

DAU

20/120 A

Documento de adecuación al USO

Denominación comercial

**Thermochip.
Paneles SATE y
WALL**

Tipo genérico y uso

Cerramiento de fachadas de doble hoja con paneles multicapa compuestos por tableros de fibrocemento, planchas de XPS y tableros de fibroyeso.

Titular del DAU

THERMOCHIP S.L.U

A Medua S/N
ES-32330 Sobrado de Valdeorras (Ourense)
Tel. 900 35 17 13
www.thermochip.com

Planta de producción

A Medua S/N
ES-32330 Sobrado de Valdeorras (Ourense)

Edición vigente y fecha

A 22.12.2020

Validez (condicionada a seguimiento anual [*])

Desde: 22.12.2020
Hasta: 21.12.2025

[*] La validez del DAU 20/120 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 50 páginas.
Queda prohibida su reproducción parcial.

El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU ([BOE 94, 19 abril 2002](http://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 | 22.12.2020 | Creación del documento. |

Índice

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Descripción del sistema y usos previstos | 5 |
| 1.1. | Definición del sistema constructivo | 5 |
| 1.2. | Usos previstos | 6 |
| 1.3. | Limitaciones de uso | 7 |
| 2. | Componentes del sistema | 8 |
| 2.1. | Panel SATE | 8 |
| 2.2. | Panel WALL | 8 |
| 2.3. | Núcleo de poliestireno extruido (XPS) | 8 |
| 2.4. | Tablero de fibroyeso | 9 |
| 2.5. | Tablero de fibrocemento | 9 |
| 2.6. | Placa de yeso laminado reforzado con fibra de vidrio | 10 |
| 2.7. | Fijaciones | 10 |
| 2.7.1. | Tornillos para estructura de madera o acero conformado en frío de bajo espesor ($\leq 2,0$ mm) | 11 |
| 2.7.2. | Tornillos para estructura de acero laminado | 12 |
| 2.7.3. | Tornillos para placa de yeso laminado | 13 |
| 2.8. | Cinta autoadhesiva | 13 |
| 3. | Fabricación, control de producción, almacenamiento, transporte y recepción en obra | 14 |
| 3.1. | Fabricación | 14 |
| 3.1.1. | Materias primas | 14 |
| 3.1.2. | Proceso de fabricación | 14 |
| 3.1.3. | Presentación del producto | 14 |
| 3.2. | Control de producción | 14 |
| 3.2.1. | Control de la materia prima | 14 |
| 3.2.2. | Control del proceso de fabricación | 14 |
| 3.2.3. | Control del producto final acabado | 15 |
| 3.3. | Almacenamiento | 15 |
| 3.4. | Transporte | 15 |
| 3.5. | Control de recepción en obra | 15 |
| 4. | Criterios de proyecto | 15 |
| 4.1. | Criterios de diseño | 15 |
| 4.1.1. | Dimensiones y modulación | 15 |
| 4.2. | Resistencia mecánica y estabilidad | 15 |
| 4.3. | Seguridad en caso de incendio | 15 |
| 4.3.1. | Reacción al fuego | 15 |
| 4.3.2. | Resistencia al fuego | 16 |
| 4.4. | Salubridad | 16 |
| 4.4.1. | Impermeabilidad al agua | 16 |
| 4.4.2. | Ocurrencia de condensaciones superficiales o intersticiales | 16 |
| 4.5. | Seguridad de utilización | 17 |
| 4.5.1. | Resistencia mecánica frente a cargas positivas | 17 |
| 4.5.2. | Resistencia mecánica frente a cargas negativas | 17 |
| 4.5.3. | Agentes térmicos. Efecto térmico | 18 |
| 4.5.4. | Resistencia a impactos | 18 |
| 4.5.5. | Resistencia de las fijaciones | 18 |
| 4.6. | Protección frente al ruido | 19 |
| 4.6.1. | Aislamiento acústico a ruido aéreo | 19 |
| 4.7. | Ahorro de energía y aislamiento térmico | 20 |
| 4.7.1. | Resistencia y transmitancia térmica | 20 |
| 4.7.2. | Permeabilidad al aire | 21 |
| 4.7.3. | Inercia térmica | 21 |
| 4.8. | Aspectos de durabilidad y servicio | 21 |
| 4.8.1. | Ciclos de ensayo climático | 21 |
| 4.8.2. | Durabilidad frente a agentes biológicos | 21 |
| 5. | Detalles constructivos | 22 |
| 6. | Criterios de ejecución, de mantenimiento y conservación | 26 |

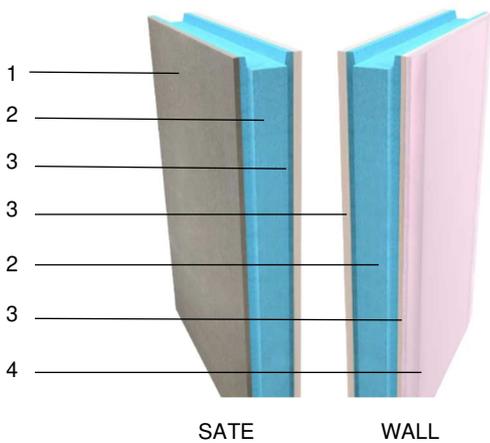
| | | |
|--------|--|----|
| 6.1. | Criterios de ejecución | 26 |
| 6.1.1. | Criterios generales de ejecución | 26 |
| 6.1.2. | Replanteo y colocación de paneles SATE y WALL | 26 |
| 6.1.3. | Ejecución de puntos singulares | 30 |
| 6.1.4. | Rozas y rebajes | 31 |
| 6.1.5. | Paso de instalaciones | 31 |
| 6.2. | Criterios de mantenimiento y reparación | 31 |
| 6.3. | Medidas para la protección del medio ambiente | 33 |
| 6.3.1. | Tratamiento de residuos | 33 |
| 6.3.2. | Condiciones exigibles a las empresas aplicadoras / colocadoras | 33 |
| 7. | Referencias de utilización y visitas de obra | 34 |
| 7.1. | Referencias de utilización | 34 |
| 7.2. | Visitas de obra | 34 |
| 8. | Evaluación de ensayos y cálculos | 34 |
| 8.1. | Ensayos de caracterización | 34 |
| 8.2. | Resistencia mecánica y estabilidad | 35 |
| 8.3. | Seguridad en caso de incendio | 35 |
| 8.3.1. | Reacción al fuego | 35 |
| 8.3.2. | Resistencia al fuego | 35 |
| 8.4. | Higiene, salud y medio ambiente | 36 |
| 8.4.1. | Permeabilidad al vapor de agua de los paneles | 36 |
| 8.5. | Seguridad de utilización | 37 |
| 8.5.1. | Resistencia mecánica | 37 |
| 8.5.2. | Resistencia a impactos | 41 |
| 8.5.3. | Resistencia de las fijaciones | 42 |
| 8.6. | Protección frente al ruido | 43 |
| 8.6.1. | Aislamiento acústico a ruido aéreo | 43 |
| 8.7. | Ahorro de energía y aislamiento térmico | 43 |
| 8.7.1. | Transmitancia térmica | 43 |
| 8.7.2. | Permeabilidad al aire | 44 |
| 8.7.3. | Inercia térmica | 44 |
| 8.8. | Aspectos de durabilidad y servicio | 44 |
| 8.8.1. | Ciclos de ensayo climático | 44 |
| 8.8.2. | Durabilidad frente a agentes biológicos | 45 |
| 9. | Comisión de Expertos | 45 |
| 10. | Documentos de referencia | 46 |
| 11. | Evaluación de la adecuación al uso | 47 |
| 12. | Seguimiento del DAU | 48 |
| 13. | Condiciones de uso del DAU | 48 |
| 14. | Lista de modificaciones de la presente edición | 49 |

1. Descripción del sistema y usos previstos

1.1. Definición del sistema constructivo

El sistema Thermochip de cerramiento de fachadas de doble hoja está formado por los paneles sándwich machihembrados SATE en la hoja exterior y WALL en la hoja interior.

Ambos paneles son autoportantes, sin función estructural, y se fijan a la estructura de soporte ubicada entre ambas hojas.



Leyenda:

1. Tablero de fibrocemento
2. Plancha XPS
3. Tablero de fibroyeso
4. Placa de yeso laminado reforzado con fibra de vidrio (atornillada en obra)

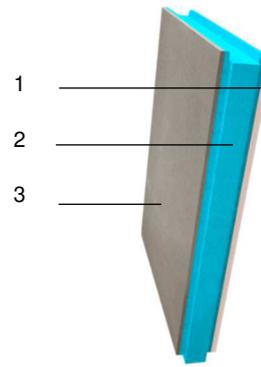
Figura 1.1: Sistema Thermochip de cerramiento de fachadas de doble hoja.

Los paneles SATE están formados por un núcleo de espuma de poliestireno extruido (XPS), un tablero de fibrocemento en la cara en contacto con el ambiente exterior y un tablero de fibroyeso en la cara en contacto con la estructura de soporte.

Las capas que forman los paneles SATE se indican en la tabla siguiente:

| Capa | Componente |
|--|-------------------------|
| En contacto con el ambiente exterior | Tablero de fibrocemento |
| Núcleo | Plancha de XPS |
| En contacto con la estructura de soporte | Tablero de fibroyeso |

Tabla 1.1: Capas de los paneles SATE.



Leyenda:

1. Tablero de fibroyeso
2. Plancha de XPS
3. Tablero de fibrocemento

Figura 1.2: Panel SATE.

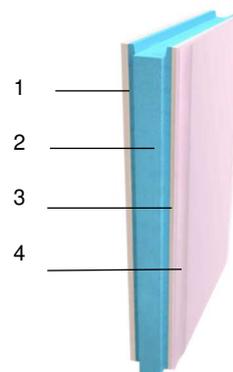
Los paneles WALL están formados por un núcleo de espuma de poliestireno extruido (XPS) y tableros de fibroyeso en ambas caras.

Las capas que forman los paneles WALL se indican en la tabla siguiente:

| Capa | Componente |
|--|----------------------|
| En contacto con la estructura de soporte | Tablero de fibroyeso |
| Núcleo | Plancha de XPS |
| En contacto con el ambiente interior | Tablero de fibroyeso |

Tabla 1.2: Capas de los paneles WALL.

Durante la instalación en obra del sistema Thermochip se atornilla una placa de yeso laminado reforzado con fibra de vidrio de 15 mm de espesor a la capa del panel WALL en contacto con el ambiente interior.



Leyenda:

1. Tablero de fibroyeso
2. Plancha de XPS
3. Tablero de fibroyeso
4. Placa de yeso laminado reforzado con fibra de vidrio (atornillada en obra)

Figura 1.3: Panel WALL con placa de yeso laminado atornillada.

Ambos paneles se fabrican con unas dimensiones nominales de 2.400 mm de longitud y 550 mm de anchura. El espesor total de los paneles se sitúa entre 65 mm y 225 mm, en función del espesor de la plancha de XPS (véase el apartado 2 para la relación de formatos de paneles SATE y WALL).

Las distintas capas de cada panel se encolan entre ellas mediante un adhesivo de poliuretano monocomponente durante el proceso de fabricación de los paneles.

Los paneles SATE y WALL se fijan a ambos lados de la estructura de soporte, con la dimensión mayor -la longitud- de los paneles en dirección horizontal.

La estructura de soporte está formada por perfiles de acero o madera, dispuestos verticalmente y dimensionados según los requisitos de proyecto. Los paneles SATE se sitúan en la hoja del cerramiento en contacto con el ambiente exterior y con el tablero de fibrocemento expuesto hacia el exterior. Los paneles WALL se sitúan en la hoja interior del cerramiento. La cámara de aire producida por los perfiles no es ventilada.

Los paneles SATE y WALL disponen de un machihembrado en sus cuatro lados que permite y crea una junta machihembrada. La geometría del machihembrado es la misma para ambos paneles. Dos lados del panel actúan como macho y dos como hembra.

Los paneles se fijan a los perfiles verticales de la estructura de soporte de madera mediante tornillos autoroscantes y mediante tornillos autotaladrantes a la estructura de soporte metálica. Se emplean tornillos con arandelas en la junta vertical entre paneles cuando la estructura de soporte es de madera o de acero conformado en frío de bajo espesor ($\leq 2,0$ mm). No son necesarias las arandelas en las uniones a los perfiles en el centro de los paneles en todo tipo de estructuras de soporte, ni en la junta vertical entre paneles cuando la estructura de soporte es de acero laminado

Se emplean tornillos distintos para perfiles de acero laminado en caliente y para madera o para perfiles de acero conformado en frío de bajo espesor ($\leq 2,0$ mm). Las especificaciones de las fijaciones utilizadas se indican en el apartado 2.7 del DAU.

Los perfiles se disponen a una distancia horizontal máxima de 800 mm entre ejes.

Es posible la formación del cerramiento empleando solo paneles SATE o solo paneles WALL. En estas situaciones la adecuación del conjunto del cerramiento que permita la satisfacción de los requisitos del Código Técnico de la Edificación es responsabilidad del diseñador del cerramiento. El DAU no evalúa soluciones individuales pero proporciona herramientas que pueden ser utilizadas por el diseñador del cerramiento.

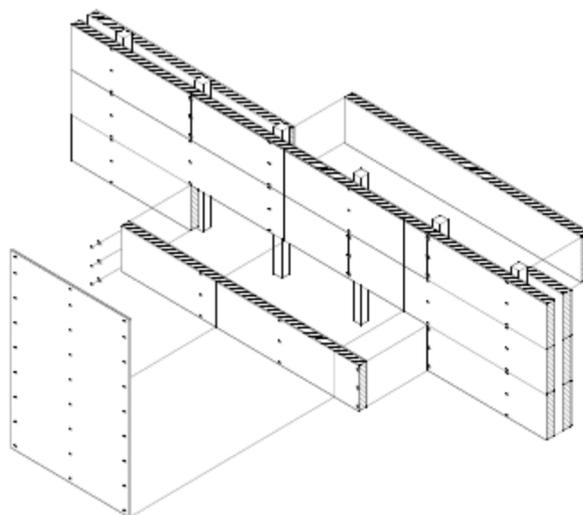


Figura 1.4: Montaje de Sistema Thermochip con paneles SATE y WALL.

1.2. Usos previstos

El sistema Thermochip formado por los paneles SATE y WALL se destina a la construcción de cerramientos de fachada.

Los paneles son autoportantes y sus funciones son la resistencia frente a acciones mecánicas debidas al viento e impactos y su traslado a la estructura portante del edificio, además de proporcionar protección frente al fuego, aislamiento acústico y aislamiento térmico.

La cara de fibrocemento de los paneles SATE requiere la aplicación de un recubrimiento o acabado final para soportar las condiciones de exposición al exterior.

El sistema Thermochip con paneles SATE y WALL de cerramiento de fachadas objeto del presente DAU se puede complementar con el sistema Thermochip con paneles ROOF PLANA, FLOOR y FLOOR-S, de cerramiento de forjados y cubiertas objeto del DAU 20/121, para la formación de todos los cerramientos de un edificio.

| Panel | Uso | DAU |
|------------|---|--------|
| SATE | Hoja exterior de cerramiento de fachada | 20/120 |
| WALL | Hoja interior de cerramiento de fachada | |
| ROOF PLANA | Cerramiento de cubierta plana | 20/121 |
| FLOOR | Cerramiento de forjado entre plantas | |
| FLOOR-S | Cerramiento de forjado sanitario (1) | |

Nota:

(1) Incluye los cerramientos de la envolvente térmica del edificio en contacto con un espacio no habitable.

Tabla 1.3: Relación entre paneles, usos y DAU que les aplica.

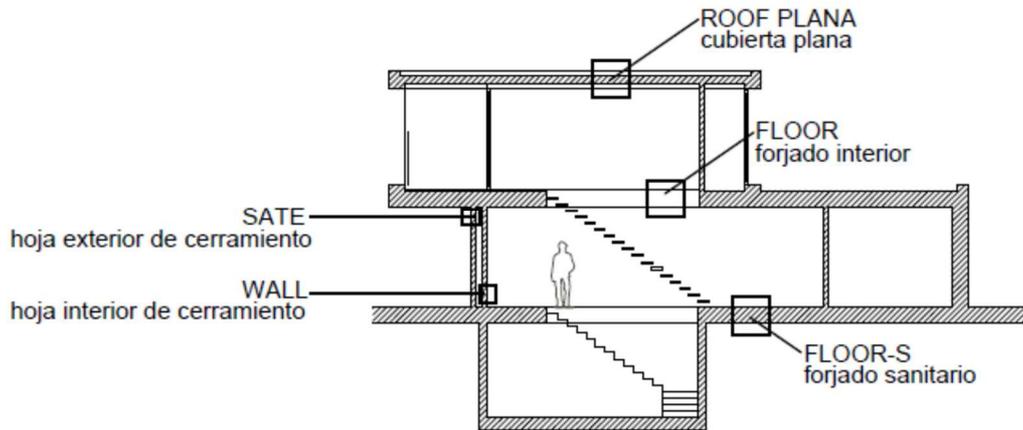


Figura 1.5: Disposición del sistema Thermochip con paneles SATE, WALL, ROOF PLANA, FLOOR y FLOOR-S.

1.3. Limitaciones de uso

El sistema Thermochip formado por paneles SATE y WALL no está previsto para cumplir una función estructural.

Es necesaria la aplicación de un recubrimiento o acabado final a la capa en contacto con el ambiente exterior de los paneles SATE para garantizar su protección frente a las condiciones de exposición al exterior. El comportamiento de este recubrimiento o acabado final y su compatibilidad con los paneles Thermochip no han sido evaluados en el presente documento.

2. Componentes del sistema

El sistema Thermochip de cerramiento de fachadas está formado por los paneles SATE en la hoja exterior y los paneles WALL en la hoja interior.

2.1. Panel SATE

Todos los formatos de panel SATE se fabrican con unas dimensiones nominales de 2.400 mm de longitud y 550 mm de anchura.

Los espesores disponibles del panel SATE y sus componentes se indican en la tabla siguiente:

| Componentes del panel SATE | | | |
|------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------|
| Tablero de fibrocemento [mm] | Plancha de XPS [mm] | Tablero de fibroso [mm] | Panel SATE [mm] |
| 12,5 | 40 | 12,5 | 65 |
| | 60 | | 85 |
| | 80 | | 105 |
| | 100 | | 125 |
| | 120 | | 145 |
| | 160 | | 185 |
| | 200 | | 225 |

Tabla 2.1: Espesores disponibles del panel SATE y de sus componentes.

Todos los paneles se fabrican con un machihembrado en sus cuatro lados para permitir la unión entre ellos.

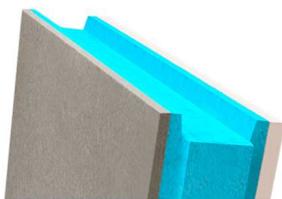


Figura 2.1: Detalle de machihembrado del panel SATE.

2.2. Panel WALL

Todos los formatos de panel WALL se fabrican con unas dimensiones de 2.400 mm de longitud y 550 mm de anchura.

Los espesores disponibles del panel WALL y de sus componentes se indican en la tabla siguiente:

| Componentes del panel WALL | | | Panel WALL (mm) |
|----------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------|
| Tablero de fibroso (mm) | Plancha de XPS (mm) | Tablero de fibroso (mm) | |
| 12,5 | 40 | 12,5 | 65 |
| | 60 | | 85 |
| | 80 | | 105 |
| | 100 | | 125 |
| | 120 | | 145 |
| | 160 | | 185 |
| | 200 | | 225 |

Tabla 2.2: Espesores disponibles de los paneles WALL y de sus componentes.

Todos los paneles se fabrican con un machihembrado en sus cuatro lados para permitir la unión entre ellos.



Figura 2.2: Detalle de machihembrado del panel WALL.

Las dimensiones del machihembrado del panel WALL son iguales a las del panel SATE.

2.3. Núcleo de poliestireno extruido (XPS)

Plancha de aislante térmico de espuma rígida de poliestireno extruido (XPS) con marcado CE de acuerdo con la norma UNE-EN 13164.

| Característica | Rango |
|---|--|
| Tolerancias dimensionales: | |
| • Longitud [mm] | - 0 ; + 10 |
| • Anchura [mm] | - 0 ; + 3 |
| • Espesor [mm] (1) | ± 0,5 |
| Estabilidad dimensional [%] | ≤ 2 |
| Densidad nominal [kg/m³] | > 32 |
| Características mecánicas: | |
| DoP: | |
| Resistencia a la compresión [kPa] (1) | 200 (40 mm) 300 (60 mm – 100 mm) |
| Características térmicas: | |
| DoP: | |
| Conductividad térmica declarada (λ_D) [W/(m·K)] (1) | 0,035 (40 mm – 60 mm) 0,036 (61 mm – 80 mm) 0,038 (81 mm – 100 mm) |

| Característica | Rango |
|--|-------------------|
| Reacción al fuego (1) | E |
| Características de humedad y resistencia al agua: | |
| Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (μ) (1) | 50 |
| Absorción de agua a largo plazo por inmersión total [% de volumen] (1) | < 1,5 WL(T)1,5 |

Nota:

(1) Características incluidas en la Declaración de Prestaciones de marcado CE.

Tabla 2.3: Características del poliestireno extruido (XPS).

Las planchas de poliestireno extruido (XPS) están disponibles en los siguientes espesores:

- 40 mm
- 60 mm
- 80 mm
- 100 mm

Las planchas de XPS de espesor superior a 100 mm se obtienen por pegado de dos planchas de menor espesor utilizando el mismo adhesivo de poliuretano monocomponente y gramaje que el utilizado en la unión entre las planchas de XPS y los tableros en la formación de los paneles SATE y WALL.

- 120 mm (a partir de dos planchas de 60 mm)
- 160 mm (a partir de dos planchas de 80 mm)
- 200 mm (a partir de dos planchas de 100 mm)

2.4. Tablero de fibroyeso

Tablero homogéneo para construcción seca a base de yeso (80% aprox.) y fibras de celulosa (20% aprox.), con marcado CE de acuerdo con un ETA basado en el EAD 070006-00-0504 *Gypsum and expanded glass boards with fibrous reinforcement for sheathing and lining of building elements*.

| Característica | Rango |
|--|----------------|
| Tolerancias dimensionales: | |
| • Espesor [mm] | $\pm 0,2$ |
| • Longitud [mm] | + 0 ; - 2 |
| • Anchura [mm] | + 0 ; - 2 |
| • Diagonal [mm] | ≤ 2 |
| Densidad aparente [kg/m ³] | 1.150 \pm 50 |
| Características mecánicas: | |
| Dureza Brinell [N/mm ²] | 30 |
| Características Térmicas: | |
| Conductividad térmica [W/(m·K)] (1) | 0,32 |

| Característica | Rango |
|---|-------------|
| Coefficiente de dilatación térmica [%/K] | 0,001 |
| Calor específico [kJ/(kg·K)] | 1,1 |
| Reacción al fuego (1) | A2-s1,d0 |
| Características de humedad y resistencia al agua: | |
| Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (μ) en seco (1) | 13 |
| Variación de espesor tras 24 h de inmersión en agua (%) | < 2 |
| Dilatación/retracción al variar la humedad un 30% (a 20°C) [mm/m] | 0,25 |
| Humedad en equilibrio a 20°C y 65% HR [%] | 1,3 |
| Otras: | |
| pH | Entre 7 y 8 |

Nota:

(1) Características incluidas en la Declaración de Prestaciones de marcado CE.

Tabla 2.4: Características del tablero de fibroyeso.

Los tableros de fibroyeso se suministran con unas dimensiones de 2.400 mm por 550 mm (longitud x anchura), y un espesor de 12,5 mm.

2.5. Tablero de fibrocemento

Tablero homogéneo de fibrocemento de densidad baja de superficies planas y lisas. Está constituido por cemento, fibras de celulosa tratadas, cuarzo de sílice y otros componentes minerales.

| Característica | Rango |
|---|-------------------------|
| Tolerancias dimensionales: | |
| • Longitud [mm] | ± 5 |
| • Anchura [mm] | ± 3 |
| • Espesor [%] | ± 10 |
| Densidad aparente [kg/m ³] | > 1.200 |
| Características mecánicas: | |
| Módulo de elasticidad mínimo [kN/m ³] | 2 |
| Resistencia a la tracción mínima [MPa] | 0,9 |
| Resistencia al arranque de los tornillos [N] | 1.293 |
| Características Térmicas: | |
| Conductividad térmica a 50 °C [W/(m·K)] | 0,0872 |
| Coefficiente de dilatación térmica lineal longitudinal [mm/mm/°C] | 7,43 x 10 ⁻⁶ |
| Reacción al fuego | A1 |

| Característica | Rango |
|---|--|
| Comportamiento frente a la humedad y resistencia al agua: | |
| | ≥ 10,35 |
| Módulo mínimo de ruptura – MOR (contenido de humedad en equilibrio – EMC) [MPa] | (en dirección longitudinal) ≥ 21,34 (en dirección transversal) |
| | ≥ 7,17 |
| Módulo mínimo de ruptura – MOR (en condiciones húmedas) [MPa] | (en dirección longitudinal) ≥ 14,55 (en dirección transversal) |
| Contenido de humedad [%] | Entre 8 y 10 |
| Hinchamiento por agua (en espesor) [%] | 0,8 |
| Otras: | |
| pH | Entre 8 y 9 |

Tabla 2.5: Características del tablero de fibrocemento.

Los tableros de fibrocemento se suministran con unas dimensiones de 2.400 mm por 550 mm y espesor de 12,5 mm.

2.6. Placa de yeso laminado reforzado con fibra de vidrio

Placa de yeso laminado reforzado con fibra de vidrio utilizada como recubrimiento de la cara interior de los paneles WALL con marcado CE de acuerdo con la norma UNE-EN 520.

| Característica | Valor |
|---|-----------------------|
| Tolerancias dimensionales: | |
| Dimensiones nominales (longitud x anchura x espesor) [mm] | 2.400 x 1.200 x 15 |
| Características mecánicas: | |
| Resistencia al corte [N] | PND (1) |
| Resistencia a flexión | Conforme a UNE-EN 520 |
| Características térmicas: | |
| Conductividad térmica [W/(m·K)] | 0,25 |
| Reacción al fuego | A2-s1,d0 |
| Características de humedad y resistencia al agua: | |
| Resistencia al vapor de agua (μ) en seco | 10 |
| Otras: | |
| Tipo/clasificación (según UNE-EN 520) | DF |

Nota:

(1) Prestación No Determinada.

Tabla 2.6: Características de la placa de yeso laminado reforzado con fibras de vidrio.

Las placas de yeso laminado reforzado con fibra de vidrio se suministran con unas dimensiones de 2.400 mm de anchura, 1.200 mm de longitud y 15 mm de espesor.

Se emplean tornillos fosfatados de dimensiones 3,5 mm x 25 mm, con marcado CE según UNE-EN 14566 para fijar las placas a los tableros de fibroyeso.

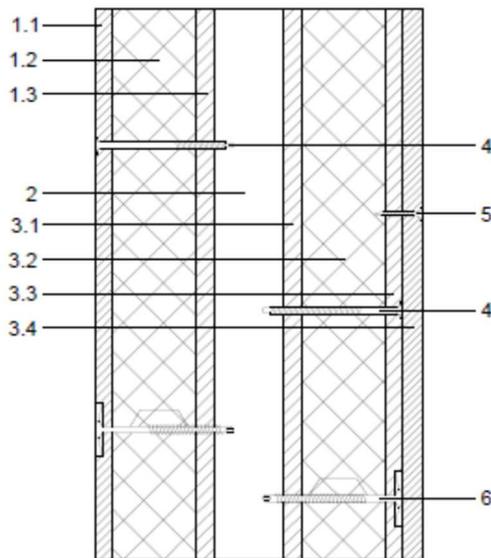
La instalación de las placas de yeso laminado reforzadas con fibra de vidrio se completa con masilla para juntas con marcado CE según UNE-EN 13963 y cinta para juntas.

2.7. Fijaciones

Los paneles WALL y SATE se fijan a los perfiles verticales de la estructura de soporte mediante fijaciones mecánicas. Se emplean tornillos autoroscantes cuando la estructura de soporte es de madera y tornillos autotaladrantes cuando la estructura de soporte es de acero laminado en frío o acero laminado.

El tipo de tornillo empleado para la fijación a la estructura de soporte en función de la naturaleza de la estructura y la localización del tornillo es:

- Estructura de madera o de acero conformado en frío de bajo espesor ($\leq 2,0$ mm):
 - Uniones a los perfiles en el centro de los paneles: tornillo sin arandela (4,8 mm de diámetro).
 - Uniones a los perfiles en la junta vertical de los paneles: tornillo con arandela (4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de diámetro).
- Estructura de acero laminado:
 - Uniones a los perfiles en el centro de los paneles: tornillo sin arandela (6,3 mm de diámetro).
 - Uniones a los perfiles en la junta vertical de los paneles: tornillo sin arandela (6,3 mm de diámetro).



Leyenda:

1. Panel SATE
 - 1.1 Tablero de fibrocemento
 - 1.2 Plancha de XPS
 - 1.3 Tablero de fibroyeso
2. Estructura de soporte
3. Panel WALL
 - 3.1 Tablero de fibroyeso
 - 3.2 Plancha de XPS
 - 3.3 Tablero de fibroyeso
 - 3.4 Placa de yeso laminado reforzado con fibra de vidrio
4. Tornillo sin arandela de 4,8 mm de diámetro para estructura de madera o acero conformado en frío, y tornillo sin arandela de 6,3 mm de diámetro para estructura de acero laminado.
5. Tornillo sin arandela de 4,8 mm de diámetro para estructura de madera o acero conformado en frío de bajo espesor ($\leq 2,0$ mm), y tornillo sin arandela de 6,3 mm de diámetro para estructura de acero laminado.
6. Tornillo con arandela de 4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de diámetro para estructura de madera o acero conformado en frío de bajo espesor ($\leq 2,0$ mm), y tornillo sin arandela de 6,3 mm de diámetro para estructura de acero laminado.(1)
7. Tornillo para placa de yeso laminado de 3,5 mm x 25 mm.

Nota:

- (1) Cuando se utiliza una estructura de soporte de acero laminado se emplean dos tornillos sin arandela de 6,3 mm de diámetro separados 2 cm.

Figura 2.5: Disposición de tornillos en el cerramiento de fachadas con paneles SATE y WALL.

Las dimensiones de los tornillos en función de la estructura de soporte se indica en la tabla siguiente.

Tornillos para fijación de panel Thermochip a estructura de madera o de acero conformado en frío de bajo espesor ($\leq 2,0$ mm)

| Espesor de panel SATE o WALL | Dimensiones del tornillo [mm] | |
|------------------------------|-------------------------------|--------------|
| | Sin arandela | Con arandela |
| 65 | 4,8 x 100 | 4,8 x 90 |
| 85 | 4,8 x 120 | 4,8 x 110 |
| 105 | 4,8 x 140 | 4,8 x 130 |
| 125 | 4,8 x 160 | 4,8 x 150 |
| 145 | 4,8 x 200 | 4,8 x 170 |
| 185 | 4,8 x 220 | 4,8 x 220 |
| 225 | 4,8 x 260 | 4,8 x 260 |

Tabla 2.7: Dimensiones de los tornillos de fijación de los paneles Thermochip a estructura de madera o de acero conformado en frío de bajo espesor ($\leq 2,0$ mm).

Tornillos para fijación de panel Thermochip a estructura de acero laminado

| Espesor de panel SATE o WALL | Dimensiones del tornillo [mm] |
|------------------------------|-------------------------------|
| 65 | 6,3 x 100 |
| 85 | 6,3 x 125 |
| 105 | 6,3 x 145 |
| 125 | 6,3 x 165 |
| 145 | 6,3 x 175 |
| 185 | 6,3 x 235 |
| 225 | 6,3 x 275 |

Tabla 2.8: Dimensiones de los tornillos de fijación de los paneles Thermochip a estructura de acero laminado.

2.7.1. Tornillos para estructura de madera o acero conformado en frío de bajo espesor ($\leq 2,0$ mm)

Para las uniones de los paneles SATE y WALL a los perfiles de la estructura de madera o de acero conformado en frío de bajo espesor ($\leq 2,0$ mm) se emplean los siguientes tornillos:

- Tornillo sin arandela (4,8 mm de diámetro) en el centro de los paneles.
- Tornillo con arandela (4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de diámetro) en la junta vertical de los paneles.

Las características del tornillo sin arandela de 4,8 mm de diámetro se indican en la tabla siguiente:

| Característica | Valor | |
|---|---------------------------|--|
| Diámetro [mm] | 4,8 | |
| Capacidad de taladro [mm] | 1,5 | |
| Material | Acero al carbono | |
| Accionamiento | Accionamiento en cruz PH2 | |
| Resistencia característica a carga axial [kN] | 1,06 | Sobre acero S280GD con $R_m \geq 360$ N/mm ² y 0,75 mm de espesor |
| | 1,20 | Sobre madera estructural C24 con espesor ≥ 24 mm |

Tabla 2.9: Prestaciones de los tornillos sin arandela de 4,8 mm de diámetro.

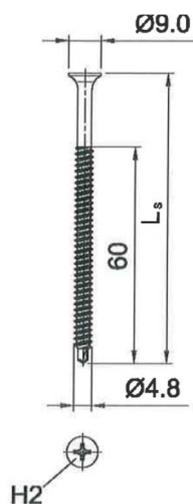


Figura 2.6: Tornillo sin arandela de 4,8 mm de diámetro.

Las características del tornillo con arandela (4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de diámetro) se indican en la tabla siguiente:

| Característica | Valor | |
|---|--|--|
| Diámetro [mm] | 4,8 | |
| Material | Acero al carbono | |
| Accionamiento | Accionamiento hexagonal T25 | |
| Resistencia característica a carga axial [kN] | 1,09 | Sobre acero S320GD de 0,63 mm de espesor |
| | 1,34 | Sobre acero S320GD de 0,70 mm de espesor |
| | 1,52 | Sobre acero S320GD de 0,75 mm de espesor |
| | 1,67 | Sobre acero S320GD de 0,80 mm de espesor |
| | 1,91 | Sobre acero S320GD de 0,88 mm de espesor |
| 2,27 | Sobre acero S320GD de 1,00 mm de espesor | |

| Característica | Valor | |
|----------------|-------|---|
| | 1,32 | Sobre madera estructural C24 con espesor ≥ 22 mm |

Tabla 2.10: Prestaciones de los tornillos con arandela (4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de diámetro).

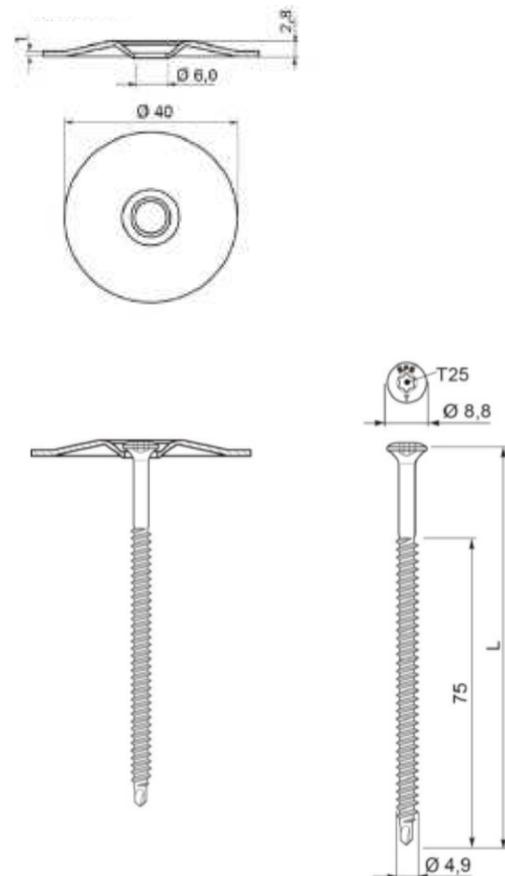


Figura 2.7: Tornillo con arandela (4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de diámetro).

2.7.2. Tornillos para estructura de acero laminado

Para las uniones de los paneles SATE y WALL a los perfiles de la estructura de acero laminado se emplea el tornillo sin arandela (6,3 mm de diámetro). Las características del tornillo se indican en la tabla siguiente:

| Característica | Valor |
|---------------------------------|---|
| Diámetro [mm] | 6,3 |
| Material | Acero al carbono clase 8.8 con zincado galvanizado blanco (min 8 μ m) |
| Accionamiento | Accionamiento hexagonal T30 |
| Capacidad de perforación | Entre 6 mm y 8 mm (acero S235) |
| Carga a cortante admisible [kN] | 3,9 |

| Característica | Valor | |
|---|-------|----------------------------------|
| Carga última a cortante [kN] | 8,3 | |
| Resistencia característica a carga axial [kN] | 1,25 | Sobre acero de 2 mm de espesor |
| | 2,0 | Sobre acero de 2,5 mm de espesor |
| | 2,6 | Sobre acero de 3,0 mm de espesor |
| | 4,0 | Sobre acero de 4,0 mm de espesor |
| | 6,0 | Sobre acero de 5,0 mm de espesor |
| | 8,5 | Sobre acero de 6,0 mm de espesor |

Tabla 2.11: Características de los tornillos sin arandela de 6,3 mm de diámetro.



Figura 2.8: Tornillo sin arandela de 6,3 mm de diámetro.

2.7.3. Tornillos para placa de yeso laminado

Para las uniones de los tableros de yeso laminado reforzados con fibra de vidrio a los paneles WALL se emplean tornillos fosfatados de dimensiones 3,5 mm x 25 mm, con marcado CE según UNE-EN 14566.

2.8. Cinta autoadhesiva

Se utiliza la cinta autoadhesiva Astorseal U en las juntas entre paneles SATE en contacto con el ambiente exterior y solo cuando se prevé una posterior colocación de una fachada ventilada. Las características de la cinta se indican en la tabla siguiente.

| Característica | Valor |
|------------------------------|---|
| Espesor [mm] | 0,6 |
| Anchura [mm] x longitud [m] | 60 x 25 |
| Adhesivo | Dispersión acrílica modificada. Sin disolventes |
| Resistencia a la temperatura | - 40 °C a 100 °C |
| Temperatura de aplicación | A partir de - 10 °C |

Tabla 2.12: Características de la cinta autoadhesiva.

3. Fabricación, control de producción, almacenamiento, transporte y recepción en obra

3.1. Fabricación

Los paneles Thermochip se fabrican en la planta situada en A Medua S/N, en la localidad de Sobradelo de Valdeorras (Ourense), según las especificaciones y el Plan de Control acordados con el titular del DAU.

3.1.1. Materias primas

Las materias primas a partir de las cuales se fabrican los paneles Thermochip son las que se describen en el apartado 2 del DAU, siendo las especificaciones indicadas la referencia para el control de recepción individualizado de estos componentes.

3.1.2. Proceso de fabricación

La fabricación de los paneles SATE y WALL es igual y consta de las siguientes operaciones principales:

Pegado

Aplicación de adhesivo en ambas caras de las planchas de XPS y posterior unión con los tableros. Los tableros se unen a las planchas de XPS mediante su paso por una calandra a 1,5 bar de presión en el mismo proceso de pegado, por lo que no es necesario un prensado posterior.

Escuadrado

Se recortan los paneles, se escuadran a 90° y se machihembran mediante el paso del panel por la escuadradora.

Empaquetado

Los paneles se empaquetan mediante el empleo de una flejadora automática.

3.1.3. Presentación del producto

Las dimensiones de los paneles siempre son 2.400 mm de longitud por 550 mm de anchura. La única dimensión que varía es el espesor.

El peso de los paneles SATE y WALL en función del formato del panel se indica en las tablas siguientes.

| Espesor del panel [mm] | Peso del panel SATE [kg] |
|------------------------|--------------------------|
| 65 | 30,66 |
| 85 | 31,30 |
| 105 | 31,94 |
| 125 | 32,58 |
| 145 | 33,22 |
| 185 | 34,50 |

| Espesor del panel [mm] | Peso del panel SATE [kg] |
|------------------------|--------------------------|
| 225 | 35,78 |

Tabla 3.1: Peso de los paneles SATE.

| Espesor del panel (1) [mm] | Peso del panel WALL [kg] |
|----------------------------|--------------------------|
| 80 | 42,53 |
| 100 | 43,17 |
| 120 | 43,81 |
| 140 | 44,45 |
| 160 | 45,09 |
| 200 | 46,37 |
| 240 | 47,65 |

Nota:

(1) Incluye la placa de yeso laminado reforzada con fibra de vidrio.

Tabla 3.2: Peso de los paneles WALL.

3.2. Control de producción

Con el fin de asegurar las características declaradas de los paneles SATE y WALL en el presente DAU, Thermochip S.L.U. sigue el Plan de Control acordado con el ITeC.

Este Plan de Control define los controles a realizar sobre las materias primas y en el proceso de fabricación.

Dichos controles se realizan en las instalaciones de Thermochip S.L.U. en Sobradelo de Valdeorras.

3.2.1. Control de la materia prima

Cuando se reciben los componentes de los paneles SATE y WALL se verifica que estos cumplan con las especificaciones descritas en el apartado 2 del DAU.

Adicionalmente se inspeccionan las materias primas con el objetivo de identificar los siguientes defectos no admisibles:

- Efecto banana, achatamiento o redondeo en los laterales.
- Roturas, presencia de humedad o dimensiones incorrectas.

3.2.2. Control del proceso de fabricación

Para cada uno de los siguientes procesos de fabricación se establecen los siguientes aspectos bajo control:

Pegado

Control diario del gramaje y correcta distribución de la cola previo al pegado del primer panel en cada inicio de turno y cada cambio de bidón.

Escuadrado

- Dimensiones del panel y del machihembrado al principio de cada orden de fabricación.
- Presencia de fisuras, residuos de cola, etc., sobre el producto final.

3.2.3. Control del producto final acabado

Previamente al empaquetado de los paneles para su expedición se comprueban las dimensiones de los paneles y la presencia de excesos de cola

3.3. Almacenamiento

Los paneles se almacenan en posición horizontal, embalados y flejados en palés, con una plancha de tablero de fibras de densidad media de 2 mm en la base del palé.

Los palés se embalan con una lámina de plástico, y se flejan en tres puntos. Se utilizan cantoneras para evitar que el fleje dañe los paneles.

Se coloca una etiqueta en la parte superior izquierda de los palés embalados. Esta etiqueta identifica el producto e incluye el número de paneles, superficie, lote y número de pedido.

3.4. Transporte

El transporte se realiza generalmente en camión, colocando el producto sin dejar espacio entre los palés para evitar posibles movimientos y golpes.

El material se debe cargar por personal especializado con la ayuda de la maquinaria correspondiente.

No se considera ningún otro requisito específico para el transporte de los paneles.

3.5. Control de recepción en obra

En obra debe verificarse que el material entregado se corresponde con el que figura en el albarán de transporte.

Se debe comprobar visualmente que los paneles recibidos se encuentren en buen estado, sin deformaciones, roturas, humedades o cualquier otro defecto que pueda comprometer su correcto funcionamiento en el cerramiento. Deberán descartarse aquellos paneles que presenten defectos.

4. Criterios de proyecto

4.1. Criterios de diseño

4.1.1. Dimensiones y modulación

El espesor de los paneles SATE y WALL que forman el cerramiento Thermochip debe ser definido por el técnico competente responsable del diseño y ejecución del edificio, de modo que le permita satisfacer las demandas prestacionales del edificio.

Las prestaciones para los distintos espesores de paneles se indican en los apartados siguientes.

Los paneles se disponen con su longitud perpendicular a los montantes verticales de la estructura de soporte. La distancia máxima entre los montantes es de 800 mm.

Los paneles se cortan a la dimensión requerida en su encuentro con las puertas y ventanas.

La distancia entre montantes debe ser la nominal excepto entre el montante de esquina y el siguiente, con objeto de facilitar la formación de esquinas. Se debe procurar que la distancia entre el montante de esquina y el montante siguiente -en ambas paredes que llegan a la esquina- sea la nominal menos el espesor del panel utilizado.

4.2. Resistencia mecánica y estabilidad

Los cerramientos de fachada formados por los paneles SATE y WALL no forman parte de la estructura portante del edificio. Su función es soportar las cargas aplicadas (por ejemplo: viento) y trasladarlas a la estructura portante del edificio manteniendo su integridad.

Las características relacionadas con la resistencia del cerramiento frente a las acciones aplicadas se indican en el apartado Seguridad de utilización del DAU.

El cálculo y el diseño de la estructura portante del edificio sobre la que se fijan los paneles SATE y WALL son responsabilidad del técnico competente y quedan fuera del alcance del presente documento.

4.3. Seguridad en caso de incendio

4.3.1. Reacción al fuego

La clasificación de reacción al fuego de los cerramientos con paneles WALL y SATE se muestra en la tabla siguiente.

| Tipo de cerramiento | Espesor [mm] | Cara expuesta al fuego | Clase de reacción fuego (1) |
|--|--------------|--|-----------------------------|
| Paneles WALL | 65 a 225 | -- (2) | B-s1,d0 |
| Paneles WALL con placa de yeso laminado reforzado con fibra de vidrio de 15 mm de espesor de clase A1 de reacción al fuego | 80 a 240 | Placa de yeso laminado reforzado con fibra de vidrio de clase A1 | B-s1,d0 |
| Paneles SATE | 85 | Tablero de fibrocemento | B-s1,d0 |

Notas:

(1) Aplica a cualquier espesor de cámara de aire posterior y para paneles autoportantes.

(2) Es indiferente porque el panel es simétrico.

Tabla 4.1: Clase de reacción al fuego de los cerramientos del sistema ThermoChip con paneles SATE y WALL.

La clasificación alcanzada satisface las exigencias recogidas en la tabla 4.1 del punto 4 del DB SI 1. Propagación interior, para todas las situaciones de exposición de paredes indicadas en dicha tabla.

Las exigencias de reacción al fuego de los sistemas constructivos de fachada que ocupen más del 10% de su superficie, incluidas en la sección SI 2 *Propagación exterior* del DB SI aplican al conjunto de la fachada (cerramiento más revestimiento exterior). En el DAU no se ha definido el revestimiento exterior aplicado, en consecuencia, las exigencias deberán ser satisfechas para cada proyecto de acuerdo con el revestimiento exterior aplicado y teniendo en cuenta la reacción al fuego del cerramiento.

4.3.2. Resistencia al fuego

La resistencia al fuego del sistema ThermoChip con paneles SATE y WALL con una placa de yeso laminado reforzado con fibra de vidrio de 15 mm de espesor y clase de reacción al fuego A1 se indica en la tabla siguiente:

| Descripción del cerramiento | Espesor [mm] | Cara expuesta al fuego | Resistencia al fuego |
|--|--------------|--|----------------------|
| Paneles SATE | 85 | | |
| Cámara de aire y perfiles con intereje a 600 mm | 140 | | |
| Paneles WALL con placa de yeso laminado reforzado con fibra de vidrio de 15 mm de espesor de clase A1 de reacción al fuego | 100 | Placa de yeso laminado reforzado con fibra de vidrio de clase A1 | EI 120 |

Tabla 4.2: Resistencia al fuego de los cerramientos del sistema ThermoChip con paneles SATE y WALL.

Esta clasificación es válida para otras configuraciones que presenten las siguientes variaciones en relación con la configuración ensayada:

- Altura inferior a la ensayada (3.000 mm) o superior hasta 4.000 mm siempre que las tolerancias de expansión se aumenten proporcionalmente.
- Espesor superior de pared (superior a 325 mm).
- Anchura superior de pared (superior a 3.000 mm).
- Espesor superior de los paneles (superior a 85 mm).
- Longitud y anchura de los paneles inferior a las dimensiones ensayadas, que corresponde con las dimensiones nominales.
- Disminución de la distancia entre ejes de los perfiles (inferior a 600 mm).

4.4. Salubridad

4.4.1. Impermeabilidad al agua

La impermeabilidad al agua de la lluvia del sistema ThermoChip recae sobre el revestimiento de impermeabilización y acabado exterior del edificio. Este revestimiento se especificará caso por caso para cada proyecto y no forma parte del sistema ThermoChip evaluado.

4.4.2. Ocurrencia de condensaciones superficiales o intersticiales

La posible ocurrencia de condensaciones superficiales o intersticiales en los cerramientos con paneles SATE y WALL se debe determinar mediante cálculos de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 13788, tomando como referencia las condiciones higrótérmicas interiores y exteriores en función del uso del edificio y su ubicación geográfica, junto con los valores de permeabilidad al vapor de agua de los paneles indicados a continuación.

En el cálculo de la posible ocurrencia de condensaciones se deberá tener en cuenta el espesor de la capa de aire entre ambos paneles y que es función del espesor de los perfiles estructurales.

| SATE [mm] | Factor de resistencia al vapor de agua (μ) |
|-----------|--|
| 65 | |
| 85 | |
| 105 | |
| 125 | |
| 145 | |
| 185 | 123,46 |
| 225 | 126,69 (1) |

Nota:

- (1) Las planchas de XPS de espesores 120 mm, 60 mm y 200 mm están formadas por dos planchas de la mitad de espesor pegadas. En consecuencia, existe una película de adhesivo adicional en relación con los paneles de menor espesor.

Tabla 4.3: Factor de resistencia al vapor de agua de los paneles SATE.

| WALL con placa de yeso laminado reforzada con fibra de vidrio de 15 mm de espesor [mm] | Factor de resistencia al vapor de agua (μ) |
|--|--|
| 80 | 92,46 |
| 100 | |
| 120 | |
| 140 | |
| 160 | 95,69 (1) |
| 200 | |
| 240 | |

Nota:

(1) Las planchas de XPS de espesores 120 mm, 160 mm y 200 mm están formadas por dos planchas de la mitad de espesor pegadas. En consecuencia, existe una película de adhesivo adicional en relación con los paneles de menor espesor.

Tabla 4.4: Factor de resistencia al vapor de agua de los paneles WALL con placa de yeso laminado reforzada con fibra de vidrio de 15 mm de espesor.

4.5. Seguridad de utilización

4.5.1. Resistencia mecánica frente a cargas positivas

La resistencia mecánica del panel SATE frente a cargas positivas cuando está apoyado sobre tres apoyos y con una luz de 800 mm entre apoyos, se indica en la tabla siguiente.

El panel WALL no está expuesto a cargas al constituir la hoja interior del cerramiento de fachada.

| Panel SATE | | Resistencia mecánica frente a cargas positivas (1) (2) | | | | Resistencia mecánica para una flecha = L/300 | | | |
|--------------|-----------------------------|--|----------------------|--------------------------|----------------------|--|----------------------|--------------------------|----------------------|
| Espesor [mm] | Distancia entre apoyos [mm] | Valor medio | | Valor característico (3) | | Valor medio | | Valor característico (3) | |
| | | [kN/m ²] | [kg/m ²] | [kN/m ²] | [kg/m ²] | [kN/m ²] | [kg/m ²] | [kN/m ²] | [kg/m ²] |
| 65 | 800 | 9,34 | 952,1 | 3,38 | 344,6 | -- (4) | | -- (4) | |
| 85 | | 13,50 | 1.376,1 | 8,94 | 911,3 | | | | |
| 105 | | 17,65 | 1.799,2 | 14,49 | 1.477,1 | -- (5) | | -- (5) | |
| 125 | | 21,81 | 2.223,3 | 20,04 | 2.042,9 | | | | |
| 145 | | 25,96 | 2.646,3 | 25,60 | 2.609,7 | 18,01 | 1.835,9 | 9,56 | 974,6 |
| 185 | | 32,35 | 3.297,8 | 30,79 | 3.138,7 | 17,07 | 1.704,1 | -- (5) | |
| 225 | | 38,74 | 3.949,2 | 35,98 | 3.667,8 | 16,13 | 1.644,3 | -- (6) | |

Notas:

- (1) La carga se aplica sobre la cara de tablero de fibrocemento del panel.
- (2) La carga última corresponde a la rotura del panel o al despegue entre las capas del panel.
- (3) Valor característico correspondiente al 5% fractil con un intervalo de confianza del 75% y una distribución normal.
- (4) Se ha alcanzado la carga última antes de la flecha = L/300.
- (5) No se puede interpolar en ausencia de un extremo.
- (6) El tratamiento estadístico proporciona valores negativos.

Tabla 4.4: Resistencia mecánica a cargas positivas del panel SATE.

4.5.2. Resistencia mecánica frente a cargas negativas

La resistencia mecánica frente a cargas negativas del panel SATE sobre tres apoyos y una luz de 800 mm entre apoyos, se indica en la tabla siguiente.

Los valores aplican para estructura de madera, acero conformado en frío de bajo espesor ($\leq 2,0$ mm) y acero laminado.

En todos los ensayos se produjo la rotura del panel mientras que las fijaciones mantenían su integridad.

| Panel SATE | | Resistencia mecánica frente a cargas negativas | | | |
|--------------|-----------------------------|--|----------------------|--------------------------|----------------------|
| Espesor [mm] | Distancia entre apoyos [mm] | Valor medio | | Valor característico (1) | |
| | | [kN/m ²] | [kg/m ²] | [kN/m ²] | [kg/m ²] |
| 65 | 800 | 5,05 | 514,8 | 4,55 | 463,8 |
| 85 | | 5,15 | 525,0 | 4,57 | 465,9 |
| 105 | | 5,24 | 534,2 | 4,58 | 466,9 |
| 125 | | 5,33 | 543,3 | 4,60 | 468,9 |

| Panel SATE | | Resistencia mecánica frente a cargas negativas | | | |
|--------------|-----------------------------|--|----------------------|--------------------------|----------------------|
| Espesor [mm] | Distancia entre apoyos [mm] | Valor medio | | Valor característico (1) | |
| | | [kN/m ²] | [kg/m ²] | [kN/m ²] | [kg/m ²] |
| 145 | | 5,43 | 553,5 | 4,62 | 471,0 |
| 185 | | 6,73 | 686,1 | 5,58 | 568,8 |
| 225 | | 7,70 | 784,9 | 6,53 | 665,7 |

Nota:

(1) 5% fractil, intervalo de confianza del 75% y distribución normal.

Tabla 4.5: Resistencia mecánica a cargas negativas del panel SATE.

4.5.3. Agentes térmicos. Efecto térmico

El cerramiento de fachadas con el sistema Thermochip soporta los efectos producidos por los incrementos de temperatura ambiental siempre que este se proteja con un revestimiento de fachada. El revestimiento de fachada no ha sido evaluado en este DAU.

Se debe evitar que el cerramiento quede expuesto a temperaturas elevadas producidas en intervalos cortos de tiempo durante la instalación y cuando aún no esté protegido por el revestimiento.

4.5.4. Resistencia a impactos

Los paneles SATE y WALL satisfacen las exigencias para la resistencia frente a impactos de cuerpo blando para las configuraciones y energías mostradas en la tabla siguiente.

| Panel | Distancia entre apoyos [mm] | Número de impactos y energía |
|---|-----------------------------|------------------------------|
| SATE de 65 mm de espesor mínimo (fijación sin arandela) | 800 | 1 x 900 J |
| | | 3 x 400 J |
| SATE de 65 mm de espesor mínimo (fijación con arandela) | 800 | 1 x 900 J |
| | | 3 x 400 J |
| WALL de 65 mm de espesor mínimo con placa de yeso laminado de 15 mm | 400 | 1 x 400 J |
| | | 3 x 120 J |

Tabla 4.6: Resistencia a impacto frente a cuerpo blando.

La resistencia a impactos frente a cuerpo duro debe ser satisfecha por el revestimiento exterior adicional que se coloque sobre el panel SATE y por la placa de yeso laminado reforzado con fibra de vidrio que se instala sobre el panel WALL.

4.5.5. Resistencia de las fijaciones

4.5.5.1. Resistencia de los paneles a fijaciones

Las fijaciones empleadas para fijar los paneles SATE a la estructura ofrecen una resistencia frente a esfuerzos de succión superior a la resistencia del panel. Los paneles alcanzan la rotura antes que las fijaciones (véase el apartado 4.5.2 del DAU).

4.5.5.2. Resistencia a cargas excéntricas debidas a fijaciones en los paneles

La resistencia característica de las fijaciones se indica en la tabla 4.7 en función del uso previsto, de la dimensión de la fijación, del tipo de panel y del tipo de esfuerzo aplicado.

El uso previsto de la fijación define su tipo y dimensión (diámetro x longitud) según:

- Sujeción de objetos de poco peso (cuadros, etc.): tornillo de dimensiones (espesor x longitud) 4,8 mm x 35 mm; la longitud tornillo es independiente del espesor del panel.
- Sujeción de objetos más pesados (estanterías, aparatos de aire acondicionado, etc.): tornillo de dimensiones 4,8 mm x espesor panel SATE + 10 mm, o espesor panel WALL y placa de yeso laminado + 5 mm.
- Sujeción de estructuras auxiliares (por ejemplo: de fachada ventilada): tornillo de dimensiones 4,8 mm x espesor panel SATE + 30 mm, o espesor panel WALL y placa de yeso laminado + 25 mm.

Este tornillo se emplea para estructuras de madera o de acero conformado en frío de bajo espesor ($\leq 2,0$ mm). No se ha evaluado la prestación del tornillo de diámetro 6,3 mm que se emplea para estructuras de acero laminado.

Las estructuras auxiliares deben atravesar el panel y fijarse a la estructura de soporte. La prestación de fijaciones específicas de la estructura auxiliar deberá ser proporcionada por el suministrador de la estructura auxiliar.

La resistencia característica indicada en la tabla 4.7 para la sujeción de objetos pesados y para la sujeción de estructuras auxiliares ha sido determinada para los espesores menores de panel SATE y WALL.

| Dimensiones de la fijación (1) | Tipo de panel y cara de fijación | Resistencia característica [kN] | | | |
|---|--|---------------------------------|----------|---------------------------|-------|
| | | Extracción | Cortante | Extracción excéntrica (2) | |
| | | | | 6 cm | 15 cm |
| Sujeción de objetos de poco peso | | | | | |
| 4,8 mm x 35 mm | SATE (sobre tablero de fibrocemento) | 0,42 | 2,16 | 0,60 | -- |
| | WALL + placa yeso laminado (sobre placa de yeso laminado) | 1,00 | 1,44 | -- | 0,30 |
| Sujeción de objetos pesados | | | | | |
| 4,8 mm x (L = e + 10) mm | SATE (sobre tablero de fibrocemento) | 1,23 | 1,44 | -- | -- |
| 4,8 mm x (L = e + 5) mm | WALL + placa yeso laminado (sobre placa de yeso laminado) | 1,42 | 0,46 | -- | -- |
| Sujeción de estructuras auxiliares | | | | | |
| 4,8 mm x (L = e + 30) mm | SATE (sobre tablero de fibrocemento) | 2,75 | -- | -- | -- |
| 4,8 mm x (L = e + 25) mm | WALL + placa yeso laminado (sobre placa de yeso laminado) | 1,98 | -- | -- | -- |

Notas:

- (1) e = espesor del panel SATE o WALL + placa de yeso laminado reforzada con fibra de vidrio.
- (2) La resistencia característica para extracción excéntrica corresponde a dos tornillos. Se han considerado dos excentricidades: 6 cm y 15 cm.

Tabla 4.7: Resistencia de las fijaciones.

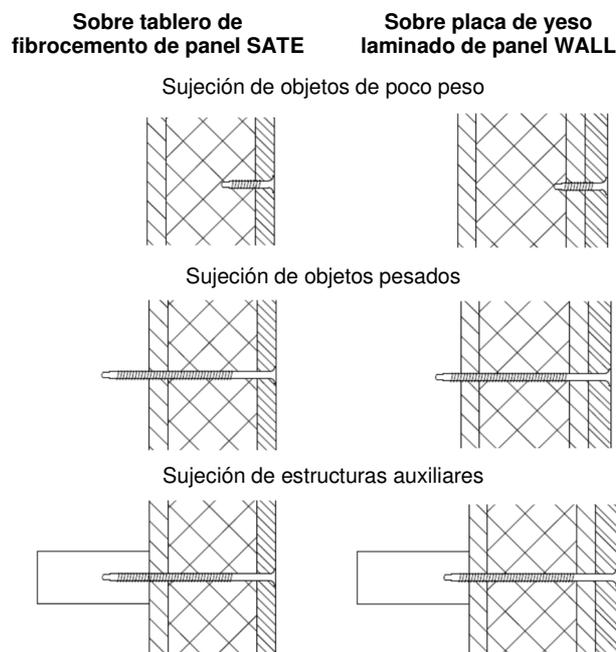


Figura 4.1: Esquemas de las fijaciones.

4.6. Protección frente al ruido

4.6.1. Aislamiento acústico a ruido aéreo

El aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, entre un recinto protegido¹ y el exterior en cerramientos de fachada realizados con el sistema Thermochip con paneles SATE y WALL se debe determinar empleando el método de cálculo del apartado 3.1.3.4 del DB HR, a partir del índice global de reducción acústica aparente, ponderado A (R'_A), de la mejora de aislamiento o diferencia de niveles por la forma de la fachada (ΔL_{fs}), del volumen del recinto receptor (V), del área total de la fachada vista desde el interior del recinto (S) y del tiempo de reverberación de referencia (T_0).

El valor calculado de $D_{2m,nT,Atr}$ para el cerramiento de fachada debe ser igual o superior a los valores límites indicados en la tabla 2.1 del DB HR en función del uso del edificio y de los valores del índice de ruido día, L_d , de la zona donde se ubique el edificio. Además, se debe considerar la influencia del porcentaje de huecos según se indica en la tabla 3.4 del DB HR.

El cálculo de R'_A se debe realizar de acuerdo con la fórmula indicada en el apartado 3.1.3.4 del DB HR, empleando los valores del índice global de reducción

¹ Recinto protegido según DB HR: recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos protegidos los siguientes: habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en

edificios residenciales; aulas, salas de conferencias, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente; quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario u hospitalario; oficinas, despachos, salas de reunión en edificios de uso administrativo.

acústica del elemento constructivo mixto, ponderado A, ($R_{m,A}$), cuyo cálculo se detalla en el anejo G del DB HR.

En el cálculo de $R_{m,A}$ se emplea el aislamiento acústico a ruido aéreo del cerramiento identificado en los ensayos e indicado en la tabla siguiente.

| Configuración del cerramiento | Prestación |
|--|---|
| (Exposición a sala emisora) Capa de paneles SATE de espesor igual o superior a 85 mm con sellado de juntas + | |
| Cámara de aire igual o superior a 20 cm + | $R_w (C; C_{tr}) = 53 (-2; -6)$ dB $R(A) = 52,1$ dBA $R(A_{tr}) = 47,5$ dBA |
| Capa de paneles WALL de espesor igual o superior a 85 mm con una placa de yeso laminado reforzada con fibra de vidrio de 15 mm de espesor atornillada (Exposición a sala receptora) | |

Tabla 4.8: Aislamiento acústico a ruido aéreo procedente del exterior del cerramiento formado por paneles SATE y WALL.

Adicionalmente, se ha determinado el aislamiento acústico a ruido aéreo procedente del exterior de un cerramiento formado únicamente por paneles SATE fijados a una estructura de madera. Los resultados se indican en la tabla siguiente.

| Configuración del cerramiento | Prestación |
|---|---|
| (Exposición a sala emisora) Capa de paneles SATE de 85 mm espesor con sellado de juntas (Exposición a sala receptora) | $R_w (C; C_{tr}) = 36 (-2; -4)$ dB $R(A) = 35,1$ dBA $R(A_{tr}) = 32,3$ dBA |

Tabla 4.9: Aislamiento acústico a ruido aéreo procedente del exterior del cerramiento formado por paneles SATE.

4.7. Ahorro de energía y aislamiento térmico

4.7.1. Resistencia y transmitancia térmica

La transmitancia térmica de los paneles SATE y WALL, y del cerramiento de fachada del sistema ThermoChip se indican en las tablas siguientes.

| Espesor de panel SATE [mm] | Resistencia térmica (R) [(m ² ·K)/W] | Transmitancia térmica (U) [W/(m ² ·K)] |
|----------------------------|---|---|
| 65 | 1,33 | 0,75 |
| 85 | 1,90 | 0,53 |
| 105 | 2,40 | 0,42 |
| 125 | 2,81 | 0,36 |
| 145 | 3,61 | 0,28 |
| 185 | 4,63 | 0,22 |
| 225 | 5,45 | 0,18 |

Tabla 4.10: Transmitancia térmica de los paneles SATE

| Espesor de panel WALL + placa de yeso laminado reforzada [mm] | Resistencia térmica (R) [(m ² ·K)/W] | Transmitancia térmica (U) [W/(m ² ·K)] |
|---|---|---|
| 80 | 1,28 | 0,78 |
| 100 | 1,85 | 0,54 |
| 120 | 2,36 | 0,42 |
| 140 | 2,77 | 0,36 |
| 160 | 3,57 | 0,28 |
| 200 | 4,58 | 0,22 |
| 240 | 5,40 | 0,19 |

Tabla 4.11: Transmitancia térmica de los paneles WALL con una placa de yeso laminado reforzada con fibra de vidrio.

| Espesor de panel SATE [mm] | Espesor de la cámara de aire [mm] | Espesor de panel WALL + placa de yeso laminado reforzada [mm] | Resistencia térmica (R) [(m ² ·K)/W] (1) | Transmitancia térmica (U) [W/(m ² ·K)] (1) |
|----------------------------|-----------------------------------|---|---|---|
| 65 | 100 a 300 | 80 | 2,96 | 0,34 |
| 85 | | 100 | 4,10 | 0,24 |
| 105 | | 120 | 5,12 | 0,20 |
| 125 | | 140 | 5,93 | 0,17 |
| 145 | | 160 | 7,53 | 0,13 |
| 185 | | 200 | 9,56 | 0,10 |
| 225 | | 240 | 11,20 | 0,09 |

Nota:

(1) Incluye las resistencias superficiales $R_{se} = 0,04$ (m²·K)/W y $R_{si} = 0,13$ (m²·K)/W, y la resistencia térmica de la cámara de aire $R = 0,18$ (m²·K)/W, correspondiente a una cámara de aire no ventilada de entre 100 mm y 300 mm de espesor, sin intercambio de aire con el ambiente exterior y con emisividad igual o superior a 0,8 de los materiales en contacto con la cámara (tablero de fibroyeso).

Tabla 4.12: Resistencia y transmitancia térmica de cerramientos de fachada con paneles SATE y WALL.

La transmitancia térmica de los cerramientos de fachada con paneles SATE y WALL satisface las exigencias de transmitancia térmica límite para muros en contacto con el aire exterior pertenecientes a la envolvente térmica, recogidos en el DB HE para la zona climática más desfavorable (zona E) con el menor espesor de panel: $U_{\text{lím}}(\text{zona E}) = 0,37 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_{\text{mín}} = 0,34 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

La satisfacción de las exigencias para el valor límite del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) incluidas en el DB HE deberá justificarse a partir de los parámetros de cada uno de los cerramientos que conforman la envolvente térmica del edificio.

4.7.2. Permeabilidad al aire

La permeabilidad al aire de los cerramientos de fachada con el sistema Thermochip con paneles SATE y WALL no ha sido evaluada en el DAU.

4.7.3. Inercia térmica

La inercia térmica de los cerramientos de fachada con el sistema Thermochip con paneles SATE y WALL no ha sido evaluada en el DAU.

4.8. Aspectos de durabilidad y servicio

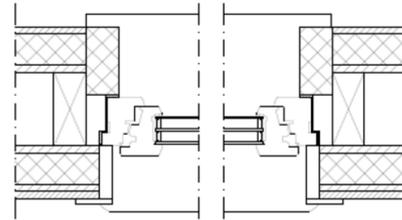
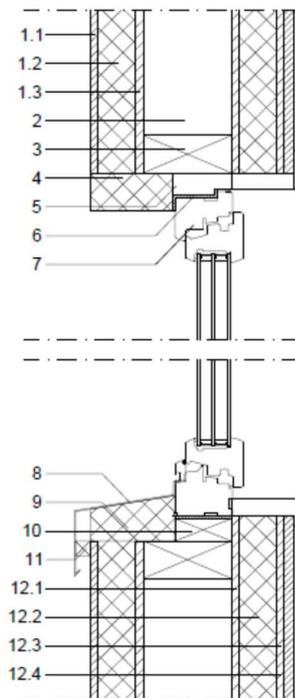
4.8.1. Ciclos de ensayo climático

Los paneles SATE empleados en el cerramiento de fachadas satisfacen las exigencias de la influencia del envejecimiento en el panel y en sus componentes.

4.8.2. Durabilidad frente a agentes biológicos

Los componentes de los paneles SATE y WALL (tablero de fibrocemento, plancha de XPS, tablero de fibroyeso y placa de yeso laminado) no son susceptibles de ser atacados por agentes biológicos.

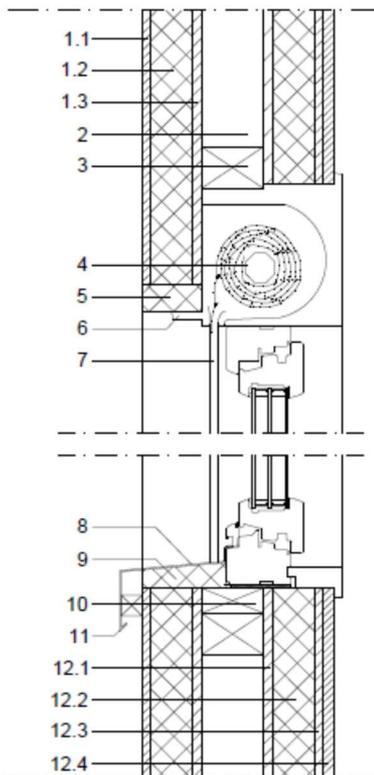
5. Detalles constructivos



Leyenda:

1. Panel Thermochip SATE.
 - 1.1 Tablero de fibrocemento de 12,5 mm de espesor.
 - 1.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
 - 1.3 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
2. Estructura.
3. Premarco estructural.
4. XPS.
5. Premarco de ajuste.
6. Cinta expansiva.
7. Carpintería.
8. Chapa en alféizar.
9. Pieza XPS de alféizar.
10. Premarco de ajuste.
11. Goterón.
12. Panel Thermochip WALL.
 - 12.1 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
 - 12.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
 - 12.3 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
 - 12.4 Placa de yeso laminado de 15 mm de espesor.

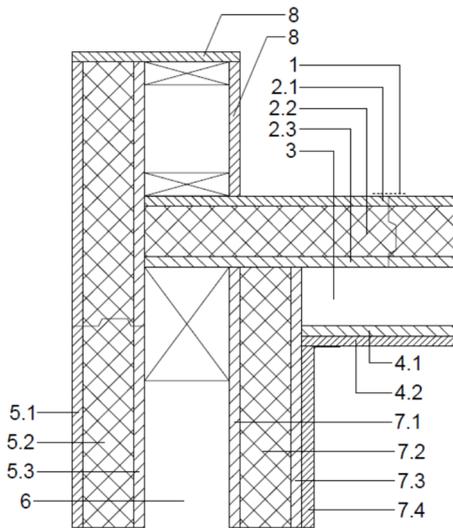
Figura 5.1: Encuentro tipo de fachada con carpintería. Sección transversal horizontal y vertical.



Leyenda:

1. Panel Thermochip SATE.
 - 1.1 Tablero de fibrocemento de 12,5 mm de espesor.
 - 1.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
 - 1.3 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
2. Estructura.
3. Premarco estructural.
4. Cajonera de persiana.
5. XPS.
6. Tapeta de cajonera.
7. Guía de persiana.
8. Chapa en alféizar.
9. Pieza XPS de alféizar.
10. Premarco de ajuste.
11. Goterón.
12. Panel Thermochip WALL.
 - 12.1 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
 - 12.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
 - 12.3 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
 - 12.4 Placa de yeso laminado de 15 mm de espesor.

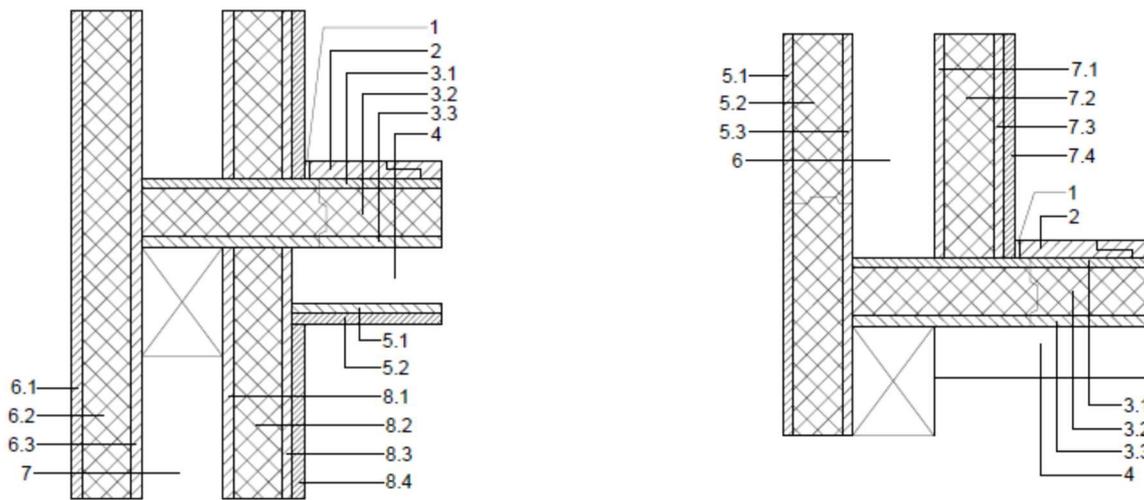
Figura 5.2: Encuentro tipo de fachada con carpintería y caja de persiana. Sección transversal vertical.



Legenda:

1. Cinta autoadhesiva.
2. Panel Thermochip ROOF PLANA.
- 2.1 Tablero de fibrocemento de 12,5 mm de espesor.
- 2.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
- 2.3 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
3. Estructura.
4. Panel Thermochip COAT.
- 4.1 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
- 4.2 Placa de yeso laminado de 15 mm de espesor.
5. Panel SATE.
- 5.1 Tablero de fibrocemento de 12,5 mm de espesor.
- 5.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
- 5.3 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
6. Estructura.
7. Panel WALL.
- 7.1 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
- 7.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
- 7.3 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
- 7.4 Placa de yeso laminado de 15 mm de espesor.
8. Tablero de fibrocemento de 12,5 mm de espesor.

Figura 5.3: Encuentro tipo de fachada con cubierta plana. Sección transversal vertical.



Legenda:

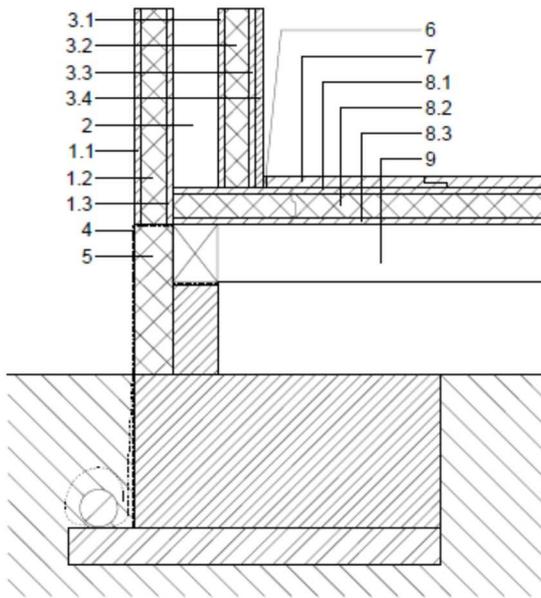
1. Zócalo solera seca.
2. Solera de tablero de fibroyeso de 20 mm de espesor.
3. Panel Thermochip FLOOR.
- 3.1 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
- 3.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
- 3.3 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
4. Estructura.
5. Panel Thermochip COAT.
- 5.1 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
- 5.2 Placa de yeso laminado de 15 mm de espesor.
6. Panel SATE.
- 6.1 Tablero de fibrocemento de 12,5 mm de espesor.
- 6.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
- 6.3 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
7. Estructura.
8. Panel WALL.
- 8.1 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
- 8.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
- 8.3 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
- 8.4 Placa de yeso laminado de 15 mm de espesor.

Figura 5.4: Encuentro tipo de fachada con forjado de entreplanta. Sección transversal vertical.

Legenda:

1. Zócalo solera seca.
2. Solera de tablero de fibroyeso de 20 mm de espesor.
3. Panel Thermochip FLOOR-S.
- 3.1 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
- 3.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
- 3.3 Tablero de fibrocemento de 12,5 mm de espesor.
4. Estructura.
5. Panel SATE.
- 5.1 Tablero de fibrocemento de 12,5 mm de espesor.
- 5.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
- 5.3 Placa de yeso laminado de 15 mm de espesor.
6. Estructura.
7. Panel WALL.
- 7.1 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
- 7.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
- 7.3 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
- 7.4 Placa de yeso laminado de 15 mm de espesor.

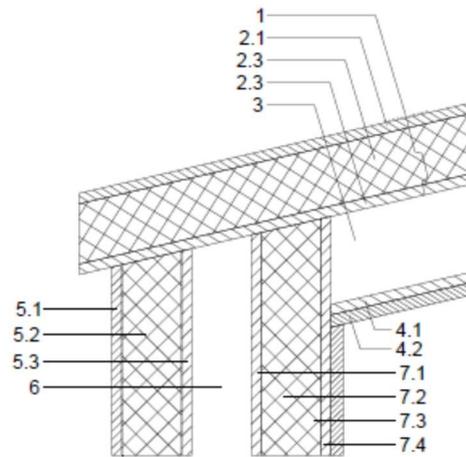
Figura 5.5: Encuentro tipo de fachada con forjado de sanitario. Sección transversal vertical.



Leyenda:

1. Panel SATE.
 - 1.1 Tablero de fibrocemento de 12,5 mm de espesor.
 - 1.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
 - 1.3 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
2. Estructura.
3. Panel WALL.
 - 3.1 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
 - 3.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
 - 3.3 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
 - 3.4 Placa de yeso laminado de 15 mm de espesor.
4. Impermeabilización.
5. Plancha de XPS.
6. Zócalo solera seca.
7. Solera de tablero de fibroyeso de 20 mm de espesor.
8. Panel Thermochip FLOOR-S.
 - 8.1 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
 - 8.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
 - 8.3 Tablero de fibrocemento de 12,5 mm de espesor.

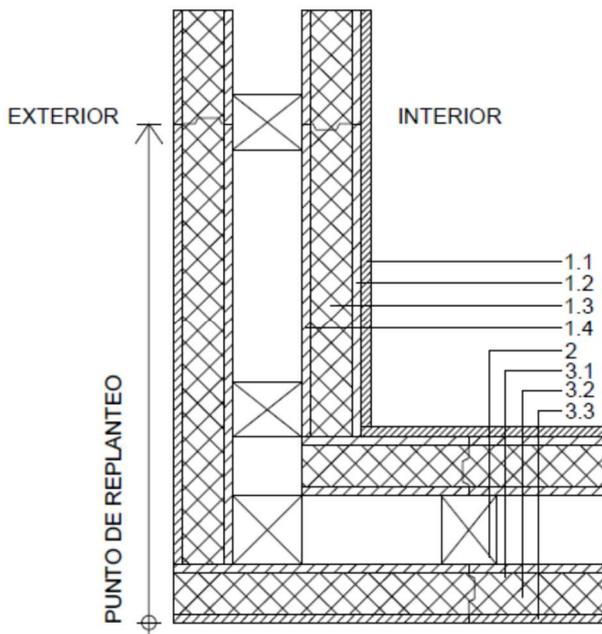
Figura 5.6: Encuentro tipo de fachada con terreno. Sección transversal vertical.



Leyenda:

1. Cinta adhesiva.
2. Panel Thermochip ROOF PLANA.
 - 2.1 Tablero de fibrocemento de 12,5 mm de espesor.
 - 2.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
 - 2.3 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
3. Estructura.
4. Panel Thermochip COAT.
 - 4.1 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
 - 4.2 Placa de yeso laminado de 15 mm de espesor.
5. Panel SATE.
 - 5.1 Tablero de fibrocemento de 12,5 mm de espesor.
 - 5.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
 - 5.3 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
6. Estructura.
7. Panel WALL.
 - 7.1 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
 - 7.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
 - 7.3 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
 - 7.4 Placa de yeso laminado de 15 mm de espesor.

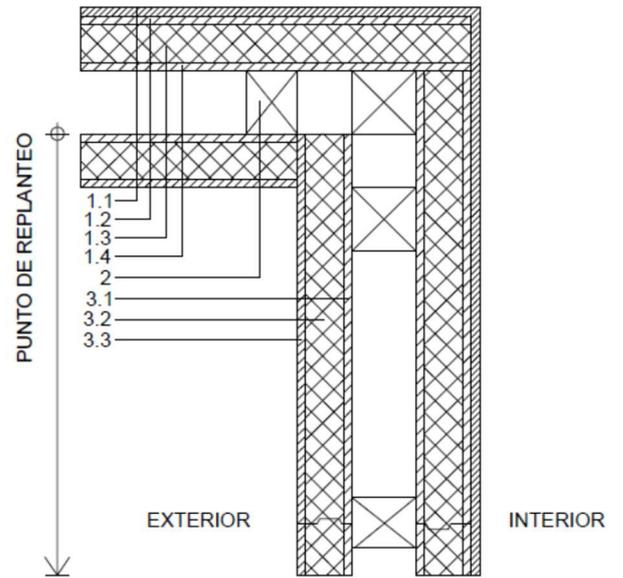
Figura 5.7: Encuentro tipo de fachada con cubierta inclinada. Sección transversal vertical.



Leyenda:

1. Panel WALL.
 - 1.1 Placa de yeso laminado de 15 mm de espesor.
 - 1.2 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
 - 1.3 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
 - 1.4 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
2. Estructura.
3. Panel SATE.
 - 3.1 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
 - 3.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
 - 3.3 Tablero de fibrocemento de 12,5 mm de espesor.

Figura 5.8: Formación de esquina núm. 1. Sección transversal horizontal.



Leyenda:

1. Panel WALL.
 - 1.1 Placa de yeso laminado de 15 mm de espesor.
 - 1.2 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
 - 1.3 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
 - 1.4 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
2. Estructura.
3. Panel SATE.
 - 3.1 Tablero de fibroyeso de 12,5 mm de espesor.
 - 3.2 Plancha de XPS (espesores entre 40 mm y 200 mm).
 - 3.3 Tablero de fibrocemento de 12,5 mm de espesor.

Figura 5.9: Formación de esquina núm. 2. Sección transversal horizontal.

6. Criterios de ejecución, de mantenimiento y conservación

6.1. Criterios de ejecución

6.1.1. Criterios generales de ejecución

6.1.1.1. Medios necesarios para la construcción

Herramientas de corte:

- Sierra circular con guía y aspirador
- Flexómetro y lápiz o bolígrafo
- Cúter

Herramientas para atornillado:

- Atornilladora
- Broca Forstner para rebaje de arandelas

Número de operarios: 2

6.1.1.2. Manipulación en obra. Condiciones de seguridad

Se debe disponer en obra de guantes, botas de seguridad, gafas y mono de trabajo.

6.1.1.3. Verificaciones previas a la ejecución

Previamente al inicio de la instalación de los paneles se debe comprobar la correcta alineación de los montantes verticales a los que se fijarán los paneles, así como la distancia vertical entre ellos, que será como máximo de 800 mm entre ejes.

La diferencia máxima admitida en la alineación entre montantes es de 2 mm.

El orden de colocación de paneles SATE o WALL sobre los montantes es indiferente. Se puede iniciar colocando los paneles SATE o los paneles WALL.

6.1.1.4. Corte de los paneles

El corte de los paneles en la obra se puede realizar de dos modos, en función de si el espesor del panel es o no superior a la capacidad de corte de la sierra circular.

Opción a): El espesor del panel es menor que la capacidad de corte de la sierra circular:

- Replanteo de la dimensión del corte y marcado en la superficie del panel.
- Apoyo del panel en dos superficies dejando en voladizo la zona en la que se va a producir el corte.
- Colocación de la guía y corte con la sierra circular.

Opción b) El espesor del panel es mayor que la capacidad de corte de la sierra circular:

- Replanteo de la dimensión del corte y marcado en la superficie del panel.
- Apoyo de toda la superficie del panel.
- Colocación de la guía en la superficie del panel y corte parcial en el espesor admitido por la sierra circular.
- Volteo del panel y colocación de guía en la misma línea en la que se ha realizado el corte parcial.
- Corte parcial del panel, completando el corte del espesor total.

6.1.2. Replanteo y colocación de paneles SATE y WALL

La preparación, replanteo y colocación es idéntico para los paneles SATE y WALL. Las únicas diferencias radican en la colocación de la placa de yeso laminado reforzada con fibra de vidrio sobre el panel WALL y la colocación de cinta adhesiva en las juntas de la cara del tablero de fibrocemento del panel SATE cuando se prevé una posterior colocación de fachada ventilada.

Los paneles SATE se colocan con la cara de tablero de fibrocemento hacia el exterior. Los paneles WALL son simétricos, de modo que la orientación es indiferente.

Se replantea la primera hilada horizontal de paneles SATE o WALL, empezando por una esquina. El extremo del panel se debe alinear con la esquina de la estructura procurando que el panel sobresalga de la esquina una distancia equivalente al espesor del panel (véase la figura 6.1).

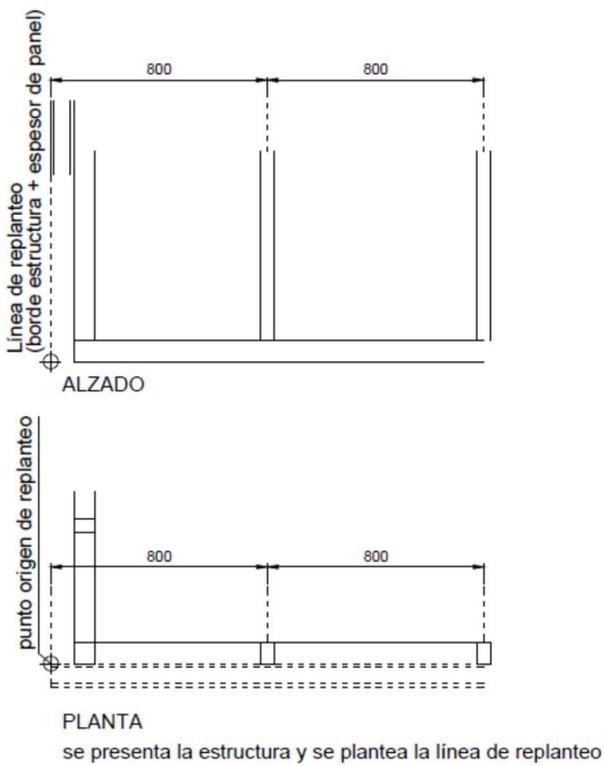


Figura 6.1: Replanteo de la estructura y de la primera hilada de paneles SATE o WALL.

Se coloca el primer panel respetando el punto de replanteo. Se debe cortar el macho del machihembrado del panel Thermochip en la longitud que sobresale del montante de la estructura. Esto permitirá la correcta colocación del panel transversal (véase la figura 6.2).

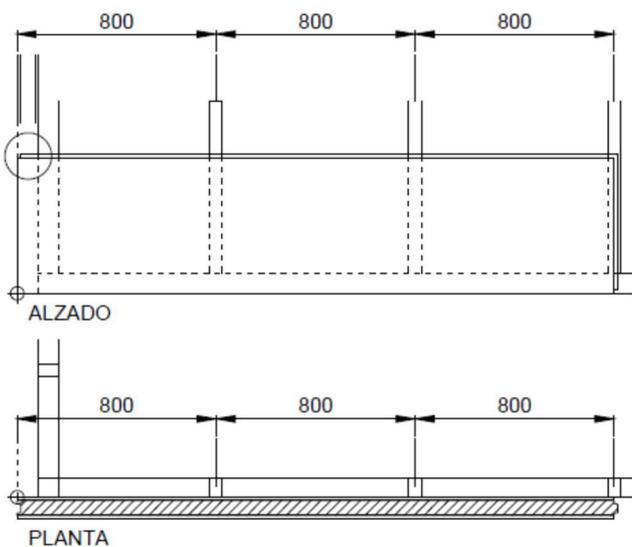


Figura 6.2: Colocación del primer panel y corte del machihembrado.

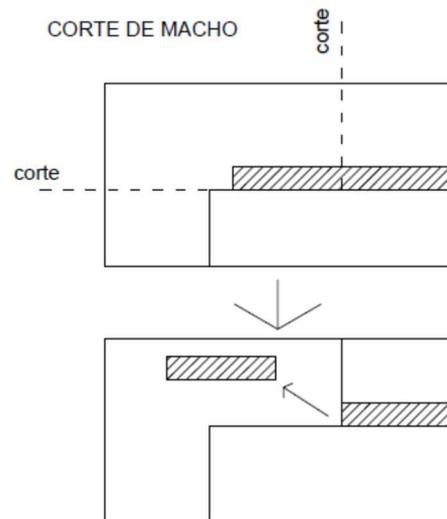


Figura 6.3: Corte del machihembrado.

Se atornilla el primer panel a los apoyos centrales y a continuación se van colocando y atornillando el resto de paneles a los apoyos centrales hasta completar la primera hilada. Los paneles en la segunda hilada se colocan a tresbolillo respecto a la hilada inferior. Se cortan los machos de los paneles enteros de la segunda hilada que inciden en la esquina.

La secuencia de instalación de los paneles debe permitir el correcto machihembrado de todos los paneles.

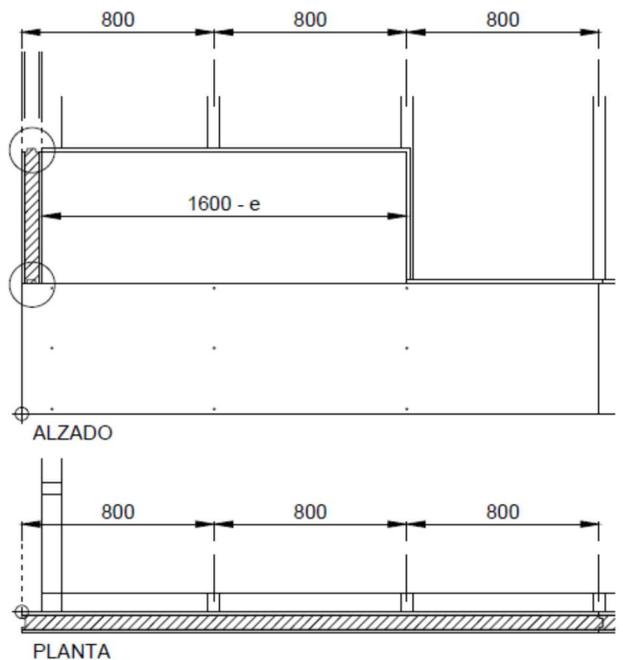


Figura 6.3: Formación de esquina en la segunda hilada de paneles.

Se atornilla la segunda hilada de paneles a los apoyos centrales.

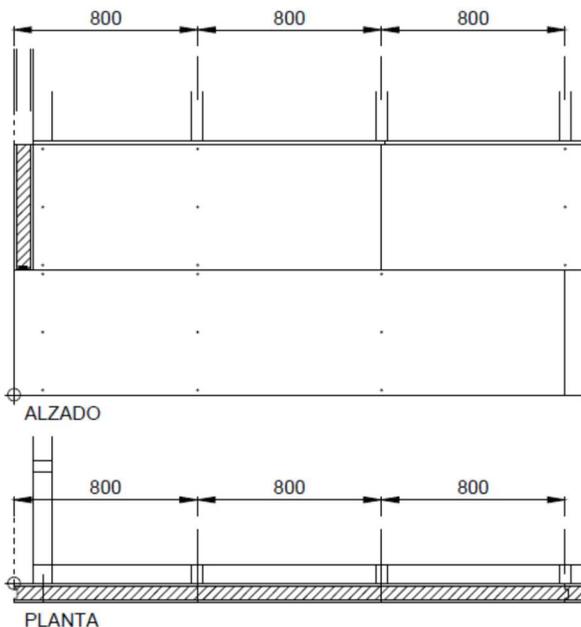


Figura 6.4: Colocación de la segunda hilada de paneles.

Una vez atornillados los paneles de la primera y segunda hilada a los apoyos centrales se procede a atornillar los paneles en las juntas verticales de la primera hilada.

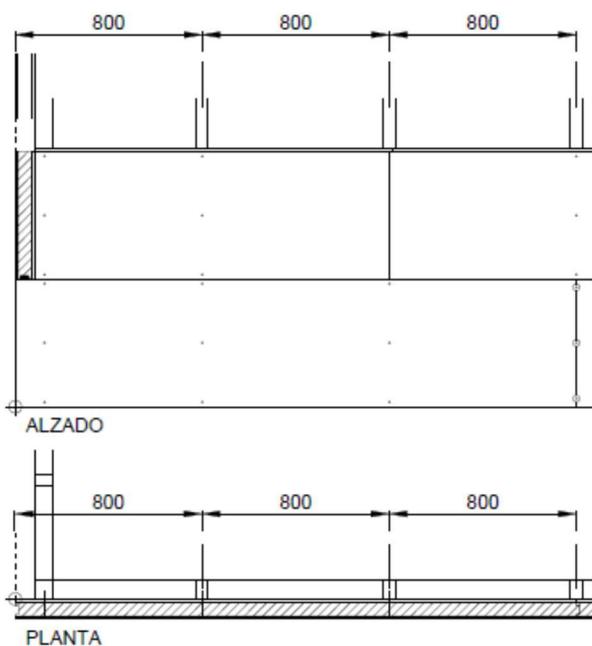


Figura 6.5: Atornillado en la junta vertical de paneles de la primera hilada.

A continuación se fijan los paneles de la hilada superior a los apoyos centrales, y cuando se ha completado se atornillan los paneles en las juntas verticales de la fila inferior, y así sucesivamente hasta alcanzar la altura deseada.

Cuando sea necesario, se cortarán los paneles para ajustar la altura o la longitud del cerramiento.

La longitud de las fijaciones corresponde al espesor del panel empleado según se indica en el apartado 2.7.

Una vez colocadas todas las hileras de paneles SATE se dispone cinta autoadhesiva en las juntas horizontales y verticales entre paneles en la cara de tablero de fibrocemento.

Fijaciones en hileras de zona central

Se disponen tres fijaciones en cada hilera de la zona central del panel, según:

- Una fijación en el centro del ancho del panel.
- Las otras dos en los bordes, a una distancia no menor de 2 cm del borde.

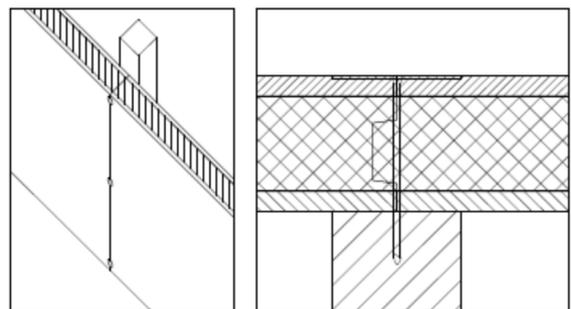


Figura 6.6: Fijaciones en hilera de zona central.

Fijaciones en hileras de borde vertical

El número y tipo de fijaciones en cada hilera de borde vertical del panel depende de la naturaleza de la estructura de soporte, según:

- Estructura de madera o de acero conformado en frío de bajo espesor ($\leq 2,0$ mm):

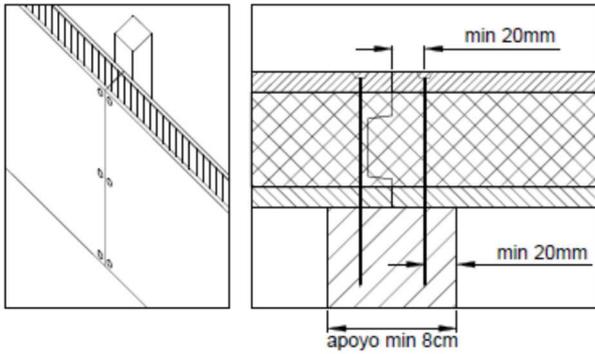
Tres tornillos con arandela (4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de diámetro) por hilera, uno en el centro del ancho y los otros dos en los extremos y a una distancia no menor de 5 cm del borde horizontal.

Se disponen tres tornillos por junta, no siendo necesario doblar el número de tornillos a lado y lado de cada panel que forma la junta. Los tornillos deben colocarse sobre la junta para abarcar a ambos paneles.

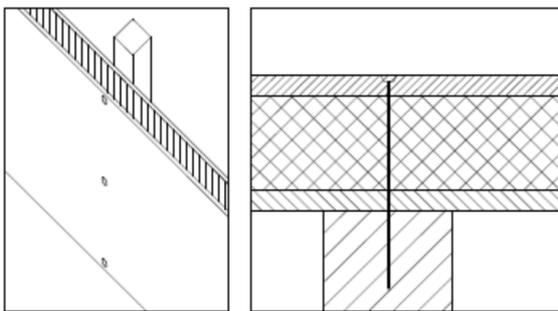
- Estructura de acero laminado:

Seis tornillos de 6,3 mm de diámetro, tres en cada panel que confluye en la junta. En cada una de las

dos hileras se coloca un tornillo en el centro del ancho del panel y los otros dos en los extremos y a una distancia no menor de 2 cm del borde vertical y horizontal.

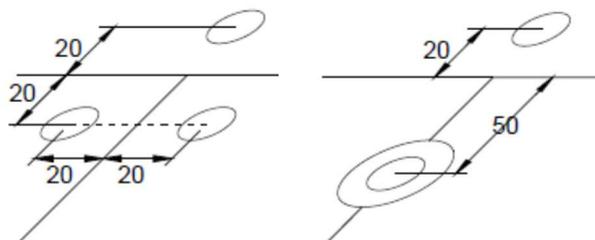


6 tornillos sin arandela de 6,3 mm de diámetro, 3 tornillos en cada panel que confluye en la junta.



3 tornillos con arandela (4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de diámetro) por hilera.

Figura 6.7: Fijaciones en hilera de borde vertical



Distancias (en cm) a borde del panel de tornillo de 6,3 mm de diámetro.

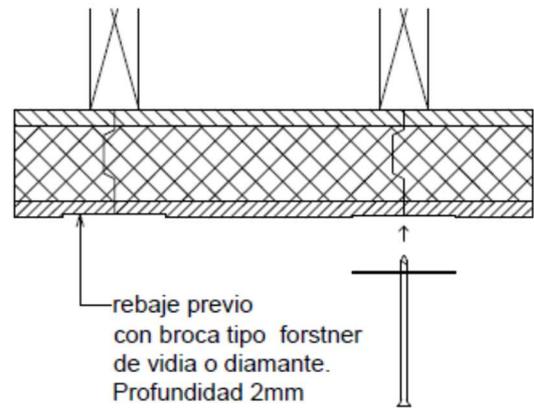
Distancias (en cm) a borde del panel de los tornillos con arandela (4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de diámetro).

Figura 6.8: Distancias de los puntos de fijación a los bordes del panel.

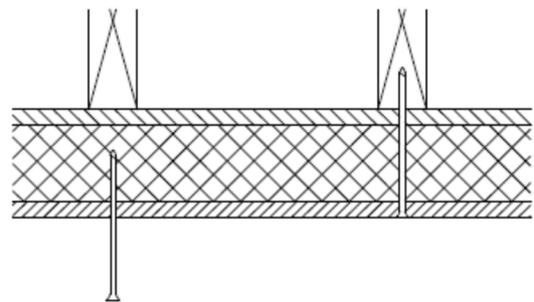
Cuando esté previsto disponer un revestimiento continuo sobre la superficie de los paneles SATE se debe realizar un rebaje previo de la superficie

tipo forstner de vidia o diamante de 2 mm de profundidad, de modo que la arandela quede enrasada con la superficie de los paneles.

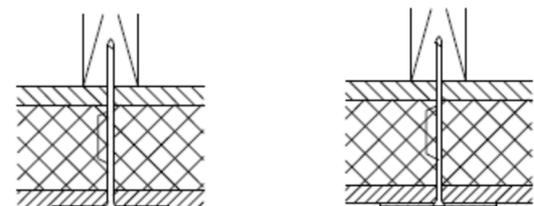
Este rebaje no será necesario cuando el revestimiento exterior esté formado por una fachada ventilada.



Instalación de tornillo con arandel (4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de diámetro) con rebaje (hilera de borde vertical).



Instalación de tornillo en hilera de zona central.



Tornillo con arandela (4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de diámetro) con rebaje.

Tornillo con arandela (4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de diámetro) sin rebaje.

Figura 6.9: Esquema de fijaciones con y sin arandelas.

La colocación de los paneles WALL se realiza aplicando los mismos criterios que para los paneles SATE.

La hoja del cerramiento formada por los paneles WALL se completa con placas de yeso laminado reforzadas con fibra de vidrio. Su instalación se describe en las figuras siguientes.

La fijación de las placas de yeso laminado a los paneles WALL se realiza mediante atornillado en tres hileras verticales situadas a 600 mm entre ellas. En cada hilera vertical los tornillos se disponen a 300 mm entre ellos y a 50 mm del borde. Se emplean tornillos de 35 mm de longitud.



Atornillado PYL a Fibroyeso
Tornillo placa-placa 30mm

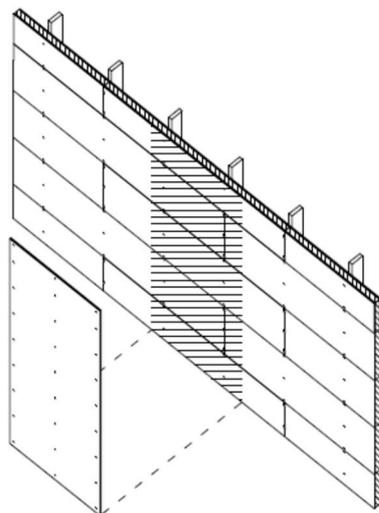
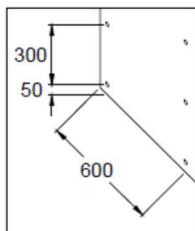
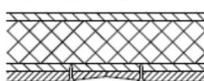


Figura 6.10: Fijación de placas de yeso laminado sobre el panel WALL.

Las siguientes placas de yeso laminado se disponen de manera libre y tratando en lo posible de solapar las juntas del panel con las de la placa.

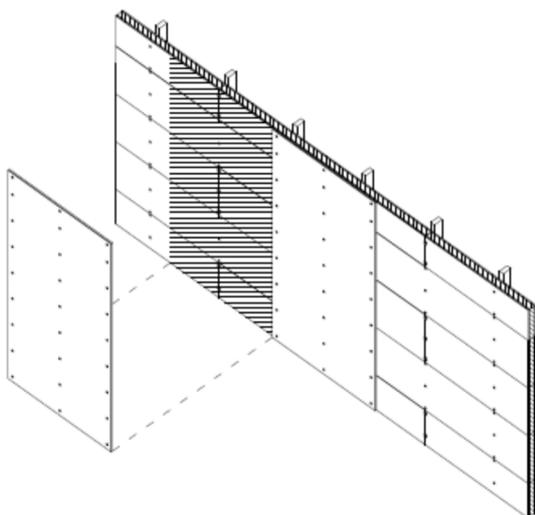


Figura 6.11: Instalación de placas de yeso laminado sobre paneles WALL.

Se realiza un tratamiento de las juntas de los paneles mediante la aplicación de masilla para juntas, cinta y de nuevo masilla para juntas. Las características de estos materiales se describen en el apartado 2.6.

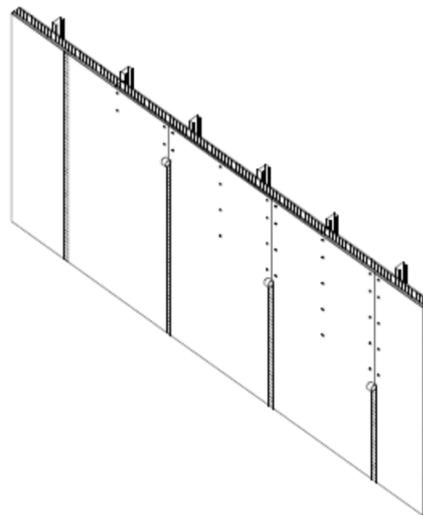


Figura 6.12: Tratamiento de juntas de las placas de yeso laminado sobre paneles WALL.

6.1.3. Ejecución de puntos singulares

6.1.3.1. Huecos para puertas y ventanas

La formación del cerramiento alrededor de los huecos para puertas y ventanas parte del hueco realizado en la estructura mediante la colocación de montantes y travesaños en su perímetro.

La colocación de paneles alrededor del hueco se muestra en las figuras siguientes.

La junta entre los paneles y el premarco o marco del hueco se rellenará con masilla de poliuretano o cintas expansivas.

El procedimiento a seguir para las puertas es el mismo que el empleado para las ventanas y mostrado en las figuras.

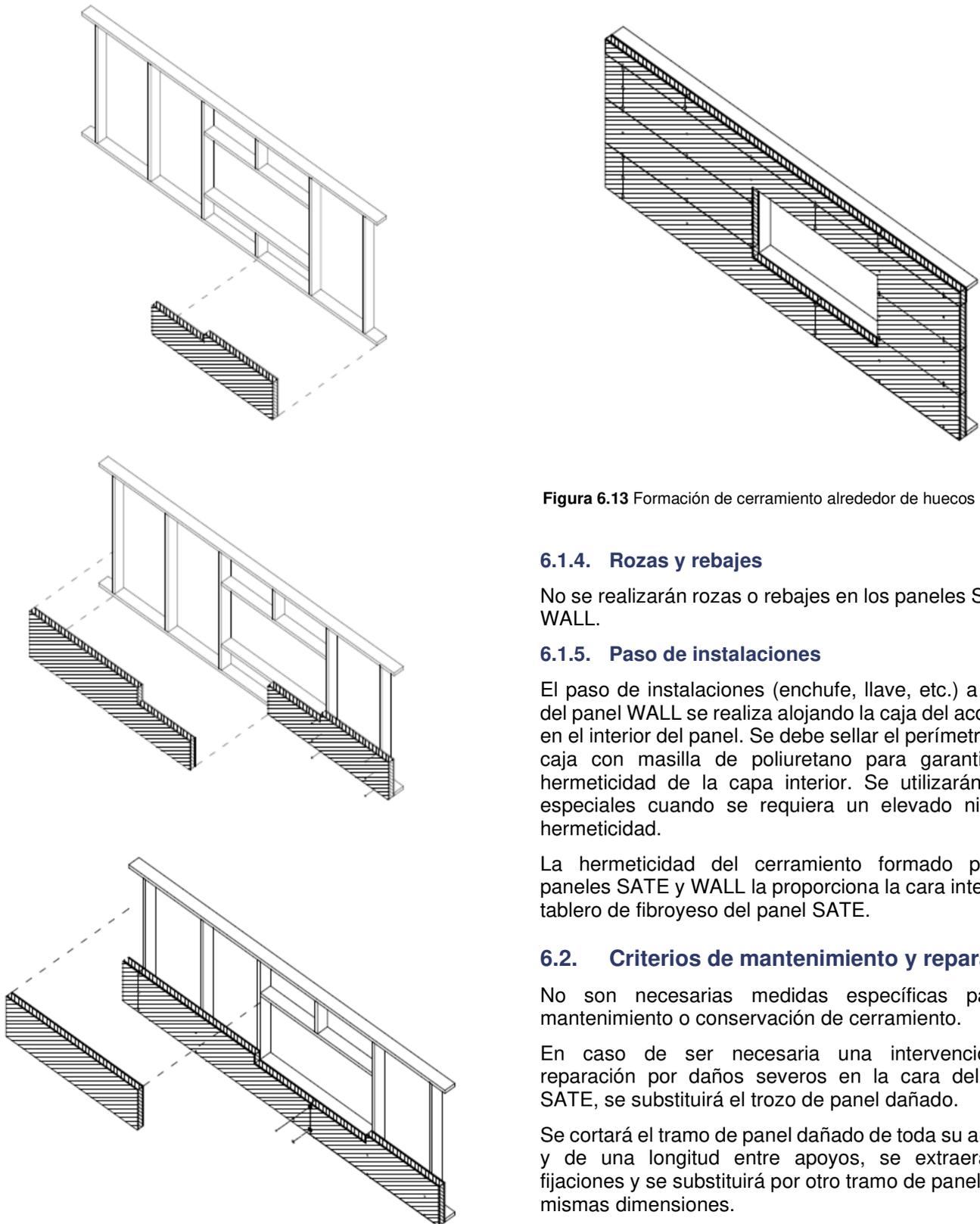


Figura 6.13 Formación de cerramiento alrededor de huecos

6.1.4. Rozas y rebajes

No se realizarán rozas o rebajes en los paneles SATE o WALL.

6.1.5. Paso de instalaciones

El paso de instalaciones (enchufe, llave, etc.) a través del panel WALL se realiza alojando la caja del accesorio en el interior del panel. Se debe sellar el perímetro de la caja con masilla de poliuretano para garantizar la hermeticidad de la capa interior. Se utilizarán cajas especiales cuando se requiera un elevado nivel de hermeticidad.

La hermeticidad del cerramiento formado por los paneles SATE y WALL la proporciona la cara interior de tablero de fibroyeso del panel SATE.

6.2. Criterios de mantenimiento y reparación

No son necesarias medidas específicas para el mantenimiento o conservación de cerramiento.

En caso de ser necesaria una intervención de reparación por daños severos en la cara del panel SATE, se substituirá el trozo de panel dañado.

Se cortará el tramo de panel dañado de toda su anchura y de una longitud entre apoyos, se extraerán las fijaciones y se substituirá por otro tramo de panel de las mismas dimensiones.

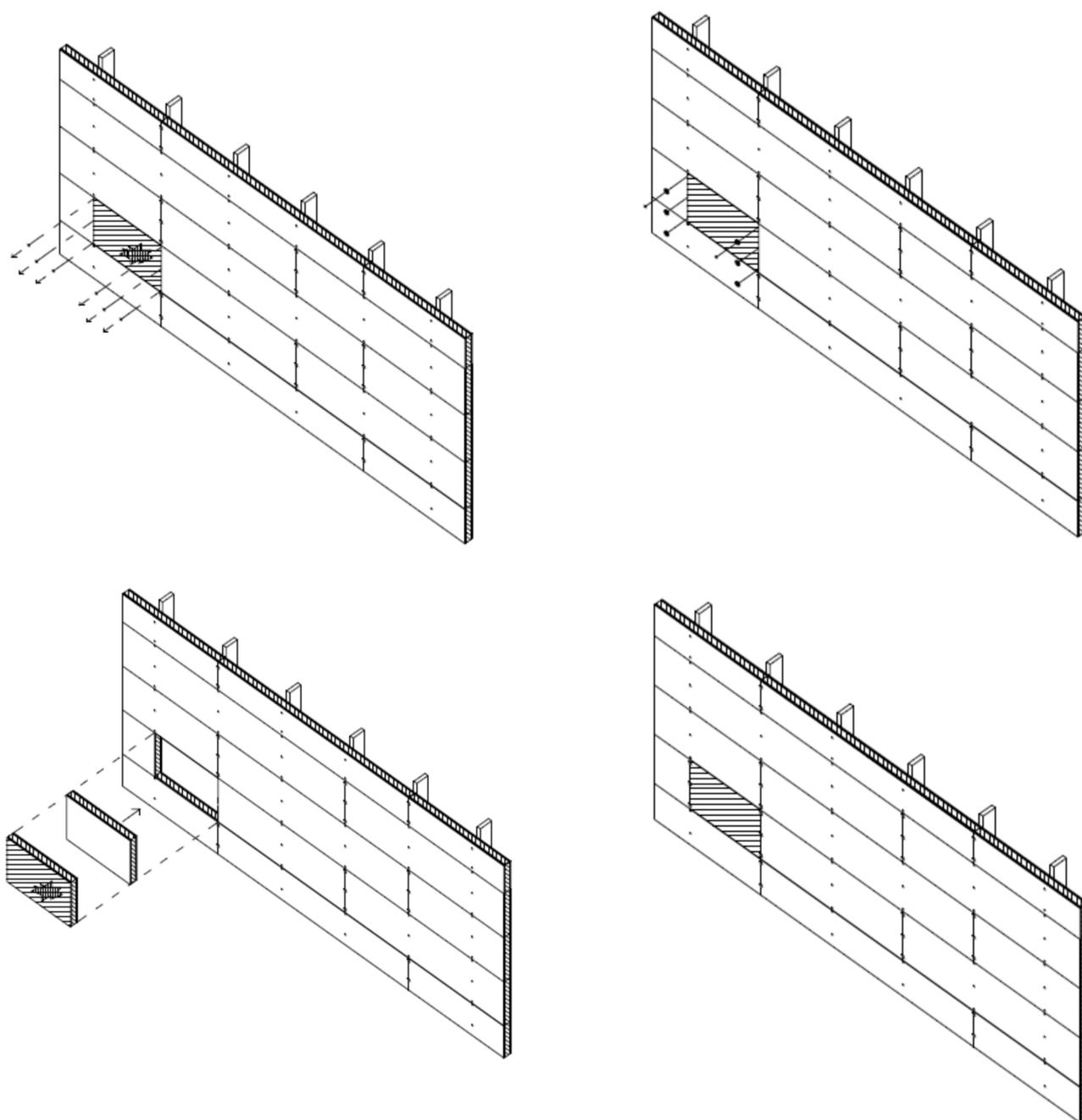


Figura 6.13 Reparación de daños severos en la cara del panel SATE.

La reparación de daños severos en el panel WALL consistirá en la sustitución de la placa de yeso laminado afectada y del tramo de panel WALL en todo su ancho y en la longitud entre montantes.

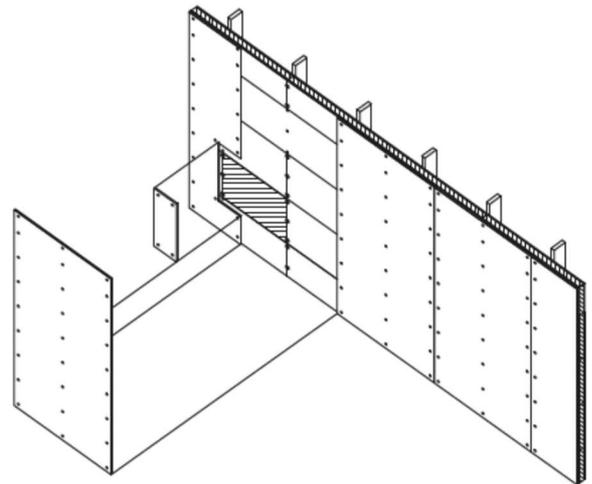
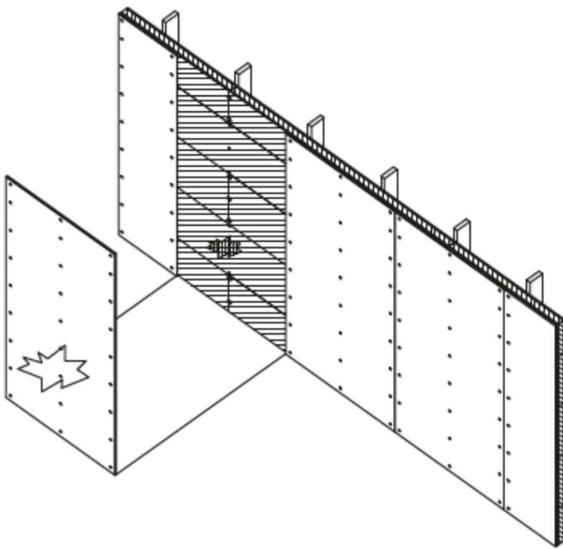
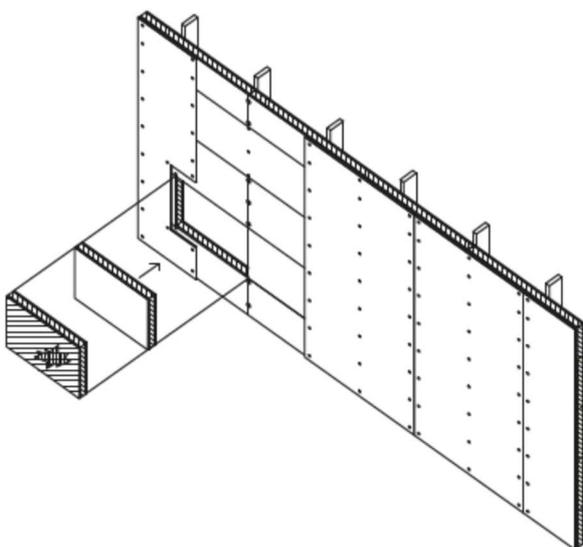
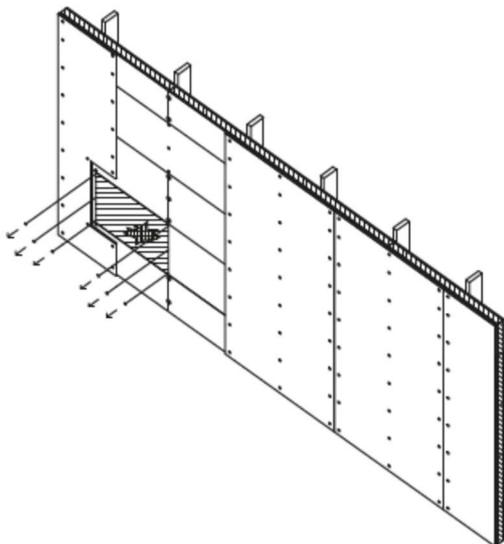


Figura 6.14 Reparación de daños severos en la cara del panel WALL.



6.3. Medidas para la protección del medio ambiente

6.3.1. Tratamiento de residuos

En virtud de la Decisión 2014/955/UE, que modifica la Decisión 2000/523/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.

Los códigos LER declarados para los paneles SATE y WALL son:

- Tableros de fibroyeso: 17 08 02
- Aislamiento de XPS: 17 06 04
- Tableros de fibrocemento: 17 09 04
- Residuos de adhesivos: 08 04 09
- Envases de papel y cartón: 15 01 01
- Envases de plástico: 15 01 02

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).

6.3.2. Condiciones exigibles a las empresas aplicadoras / colocadoras

Los instaladores del cerramiento con paneles SATE y WALL deben disponer de una formación específica obtenida a través de cualquiera de los canales aprobados por Thermochip S.L.U.

7. Referencias de utilización y visitas de obra

7.1. Referencias de utilización

El sistema ThermoChip con paneles SATE y WALL se lleva ejecutando desde el año 2016.

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

| Tipo de Obra | Localización | Fecha de finalización |
|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Vivienda unifamiliar | La Cala de Mijas (Málaga) | 2020 |
| Vivienda unifamiliar | Dodro (A Coruña) | 2020 |
| Oficinas en nave industrial | Crevillent (Alicante) | 2019 |
| Vivienda unifamiliar | Almafrà (Alicante) | 2019 |
| 2 viviendas unifamiliares | Manilva (Málaga) | 2017 |
| Vivienda unifamiliar | Mungia (Bizkaia) | 2016 |

Tabla 7.1: Referencias de obra.

7.2. Visitas de obra

Se han revisado los cerramientos construidos con el sistema ThermoChip con paneles ROOF PLANA, FLOOR y FLOOR-S, que se han utilizado en los ensayos en los laboratorios, así como el montaje e instalación de los paneles en una planta de fabricación de edificios industrializados. La finalidad de dichas actividades ha sido verificar la correcta aplicación de las instrucciones de instalación proporcionadas por ThermoChip S.L.U.

Los aspectos relevantes destacados en el transcurso de la realización de las visitas de obra se han incorporado a los criterios de proyecto y ejecución indicados en el presente documento.

8. Evaluación de ensayos y cálculos

Se ha evaluado la adecuación al uso del sistema ThermoChip con paneles SATE y WALL en relación con el cumplimiento del *Procedimiento Particular de evaluación del DAU 20/120*.

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 Applus, Afiti-Licof, Cupa Group y ThermoChip S.L.U.

Todos los informes de ensayo y de cálculos, así como el informe de toma de muestras, quedan recogidos en el *Dossier Técnico del DAU 20/120*.

8.1. Ensayos de caracterización

Se muestran a continuación los ensayos y sus resultados llevados a cabo para la caracterización del comportamiento mecánico de los paneles ThermoChip:

- Resistencia y módulo a cortante del núcleo de XPS:

Ensayos según UNE-EN 12090 sobre probetas de XPS de 40 mm de espesor sometidas a ensayo con una sola probeta.

| Núm. de probeta | F_{\max} [kN] | Resistencia a cortante [kPa] | Módulo a cortante (G) [kPa] |
|-----------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 0,4042 | 80,84 | 0,71 |
| 2 | 0,2044 | 40,88 | 0,94 |
| 3 | 0,2581 | 51,62 | 0,69 |
| 4 | 0,2850 | 57,00 | 0,90 |
| 5 | 0,2494 | 49,88 | 0,86 |

Tabla 8.1: Resistencia y módulo a cortante del núcleo de XPS.

- Resistencia a compresión del núcleo de XPS:

Ensayos según el anexo C4 de la ETAG 016-1² sobre probetas de XPS de 100 mm de espesor.

Todos los valores obtenidos han sido superiores al valor mínimo declarado por el subministrador del XPS.

- Resistencia a tracción del panel.

Ensayos según el anexo C3 de la ETAG 016-1 sobre paneles SATE³.

| Núm. de probeta | F _{máx} [kN] | Resistencia a tracción [MPa] | Modo de rotura |
|-----------------|-----------------------|------------------------------|---|
| 1 | 0,80 | 0,08 | Adhesiva entre tablero de fibrocemento y plancha de XPS |
| 2 | 0,45 | 0,05 | |
| 3 | 0,40 | 0,04 | |
| 4 | 0,80 | 0,08 | |
| 5 | 0,80 | 0,08 | |

Tabla 8.3: Resistencia a tracción.

8.2. Resistencia mecánica y estabilidad

El sistema ThermoChip con paneles SATE y WALL no contribuye a la resistencia mecánica y estabilidad del edificio. Las prestaciones relacionadas con la seguridad de uso y servicio se tratan en los apartados 8.5 y 8.8 del documento DAU, respectivamente.

8.3. Seguridad en caso de incendio

8.3.1. Reacción al fuego

La clasificación de reacción al fuego de la serie de espesores de paneles WALL⁴ se ha obtenido mediante el siguiente procedimiento:

Se han realizado ensayos indicativos según la norma UNE-EN 13823 sobre 2 probetas formadas por paneles WALL, una con los paneles de menor espesor de la serie (40 mm de plancha de XPS) y la otra con los paneles del máximo espesor ensayable en la serie (100 mm de plancha de XPS).

El peor resultado del ensayo entre ambas probetas ha definido el espesor del panel WALL que ha constituido las dos probetas complementarias necesarias para alcanzar la clasificación, que en este caso ha sido la de paneles de 40 mm de espesor de plancha de XPS.

En la tabla siguiente se indican el parámetro y los valores que ha servido de base para determinar la peor

configuración en los ensayos indicativos de los paneles WALL de acuerdo con lo establecido en la norma UNE-CEN/TS 15117.

| Espesor de plancha de XPS del panel WALL [mm] | TSP _{600s} (producción total de humo de la muestra) [m ²] |
|---|--|
| 40 | 38,6 |
| 100 | 10,4 |

Tabla 8.4: Parámetro y valores identificados en los ensayos indicativos de reacción al fuego de los paneles WALL.

Se han realizado ensayos según UNE-EN ISO 11925-2 sobre paneles WALL con un tiempo de aplicación de llama de 30 s.

Los resultados de los ensayos según las normas UNE-EN 13823 y UNE-EN ISO 11925-2 se indican en el informe de ensayo núm. 4051T20 de Afiti-Licof.

Se ha alcanzado la clasificación B-s1,d0 de reacción al fuego según la norma UNE-EN 13501-1 para los cerramientos de paredes y techos formados por paneles WALL con espesor de plancha de XPS igual o superior a 40 mm. Esta clasificación es válida para cualquier espesor de cámara de aire posterior y para paneles autoportantes.

La clasificación alcanzada se recoge en el informe de clasificación núm. 4051T20-2 de Afiti-Licof, que se apoya en lo establecido en la norma UNE-CEN/TS 15117 y en el informe técnico núm. EXAP-4051T20 emitido por Afiti-Licof.

De acuerdo con el informe de clasificación, los cerramientos formados por paneles WALL con espesor de plancha de XPS igual o superior a 40 mm, a los que se fija una placa de yeso laminado reforzado con fibra de vidrio de 15 mm de espesor, pueden clasificarse según B-s1,d0.

Los cerramientos con paneles SATE con espesor de plancha de XPS de 60 mm y cara de tablero de fibrocemento expuesta al fuego, alcanzan una clasificación B-s1,d0 según el informe de ensayo 3477T18 y el informe de clasificación 3477T18-2, emitidos por Afiti-Licof según la norma UNE-EN 13501-1. Esta clasificación es válida para cualquier espesor de cámara de aire posterior y para paneles autoportantes.

8.3.2. Resistencia al fuego

La resistencia al fuego del sistema ThermoChip con paneles WALL y SATE se ha determinado a partir de un

² European Technical Approval Guideline 016 Part 1 (ETAG 016-1): *Self-supporting composite lightweight panels. Part 1: General.*

³ La composición del panel SATE (tablero de fibrocemento, plancha de XPS y tablero de fibroyeso) es la misma que la del panel ThermoChip FLOOR-S y la del panel ThermoChip ROOF PLANA objeto del DAU 20/121; se trata del mismo panel con usos distintos.

⁴ La composición del panel WALL (tablero de fibroyeso, plancha de XPS y tablero de fibroyeso) es la misma que la del panel ThermoChip FLOOR objeto del DAU 20/121; se trata del mismo panel con usos distintos

ensayo realizado según las normas UNE-EN 1363-1 y UNE-EN 1364-1 de una configuración formada por:

- (Cara expuesta al fuego): cerramiento de paneles WALL de 85 mm de espesor con una capa de placas de yeso laminado reforzado con fibra de vidrio de 15 mm de espesor fijada a los paneles.
- Perfiles de acero huecos de dimensiones (canto x ancho x espesor) 140 mm x 80 mm x 5 mm y una distancia entre ejes de 600 mm.
- (Cara no expuesta al fuego): cerramiento de paneles SATE de 85 mm de espesor.

Los resultados del ensayo permiten asignar una clasificación EI 120 a la configuración ensayada.

Esta clasificación es válida para otras configuraciones que presenten las siguientes variaciones en relación a la configuración ensayada:

- Altura inferior a la ensayada (3.000 mm) o superior hasta 4.000 mm siempre que las tolerancias de expansión se aumenten proporcionalmente
- Espesor superior de pared (superior a 325 mm).
- Anchura superior de pared (superior a 3.000 mm)
- Espesor superior de los paneles (superior a 85 mm)
- Longitud y anchura de los paneles inferior a las dimensiones ensayadas, que corresponde con las dimensiones nominales
- Disminución de la distancia entre ejes de los perfiles (inferior a 600 mm)

Los resultados de los ensayos y la clasificación alcanzada se recogen en los informes núm. 9525/18 y 9525/18-2, respectivamente, emitidos por Afiti-Licof.

8.4. Higiene, salud y medio ambiente

8.4.1. Permeabilidad al vapor de agua de los paneles

La permeabilidad al vapor de agua de los paneles SATE y WALL se determina a partir de la permeabilidad al vapor de agua de sus componentes.

La permeabilidad al vapor de agua de los componentes de los paneles, expresada mediante el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, se ha identificado a partir de los valores indicados en la Declaración de Prestaciones de los fabricantes, y cuando esto no ha sido posible se han tomado los valores indicados en las fichas técnicas.

| Componente | Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (μ) | Referencia |
|--|---|---------------|
| Tablero de fibroyeso | 13 | DoP |
| Tablero de fibrocemento | 54 | Ficha técnica |
| Plancha de XPS | 50 | DoP |
| Placa de yeso laminado reforzada con fibra de vidrio | 10 | DoP |

Tabla 8.5: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de los componentes de los paneles SATE y WALL.

Se han realizado ensayos en Applus de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 12572 para determinar la permeabilidad al vapor de agua de la película de adhesivo que se emplea para unir las capas que constituyen los paneles SATE y WALL.

Se han ensayado seis probetas de 12 cm de diámetro y 15 mm de espesor, tres de ellas formadas por planchas de XPS sin adhesivo y tres formadas por dos planchas de XPS de 7,5 mm unidas mediante una película de adhesivo, obteniéndose los siguientes resultados tras nueve días de ensayo:

| Núm. de probeta | Masa inicial [g] | Masa final tras 9 días [g] | Masa perdida tras 9 días [g] |
|-----------------|------------------|----------------------------|------------------------------|
| Sin adh. 1 | 714,31 | 711,23 | 3,08 |
| Sin adh. 2 | 679,52 | 676,98 | 2,54 |
| Sin adh. 3 | 689,92 | 686,91 | 3,01 |
| Con adh. 1 | 689,73 | 687,29 | 2,44 |
| Con adh. 2 | 701,23 | 698,57 | 2,66 |
| Con adh. 3 | 700,32 | 697,53 | 2,79 |

Tabla 8.6: Masa perdida tras 9 días de ensayo.

| Núm. de probeta | Promedio de la variación de masa de las últimas 5 mediciones (ΔG) [kg] (1) | Flujo de vapor de agua ($\Delta G/\Delta t$) [kg/s] | | Permeancia al vapor de agua (Λ) [kg/m ² ·s·Pa] (2) | | Permeabilidad (δ) [kg/m·s·Pa] (3) | Resistencia ($Z = 1/\Lambda$) [kg/m ² ·s·Pa] |
|-----------------|--|---|----------|---|----------|--|---|
| | | Valores individuales | Promedio | Valores individuales | Promedio | | |
| Sin adh. 1 | 0,00029 | 3,40E-09 | | 4,38E-10 | | | |
| Sin adh. 2 | 0,00026 | 2,96E-09 | 3,31E-09 | 3,81E-10 | 4,26E-10 | 6,39E-12 | 2,36E+09 |
| Sin adh. 3 | 0,00031 | 3,56E-09 | | 4,60E-10 | | | |
| Con adh. 1 | 0,00024 | 2,82E-09 | | 3,62E-10 | | | |
| Con adh. 2 | 0,00026 | 3,01E-09 | 2,99E-09 | 3,87E-10 | 3,84E-10 | 5,75E-12 | 2,61E+09 |
| Con adh. 3 | 0,00027 | 3,13E-09 | | 4,02E-10 | | | |

Notas:

- (1) Diferencia de peso en valor absoluto.
- (2) Se utiliza la fórmula $W = 1/((A \cdot \Delta p / (\Delta G / \Delta t)) - R_a)$, donde R_a es la corrección debida al error introducido por la resistencia de difusión de vapor existente en la capa de aire en el vaso de ensayo ($R_a = 0,048 \cdot 10^9$).
- (3) Permeancia al vapor de agua por el espesor (0,015 m).

Tabla 8.7: Tratamiento de resultados de ensayo de permeabilidad al vapor de agua de la película de adhesivo.

La resistencia al vapor de agua (Z) y el factor de resistencia al vapor de agua (μ) de la película de adhesivo correspondiente al gramaje nominal se indican en la tabla siguiente.

| Resistencia al vapor de agua de la capa de adhesivo ($Z_{adh} = Z_{conadh} - Z_{sinadh}$) [kg/m ² ·s·Pa] | Factor de resistencia al vapor de agua de la capa de adhesivo ($\mu_{adh} = \mu_{conadh} - \mu_{sinadh}$) (1) |
|---|---|
| 2,50E+08 | 3,23 |

Nota:

- (1) Calculado según $\mu = \delta_{aire} / \delta$ para μ_{conadh} y μ_{sinadh} , donde $\delta_{aire} = 1,94 \cdot 10^{10}$, equivalente a unas condiciones de $T_{aire} = 20$ °C y $P_{aire} = 101325$ Pa.

Tabla 8.8: Factor de resistencia al vapor de agua de la capa de adhesivo.

8.5. Seguridad de utilización

8.5.1. Resistencia mecánica

8.5.1.1. Resistencia mecánica frente a cargas positivas

Se han realizado ensayos a flexión según el anexo C.1 de la ETAG 016-1 sobre paneles SATE simplemente apoyados sobre 3 apoyos (dos vanos) con una luz de 800 mm,

Se han ensayado los paneles de menor, medio y mayor espesor (65 mm, 145 mm y 225 mm). Los valores para los espesores intermedios se han obtenido por interpolación lineal. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla siguiente:

| Dimensiones del panel SATE | | | Configuración de ensayo | Carga última (1) (2) | | Carga para flecha = L/300 | |
|----------------------------|---------------|--------------|----------------------------------|-------------------------------|---|-------------------------------|---|
| Espesor [mm] | Longitud [mm] | Anchura [mm] | | Promedio [kN/m ²] | Valor característico (3) [kN/m ²] | Promedio [kN/m ²] | Valor característico (3) [kN/m ²] |
| 65 | | | | 9,34 | 3,38 | -- (4) | -- (4) |
| 85 | | | | 13,50 | 8,94 | | |
| 105 | | | | 17,65 | 14,49 | -- (5) | -- (5) |
| 125 | 1.200 | 550 | Panel triapoyado Luz = 800 mm | 21,81 | 20,04 | | |
| 145 | | | | 25,96 | 25,60 | 18,01 | 9,56 |
| 185 | | | | 32,35 | 30,79 | 17,07 | -- (5) |
| 225 | | | | 38,74 | 35,98 | 16,13 | -- (6) |

Notas:

- (1) La carga se aplica sobre la cara de tablero de fibrocemento del panel.
- (2) La carga última corresponde a la rotura del panel o al despegue entre las capas del panel.
- (3) Valor característico correspondiente al 5% fractil con un intervalo de confianza del 75% y una distribución normal.
- (4) Se ha alcanzado la carga última antes de la flecha = L/300.
- (5) No se puede interpolar en ausencia de un extremo.
- (6) El tratamiento estadístico proporciona valores negativos.

Tabla 8.9: Resistencia mecánica a cargas positivas del panel SATE.

8.5.1.2. Resistencia mecánica frente a cargas negativas

Se han realizado ensayos de resistencia mecánica frente a cargas negativas de paneles Thermochip ROOF PLANA objeto del DAU 20/121 de acuerdo con el anexo C.2 de la ETAG 016-1. La configuración de los paneles Thermochip ROOF PLANA es la misma que la de los paneles SATE (tableros de fibrocemento, plancha de XPS y tableros de fibroyeso). La única diferencia entre ambos radica en su uso previsto. El panel SATE se utiliza como hoja exterior de cerramiento de fachada, mientras que el panel Thermochip ROOF PLANA se utiliza como cerramiento de cubierta.

Las fijaciones empleadas en el panel Thermochip ROOF PLANA corresponden a los tornillos sin arandela de 4,8 mm de diámetro, mientras que en el panel SATE se

emplean tornillos con arandela (4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de diámetro) y sin arandela (4,8 mm de diámetro).

En los ensayos realizados sobre paneles Thermochip ROOF PLANA de 65 mm, 145 mm y 225 mm de espesor, con una distancia entre apoyos de 1.200 mm y tornillos sin arandela de 4,8 mm de diámetro, se observa el arrancamiento del panel de sus fijaciones, manteniéndose éstas fijadas al soporte. Se concluye que la resistencia a cargas negativas del panel Thermochip ROOF PLANA está limitada por el panel.

Los resultados de los ensayos de resistencia mecánica frente a cargas negativas sobre paneles Thermochip ROOF PLANA con tornillos sin arandela de 4,8 mm de diámetro se indica en la tabla siguiente.

| Dimensiones del panel Thermochip ROOF PLANA | | | Distancia entre apoyos [mm] (4) | Carga última (1) | | | Modo de rotura |
|---|---------------|--------------|---------------------------------|------------------|--------------------------|------|-------------------------|
| Espesor [mm] | Longitud [mm] | Anchura [mm] | | Promedio [kN] | Valor característico (2) | | |
| | | | | [kN] | [kN/m ²] | | |
| 65 | | | | 6,67 | 6,00 | 4,55 | |
| 85 (3) | | | | 6,80 | 6,03 | 4,57 | |
| 105 (3) | | | | 6,92 | 6,05 | 4,58 | |
| 125 (3) | 2.400 | 550 | 1.200 | 7,04 | 6,08 | 4,60 | Arrancamiento del panel |
| 145 | | | | 7,16 | 6,10 | 4,62 | |
| 185 (3) | | | | 8,88 | 7,36 | 5,58 | |
| 225 | | | | 10,16 | 8,62 | 6,53 | |

Notas:

- (1) La carga se aplica sobre la cara de tablero de fibroyeso del panel.
- (2) Valor característico correspondiente al 5% fractil con un intervalo de confianza del 75% y una distribución normal.
- (3) Valores obtenidos mediante interpolación.
- (4) Se emplean tres tornillos en cada apoyo para fijar los paneles. Los tipos de tornillos empleados son los siguientes:
 - 4,8 x 120 mm para el panel ROOF PLANA de 65 mm de espesor.
 - 4,8 x 200 mm para el panel ROOF PLANA de 145 mm de espesor.
 - 4,8 x 260 mm para el panel ROOF PLANA de 225 mm de espesor.

Tabla 8.10: Resistencia mecánica a cargas negativas del panel Thermochip ROOF PLANA.

Los valores identificados para los paneles Thermochip ROOF PLANA y recogidos en la tabla anterior pueden emplearse para los paneles SATE con tornillos sin arandela de 4,8 mm de diámetro, dado que se utilizan los mismos tornillos y una menor distancia entre apoyos.

Se han realizado ensayos para identificar la resistencia mecánica frente a cargas negativas de paneles SATE cuando se emplean tornillos con arandela (4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de diámetro). Los ensayos se han realizado de acuerdo con el anexo C.2 de la ETAG 016-1.

El objetivo de los ensayos ha sido comparar la resistencia a cargas negativas de los tornillos sin arandela (4,8 mm de diámetro) y los tornillos con arandela (4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de

diámetro). Para ello, se han ensayado probetas formadas por paneles SATE en los que se han empleado tornillos sin arandela y tornillos con arandela, reproduciendo la situación de uso final para ambas fijaciones.

Las probetas de ensayo están formadas por dos paneles de 1.200 mm de longitud y 550 mm de anchura sobre tres apoyos, con una distancia de 800 mm entre ellos y 300 mm de voladizo en ambos extremos. Se emplean tres tornillos con arandela (4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de diámetro) en el apoyo central y tres tornillos sin arandela (4,8 mm de diámetro) en cada uno de los apoyos extremos.

Los resultados de los ensayos se muestran en la tabla siguiente.

| Dimensiones de la probeta (2 paneles SATE unidos) | | | Distancia entre apoyos [mm] (1) (2) | Carga última [kN] (3) | Modo de rotura |
|---|---------------|--------------|-------------------------------------|-----------------------|--|
| Espesor [mm] | Longitud [mm] | Anchura [mm] | | | |
| 65 | | | 800 | 10,16 | Arrancamiento de la probeta por las fijaciones extremas (sin arandela) |
| | | | | 6,12 | |
| 145 | 2.400 | 550 | 800 | 3,21 | |
| | | | | 6,81 | |
| 225 | | | | 13,60 | |
| | | | | 7,10 | |
| | | | | 7,48 | |

Notas:

- (1) La probeta dispone de un voladizo de 300 mm en ambos extremos.
- (2) Los tipos de tornillos empleados son los siguientes:
Sin arandela:
 - 4,8 x 120 mm para el panel de 65 mm de espesor.
 - 4,8 x 200 mm para el panel de 145 mm de espesor.
 - 4,8 x 260 mm para el panel de 225 mm de espesor.
 Con arandela:
 - 4,8 x 110 mm para el panel de 65 mm de espesor.
 - 4,8 x 170 mm para el panel de 145 mm de espesor.
 - 4,8 x 260 mm para el panel de 225 mm de espesor.
- (3) La carga se aplica sobre la cara de tablero de fibroyeso del panel.

Tabla 8.11: Resistencia mecánica a cargas negativas del panel SATE.

El fallo de todas las probetas se ha producido por arrancamiento de la probeta por las fijaciones extremas (sin arandela). En consecuencia, se puede afirmar que la resistencia frente a cargas negativas de los tornillos con arandela (4,8 mm de diámetro y arandela de 40 mm de diámetro) es superior a la de tornillos sin arandela (4,8 mm de diámetro).

Los valores característicos de carga última obtenidos en los ensayos se emplearán en el dimensionado de la resistencia característica a carga negativa de los paneles.

Los resultados obtenidos para estructura de madera pueden emplearse para estructura de acero conformado en frío de bajo espesor ($\leq 2,0$ mm) y acero laminado por el modo de fallo (arrancamiento del panel) y porque los valores característicos de carga última de los paneles por tornillo obtenidos de los ensayos son inferiores a los valores de resistencia característica a carga axial de los tornillos sobre estructura de acero conformado en frío de bajo espesor ($\leq 2,0$ mm) y de acero laminado, recogidas en el apartado 2.7 del DAU.

| Espesor del panel ROOF PLANA [mm] | Valor característico de carga última en los ensayos [kN] | | Resistencia característica a carga axial de los tornillos [kN] | | |
|-----------------------------------|--|------------|--|---------------------|---------------------|
| | Total (9 tornillos) | 1 tornillo | Sin arandela 4,8 mm | Con arandela 4,8 mm | sin arandela 6,3 mm |
| 65 | 6,00 | 0,67 | | | |
| 145 | 6,10 | 0,68 | 1,06 (1) | 1,09 (3) | 1,25 (5) |
| 225 | 8,62 | 0,96 | 1,20 (2) | 1,32 (4) | 2,00 (6) |

Notas:

- (1) Sobre acero S280GD y 0,75 mm de espesor.
- (2) Sobre madera C24 y espesor ≥ 24 mm.
- (3) Sobre acero S320GD y 0,63 mm de espesor.
- (4) Sobre madera C24 y espesor ≥ 22 mm.
- (5) Sobre acero de 2 mm de espesor.
- (6) Sobre acero de 2,5 mm de espesor

Tabla 8.12: Comparación entre el valor característico de carga última en los ensayos y la resistencia característica a carga axial de los tornillos.

8.5.1.3. Agentes térmicos. Efecto térmico

El efecto del gradiente de temperatura en el sistema ThermoChip se ha evaluado mediante la monitorización del comportamiento de probetas expuestas a la intemperie en las instalaciones de ThermoChip S.L.U. en A Medua, y de paneles instalados en edificaciones ejecutadas.

Complementariamente se han realizado ensayos en el laboratorio para evaluar el efecto de los gradientes de temperatura elevados sobre los paneles sin revestimiento aplicado.

Monitorización de probetas expuestas a la intemperie

Las probetas expuestas a la intemperie en las instalaciones de ThermoChip S.L.U. en A Medua están formadas por paneles SATE sin revestimiento superficial y del espesor máximo en la serie (225 mm) y a la distancia máxima entre apoyos (800 mm).

Se han dispuesto dos configuraciones: una con el panel fijado únicamente en sus apoyos extremos (panel biapoyado) y otra con el panel fijado en los apoyos extremos y en el apoyo intermedio (panel triapoyado).

Se ha monitorizado la temperatura superficial en el tablero de fibrocemento, junto a la aparición de fisuras en la superficie de dicho tablero obteniéndose los resultados mostrados a continuación.

| Fecha | Hora | Temperatura ambiente [°C] | Temperatura superficial en el tablero de fibrocemento [°C] | | Aspecto superficial |
|------------|-------|---------------------------|--|---------------------------------|--------------------------|
| | | | Panel biapoyado (luz = 1.600 mm) | Panel triapoyado (luz = 800 mm) | |
| 14/07/2020 | 12:15 | 26 | 41,6 | 41,2 | |
| 14/07/2020 | 13:05 | 27 | 46,1 | 46,1 | |
| 14/07/2020 | 13:45 | 28 | 47,5 | 46,8 | |
| 14/07/2020 | 14:50 | 29 | 51,1 | 51,4 | |
| 15/07/2020 | 16:00 | 29 | 63,8 | 64,9 | |
| 16/07/2020 | 12:00 | 25 | 50,8 | 50,2 | |
| 16/07/2020 | 16:00 | 30 | 59,1 | 59,1 | |
| 17/07/2020 | 9:30 | 18 | 10,2 | 11,3 | Ausencia de fisuraciones |
| 20/07/2020 | 8:25 | 18 | 16,1 | 16,2 | |
| 20/07/2020 | 10:30 | 28 | 29,0 | 30,4 | |
| 20/07/2020 | 11:45 | 29 | 46,0 | 47,1 | |
| 20/07/2020 | 15:50 | 34 | 62,1 | 61,0 | |
| 21/07/2020 | 8:10 | 18 | 8,2 | 8,9 | |
| 21/07/2020 | 10:20 | 25 | 23,3 | 23,2 | |
| 21/07/2020 | 11:15 | 34 | 45,7 | 48,1 | |

Tabla 8.15: Resultados de la monitorización de probetas en las instalaciones de A Medua.

Monitorización de paneles instalados en edificaciones ejecutadas

La monitorización de paneles SATE instalados desde hace tiempo sin revestimiento de protección ha proporcionado los siguientes datos:

- Obra en La Pedrera (Sevilla), ejecutada a principios de 2019 con cerramiento de fachada de paneles SATE con una distancia entre apoyos de 600 mm: la temperatura superficial en el tablero de fibrocemento en el período de medida ha alcanzado los 62 °C con una temperatura ambiente de 39 °C, sin ocurrencia de fisuras ni defectos superficiales.
- Obra en Padrón (A Coruña), ejecutada a principios de junio de 2020 con cerramiento de fachada de paneles SATE con una distancia entre apoyos de 800 mm: la temperatura superficial en el tablero de fibrocemento en el período de medida ha alcanzado los 49 °C con una temperatura ambiente de 28 °C, sin ocurrencia de fisuras ni defectos superficiales.

Ensayos para evaluar el efecto de gradientes de temperatura elevados en paneles desnudos

Se han realizado ensayos de acuerdo con el anexo C.4 de la ETAG 016-3 en Applus sobre paneles SATE sin revestimiento superficial y de los mismos espesores y configuración de apoyos que los paneles monitorizados expuestos a la intemperie.

Para cada configuración se han realizado tres repeticiones.

Se ha alcanzado una temperatura máxima de 80 °C en la cara más exterior del panel (tablero de fibrocemento) mediante exposición a luz infrarroja, a una tasa de incremento de 10 °C cada 5 minutos aproximadamente.

Complementariamente, se ha determinado experimentalmente el coeficiente lineal de dilatación térmica en ambas direcciones principales del tablero de fibrocemento de acuerdo con la norma UNE-EN 14617-11, con los siguientes resultados:

| Orientación | Coefficiente lineal de dilatación térmica (α) [1/°C] |
|--------------|---|
| Longitudinal | $7,1 \times 10^{-6}$ |
| Transversal | $- 5,4 \times 10^{-6}$ (1) |

Nota:
(1) El valor negativo indica que se produjo una contracción.

Tabla 8.13: Coeficiente lineal de dilatación térmica del tablero de fibrocemento.

Los ensayos de acuerdo con el anexo C4 de la ETAG 016-3 muestran la aparición de fisuras en el tablero de fibrocemento y un despegue entre el tablero de fibrocemento y la plancha de XPS. Este despegue provoca una disminución súbita de la reacción en el apoyo intermedio en las configuraciones en las que el panel está fijado en dicho apoyo.

Los resultados de los ensayos se muestran en la tabla siguiente:

| Número de probeta | Panel biapoyado (luz = 1.600 mm) | | | Panel triapoyado (luz = 800 mm) | | | |
|--|----------------------------------|----|----|---------------------------------|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| Temperatura aproximada de inicio de fisuras [°C] | Valores individuales | 52 | 65 | 67 | 46 | 50 | 65 |
| | Valor medio | | 61 | | | 54 | |
| Temperatura aproximada de despegue entre tablero y plancha de XPS [°C] | Valores individuales | 66 | 74 | 76 | 63 | 52 | 69 |
| | Valor medio | | 72 | | | 61 | |
| Disminución súbita de la reacción en el apoyo intermedio | Carga [N] | -- | -- | -- | 170 | 132 | 120 |
| | Temperatura [°C] | -- | -- | -- | 60 | 51 | 56 |

Tabla 8.14: Resultados de los ensayos de efecto térmico según el anexo C4 de la ETAG 016-3.

La monitorización de las probetas expuestas a la intemperie en A Medua y de los paneles instalados en obras sin revestimiento ha mostrado que se alcanzan temperaturas en el tablero de fibrocemento que en algunos casos son superiores a las aplicadas en el ensayo, sin la aparición de fisuras superficiales ni despegue entre capas del tablero.

De la evaluación realizada se desprende que la aparición de fisuras en el tablero de fibrocemento observadas en el ensayo de laboratorio obedece a fenómenos de dilatación diferencial producidos por el incremento de temperatura en un corto intervalo de tiempo (10 °C cada 5 minutos aproximadamente) en el rango entre 23°C y 80°C.

En las condiciones finales de uso del panel SATE, éste se encontrará protegido por el revestimiento exterior, que contribuirá a disminuir la temperatura superficial en el tablero de fibrocemento del panel. Además, no se producirán incrementos de temperatura tan rápidos como los aplicados en el ensayo.

Se debe proteger el cerramiento con paneles SATE de la exposición a gradientes de temperatura elevados y súbitos cuando no esté protegido con el revestimiento.

8.5.2. Resistencia a impactos

Se han realizado ensayos de resistencia frente a impactos de cuerpo blando de los paneles SATE y WALL en las instalaciones de ThermoChip S.L.U. en A Medua, de acuerdo con las indicaciones del TR 001.

La exigencia relativa a la resistencia frente a impactos de cuerpo duro corresponde al revestimiento de los paneles, que no está incluido en el DAU. La placa de yeso laminado reforzada con fibra de vidrio que se fija al panel WALL debe demostrar la satisfacción de la exigencia.

Los resultados de los ensayos de resistencia frente a impactos de cuerpo blando satisfacen las exigencias para las energías de impacto aplicadas. Dichos resultados se muestran en la tabla siguiente.

| Panel | Distancia entre apoyos [mm] | Núm. de impactos y energía (1) | Resultados de los ensayos | | | |
|--|-----------------------------|--------------------------------|---|----------------|----------------|---|
| | | | Deformación permanente tras 5min después del impacto [mm] (2) | | | Daños sobre el panel |
| | | | Impacto Núm. 1 | Impacto Núm. 2 | Impacto Núm. 3 | |
| SATE de 65 mm de espesor (fijación sin arandela) | 800 | 1 x 900 J | 0,56 | -- | -- | Ausencia de colapso, penetración o proyección en cara opuesta |
| | | 3 x 400 J | 0,10 | 0,11 | 3,86 | Ausencia de penetración o degradación |
| SATE de 65 mm de espesor (fijación con arandela) | 800 | 1 x 900 J | 1,28 | -- | -- | Ausencia de colapso, penetración o proyección en cara opuesta |
| | | 3 x 400 J | 0,20 | 0,36 | 0,39 | Ausencia de penetración o degradación |
| WALL de 65 mm de espesor con placa de yeso laminado de 15 mm | 400 | 1 x 400 J | 0,27 | -- | -- | Ausencia de colapso, penetración o proyección en cara opuesta |
| | | 3 x 120 J | 0,03 | 0,09 | 0,13 | Ausencia de penetración o degradación |

Notas:

- (1) El número de impactos y su energía ha sido tomada a partir de las indicaciones del TR 001.
- (2) Se indica la deformación acumulada tras los distintos impactos.

Tabla 8.16: Resultados de los ensayos de resistencia a impacto frente a cuerpo blando.

8.5.3. Resistencia de las fijaciones

8.5.3.1. Resistencia de los paneles a fijaciones

La resistencia de los paneles SATE a fijaciones se ha evaluado mediante los ensayos de resistencia del panel a cargas negativas (véase el apartado 8.5.1.2 del DAU). El panel WALL no se encuentra sometido a esfuerzos de succión.

Los resultados de los ensayos definen la resistencia de los paneles a las fijaciones y muestran que se produce una perforación del panel antes de la extracción de la fijación.

8.5.3.2. Resistencia a cargas excéntricas debidas a fijaciones en los paneles

Se han realizado los siguientes ensayos a extracción, rasante y extracción excéntrica de fijaciones sobre paneles SATE y WALL.

Se han ensayado las siguientes fijaciones: tornillo 4,8 mm x 35 mm; 4,8 mm x 90 mm y 4,8 mm x 120 mm.

| Configuración | | | Resistencia | | | | |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|--|------------------------------|------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Tipo de panel | Espesor del panel [mm] | Soporte | Número y dimensiones de las fijaciones (2) | Número de probetas ensayadas | Valor medio [kN] | Desviación estándar [kN] | Resistencia característica [kN] (1) |
| Extracción centrada | | | | | | | |
| WALL | 80 (12,5 + 40 + 12,5 + 15) | Placa de yeso laminado | 1 x (4,8 mm x 35 mm) | 5 | 1,19 | 0,08 | 1,00 |
| | | | 1 x (4,8 mm x 90 mm) | 3 | 2,23 | 0,24 | 1,42 |
| | | | 1 x (4,8 mm x 120 mm) (3) | 3 | 2,92 | 0,28 | 1,98 |
| SATE | 85 (12,5 + 60 + 12,5) | Tablero de fibrocemento | 1 x (4,8 mm x 35 mm) | 5 | 0,59 | 0,08 | 0,42 |
| | | | 1 x (4,8 mm x 90 mm) | 3 | 1,43 | 0,06 | 1,23 |
| | | | 1 x (4,8 mm x 120 mm) (3) | 3 | 3,05 | 0,09 | 2,75 |
| Cortante | | | | | | | |
| WALL | 80 (12,5 + 40 + 12,5 + 15) | Placa de yeso laminado | 1 x (4,8 mm x 35 mm) | 3 | 2,45 | 0,30 | 1,44 |
| | | | 1 x (4,8 mm x 90 mm) | 3 | 2,38 | 0,57 | 0,46 |
| SATE | 85 (12,5 + 60 + 12,5) | Tablero de fibrocemento | 1 x (4,8 mm x 35 mm) | 3 | 2,78 | 0,18 | 2,16 |
| | | | 1 x (4,8 mm x 90 mm) | 3 | 1,82 | 0,11 | 1,44 |

| Configuración | | | | Resistencia | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--|------------------------------|------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Tipo de panel | Espesor del panel [mm] | Soporte | Número y dimensiones de las fijaciones (2) | Número de probetas ensayadas | Valor medio [kN] | Desviación estándar [kN] | Resistencia característica [kN] (1) |
| Extracción excéntrica a 6 cm | | | | | | | |
| SATE | 85 (12,5 + 60 + 12,5) | Tablero de fibrocemento | 2 x (4,8 mm x 35 mm) | 3 | 0,82 | 0,07 | 0,60 |
| | | | 2 x (4,8 mm x 90 mm) | 3 | -- (4) | -- (4) | -- (4) |
| Extracción excéntrica a 15 cm | | | | | | | |
| WALL | 100 (12,5 + 60 + 12,5 + 15) | Placa de yeso laminado | 2 x (4,8 mm x 35 mm) | 3 | 0,45 | 0,04 | 0,30 |
| | | | 2 x (4,8 mm x 90 mm) | 3 | -- (4) | -- (4) | -- (4) |

Notas:

- (1) Valor característico correspondiente al 5% fractil con un intervalo de confianza del 75% y una distribución normal.
- (2) Los ensayos sobre dos fijaciones incorporan una pletina interpuesta entre la cabeza de la fijación y la superficie del panel de 3,5 mm de espesor.
- (3) Ensayos realizados sobre estructura de acero conformado en frío de 1,5 mm de espesor.
- (4) Se produce un colapso de la pletina empleada en el ensayo sin que falle la fijación.

Tabla 8.17: Resultados de los ensayos de fijaciones.

8.6. Protección frente al ruido

8.6.1. Aislamiento acústico a ruido aéreo

Se ha realizado un ensayo para determinar el aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 10140-2. La configuración ensayada y los resultados obtenidos se indican en la tabla siguiente.

Los resultados calculados según la norma ISO 717-1 muestran el aislamiento del cerramiento de fachada frente al ruido procedente del exterior.

| Configuración del cerramiento | Prestación |
|---|---|
| (Exposición a sala emisora) | |
| Capa de paneles SATE de 85 mm de espesor | |
| + | |
| Cámara de aire de 20 cm formada mediante postes de madera de 10 cm x 20 cm, separados 1.200 mm | R _w (C; C _{tr}) = 53 (-2;-6) dB R(A) = 52,1 dBA R(A _{tr}) = 47,5 dBA |
| + | |
| Capa de paneles WALL de 85 mm de espesor con una placa de yeso laminado reforzada con fibra de vidrio de 15 mm de espesor atornillada | |
| (Exposición a sala receptora) | |

Tabla 8.18: Aislamiento acústico a ruido aéreo.

Los resultados del ensayo pueden aplicarse al resto de espesores de la serie de paneles siempre que su espesor sea igual, y para espesores de cámara de aire iguales o superiores al ensayado. En este caso, los resultados son válidos para cerramientos con el sistema Thermochip formado por paneles SATE y WALL con

espesores iguales o superiores a 85 mm y cámara de aire igual o superior a 20 cm.

Adicionalmente, también se ha determinado el aislamiento acústico a ruido aéreo mediante ensayo procedente del exterior según la norma UNE-EN ISO 10140-2 de un cerramiento formado únicamente por paneles SATE fijados a una estructura de madera. Los resultados se indican en la tabla siguiente.

| Configuración del cerramiento | Prestación |
|---|--|
| (Exposición a sala emisora) | R _w (C; C _{tr}) = 36 (-2;-4) dB |
| Capa de paneles SATE de 85 mm espesor con sellado de juntas | R(A) = 35,1 dBA |
| (Exposición a sala receptora) | R(A _{tr}) = 32,3 dBA |

Tabla 8.19: Aislamiento acústico a ruido aéreo procedente del exterior del cerramiento formado por paneles SATE.

8.7. Ahorro de energía y aislamiento térmico

8.7.1. Transmitancia térmica

La transmitancia térmica de los cerramientos de fachada formados por los paneles SATE y WALL se ha determinado de acuerdo con las indicaciones de la norma UNE-EN ISO 6946 a partir de los valores de conductividad térmica de los componentes de los paneles, según se muestra en las tablas siguientes.

| Componente | Conductividad térmica declarada (λ) [W/(m·K)] | |
|-------------------------|---|-------|
| Tablero de fibrocemento | 0,087 | |
| | 40 mm y 60 mm | 0,035 |
| Plancha de XPS | 80 mm | 0,036 |
| | 100 mm | 0,038 |

| Componente | Conductividad térmica declarada (λ) [W/(m·K)] |
|--|---|
| Tablero de fibroyeso | 0,320 |
| Placa de yeso laminado reforzada con fibra de vidrio | 0,250 |

Tabla 8.20: Conductividad térmica de los componentes de los paneles SATE y WALL.

| Espesor de panel SATE [mm] | Resistencia térmica (R) [(m ² ·K)/W] | Transmitancia térmica (U) [W/(m ² ·K)] |
|----------------------------|---|---|
| 65 | 1,33 | 0,75 |
| 85 | 1,90 | 0,53 |
| 105 | 2,40 | 0,42 |
| 125 | 2,81 | 0,36 |
| 145 | 3,61 | 0,28 |
| 185 | 4,63 | 0,22 |
| 225 | 5,45 | 0,18 |

Tabla 8.21: Transmitancia térmica de los paneles SATE

| Espesor de panel WALL + placa de yeso laminado reforzada [mm] | Resistencia térmica (R) [(m ² ·K)/W] | Transmitancia térmica (U) [W/(m ² ·K)] |
|---|---|---|
| 80 | 1,28 | 0,78 |
| 100 | 1,85 | 0,54 |
| 120 | 2,36 | 0,42 |
| 140 | 2,77 | 0,36 |
| 160 | 3,57 | 0,28 |
| 200 | 4,58 | 0,22 |
| 240 | 5,40 | 0,19 |

Tabla 8.22: Transmitancia térmica de los paneles WALL con una placa de yeso laminado reforzada con fibra de vidrio.

La resistencia y la transmitancia térmica de los cerramientos de fachada con ThermoChip a partir de los datos de los paneles, de la cámara de aire no ventilada y de las resistencias térmicas superficiales se indican en la tabla siguiente.

| Espesor de panel SATE [mm] | Espesor de la cámara de aire [mm] | Espesor de panel WALL + placa de yeso laminado reforzada [mm] | Resistencia térmica (R) [(m ² ·K)/W] (1) | Transmitancia térmica (U) [W/(m ² ·K)] (1) |
|----------------------------|-----------------------------------|---|---|---|
| 65 | Entre 100 mm y 300 mm | 80 | 2,96 | 0,34 |
| 85 | | 100 | 4,10 | 0,24 |
| 105 | | 120 | 5,12 | 0,20 |
| 125 | | 140 | 5,93 | 0,17 |
| 145 | | 160 | 7,53 | 0,13 |
| 185 | | 200 | 9,56 | 0,10 |
| 225 | | 240 | 11,20 | 0,09 |

Nota:

(1) Incluye las resistencias superficiales $R_{se} = 0,04$ (m²·K)/W y $R_{si} = 0,13$ (m²·K)/W, y la resistencia térmica de la cámara de aire $R = 0,18$ (m²·K)/W, correspondiente a una cámara de aire no ventilada de entre 100 mm y 300 mm de espesor, sin intercambio de aire con el ambiente exterior y con emisividad igual o superior a 0,8 de los materiales en contacto con la cámara (tablero de fibroyeso).

Tabla 8.23: Resistencia y transmitancia térmica de cerramientos de fachada con paneles SATE y WALL.

8.7.2. Permeabilidad al aire

Esta característica no ha sido evaluada en el proceso de elaboración del DAU.

8.7.3. Inercia térmica

Esta característica no ha sido evaluada en el proceso de elaboración del DAU.

8.8. Aspectos de durabilidad y servicio

8.8.1. Ciclos de ensayo climático

Se han realizado ensayos de ciclos de ensayo climático sobre paneles SATE de acuerdo con el ciclo núm. 2 del anexo C3 de la ETAG 016-3. Las condiciones del ciclo núm. 2 consisten en una temperatura de (65 ± 3) °C y 100 % HR.

Se han obtenido los siguientes resultados:

| R0 [MPa] | R7 [MPa] | R28 [MPa] | R56 [MPa] | R7 – R28 $\leq 3 \cdot (R0 - R7)$ | R28 $> 40\% R0$ |
|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------------------------------|------------------------|
| 0,07 | 0,05 | 0,17 | 0,15 | -0,12 < 0,06 Cumple | 0,17 > 0,028 Cumple |

Tabla 8.24: Resultados de los ensayos de ciclos de ensayo climático.

8.8.2. Durabilidad frente a agentes biológicos

Los componentes de los paneles SATE y WALL (tablero de fibrocemento, plancha de XPS, tablero de fibroyeso y placa de yeso laminado) no son susceptibles de ser atacados por agentes biológicos.

9. 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.

10. Documentos de referencia

- Código Técnico de la Edificación de 17 de marzo de 2006. Documentos Básicos del CTE: DB SE (diciembre 2019), DB SI (diciembre 2019), DB HS (diciembre 2019), DB SUA (diciembre 2019), DB HR (diciembre 2019) y DB HE (diciembre 2019).
- EAD 070006-00-0504. *Gypsum and expanded glass boards with fibrous reinforcement for sheathing and lining of building elements.*
- ETAG 016-1: *Self-supporting Composite Lightweight Panels. Part 1: General.*
- ETAG 016-3: *Self-supporting Composite Lightweight Panels. Part 3: Specific aspects relating to Self-supporting Composite Lightweight Panels for use in external walls and claddings.*
- ETAG 016-4: *Self-supporting Composite Lightweight Panels. Part 4: Specific aspects relating to Self-supporting Composite Lightweight Panels for use in internal walls and ceilings.*
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- TR 001: *Determination of impact resistance of panels and panel assemblies. February 2003.*
- UNE-CEN/TS 15117: Directrices para el establecimiento de las aplicaciones directas y de la extensión de las aplicaciones (2009).
- UNE-EN 520: 2005 + A1: 2010: Placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.
- UNE-EN 1363-1: 2015: Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 1364-1: 2019: Ensayos de resistencia al fuego de elementos no portantes. Parte 1: Paredes.
- UNE-EN 12090: 2013: Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación del comportamiento a cortante.
- UNE-EN 13164: 2013 + A1: 2015: Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS). Especificación.
- UNE-EN 13501-1: 2019: 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 13823: 2012 + A1: 2016: Ensayos de reacción al fuego de productos de construcción. Productos de construcción, excluyendo revestimientos de suelos, expuestos al ataque térmico provocado por un único objeto ardiendo.
- UNE-EN 14566 + A1: 2009: Elementos de fijación mecánica para sistemas de placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo
- UNE-EN 14617-11: 2006: Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 11: Determinación del coeficiente lineal de dilatación térmica.
- UNE-EN ISO 717-1: 2013: Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo. (ISO 717-1: 2013).
- UNE-EN ISO 6946: 2012: Componentes y elementos para la edificación. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de cálculo. (ISO 6946: 2007).
- UNE-EN ISO 10140-2: 2011: Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 2: Medición del aislamiento acústico al ruido aéreo. (ISO 10140-2: 2010).
- UNE-EN ISO 11925-2:2011: Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Inflamabilidad de los productos de construcción cuando se someten a la acción directa de la llama. Parte 2: Ensayo con una fuente de llama única. (ISO 11925-2: 2010).
- UNE-EN ISO 12572: 2018: Prestaciones higrotérmicas de los productos y materiales para edificación. Determinación de las propiedades de transmisión de vapor de agua. Método del vaso. (ISO 12572: 2016).
- UNE-EN ISO 13788: 2016: Características higrotérmicas de los elementos y componentes de edificación. Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial. Métodos de cálculo. (ISO 13788: 2012).
- 2008/98/CE: Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- 2014/955/UE: Decisión de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

11. Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 20/120 siguiendo los criterios definidos en el *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU 20/120*, elaborado por el ITeC:

- resultados de los ensayos y cálculos,
- información obtenida en las visitas 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 Thermochip ejecutado a partir de los paneles SATE y WALL fabricado en la planta de producción de Sobradelo de Valdeorras, y construido de acuerdo con las instrucciones que constan en este DAU, es adecuado para la construcción de cerramientos de fachada en edificios

puesto que da respuesta a los requisitos reglamentarios relevantes en materia de 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 producto fabricado por Thermochip S.L.U.

La validez del DAU queda sujeta a las acciones y condiciones de seguimiento que se especifican en el capítulo 12 y a las condiciones de uso del capítulo 13.

(*) 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 20/120
Documento
de adecuación al uso



El Director Técnico del ITeC



12. 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.

13. 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.

14. 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 20/120 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

