "in-situ".
- UNE-EN 13162. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral.
- UNE-EN 13501-1. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.
- UNE-EN 13501-2. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 2: Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación.
- UNE-EN 1364-4. Ensayos de resistencia al fuego de elementos no portantes. Parte 4: Fachadas ligeras. Configuración parcial.
- UNE-EN 13823. Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Productos de construcción excluyendo revestimientos de suelos expuestos al ataque térmico provocado por un único objeto ardiendo.
- UNE-EN 13830. Fachadas ligeras. Norma de producto.
- UNE-EN 13859-2. Láminas flexibles para impermeabilización. Definiciones y características de las láminas auxiliares. Parte 2: Láminas auxiliares para muros.
- UNE-EN 13963. Material para juntas para placas de yeso. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.
- UNE-EN 13986. Tableros derivados de la madera para utilización en la construcción. Características, evaluación de la conformidad y marcado.
- UNE-EN 14081-1. Estructuras de madera. Madera estructural con sección transversal rectangular clasificada por su resistencia. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 14566. Elementos de fijación mecánica para sistemas de placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.
- UNE-EN 14592. Estructuras de madera. Elementos de fijación tipo clavija. Requisitos.
- UNE-EN 1602. Productos aislantes térmicos para la edificación. Determinación de la densidad aparente.
- UNE-EN 1849-2. Láminas flexibles para impermeabilización. Determinación del espesor y de la masa por unidad de superficie. Parte 2: Láminas plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas.
- UNE-EN 1912. Madera estructural. Clases resistentes. Asignación de calidades visuales y especies.
- UNE-EN 1928. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas bituminosas, plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas. Determinación de la estanquidad al agua.
- UNE-EN 1931. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas bituminosas, plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas. Determinación de las propiedades de transmisión del vapor de agua.
- UNE-EN 1991-1-1. Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-1. Acciones generales. Pesos específicos, pesos propios, y sobrecargas de uso en edificios.
- UNE-EN 1995-1-1. Eurocódigo 5. Proyecto de estructuras de madera. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.
- UNE-EN 1995-1-2. Eurocódigo 5: Proyecto de estructuras de madera. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego.
- UNE-EN 310. Tableros derivados de la madera. Determinación del módulo de elasticidad en flexión y de la resistencia a la flexión.
- UNE-EN 317. Tableros de partículas y tableros de fibras. Determinación de la hinchazón en espesor después de inmersión en agua.

- UNE-EN 319. Tableros de partículas y tableros de fibras. Determinación de la resistencia a la tracción perpendicular a las caras del tablero
- UNE-EN 321. Tableros derivados de la madera. Determinación de la resistencia a la humedad bajo condiciones de ensayo cíclicas.
- UNE-EN 323. Tableros derivados de la madera. Determinación de la densidad.
- UNE-EN 336. Madera estructural. Medidas y tolerancias.
- UNE-EN 338. Madera estructural. Clases resistentes.
- UNE-EN 350-2. Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 2: guía de la durabilidad natural y de la impregnabilidad de especies de madera seleccionadas por su importancia en Europa. (Anulada por UNE-EN 350).
- UNE-EN 460. Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Guía de especificaciones de durabilidad natural de la madera para su utilización según las clases de riesgo.
- UNE-EN 520. Placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.
- UNE-EN 634-2. Tableros de partículas aglomeradas con cemento. Especificaciones. Parte 2: Especificaciones para los tableros de partículas aglomeradas con cemento portland ordinario para su utilización en ambiente seco, húmedo y exterior.
- UNE-EN 823. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación del espesor.
- UNE-EN ISO 10140-2. Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 2: Medición del aislamiento acústico al ruido aéreo.
- UNE-EN ISO 10211. Puentes térmicos en edificación. Flujos de calor y temperaturas superficiales. Cálculos detallados. (ISO 10211:2007)
- UNE-EN ISO 10456. Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrótérmicas. Valores tabulados de diseño y procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño. (ISO 10456:2007).
- UNE-EN ISO 13786. Prestaciones térmicas de componentes para edificación. Características térmicas dinámicas. Métodos de cálculo. (ISO 13786: 2017).
- UNE-EN ISO 16120-1. Alambroón de acero no aleado para la fabricación de alambre. Parte 1: Requisitos generales. (ISO 16120-1:2017).
- UNE-EN ISO 4014. Pernos de cabeza hexagonal. Productos de clases A y B. (ISO 4014:2011).
- UNE-EN ISO 4016. Pernos de cabeza hexagonal. Productos de clase C. (ISO 4016:2011).
- UNE-EN ISO 4017. Elementos de fijación. Tornillos de cabeza hexagonal. Productos de clases A y B. (ISO 4017:2014).
- UNE-EN ISO 4032. Tuercas hexagonales normales, tipo 1. Productos de clases A y B. (ISO 4032:2012).
- UNE-EN ISO 683-1. Aceros para tratamiento térmico, aceros aleados y aceros de fácil mecanización. Parte 1: Aceros no aleados para temple y revenido. (ISO 683-1:2016).
- UNE-EN ISO 7089. Arandelas planas. Serie normal. Producto de clase A. (ISO 7089:2000).
- UNE-EN ISO 717-1. Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.

12. Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 22/132 siguiendo los criterios definidos en el *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU*, elaborado por el ITeC:

- resultados de los ensayos y cálculos,
- información obtenida en la visita de obra,
- control de producción en fábrica,
- instrucciones del montaje y ejecución del sistema,
- criterios de proyecto y ejecución del sistema,

y teniendo en cuenta la metodología prescrita por el *Reglamento del DAU*, la autorización y registro del ITeC para la concesión del DAU* y lo indicado en el apartado 5.2 del artículo 5 del *Código Técnico de la Edificación*, relativo a la evaluación de productos y sistemas constructivos innovadores, se considera que el ITeC

tiene evidencias para declarar que el Sistema Lignum Tech de Lignum Tech SLU compuesto por el módulo prefabricado y los otros componentes definidos en el capítulo 2, y ejecutado de acuerdo con las instrucciones y criterios que constan en este DAU, es adecuado para la construcción de:

- Hoja principal de cerramiento de fachada ventilada. puesto que da respuesta a los requisitos reglamentarios relevantes en materia de resistencia mecánica y estabilidad, protección contra incendios, aislamiento acústico y térmico, seguridad de uso, salud e higiene, así como los requisitos de durabilidad y servicio.

En consecuencia, y una vez sometido este documento a la consideración de la Comisión de Expertos y recogidos los comentarios realizados por la Comisión, el ITeC otorga el DAU al Sistema Lignum Tech de Lignum Tech SLU.

La validez del DAU queda sujeta a las acciones y condiciones de seguimiento que se especifican en el capítulo 13 y a las condiciones de uso del capítulo 14.

(*) El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU (BOE 94, 19 abril 2002) para productos de construcción (edificación e ingeniería civil) y está inscrito en el Registro General del CTE: <https://www.codigotecnico.org/RegistroCTE/OrganismosAutorizados.html>.

DAU 22/132
Documento
de adecuación al uso



El Director Técnico del ITeC



13. Seguimiento del DAU

El presente DAU queda sujeto a las acciones de seguimiento que periódicamente lleva a cabo el ITeC, de acuerdo con lo establecido en el *Reglamento del DAU*. El objeto de este seguimiento es comprobar que las características del producto y del sistema constructivo, así como las condiciones de puesta en obra y de fabricación, siguen siendo válidas para los usos a los que el sistema está destinado.

En caso de que existan cambios relevantes que afecten a la validez del DAU, éstos darán lugar a una nueva edición del DAU que anulará a la anterior (esta nueva edición tomará el mismo código del DAU que anula y una nueva letra de edición).

Cuando las modificaciones sean menores y no afecten a la validez del DAU, éstas se recogerán en una lista de modificaciones, que se incorporará como capítulo 15 del DAU; además, dichas modificaciones se incorporarán al texto del DAU.

El usuario del DAU debe consultar siempre la versión informática del DAU disponible en formato pdf en la página web del ITeC itec.es, para así cerciorarse de las posibles revisiones del mismo que hayan podido ocurrir durante su vigencia. Este documento es también accesible a través del código QR que consta en el sello del DAU.

14. Condiciones de uso del DAU

La concesión del DAU no supone que el ITeC sea responsable de:

- La posible presencia o ausencia de patentes, propiedad intelectual o derechos similares existentes en el producto objeto del DAU o en otros productos, ni de derechos que afecten a terceras partes o al cumplimiento de obligaciones hacia estas terceras partes.
- El derecho del titular del DAU para fabricar, distribuir, instalar o mantener el producto objeto de DAU.
- Las obras reales o partidas individuales en que se instale, se use y se mantenga el producto; tampoco es responsable de su naturaleza, diseño o ejecución.

Asimismo, el DAU nunca podrá interpretarse como una garantía, compromiso o responsabilidad del ITeC respecto a la viabilidad comercial, patentabilidad, registrabilidad o novedad de los resultados derivados de la elaboración del DAU. Es, pues, responsabilidad del titular del DAU la comprobación de la viabilidad, patentabilidad y registrabilidad del producto.

La evaluación del DAU no supone la conformidad del producto con los requisitos previstos por la normativa de seguridad y salud o de prevención de riesgos laborales, en relación con la fabricación, distribución, instalación, uso y mantenimiento del producto. Por lo tanto, el ITeC no se responsabiliza de las pérdidas o daños personales que puedan producirse debido a un incumplimiento de requisitos propios del citado marco normativo.

15. Lista de modificaciones de la presente edición

La versión informática del DAU recoge, si las hubiera, las actualizaciones, modificaciones y correcciones de la edición A del DAU 22/132, indicando para cada una de ellas su fecha de incorporación a la misma, de acuerdo con el formato de la tabla siguiente. Los cambios recogidos en la tabla se incorporan también al texto del DAU, que se encuentra disponible en la página web del Instituto, itec.es.

El usuario del DAU debe consultar siempre esta versión informática del DAU para así cerciorarse de las posibles revisiones del mismo que hayan podido ocurrir durante su vigencia.

Número	Página y capítulo	Donde decía...	Dice...
--------	-------------------	----------------	---------



**Institut de
Tecnologia de la Construcció
de Catalunya**

Wellington 19
ES08018 Barcelona
T +34 933 09 34 04
qualprod@itec.cat
itec.es

