

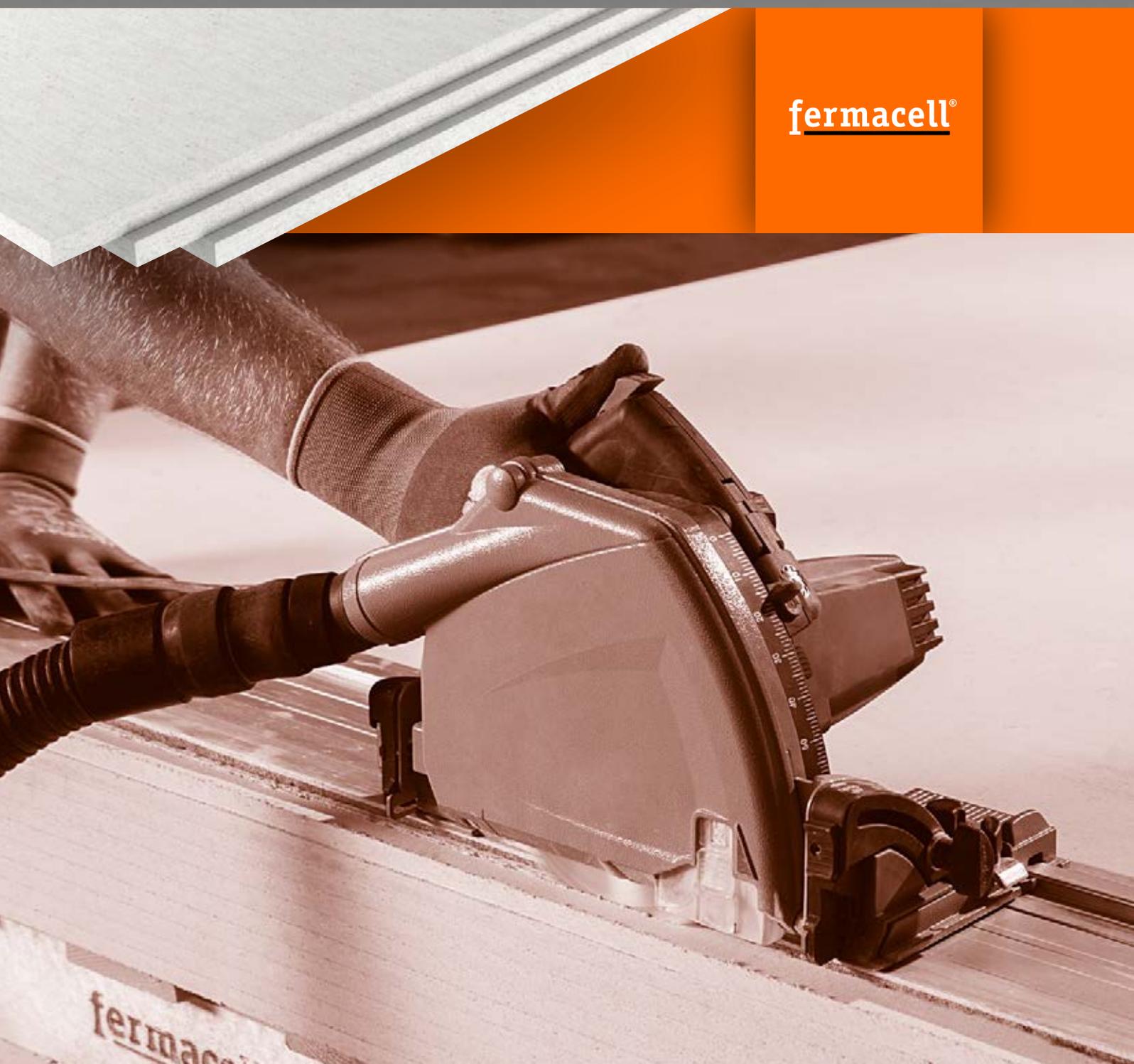
fermacell

Construcciones de madera

Proyecto y ejecución

Edición: Enero 2018

fermacell[®]



fermacell

Contenido

fermacell en construcciones de madera - sostenible, económico y de altas prestaciones	4
Tipos de placas	6

1. Proyecto

1.1 Indicaciones para el proyecto	12
Clases de servicio	12
Modulación/Cargas excéntricas	13
Encuentros/Juntas de dilatación	13
Acabados	15
Consejos prácticos	16
Checklist visita de obra	17
1.2 Cálculo estructural y estabilidad	18
La normativa vigente: el Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Eurocódigo (EC 5)	18
Arriostramiento con muros diafragma	19
Justificación de muros diafragma según CTE/EC5	20

2. Instalación

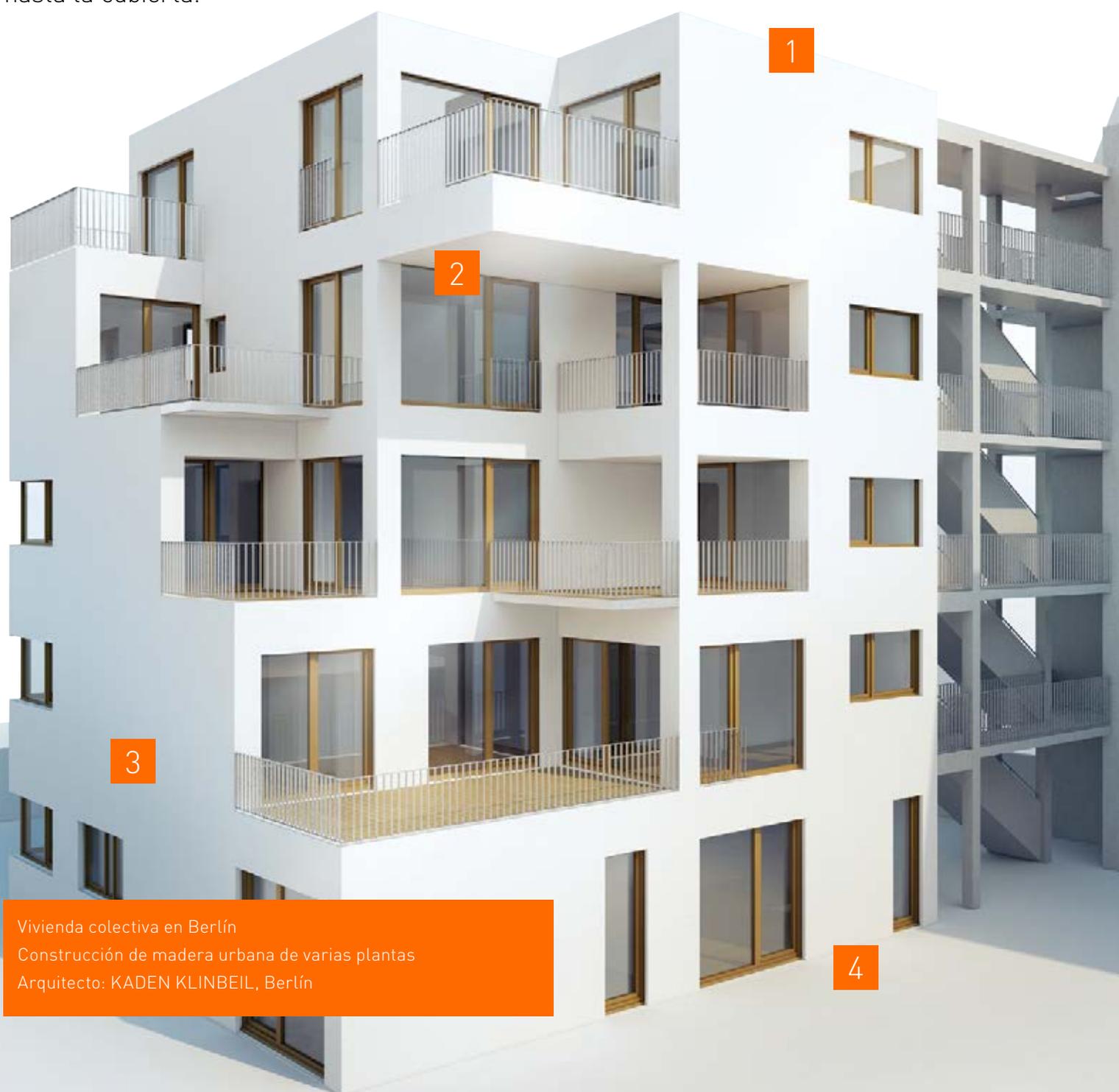
2.1 Condiciones de obra e instalación	26	2.5 Técnica de juntas	42
Transporte y almacenaje	26	Juntas pegadas	42
Consejos de manipulación	27	Juntas emplastecidas	44
Transporte de elementos prefabricados a obra	27	Placas de borde afinado	45
		Juntas horizontales	46
		Juntas de dilatación	46
2.2 Corte y panelado	28	2.6 Montaje de entramados de madera con panelado fermacell	47
Trabajar con los paneles	28	Secuencia de montaje	47
Panelado	29	Muros prefabricados	48
2.3 Subestructura	31	Encuentros de elementos	48
Entramado de madera arriostrante/estructural	31	Mortero expansivo fermacell	49
Paredes no portantes	32	2.7 Detalles en encuentros	51
Tabiques ligeros	32	Encuentro de elementos/ ejecución de las juntas	51
Falsos techos o revestimiento de techos	32	Variantes de juntas	52
Distancia entre ejes de subestructura de paredes /techos/ revestimiento de techos y cubiertas (interior)	33	Detalles de encuentro - encuentros estancos al aire con fermacell Vapor	54
2.4 Fijaciones	34	2.8 Acabados en interiores	56
Elementos de fijación	34	Generalidades	56
Entramado de madera arriostrante/estructural	34	Niveles de calidad Q1-Q4	56
Tabiques (no portantes)	37	Preparación del soporte	58
Fijación de placa a placa	38	Condiciones en la obra	58
Forjados de madera y cubiertas	39	Pintura	58
Fijación de fibra yeso sobre paneles de transformados de la madera	41	Empapelado	58
		Enlucidos finos	58
		Alicatado	58
		Resistencia a las humedades y sistema de impermeabilización fermacell	60

3. Sistemas constructivos y prestaciones técnicas

2.9 Fijación de cargas	63	3.1 Elementos estructurales	78	3.3 Sistemas de solera a seca fermacell	86
Fijación de cargas ligeras a tabiques	63	Entramados de madera. En interior	78	Cargas admisibles y categorías de uso para elementos de suelo fermacell	86
Fijación de cargas excéntricas ligeras y medianas a tabiques	64	Entramados de madera. Cerramientos	78	Sistemas de solera seca fermacell sobre forjados de madera	88
Fijación de cargas a falsos techos	64	Paredes de carga de madera maciza	80	Accesorios para el aislamiento acústico bajo solera seca fermacell	89
Estructuras auxiliares para la fijación de sanitarios	65	Forjados de madera con fermacell	82		
2.10 Panelado exterior con paneles de fibra yeso fermacell	66	3.2 Elementos no estructurales	84		
Protección frente a la intemperie	66	Tabiques	84		
Sistemas de protección de la intemperie)	67	Trasdosados	84		
2.11 Panelado exterior fermacell Powerpanel HD	68				
fermacell Powerpanel HD – el panel estructural para exteriores	68				
Protección frente a la intemperie	69				
Montaje	70				
Aplicación de sistemas de revoco	73				
Detalles de encuentros	74				

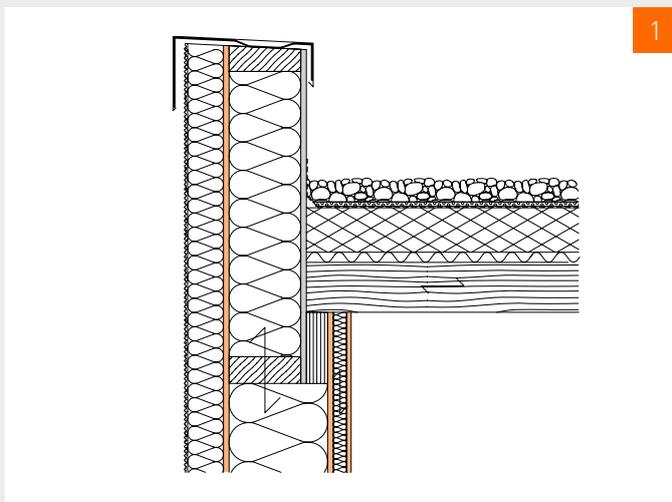
fermacell en construcciones de madera - sostenible, económico y de altas prestaciones

Desde hace más de 40 años empresas exitosas del sector de la construcción de madera emplean paneles de fibra yeso **fermacell** para soluciones económicas de alta calidad. Fermacell ofrece soluciones integrales para construcciones de madera desde el sótano hasta la cubierta.



Vivienda colectiva en Berlín
Construcción de madera urbana de varias plantas
Arquitecto: KADEN KLINBEIL, Berlín

Muro exterior / Cubierta



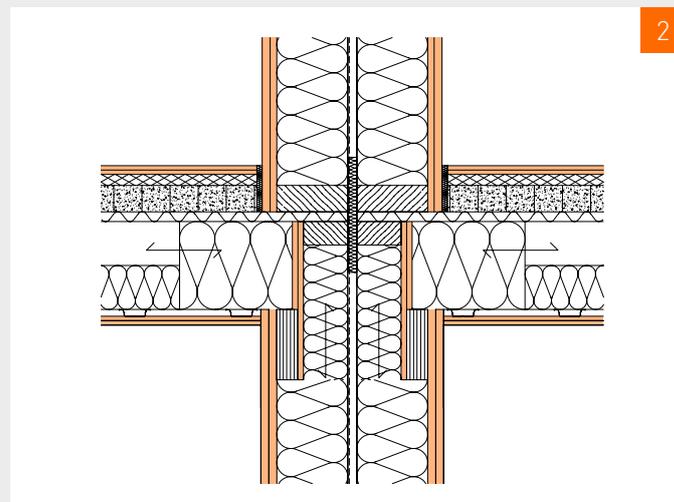
Ejemplo de aplicaciones fermacell:

Muro: **fermacell** Vapor/**fermacell** fibra yeso (interior)
fermacell fibra yeso en clase de servicio 2 (exterior)
 Peto de cubierta: **fermacell** Powerpanel H₂O como soporte para revoco

Aplicaciones adicionales fermacell*:

Fachada: **fermacell** Powerpanel H₂O para fachadas ventiladas
fermacell Powerpanel HD como panel de fachada

Muro medianera / Encuentro con forjado



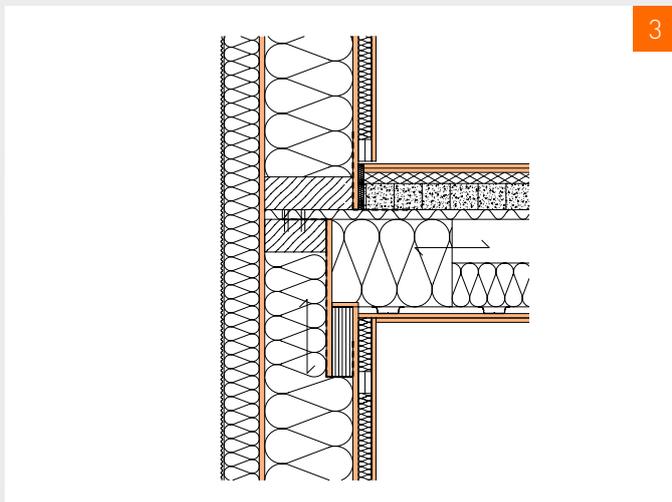
Ejemplo de aplicaciones fermacell:

Muro: **fermacell** fibra yeso como revestimiento protector al fuego K60
 Forjado: Elementos de solera seca **fermacell** sobre sistema de trillaje + relleno acústico
 Techo: fibra yeso **fermacell** para el panelado inferior

Aplicaciones adicionales*:

Zonas húmedas con exigencias elevadas:
 spa/ piscina/ laboratorios: **fermacell** Powerpanel H₂O

Muro exterior / Forjado



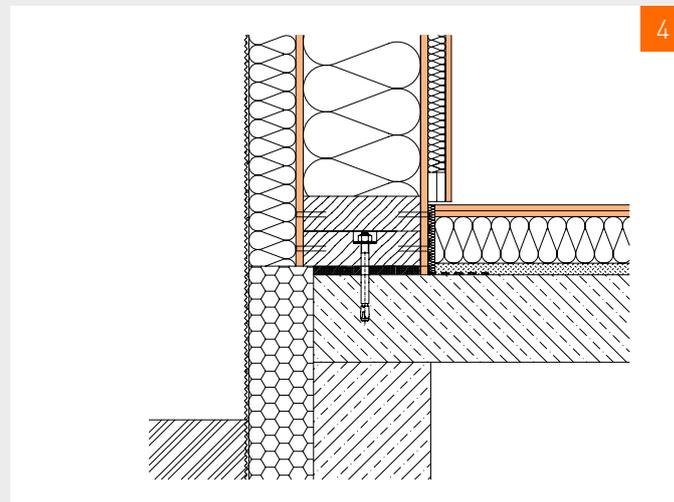
Ejemplo de aplicaciones fermacell:

Muro: **fermacell** Vapor/**fermacell** fibra yeso (interior)
fermacell fibra yeso en clase de servicio 2 (exterior)
 Forjado: Elementos de solera seca **fermacell** sobre sistema de trillaje + relleno acústico
 Techo: fibra yeso **fermacell** para el panelado inferior

Aplicaciones adicionales*:

Zonas húmedas con exigencias elevadas:
 spa/ piscina/ laboratorios: **fermacell** Powerpanel H₂O

Encuentro con solera



Ejemplo de aplicaciones fermacell:

Muro: **fermacell** Vapor/**fermacell** fibra yeso (interior)
fermacell fibra yeso en clase de servicio 2 (exterior)
 Mortero de expansión **fermacell** bajo rastrel inferior
 Suelo: Elementos de suelo **fermacell** sobre granulado de nivelación **fermacell**

Aplicaciones adicionales*:

Fachada: **fermacell** Powerpanel H₂O para fachadas ventiladas
fermacell Powerpanel HD como panel de fachada

Tipos de placas



Paneles de fibra yeso fermacell

Paneles homogéneos en base a yeso y celulosa de papel reciclado para la construcción seca, con tratamiento hidrófugo.

- Panel universal para soluciones de resistencia al fuego, aislamiento acústico, uso estructural y para zonas húmedas (ámbito doméstico)
- Los paneles de fibra yeso **fermacell** ofrecen resistencia y seguridad en la construcción seca y la construcción con madera de alta gama
- Los paneles de fibra yeso **fermacell** mejoran el confort climático

Declaración ambiental de producto (DAP)



Paneles de fibra yeso fermacell greenline

Paneles homogéneos en base a yeso y celulosa de papel reciclado para la construcción seca, con tratamiento hidrófugo. Con propiedades purificantes del aire gracias al empleo de un complejo amino biopolímero.

- Las mismas propiedades de resistencia al fuego y acústicas que los paneles convencionales de fibra yeso **fermacell**
- Retiene y neutraliza los elementos tóxicos de forma duradera, no es posible que reaparezcan
- Funciona también bajo revestimientos transpirables

Declaración ambiental de producto (DAP)



fermacell Vapor

Paneles homogéneos en base a yeso y celulosa de papel reciclado para la construcción seca, con tratamiento hidrófugo y una lámina de barrera de vapor en una de las caras.

- Combina las propiedades de resistencia estructural de los paneles de fibra yeso **fermacell** con la función de una barrera de vapor
- En sustitución de panelado múltiple una placa para todo, reduce tiempos y costes
- Puede emplearse como panelado directo o en combinación con un trasdosado para el paso de instalaciones



Datos técnicos - Paneles de fibra yeso fermacell, fermacell greenline y fermacell Vapor

Paneles de fibra yeso fermacell o fermacell greenline				
Formatos	Espesores			
	10 mm	12,5 mm	15 mm	18 mm
Peso por m ²	11,5 kg/m ²	15 kg/m ²	18 kg/m ²	21 kg/m ²
1 500 x 1 000 mm	●	●	●	●
2 000 x 1 200 mm	●	●	●	●
2 500 x 1 200 mm	●	●	●	●
2 600 x 1 200 mm	●	●	●	●
3 000 x 1 200 mm	●	●	●	●
Medidas especiales por encargo				

Paneles de fibra yeso fermacell con cantos rebajados				
2 000 x 1 200		●		
2 600 x 1 200		●		
Otras medias	bajo consulta			

fermacell greenline				
1 500 x 1 000	●			
3 000 x 1 200		●		
Otras medias	bajo consulta			

fermacell Vapor				
3 000 x 1 250			●	
Otras medias	bajo consulta			

Valores nominales	
Clase de material de construcción según UNE EN 13501-1	no combustible, A2
Identificación según UNE EN 15283-2	GF-I-W2-C1
Densidad (dato de producción) ρ_k	1150 ± 50 kg/m ³
Índice de resistencia a la difusión del vapor de agua μ	13*
Conductividad térmica λ	0,32 W/mK
Calor específico c	1,1 kJ/kgK
Dureza Brinnell	30 N/mm ²
Variación de espesor tras 24 h de inmersión en agua	< 2 %
Coefficiente de dilatación térmica	0,001 %/K
Dilatación/contracción a variaciones de la hum. rel. del aire del 30 % (20 °C)	0,25 mm/m
Humedad de equilibrio a 65 % de humedad relativa del aire y 20 °C	1,3 %
Índice pH	7-8

* Para placas **fermacell** Vapor el valor sd = 3,1/4,5 m en función de la ubicación

Tolerancias dimensionales para humedad de equilibrio en formatos de panel estándar	
Largo, ancho	± 0/-2 mm
Diferencia diagonal	≤ 2 mm
Espesor: 10/12,5/15/18	± 0,2 mm

Certificación	
Evaluación técnica europea (ETE)	ETE -03/0050
Clase de material de construcción según UNE EN 13501-1	no combustible, A2
Identificación según UNE EN 15283-2	GF-I-W2-C1

Valores característicos de resistencia para placas de fibra yeso fermacell en N/mm ²	
Carga perpendicular a panel (actuando como placa)	
Módulo elástico a flexión $E_{m,mean}$	3 800
Módulo de corte G_{mean}	1 600
Carga en el plano del panel (actuando como diafragma)	
Módulo elástico a flexión $E_{m,mean}$	3 800
Módulo elástico a tracción $E_{t,mean}$	3 800
Módulo elástico a compresión $E_{c,mean}$	3 800
Módulo de corte G_{mean}	1 600

Aptitud de protección al fuego como revestimiento	
Clasificación de protección al fuego según UNE EN 13501-2	
K ₂ 30	18 mm o 2 x 10 mm
K ₂ 60	15 + 18 mm o 3 x 12,5 mm

Valores característicos de resistencia para paneles de fibra yeso fermacell en N/mm ² para cálculos conforme al CTE DB SE-M o EC5.	Espesor de los paneles en mm			
	10	12,5	15	18
Carga perpendicular a panel (actuando como placa)				
Flexión $f_{m,k}$	4,6	4,3	4,0	3,6
Cortante $f_{v,k}$	1,9	1,8	1,7	1,6
Carga en el plano del panel (actuando como diafragma)				
Flexión $f_{m,k}$	4,3	4,2	4,1	4,0
Tracción $f_{t,k}$	2,5	2,4	2,4	2,3
Presión $f_{c,k}$	8,5	8,5	8,5	8,5
Cortante $f_{v,k}$	3,7	3,6	3,5	3,4

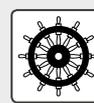
Más información disponible en la Evaluación Técnica Europea ETE 03/0050.

FERMACELL Firepa

fermacell Firepanel A1

Paneles homogéneos en base a yeso, celulosa de papel reciclado y fibras no combustibles, con tratamiento hidrófugo.

- Equivale a la clasificación de reacción al fuego más elevada según UNE-EN 13501-1 (A1)
- Permite soluciones con prestaciones todavía mayores en espesores más reducidos que con la placa de fibra yeso **fermacell** convencional
- Instalación igual de fácil y rápida que con los paneles de fibra yeso **fermacell** originales

**Datos técnicas - fermacell Firepanel A1**

Paneles fermacell Firepanel A1	
Tolerancias dimensionales para humedad de equilibrio en formatos de panel estándar	
Largo, ancho	± 0/-2 mm
Diferencia diagonal	≤ 2 mm
Espesor	± 0,2 mm
Valores nominales	
Clase de material de construcción según UNE EN 13501-1	no combustible, A1
Identificación según UNE EN 15283-2	GF-I-W2-C1
IMO FTPC parte 1	no inflamable
Clasificación como material de construcción	nacional/europea
Densidad	1 200 ± 50 kg/m ³
Índice de resistencia a la difusión del vapor de agua μ	16
Conductividad térmica	$\lambda = 0,38 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
Dilatación/contracción a variaciones de la hum. rel. del aire del 30 % (20 °C)	0,25 mm/m
Humedad de equilibrio a 65 % de humedad relativa del aire y 20 °C	1,3 %
Índice pH	7-8

Paneles fermacell Firepanel A1	
Formatos	Espesores
2 000 x 1 200 mm*	10 mm
2 600 x 1 200 mm*	10 mm
2 000 x 1 200 mm*	12,5 mm
2 600 x 1 200 mm*	12,5 mm
2 000 x 1 200 mm*	15 mm
2 600 x 1 200 mm*	15 mm
Medidas especiales por encargo*	

* Plazo de entrega a demanda

Elementos de suelo fermacell

Los elementos de suelo de fibra yeso **fermacell** se componen de dos paneles pegados de 10 mm o 12,5 mm de espesor. Los dos paneles están desfasados en las dos direcciones, generando un escalón de 50 mm de ancho en el perímetro.

Los elementos de suelo de fibra yeso **fermacell** están disponibles sin o con diferentes aislantes incorporados, con un formato de 1500 x 500 mm (0,75 m² de superficie de cubrición).

- Instalación en seco - sin tiempos de espera / sin aportar humedad a la construcción de madera
- Mejora acústica con soluciones ajustadas a los requerimientos
- Soporte seguro para todos los acabados, incluso las piezas de gran formato
- Para duchas a ras del suelo con los elementos de suelo Powerpanel TE y el elemento de desagüe Powerpanel 2.0.



Mortero expansivo fermacell



El mortero expansivo **fermacell** sirve para rellenar el espacio entre la solera y el entramado de madera y tiene la función de transmitir la carga completa del muro hacia el soporte.

- Relleno sin huecos para garantizar la transmisión completa de la carga. Sin retracción del mortero.
- Regularización de tolerancias de la obra gruesa
- Fácil aplicación y elevada resistencia a la compresión

Datos técnicos - Mortero expansivo fermacell

Datos característicos	
Categoría de resistencia	M 10 (UNE EN 998-2)
Resistencia a compresión	≥ 10 N/mm ²
Granulometría	0-2 mm
Reacción al fuego	A1, no combustible
Agua de amasado / saco (25 kg)	aprox. 3,0 Liter
Consistencia	espesa, plástica
Trabajabilidad	aprox. ½ hora en función del clima
Temperatura mínima de aplicación	> 5 °C para la aplicación y el curado
Rendimiento	aprox. 16 l de mortero fresco por saco
Caducidad	6 meses desde la fabricación

Datos comerciales	
Referencia	79045
EAN	4007548005180
Número de aduana	38245090
Peso/saco	25 kg
Cantidad/palé	56 sacos
Peso/palé	aprox. 1.425 kg

Más información

Disponible en la página web
www.fermacell.es

en el catálogo:
■ Orangebook (capítulo 4)



fermacell Powerpanel HD

Panel sandwich de cemento aligerado, reforzado mediante fibras de vidrio en la superficie. El árido aligerante está conformado por arcilla expandida (centro del panel) y vidrio celular (vidrio reciclado) en las capas superficiales.

- El panel idóneo para el exterior
- Placa multifuncional: estructural, soporte para revocos y resistente al fuego

Declaración Ambiental de Producto (DAP)



Datos técnicos paneles Powerpanel HD

Valores nominales	
Densidad aparente ρ_k	950 +/- 100 kg/m ³
Peso superficial	aprox. 15 kg/m ²
Humedad de equilibrio higroscópico a temperatura ambiente	aprox. 7%
Índice de resistencia a la difusión del vapor de agua μ^*	40
Conductividad térmica λ_R	0,30 W/mK

* Panel Powerpanel HD, incluye técnica de junta HD y sistema de revoco HD

Tolerancias dimensionales para formatos de panel estándar	
Largo, ancho	± 1 mm
Diferencia diagonal	≤ 2 mm
Espesor: 15 mm	± 1 mm

Certificación	
Evaluación técnica europea (ETE)	ETE-13/0609
Clase de reacción al fuego (EN 13501-1)	incombustible (A1)
IMO FTPC part 1	incombustible

Más información sobre el empleo de paneles **fermacell** Powerpanel HD como panelado exterior en el capítulo **XX** a partir de la página **XX**

Formato en mm	Espesor 15 mm
	Peso superficial m ²
	15,0 kg

fermacell Powerpanel HD	
1250 × 1000	●
1250 × 2600	●
1250 × 3000	●

Tipo de carga	Espesor nominal 15 mm	
Resistencias en N/mm ²		
Carga perpendicular a panel (actuando como placa)		
Flexión	$f_{m,k}$	2,1
Compresión	$f_{c,90,k}$	10,0
Cortante $f_{r,k}$	$f_{r,k}$	1,3

Carga en el plano del panel (actuando como diafragma)		
Flexión	$f_{m,k}$	2,1
Tracción	$f_{t,k}$	0,7
Compresión	$f_{c,k}$	9,7
Cortante	$f_{v,k}$	3,0

Rigideces en N/mm ²		
Carga perpendicular a panel (actuando como placa)		
Módulo elástico flexión	$E_{m,mean}$	4200
Módulo elástico compresión	$E_{c,mean}$	3900
Módulo de corte	$G_{r,mean}$	2400

Carga en el plano del panel (actuando como diafragma)		
Módulo elástico flexión	$E_{m,mean}$	4100
Módulo elástico tracción	$E_{t,mean}$	4200
Módulo elástico compresión	$E_{c,mean}$	6700
Módulo de corte	G_{mean}	2500

Más información disponible en la Evaluación Técnica Europea ETE 13/0609.

fermacell Powerpanel H₂O

Panel sandwich de cemento aligerado, reforzado mediante una malla de fibra de vidrio resistente a los alcalis en cada una de las caras.

- Resistencia duradera, también apto para solicitudes químicas
- Una impermeabilización completa no es necesaria en ámbito doméstico
- Apto como soporte directo de una capa para el alicatado y aplacados
- Para aplicaciones exteriores en fachada, soportales y bajo cubierta

Declaración ambiental de producto (DAP)



Datos técnicos – fermacell Powerpanel H₂O

Valores nominales	
Densidad aparente ρ_k	aprox. 1000 kg/m ³
Peso superficial	aprox. 13 kg/m ²
Humedad de equilibrio higroscópico a temperatura ambiente	aprox. 5%
Resistencia térmica $R_{10, tr}$	0,07 m ² K/W
Calor específico c_p	1000 J/kgK
Resistencia a flexión	8,0 N/m ²
Módulo de elasticidad	aprox. 4200 N/mm ²
Alcalinidad	aprox. 10
Deformación relativa (según EN 318)	0,15 mm/m* 0,10 mm/m**

* entre 30 % y 65 % de humedad relativa

** entre 65 % y 85 % de humedad relativa

Más información disponible en la Evaluación Técnica Europea ETE 07/0087.

Certificación	
Evaluación técnica europea	ETA-07/0087
Clase de reacción al fuego (EN 13501-1)	incombustible (A1)
IMO FTPC part 1	incombustible

Tolerancias dimensionales para formatos de panel estándar (humedad de equilibrio)	
Espesor	12,5 mm
Largo, ancho	± 1 mm
Diferencia diagonal	≤ 2 mm
Tolerancia del espesor	± 0,5 mm

Formato en mm	Espesor 12,5 mm
	Peso superficial m ²
	12,5 kg

fermacell Powerpanel H ₂ O	
1000 × 1250	●
2000 × 1250	●
2600 × 1250	●
3010 × 1250	●

Más información

online en www.fermacell.es
y en el Orangebook capítulo 5



1. Proyecto

1.1 Indicaciones para el proyecto

Los aspectos de proyecto tratados en este capítulo son recomendaciones para el proyectista (arquitecto, ingeniero, constructor de madera) de edificios de madera.

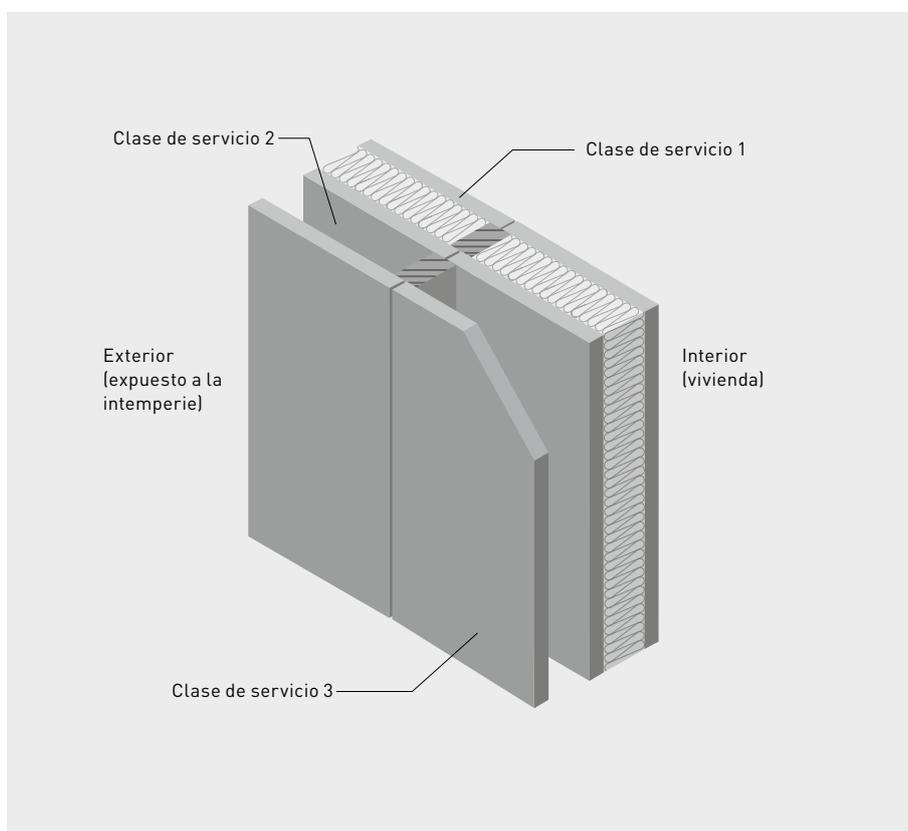
- Clases de servicio
- Modulación / Cargas excéntricas
- Uniones / juntas de movimiento
- Superficies
- Aspectos de instalación
- Checklist para la visita de obra

Clases de servicio

En el Eurocódigo 5 (UNE EN 1995-1-1) y el CTE se definen las clases de servicio 1-3. Es importante determinar en la fase inicial del proyecto cuales son las clases de servicio que aplican y las consecuencias que ésto puede tener en la elección de materiales. En caso de duda debe recurrirse a las indicaciones dadas por los fabricantes de los materiales a ser instalados.

Combinación de diferentes materiales

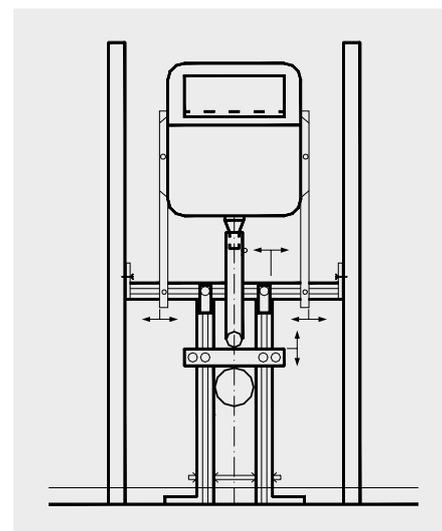
En las construcciones de madera es habitual combinar materiales (por ejemplo fibra yeso sobre paneles transformados de madera). El proyectista debe tener en cuenta que los materiales pueden tener diferentes coeficientes de dilatación y retracción, lo cual puede ser limitante en algún caso. Así un panelado directo con paneles de fibra yeso **fermacell** sobre paneles transformados de madera está sujeto a limitaciones (ver capítulo 2.4).



Definición de las clases de servicio según UNE EN 1995-1-1 y CTE



Transporte de paneles de fibra yeso **fermacell** mediante maquina elevadora con ventosas



Ejemplo carga excéntrica: subestructura auxiliar inodoro suspendido

Modulación / Cargas excéntricas

Modulación

Comom norma general el proyectista tiene libertad en cuanto a la elección de la modulación. Los siguientes criterios pueden influir en la elección de la modulación:

- formatos y espesor de paneles
- distribución de puertas y ventanas
- distribución interior
- composición de la fachada
- formatos del aislante

En la construcción de madera convencional la modulación viene definida por la separación de los pilares (modulación grande).

En la construcción con entramados de madera es habitual una modulación de 1200/1250 mm (separación de montantes de 600/625 mm). Ello permite el empleo de formatos estándar minimizando recortes. En función del espesor de placas y el cálculo estructural es posible aumentar la distancia entre perfiles hasta 900 mm. La modulación es diferente en falsos techos, donde se debe reducir la distancia entre apoyos para limitar la flecha. Más información sobre este tema en el capítulo 2.3 (subestructuras).

Por supuesto es posible emplear materiales cortados a medida. El proyectista deberá evaluar si el sobrecoste es compensado por los beneficios que pueden aportar. Hay que tener en cuenta que los materiales de corte especial por lo general requieren un pedido mínimo.

En algunos casos los paneles de fibra yeso **fermacell** también se utilizan en grandes formatos, por ejemplo 2540 x 6200 mm o menor. Para su manipulación se requieren máquinas elevadoras que funcionen con ventosas.

Cargas excéntricas

El proyectista deberá determinar de que forma y en que lugar se deben transmitir cargas excéntricas.

Hay que diferenciar entre cargas permanentes, como por ejemplo estanterías, o cargas que pueden estar expuestas a acciones dinámicas por apoyo o similar, como por ejemplo radiadores, pasamanos, inodoros suspendidos, etc. En función de la carga y el uso se recomienda integrar los refuerzos en el soporte. Los sanitarios suspendidos ya incorporan estas estructuras auxiliares en forma de kit. En el capítulo 2.9 se detallan las cargas

que pueden fijarse directamente a los paneles de fibra yeso **fermacell**.

Encuentros/ Juntas de dilatación

Encuentros

Los encuentros pueden absorber dilataciones / retracciones de los elementos constructivos.

Hay que respetar los siguientes criterios:

- todas las esquinas interiores se deben separar
- elementos constructivos adyacentes de otros gremios (por ejemplo trabajos de revoco o pintura) deben realizarse convenientemente
- cuando hay un cambio de material en el soporte (por ejemplo encuentro con un muro de hormigón) se dejará una junta de dilatación vista
- en las uniones que se emplastezcan con pasta de juntas, se debe colocar una tira separadora para evitar una adhesión de la pasta

Aparte deben respetarse eventuales asentamientos de la estructura de madera. Más información sobre los encuentros en el capítulo 2.7.

Uniones

La disposición de las uniones de elementos debe determinarse en una fase temprana del proyecto.

Las uniones de elementos requieren un tratamiento más laborioso para el acabado (por ejemplo la incorporación de piezas de encaje). Por ello se recomienda, si es posible, realizar las uniones en zonas ocultas como por ejemplo tras encuentros en T de paredes transversales.

Necesidad de juntas de dilatación

Todos los materiales están sujetos a dilataciones / retracciones en diferente magnitud. Para absorber estas deformaciones y parcelar las superficies, se ejecutan juntas de dilatación.

Las juntas de dilatación deben definirse en el proyecto y no quedar como tarea pendiente para la obra.

Se recomienda:

- definición de las juntas en una fase temprana del proyecto, posteriormente esto puede ser complicado o imposible
- tener las juntas de dilatación bien definidas para la licitación de obra

Los siguientes criterios influyen en la disposición de las juntas de dilatación:

Juntas de dilatación existentes en la obra gruesa

Las construcciones de madera muchas veces se combinan con obra maciza de hormigón. Así los entramados de madera se colocan sobre soleras o zapatas de hormigón. Es habitual que el hormigón armado incorpore juntas de dilatación. Éstas deben replicarse en la estructura de madera.

Distancias máximas

En función del tipo de material y la combinación de materiales las superficies deben limitarse para controlar la tensión que se puede generar. Por ello se definen distancias máximas entre juntas de dilatación en fermacell. Más información sobre este tema en el capítulo 2.5.

Adicionalmente la geometría de la superficie puede requerir juntas de dilatación adicionales, por ejemplo en los cambios de sección.

Ejecución de las juntas de dilatación

La forma de ejecutar estas juntas depende de 2 factores:

1. Estéticos. Las juntas pueden quedar vistas o se pueden embellecer con perfiles de junta. La única condición es que las superficies no estén unidas
2. Requerimientos acústicos y de fuego. Para estos requerimientos cada junta supone un punto debil. Por ello las juntas de dilatación deben reforzarse con una tapeta posterior y el solape de paneles.

Juntas entre paneles

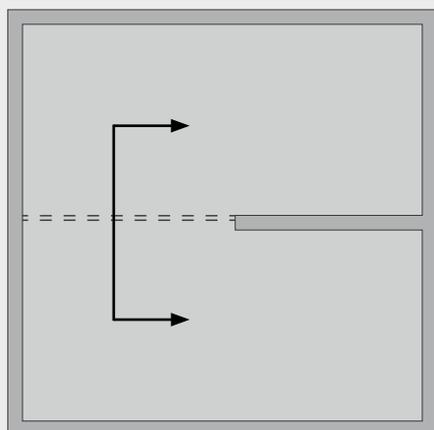
Cuando solo existen exigencias de resistencia al fuego y no a la estética, es posible una unión de paneles a testa (por ejemplo en una sala de calderas / instalaciones).

Si se desea una superficie libre de juntas, las juntas entre paneles deben unirse.

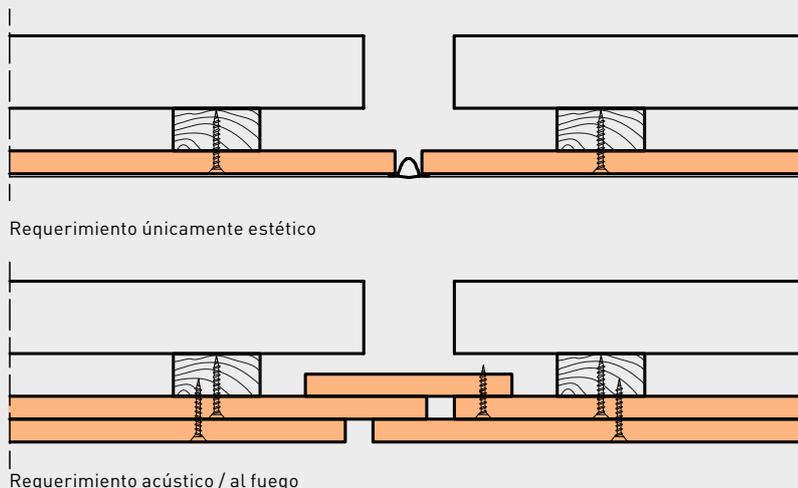
Son posibles las siguientes variantes:

- junta pegada
- junta emplastecida con placas de canto recto
- junta emplastecida con placas de borde afinado

En panelado doble es suficiente que se unan los paneles vistos.



Ejemplo: Forjado con pared transversal



Gremios

Recomendamos que el instalador de los paneles también sea responsable del tratamiento de juntas y que así se especifique en la licitación. Esto facilita los trabajos y la entrega a los siguientes gremios. Más información sobre el tratamiento de juntas en el capítulo 2.5.

Indicaciones sobre el tratamiento de juntas de los paneles Powerpanel HD (fachada) en el capítulo 2.11.

Acabados

Calidades de acabado

En el ámbito de la construcción seca se han establecido unas reglas de cómo se deben clasificar los niveles de acabado de las superficies (UNE 102043, Anexo A Apartado A.1.)

Hay que resaltar, al igual que viene definido en la normativa referenciada, que las condiciones de luminosidad no suelen ser constantes, por lo que una evaluación clara e inequívoca de los trabajos en seco solo se puede hacer si la situación de luminosidad ha sido definida antes de realizar los trabajos de emplastecido. En consecuencia, las condiciones de luminosidad deben ser objeto de acuerdo en el contrato.

- Q1: Nivel de calidad básico
- Q2: Nivel de calidad estándar
- Q3: Nivel de calidad alta
(requiere acuerdo contractual especial)
- Q4: Nivel de calidad máxima
(requiere acuerdo contractual especial)

Si en el proyecto no existe ninguna descripción y especificación del nivel de calidad exigido, se considera por defecto que se acuerda el nivel de calidad Q2.

Acabados sobre paneles de fibra yeso fermacell

Los siguientes acabados son posibles:

- Enlucidos finos con granulometría diversa
- Enlucido proyectado
- Pintura
- Empapelado
- Alicatado

La composición de las capas va en función de la calidad exigida y de los materiales empleados. Más información en el capítulo 2.8 Acabados a partir de página 56.



Emplastecido de juntas, determinante para las calidades de acabado Q1 a Q4.



Fabricación de elementos de madera con paneles de fibra yeso fermacell



Asesoramiento especializado en construcciones de madera por parte de fermacell

Consejos prácticos

Prefabricación de elementos de madera

■ grado de prefabricación:

En la construcción con entramados de madera existen diversos grados de prefabricación. Los elementos deben fabricarse completamente en fábrica y en obra solamente se instalan? O solamente se prefabrica el entramado con un panel arriostante y el resto se monta en obra?

■ organización de la fábrica:

De qué maquinaria se dispone? Los recursos humanos son suficientes? Se requiere externalización de trabajos de carpintería?

■ formato de elementos

Cuales son los factores limitantes? Mesa de trabajo en fábrica? Medios de transporte? Potencia de la grúa en obra?

■ almacenaje de material

En función del tamaño de obra gran cantidad de material (madera, aislante, paneles, etc.) debe ser almacenada. Será posible almacenar el material desde un inicio en la planta o será posible un suministro a obra a medida que se vaya fabricando?

■ se han respetado puntos de cuelgue en el cálculo estructural para los elementos constructivos?

■ almacenaje intermedio:

Muchas empresas de construcción de madera almacenan los elementos en la superficie de carga de

camiones. Es posible que éstos ocupen más espacio que la propia planta de fabricación

Transporte y logística

■ el material necesario prefabricado es suministrado a la obra por el distribuidor?

■ que medios de descarga están disponibles?

■ hay que respetar/reservar slots de suministro?

■ como se lleva el elemento a la planta correspondiente del edificio?

■ es posible necesitar un permiso del ayuntamiento en el caso de elementos de gran formato

■ en obras con elementos prefabricados: como son los accesos a la obra (estado y anchura de la calle, acceso, etc.)

■ orden de suministro de elementos prefabricados

■ protección de elementos prefabricados de la intemperie durante el transporte

Montaje

Elementos prefabricados:

■ el orden de los elementos está definido?

■ la elección de la grúa es correcta para la dimensión de los elementos? O es necesaria una grúa móvil?

■ la fijación temporal está proyectada y calculada?

■ el anclaje definitivo en la cimentación está proyectado y calculado?

■ la protección temporal frente a la intemperie para el transporte y durante la ejecución está garantizada (sobre todo en obras grandes)?

■ el material necesario para las divisiones interiores debe almacenarse en las plantas correspondientes durante la ejecución de la obra? Se conoce la ubicación exacta y ha sido comunicada? El material llegará a tiempo?

Montaje in situ:

■ el material está almacenado de forma correcta en lugar protegido? Se requiere una protección frente a la intemperie?

■ Las condiciones de obra (temperatura, humedad) corresponden a las indicaciones de los fabricantes?

■ se deben prever elementos auxiliares (por ejemplo travesaños) para el anclaje de elementos a la grúa?

■ trabajos posteriores pueden influir en la ejecución de la obra (por ejemplo plastón para las soleras)

■ los instaladores tienen experiencia con los materiales o requieren una formación?

■ todos los detalles están proyectados y han sido comunicados?

■ están a disposición todas las herramientas para la instalación de los materiales?

Checklist visita de obra

Paneles fibra yeso fermacell (aplicación en interior)

Proyecto: _____

Arquitecto: _____

Empresa 1: _____

Empresa 2: _____

Puntos de control (lista no exhaustiva):

- Ámbito de uso correcto?
- Condiciones de obra (temperatura, humedad)
- Distancia de subestructura, dimensiones subestructura
- Fijaciones (tipo, distancias)
- Tipo de juntas (junta pegada, junta emplastecida, borde afinado), materiales correctos
- Disposición de juntas entre paneles (no juntas en cruz, en puertas)
- Distancia entre juntas de dilatación
- Encuentro con otros elementos constructivos (tira separadora?)
- Ejecución de esquinas (interiores separadas, exteriores unidas)
- Conocimiento de trabajos posteriores (por ejemplo preparación del soporte, impermeabilización, revoco)

Incidencias en la visita:

Según visto instalación correcta

Incidencias menores (ver comentarios)

Comentarios / Corrección de errores:	Responsable:

Fecha: _____

Firma: _____

1.2 Cálculo estructural y estabilidad

- Normativa CTE / Eurocódigo 5
- Arriostramiento mediante muros diafragma
- Justificación de cálculo de muros diafragma (CTE / EC 5)
- Ejemplo de cálculo

La normativa vigente: el Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Eurocódigo (EC 5)

El cálculo de estructuras de madera en España está regulado por el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico SE-M, de obligado cumplimiento.

El contenido de esta normativa es en muchos aspectos coincidente con el Eurocódigo 5 (UNE EN 1995-1-1) y sigue el método de los estados límite (método semiprobabilístico).

Los Eurocódigos estructurales son un conjunto de normas europeas para la ingeniería de carácter voluntario, redactadas por el Comité Europeo de Normalización (CEN) y que pretenden unificar criterios y normativas en las materias de diseño, cálculo y dimensionado de estructuras y elementos prefabricados para edificación.

Los Eurocódigos pueden ser utilizados en sustitución de las normativas nacionales debiendo cumplirse el Eurocódigo además del Anexo Nacional que indica las particularidades que debe seguirse en cada país para aplicarlo.

El Eurocódigo 5 (UNE EN 1995 1-1, parte 1-1) recoge reglas generales y reglas para edificación, mientras que la parte 1-2 recoge reglas generales para proyectos de estructuras sometidas a fuego.

De cara a los cálculos estructurales en estructuras de madera con entramado de madera, en los que los paneles **fermacell** (fibra yeso o Powerpanel HD) tengan función estructural, es imprescindible utilizar adicionalmente las

Evaluaciones Técnicas Europeas (ETE) de estos productos:

- ETE 03/0050 (Paneles de fibra yeso **fermacell**), empleo en clases de servicio 1 y 2 (interior y semiinterperie)
- ETE 13/0609 (Paneles **fermacell** Powerpanel HD), empleo en las clases de servicio 1-3 (interior y exterior)

La evaluación técnica europea ETE 03/0050 ofrece la posibilidad de justificar los muros diafragma según el Eurocódigo 5 (UNE EN 1995 1-1) junto a su anexo nacional. Aparte de las características generales se describen las resistencias y rigideces en función del espesor del panel y el tipo de carga.

Más información

En la página web www.fermacell.es en la zona de descargas / documentación técnica / certificados:

- ETE 03/0050 paneles de fibra yeso **fermacell**
- ETE 13/0609 paneles cementosos **fermacell** Powerpanel HD



Arriostramiento con muros diafragma

La justificación de la estabilidad y de la rigidez del edificio es una parte imprescindible del cálculo estructural. En la práctica las pequeñas edificaciones como viviendas unifamiliares solamente deben rigidizarse frente a cargas horizontales como el viento o el sismo. En edificaciones en altura y/o pabellones aparte es necesario contemplar cargas adicionales internas resultantes de imperfecciones o deformaciones.

Aspectos generales

La rigidización estructural por lo general se consigue a través de los siguientes aspectos constructivos:

- Forjado rígido (diafragma). En las construcciones de madera los forjados en raras ocasiones se pueden considerar como diafragmas estructurales (excepción: forjado colaborante madera - hormigón).
- Muros diafragma (cantidad mínima 3), cuyos ejes no se crucen en un punto y que no están dispuestos de forma paralela.

- Anclajes suficientes en los montantes laterales o en huecos que eviten el levantamiento.
- Cimentación suficiente para transmitir las cargas verticales al terreno.

En el caso de prescindir de un forjado arriostrante, deben existir al menos 4 muros diafragma. Los ejes de 2 muros (máximo) pueden entonces cruzarse en un punto.

Otros aspectos para el diseño de la rigidización del edificio:

- En función del tipo de edificio los muros arriostrantes deben preverse en una fase temprana del proyecto. Grandes huecos como puertas o ventanas grandes no se permiten en muros diafragma.
- En obras grandes se recomienda seguir una modulación definida por el arquitecto. Esto facilita por un lado la proyección de los muros diafragma en la transición entre plantas y la orientación de todo el equipo involucrado en el proyecto.
- Los muros diafragma deben repartirse de forma homogénea por toda la planta del edificio. Con ello se evita que haya una distancia importante entre el eje resultante de la carga horizontal y el centro de rigidez. Esta distancia sería responsable de generar un momento de rotación que supondría un incremento de las cargas horizontales actuantes sobre los muros diafragma.
- En zonas sísmicas deberá cumplirse adicionalmente lo indicado la normativa sísmica NCSE-02.

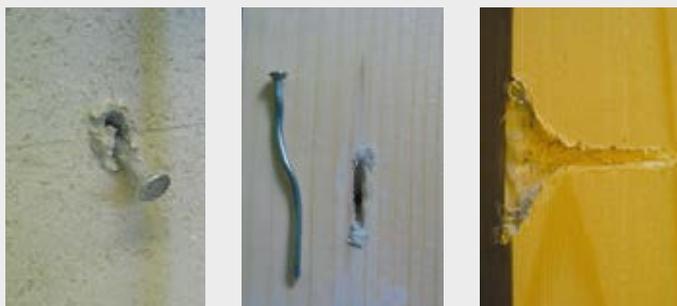
- En el caso de edificios de varias plantas superpuestas, los muros diafragma deberían estar dispuestos en línea vertical coincidente. Ligeras desviaciones de este criterio implican una complicación importante en el cálculo estructural porque requiere analizar "el camino" de las cargas hasta la cimentación.

Arriostramiento de viviendas

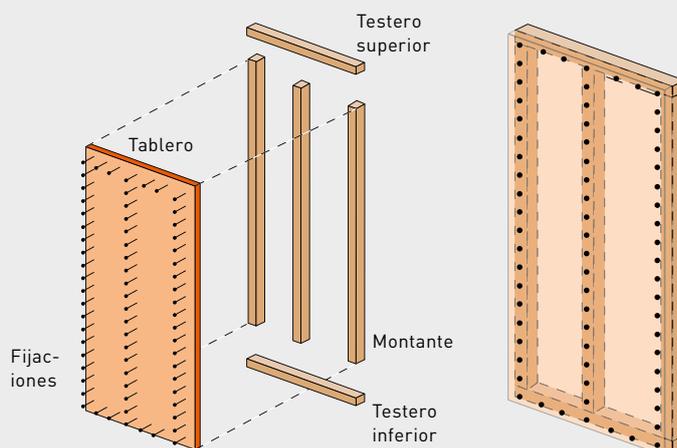
Muros diafragma de entramados de madera por lo general son elementos constructivos económicos con excelentes propiedades físicas, como reducidas deformaciones así como gran ductilidad. Aparte cumplen con otros criterios, como por ejemplo la protección de los aislantes de la intemperie, el aislamiento acústico y otros. Sistemas de arriostramiento alternativos como celosías de madera o acero son poco habituales en las viviendas unifamiliares. Las reducidas cargas horizontales así como la complejidad de las uniones hacen que estos sistemas sean poco rentables.



Montaje del anclaje a la solera para evitar el levantamiento. En la foto falta de anclar a solera.



Deformación plástica y aplastamiento de material después de ciclos dinámicos de cargas. Panel fibra yeso **fermacell** (izquierda), subestructura de madera con fijaciones deformadas (centro) y sección de subestructura (derecha)



La estabilidad la garantizan 3 componentes: entramado de madera, panelado y fijaciones.

Justificación de muros diafragma según CTE / EC5

Introducción

- Un muro diafragma está compuesto de uno o más paneles
- Cada panel consta de una estructura compuesta de montantes y testeros y uno o varios tableros fijados mecánicamente al entramado

La comprobación de los muros diafragma está recogida en el CTE DB SE-M en cuanto a la comprobación de la resistencia a descuadre a través de un análisis simplificado.

En el uso de los paneles de fibra yeso fermacell en muros diafragma se deben respetar las indicaciones de la ETE 03/0050.

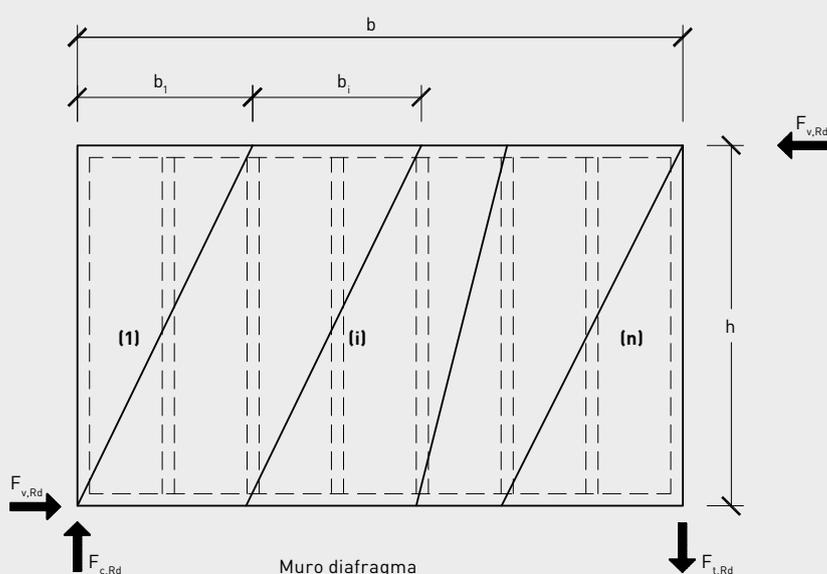
Este procedimiento está descrito en las siguientes páginas de este capítulo y finalmente se presenta un cálculo de ejemplo.

A parte de esta comprobación recomendamos realizar unas comprobaciones adicionales recogidas en la norma DIN 1052 y que comprueban la resistencia a cortante del tablero así como el posible riesgo de pandeo. Se trata de aspectos generales (aplicables para todo tipo de paneles) no recogidos de esta forma en el CTE y que están en el lado de la seguridad. El objetivo final es determinar la resistencia mínima del muro diafragma ante 3 posibles causas de rotura y utilizar el resultado más desfavorable para la justificación del elemento.

Procedimiento simplificado para el cálculo de muros diafragma (apartado 10.4.2 CTE DB SE-M)

Condiciones y limitaciones

- El método simplificado calcula la resistencia al descuadre de un muro diafragma que consta de uno o más paneles, solicitado por una fuerza horizontal F_k en el borde superior
- La separación de los elementos de fijación en el perímetro de cada tablero es constante
- El ancho b_i de cada panel es igual o superior a $h/4$
- El panelado debe estar asegurado convenientemente al levantamiento mediante fuerzas verticales o anclajes
- El entramado deberá comprobarse estructuralmente por separado
- La resistencia frente a otro tipo de cargas deberá calcularse por separado
- Distancia máxima de los elementos de fijación perimetrales 150 mm (clavos) / 200 mm (tirafondos)
- La distancia máxima de los elementos de fijación interiores no debe ser superior al doble de las distancias de elementos de fijación perimetrales



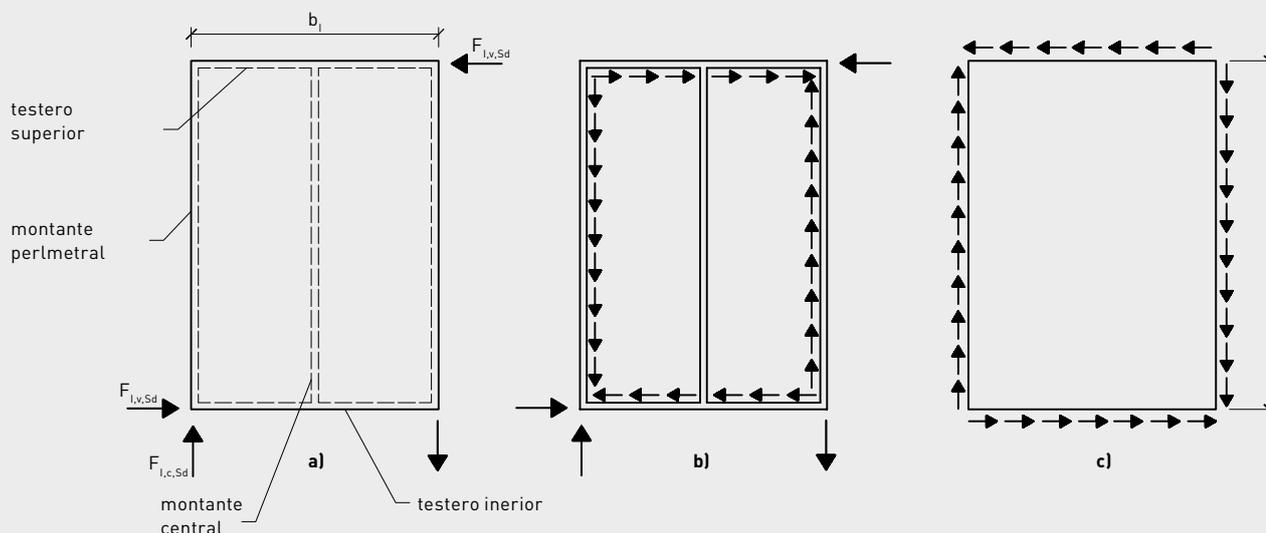


Figura 10.8 Solicitaciones sobre un panel

Resistencia al descuadre

La resistencia al descuadre de un muro diafragma es la suma de las resistencias al descuadre de los paneles que lo componen.

$$F_{v,Rd} = \sum F_{i,v,Rd} \quad [10.54 \text{ CTE}]$$

La resistencia al descuadre de un panel del muro diafragma se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$F_{v,Rd} = \frac{F_{f,Rd} \cdot b_i \cdot c_i}{s} \quad [10.54 \text{ CTE}]$$

con

$F_{f,Rd}$ = valor de cálculo de la capacidad de carga lateral por elemento de fijación

b_i = ancho de panel en mm

$$c_i = \frac{b_i}{b_i/(h/2)} \quad \text{para } b_i \geq \frac{h}{2}$$

s = separación entre elementos de fijación en mm

Cálculo de la capacidad de carga lateral para uniones de tipo clavija

Uniones de tablero con madera

La capacidad de carga determinante de un elemento de fijación es la mínima que se obtiene de las siguientes expresiones:

Cortadura simple (8.6-8.11 CTE DB SE-M)

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \\ \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \cdot \left[\sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 \cdot \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right]} + \beta^3 \cdot \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 - \beta \cdot \left[1 + \frac{t_2}{t_1} \right] \right] \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4,5 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2 \cdot \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4,5 \cdot \beta \cdot (1 + 2 \cdot \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot 2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d \end{array} \right.$$

Con

$f_{h,1,k}$ = Resistencia de aplastamiento del tablero fibra yeso fermacell [ETE 03/0050]

$f_{h,2,k}$ = Resistencia de aplastamiento del montante (madera maciza) [8.33/8.34 CTE]

La necesidad del pretaladro se debe comprobar según la fórmula 8.35 del CTE.

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}}$$

t_1 = espesor tablero fermacell

t_2 = profundidad penetración elemento de fijación en madera

d = diámetro fijación

$M_{y,Rk}$ = Momento plástico de los clavos/grapas [8.29-8.30/8.46CTE]

A cada expresión le corresponde un modo de fallo (fallo del elemento de fijación, aplastamiento del panel y/o la madera o una combinación de los fallos).

La Evaluación Técnica Europea de las placas de fibra yeso **fermacell** (ETE 03/0050) también permite calcular de forma simplificada la resistencia a carga lateral de los elementos de fijación, mediante la siguiente fórmula:

$$R_k = \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad (\text{N})$$

Para espesores de placa inferiores a $7 \cdot d$, R_k se debe reducir por el factor $t/7 \cdot d$.

La resistencia al aplastamiento del tablero fermacell se calcula mediante la fórmula de la ETE:

$$f_{h,1,k} = 7 \cdot d^{-0,7} \cdot t^{0,9}$$

Comprobaciones adicionales y obtención de la resistencia determinante del panel

El fallo de un muro diafragma no únicamente puede deberse al agotamiento de las fijaciones. También es posible un fallo por pandeo o rotura del panel. A nivel informativo a continuación describimos la metodología empleada en el anexo nacional alemán del EC5 equivalente a la normativa DIN 1052. La resistencia lineal determinante del panel del muro diafragma resulta del valor mínimo obtenido de la siguiente expresión:

$$f_{v,0,d} = \min \begin{cases} k_{v1} \cdot R_d / a_v \\ k_{v1} \cdot k_{v2} \cdot f_{vd} \cdot t \\ k_{v1} \cdot k_{v2} \cdot f_{vd} \cdot 35 \cdot t^2 / a_r \end{cases}$$

La primera expresión resulta de la capacidad de carga lateral por elemento de fijación.

La segunda expresión es la comprobación de la resistencia del tablero.

La tercera expresión es la comprobación de la resistencia frente al pandeo con:

$f_{v,d}$ = resistencia a cortante del tablero (para paneles con baja resistencia a tracción hay que utilizar la resistencia a tracción, según anexo nacional alemán del EC5). La resistencia está indicada en la ETE 03/0050.

R_d = resistencia de carga lateral por elemento de fijación (equivalente a $F_{f,Rd}$ según el cálculo explicado anteriormente)

a_v = distancia entre fijaciones en mm

k_{v1} = 1 (unión perimetral resistente a cortante)

k_{v2} = 0,33 (panelado en un solo lado) o 0,50 (panelado en cada cara)

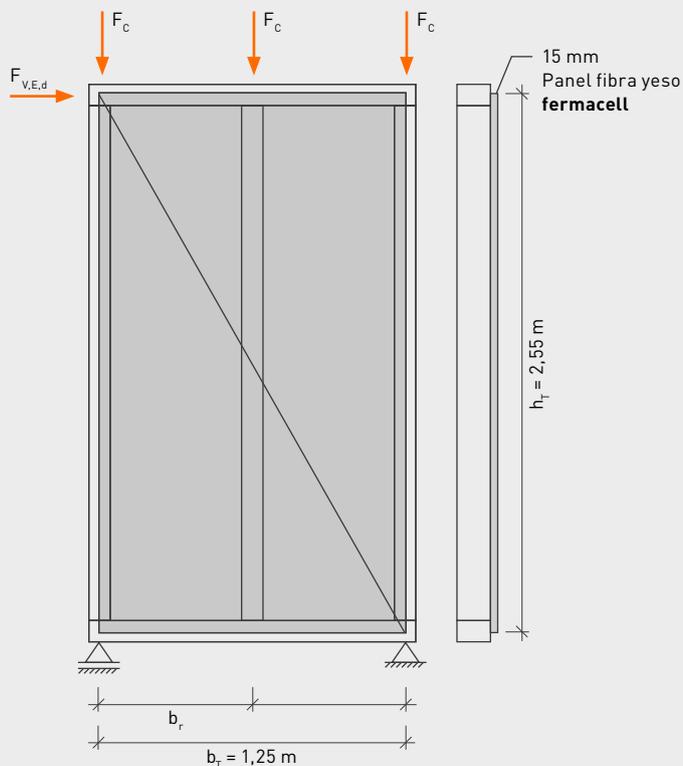
t = espesor del tablero en mm

a_r = separación entre montantes en mm

Cálculo de ejemplo

Muro diafragma según procedimiento simplificado del CTE

Sistema estructural



Elementos constructivos

Montantes:	C24 $b \times h = 60 \times 120 \text{ mm}^2$ $b_r = 0,625 \text{ m}$ Distancia entre montantes Densidad de la madera = 350 kg/m^3
Testerros:	C24 $b \times h = 80 \times 120 \text{ mm}^2$
Tableros:	15 mm Panel fibra yeso fermacell
Fijaciones:	Clavos con fuste ranurado SNa 2,2×55 mm $s = 50 \text{ mm}$ sin pretaladro

Cargas

Peso propio:	$F_{c,G,k} = 2,0 \text{ kN}$
Carga de uso:	$F_{c,Q,k} = 5,0 \text{ kN}$
Carga de viento:	$F_{v,k} = 5,0 \text{ kN}$

Condiciones para aplicación del método simplificado según CTE:

a.) Panelado:

- El ancho b_i de cada panel es igual o superior a $h/4$:
 $1,25 \text{ m} \geq h/4 = 0,64 \text{ m}$

b.) Distancia entre fijaciones:

- La separación de los elementos de fijación en el perímetro de cada tablero es constante
- Distancia máxima de los elementos de fijación perimetrales:
 $50 \text{ mm} \leq 150 \text{ mm}$

c.) Distancia a los bordes:

- $a_{4,c} = 5d = 11 \text{ mm}$ (borde de la madera, según CTE DB SE-M tabla 8.2, borde no cargado)
- $a_{4,c} = 4d = 8,8 \text{ mm}$ (según ETE 03/0050)

Cargas

- Carga axial montantes $N_{R,I}$:

$$F_{G,k} = 2,0 \text{ kN}$$

$$F_{Q,k} = 5,0 \text{ kN}$$

$$F_{v,k} = 5,0 \cdot 2,55/1,25 = 10,2 \text{ kN (viento)}$$

Combinación para $N_{R,I}$ max.:

$$1.) F_{c,d} = \gamma_G \cdot F_{G,k} + 1,5 F_{Q,k,1} = 1,35 \cdot 2,0 + 1,5 \cdot 10,2 = 18,0 \text{ kN (viento)}$$

$$2.) F_{c,d} = \gamma_G \cdot F_{G,k} + 1,35 \cdot \sum F_{Q,k} = 1,35 \cdot 2,0 + 1,35 \cdot (5,0 + 10,2) = 23,2 \text{ kN (viento + p)}$$

$$F_{c,Ed} = \mathbf{23,2 \text{ kN}}$$

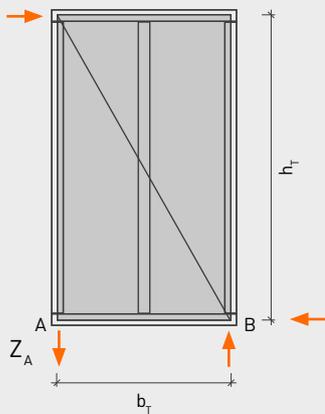
- Carga horizontal en testeros:
 $F_{v,Ed} = 5,0 \cdot 1,5 = \mathbf{7,5 \text{ kN}}$ (viento)

- Carga de anclaje:

$$Z_A = \frac{1}{l_1} \cdot [\gamma_{Q1} \cdot F_{v,k} \cdot h - \gamma_{G,inf} \cdot F_{c,G,k} \cdot (b_r + 2b_r)]$$

$$Z_A = \frac{1}{1,25} \cdot [1,5 \cdot 5,0 \cdot 2,55 - 0,9 \cdot 2,0 \cdot (0,625 + 1,25)]$$

$$Z_A = \mathbf{12,6 \text{ kN}} = F_{t,Ed}$$



Las comprobaciones de los montantes y testeros no se describen en este ejemplo y deberán realizarse aparte.

- Resistencia a descuadre del muro diafragma
a.) Resistencia frente a carga lateral de los elementos de fijación

Resistencia de aplastamiento del tablero de fibra yeso

fermacell:

$$f_{h,k} = 7d^{0,7} \cdot t^{0,9} = 46,1 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ETA-03/0050}$$

- Clavo:

$$M_{\gamma,k} = f_u \cdot \frac{180}{600} \cdot d^{2,6} \quad (8.29 \text{ CTE})$$

$$= 600 \cdot 0,3 \cdot 2,2^{2,6} = 1398 \text{ Nmm}$$

- Cálculo de la resistencia frente a carga lateral de los elementos de fijación

$$f_{h1,k} = 46,1 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{h2,k} = 0,082 \cdot 350 \cdot 2,2^{-0,3} = 22,65 \text{ N/mm}^2 \quad [8.33 \text{ CTE}]$$

$$\beta = \frac{22,65}{46,1} = 0,49$$

- Resistencias para los 6 casos de fallo (según CTE DB SE-M 8.6-8.11):

$$f_{v,Rk} = \min \begin{cases} 1522 \text{ N} \\ 1994 \text{ N} \\ 771 \text{ N} \\ 546 \text{ N} \\ 815 \text{ N} \\ 497 \text{ N} \end{cases}$$

Alternativa usando la fórmula de la Evaluación Técnica Europea:

$$F_{v,Rk} = 0,7 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{\gamma,k} \cdot f_{h,k} \cdot d} = 373 \text{ N} \quad \text{ETA-03/0050}$$

La simplificación implícita en la fórmula de la ETE obliga a un enfoque más conservador, de ahí el resultado más bajo. El ejemplo de cálculo lo seguimos con el resultado obtenido según el CTE.

El siguiente paso consiste en ponderar el resultado para pasar a la resistencia de diseño:

$$F_{f,Rd} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_m}$$

El factor de modificación k_{mod} en este caso debe calcularse mediante la siguiente expresión, al respetarse 2 materiales diferentes:

$$k_{mod} = \sqrt{k_{mod,madera} \cdot k_{mod,fermacell}}$$

con

$$k_{mod1(fermacell)} = 0,8$$

$$k_{mod2(madera)} = 0,9$$

$$\gamma_m = 1,3$$

para una duración de carga corta (viento) y clase de servicio 1 (interior)

$$F_{v,Rd} = 0,85 \cdot \frac{497}{1,3} = 325 \text{ N}$$

Minoración por el factor c [10.55 CTE]:

$$c = \frac{1250}{2550} \cdot 2 = 0,98$$

$$F_{v,Rd} = 325 \cdot 0,98 = 319 \text{ N}$$

b.) Resistencia determinante del muro diafragma según anexo nacional alemán del EC5 (informativo)

$$f_{v,0,d} = \min \begin{cases} k_{v1} \cdot R_d/s \\ k_{v1} \cdot k_{v2} \cdot f_{t,d} \cdot t \\ k_{v1} \cdot k_{v2} \cdot f_{v,d} \cdot 35 \text{ t}^2/b_r \end{cases}$$

* Nota: para la comprobación del panelado en tableros con resistencia a tracción reducida, debe emplearse la resistencia a tracción en sustitución de la resistencia a cortante.

Coefficientes:

$k_{v1} = 1,0$ rigidez a cortante en todo el perímetro

$k_{v2} = 0,33$ panelado simple

$$f_{t,d} = 1,75 \text{ N/mm}^2; f_{t,k} = 2,4 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ETA-03/0050}$$

$$f_{v,d} = 2,56 \text{ N/mm}^2; f_{v,k} = 3,5 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ETA-03/0050}$$

$$\rightarrow \text{ambos con } k_{mod} = [0,8+1,1]/2$$

Duración de carga corta/fibra yeso

$$f_{v,0,d} = \min \begin{cases} 1,0 \cdot \frac{319}{50} \cdot c_i & = 6,4 \text{ N/mm} \\ 1,0 \cdot 0,33 \cdot 1,75 \cdot 15 & = 8,7 \text{ N/mm} \\ 1,0 \cdot 0,33 \cdot 2,56 \cdot 35 \cdot \frac{15^2}{50} & = 10,6 \text{ N/mm} \end{cases}$$

→ La capacidad de carga lateral de las fijaciones es determinante

c.) Comprobación estructural del muro diafragma*

$$f_{v,Ed} = \frac{7500 \text{ N}}{1250 \text{ mm}} = 6,0 \text{ N/mm}$$

$$\frac{f_{v,Ed}}{f_{v,0,d}} = \frac{6,0}{6,4} = 0,92 < 1,0$$

* Los montantes / testeros de madera maciza así como el anclaje para evitar el levantamiento deben justificarse por separado y no se detallan en este documento.

Anotación sobre el pandeo de los tableros:

Según el CTE el pandeo puede despreciarse si se cumple que

$$\frac{b_{net}}{t} \leq 65$$

con

b_{net} = espacio libre entre montantes

t = espesor del tablero

En fermacell este criterio siempre se cumple al limitarse la distancia máxima entre montantes a 50·t. En el apartado b.) de este cálculo se comprueba el pandeo según norma DIN (3. expresión), siendo más restrictiva.

Aquellos paneles de muro diafragma que tengan huecos de puertas o ventanas no se consideran en la contribución a la resistencia de descuadre del muro diafragma. Para muros diafragma formados con módulos con tableros en

las 2 caras, la resistencia al descuadre del muro diafragma es la suma de las resistencias en cada paramento (si los tableros y medios de fijación son del mismo tipo).

Para mayor información y otros casos consultar el CTE DB SE-M apartado 10.4.2.

2. Instalación

2.1 Condiciones de obra e instalación

- Transporte y almacenamiento
- Criterios de instalación

- Transporte de elementos prefabricados a la obra

Los paneles de fibra yeso **fermacell** así como los paneles cementosos **fermacell** Powerpanel HD y H₂O son productos económicos de altas prestaciones consolidados en la construcción de madera. Así como todos los materiales de construcción reaccionan a cambios higrotérmicos con deformaciones. Esto puede tener consecuencias en la calidad y durabilidad de los materiales y de las construcciones. De igual forma errores en el transporte y el almacenaje de los paneles puede generar daños. Por todo ello es necesario cumplir los siguientes criterios para el montaje y la manipulación.

Transporte y almacenaje

Los paneles de fibra yeso **fermacell** así como los paneles cementosos **fermacell** Powerpanel HD y H₂O se suministran en palés o sobre rastreles en función de las necesidades. Paneles de gran formato pueden estar embalados con una lámina.

Hay que respetar los siguientes puntos:

- Llevar guantes y la ropa de protección prescrita.
- Los paneles se deben apilar sobre superficies planas. Si se almacenan en vertical, los paneles pueden llegar a deformarse y sufrir daños en los cantos.

- Se deben proteger de la humedad y especialmente de la lluvia.
- Los paneles que se hayan mojado ligeramente no se podrán utilizar hasta su completo secado.
- Es posible transportar los paneles en horizontal con carretillas u otros vehículos de transporte.
- Por lo general los paneles se pueden llevar en vertical de uno en uno.
- Formatos grandes se pueden transportar por ejemplo con maquinaria que funcione con ventosas.
- Acordar devolución de los palés con el distribuidor.

Peso de los palés			10 mm	12,5 mm	15 mm	18 mm
Fibra yeso	Placa hombre	1000×1500 mm	1324 kg	1390 kg	1350 kg	1272 kg
	Formato grande	1250×2500 mm	2210 kg	2210 kg	2210 kg	2123 kg
	Formato grande	1250×3000 mm	2216 kg	2210 kg	2325 kg	1998 kg
Powerpanel HD	Formato pequeño	1000×1500 mm	-	-	850 kg	-
	Formato grande	1250×3000 mm	-	-	1750 kg	-

Atención: tener en cuenta la capacidad estructural del forjado en el almacenaje!



Consejos de manipulación

Paneles de fibra yeso **fermacell** y elementos constructivos panelados con **fermacell**

Los paneles de fibra yeso **fermacell** o los elementos constructivos con paneles de fibra yeso **fermacell** solo pueden ser instalados si la humedad relativa del ambiente es inferior al 80 %. Los paneles deben haberse aclimatizado a las condiciones del ambiente.

Montaje con junta pegada **fermacell**

Para el pegado de los paneles con el pegamento de juntas **fermacell** (aparte de la limitación de la humedad del aire indicada) la temperatura de ambiente debe ser superior a 5 °C. La temperatura del pegamento debe ser superior a 10 °C. Después del pegado las condiciones climáticas no deben variar sustancialmente en las 12 horas siguientes. Temperatura y humedad relativa más baja prolongan el tiempo de secado. Heladas durante el transporte y almacenaje no dañan al pegamento una vez endurecido. Ver también capítulo 2.5 Técnica de juntas.

Montaje con junta emplastecida **fermacell**

El emplastecido de las juntas **fermacell** sólo debe realizarse con una humedad relativa de $\leq 70\%$ [equivalente a una humedad del panel de $\leq 1,3\%$] y tras la colocación de los elementos de pared y techo. La temperatura ambiente no deberá ser inferior a + 5 °C. Ver también capítulo 2.5 Técnica de juntas.

Acabados

Para los trabajos de enmasillado aplican los mismos criterios. En la medida de lo posible, los ensolados y enlucidos húmedos deben ejecutarse y haber secado completamente antes del montaje de los sistemas **fermacell**. Pavimentos de asfalto se deben ejecutar antes del enmasillado de las juntas, ya que el calor en la parte inferior de los tabiques puede llegar a fisurar las juntas. Se deben evitar los radiadores de gas ya que pueden provocar daños por el peligro de condensación de agua. Esto será de aplicación especialmente en las zonas interiores frías con poca ventilación. Se debe evitar utilizar los tipos de calefacción con aumento brusco de la temperatura. Ver capítulo 2.5 Técnica de juntas y 2.8 Acabados interiores.

fermacell Powerpanel HD

A diferencia de los paneles de fibra yeso, los paneles **fermacell** Powerpanel HD pueden almacenarse en el exterior debido a su resistencia al agua y las heladas. Para posteriores tratamientos superficiales en todo caso se debería disponer una protección impermeabilizante y evitar una exposición a las sujeciones de la obra.

Transporte de elementos prefabricados a obra

Hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Los elementos deben transportarse y almacenarse en posición vertical.
- Los paneles que sobresalgan deben protegerse mediante rastreles.
- Realizar el tratamiento de juntas HD sobre paneles **fermacell** Powerpanel HD antes del transporte a obra.

El tratamiento de juntas HD debe realizarse cuando los paneles se emplean como soporte para acabados con revocos y/o para la protección temporal (máximo 6 meses). Ver también el capítulo 2.11.

El transporte a obra solo debe realizarse cuando se cumpla lo siguiente:

- El pegamento **fermacell** para el sellado de juntas HD empleado sobre la cinta de refuerzo **fermacell** en la técnica de juntas HD debe haber secado completamente (tiempo de secado aprox. 24h a 20 °C y 50 % HR).
- En elementos con junta pegada el pegamento de juntas **fermacell** / **fermacell** greenline debe haber endurecido antes del transporte (tiempo de endurecimiento aprox. 18-36 horas a $>15\text{ °C}$ y $\text{HR} > 50\%$).



2.2 Corte y panelado

■ Trabajar con los paneles

■ Panelado

Trabajar con los paneles

Como norma general todos los paneles fermacell pueden trabajarse con las herramientas habituales en la construcción con madera.

Corte

En la prefabricación industrial se recomienda el corte de los paneles mediante escuadradoras. Los recortes en obra y la fabricación en serie reducida se puede realizar mediante sierras circulares de incisión con riel. Es recomendable acoplar un sistema de aspiración y realizar el corte sobre un material de soporte, por ejemplo cortando sobre el palé de paneles. Por lo general el corte se debe realizar con discos de sierra widia con reducido número de dientes y a bajas revoluciones. Cortes curvos o ajustes se pueden realizar con una sierra de calar o un serrucho. Recomendamos emplear mascarillas de protección con filtro FFP1.

Precorte y tronzado

El precorte y tronzado solo es posible con paneles de fibra yeso **fermacell** para la técnica de junta emplastecida (no para junta pegada), los paneles cementosos **fermacell** Powerpanel deben cortarse.

El marcado y corte de los paneles de fibra yeso **fermacell** se debe realizar a una altura de trabajo cómoda (sobre una plataforma). El corte a medida no presenta ninguna dificultad. Con un metro y un lápiz se marcan las líneas de corte. Se debe dejar un ancho de juntas de entre 5 y 7 mm (o bien la mitad del espesor del panel) para las juntas emplastecidas. A lo largo de la línea marcada se coloca un listón de metal, un perfil, una regla o similar.

A continuación se pasa a lo largo del listón un cutter o, preferiblemente, la cuchilla para paneles **fermacell** para marcar el panel. Mover el panel con la línea marcada hasta el borde del banco de trabajo o plataforma y tronzar la parte sobrante por el canto. No es necesario marcar o cortar los paneles de fibra yeso **fermacell** por el otro lado.

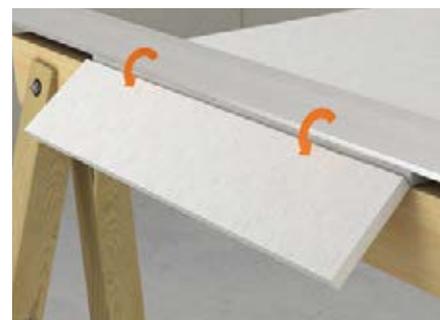
Al contrario que en los paneles de fibra yeso, los paneles **fermacell** Vapor se precortan y tronzan desde el lado posterior, en la cara con el revestimiento que funciona como barrera de vapor.



Corte



Precorte



Tronzado

Perforar, cepillar, lijar, fresar

El cepillado de los cantos de los paneles de fibra yeso **fermacell** solo es necesario si los cantos tronzados quedan en la arista de esquinas salientes. En estos casos por lo habitual se utilizan placas cortadas.

Los paneles de fibra yeso **fermacell** pueden trabajarse con las herramientas habituales en la construcción con madera.

Las perforaciones necesarias para el paso de instalaciones puede realizarse con brocas de corona.

Panelado

En función de los requerimientos acústicos y de resistencia al fuego los paneles **fermacell** se instalan en una o varias capas sobre la subestructura de madera. La fijación de los paneles se realiza mediante tornillos **fermacell**, grapas o clavos a la subestructura de madera (capítulo Fijaciones).

La disposición de los paneles **fermacell** en ambas caras de la pared es simétrica en el caso de panelado simple (los ejes verticales coinciden).

No se admiten juntas verticales sin soporte trasero (montante o tira de placas).

Por lo general, los paneles de fibra yeso **fermacell** se montan en vertical sobre la estructura. La longitud de los paneles corresponde a la altura entre forjados menos las juntas de unión superior e inferior. Se debe evitar la formación de juntas horizontales. No obstante, si fuera necesario, éstas deben realizarse con un desplazamiento mínimo de 200 mm. No puede haber juntas en cruz.

Panelado simple

Por cada cara se instala un panel **fermacell**. El encuentro entre paneles se debe ejecutar en función del tipo de placa, teniendo en cuenta diferentes variantes de junta. Ver tabla inferior.

Los paneles **fermacell** Powerpanel HD se instalan únicamente en capa simple en la cara exterior de cerramientos exteriores.

Panelado múltiple

En el panelado múltiple el primer paso consiste en instalar la primera capa en un lado de la pared, realizando una unión entre placas a testa. No se requiere un enmasillado de las juntas, incluso en el caso de requerimientos al fuego.

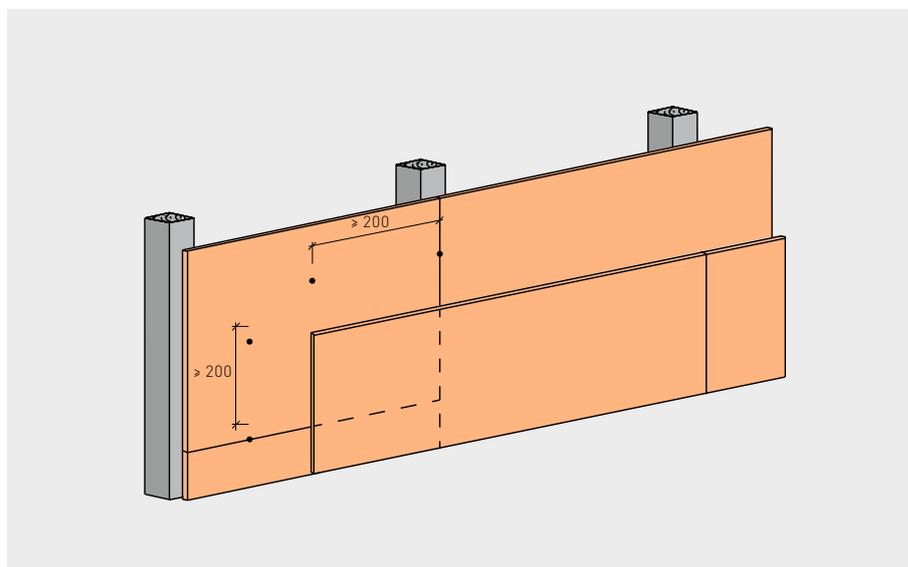
Sobre el primer panelado se instala el segundo panelado de placas de fibra

yeso **fermacell**. Debe respetarse un desplazamiento de juntas de ≥ 200 mm respecto al primer panelado cuando la fijación del segundo panelado se realiza al primero (fijación placa a placa). Cuando el segundo panelado se fija a la subestructura, las juntas verticales del segundo panelado deben estar desplazadas al siguiente montante de forma que no coincidan con las juntas verticales del primer panelado. El tratamiento de juntas del segundo panelado equivale al del panelado simple.

Si los paneles **fermacell** Vapor se emplean como primera capa en el lado interior de un cerramiento exterior, el encuentro entre paneles también puede realizarse a testa en seco. Si se coloca una segunda capa de paneles sobre paneles **fermacell** Vapor, la fijación debe realizarse exclusivamente a la subestructura para no dañar a la barrera de vapor.

Opciones de ejecución de juntas			
	Junta pegada	Junta enmasillada	Placas a testa
Paneles fibra yeso fermacell (canto recto)	●	●	●*
Paneles fibra yeso fermacell (borde afinado)	-	●	-
fermacell Vapor	●	●	●*
fermacell Powerpanel HD	-	-	●

* Solo posible en primera capa en panelado múltiple
Ejecución según capítulo 2.5



Desplazamiento del segundo panelado respecto al primero

Esquemas de panelado en ventanas, acristalamientos o puertas

Existen 3 variantes de ejecución en puertas y ventanas. Para evitar posibles fisuras generadas por tensiones en el encuentro de paneles en los huecos de paredes, debe prestarse especial atención a los detalles siguientes:

- En panelado doble, deben separarse las juntas del primer y segundo panelado ≥ 200 mm.
- Deben realizarse juntas pegadas en la zona de la puerta en el caso de puertas pesadas o de gran tamaño).
- Debe elegirse una subestructura suficientemente dimensionada.

1 Corte en bandera con junta pegada o junta enmasillada

- Colocar placas con un desfase de juntas ≥ 200 mm.
- Reforzar junta entre paneles con un rastrel de relleno en la cámara.

2 Junta sobre el montante de madera con junta pegada

Variante A:

Unión de los 2 paneles sobre el montante. Para ello es necesario realizar un recorte en el panel hasta la mitad del montante.

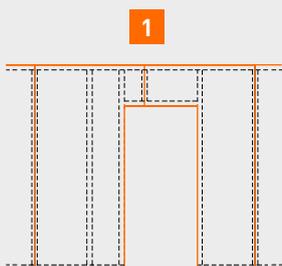
Variante B:

Fijar un listón de madera adicional contra el montante mediante cola blanca de carpintero y tornillos. La unión de los paneles se garantiza a través de la unión de la subestructura mediante cola blanca.

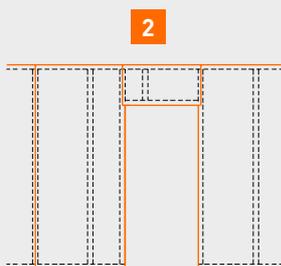
Los esquemas de panelado son válidos para todos los tipos de placa **fermacell**. Según la tabla "Opciones de ejecución de juntas" de la página anterior los paneles **fermacell** Powerpanel HD en la cara exterior de cerramientos siempre deben unirse a testa.

Ver capítulo 1.1 Indicaciones para el proyecto.

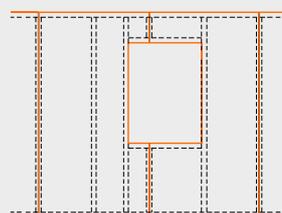
Esquemas de panelado en huecos de pared



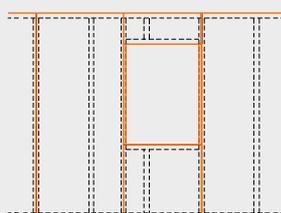
Huevo de puerta con junta vertical desplazada



Huevo de puerta con junta vertical no desplazada



Huevo de ventana con junta vertical desplazada



Huevo de ventana con junta vertical no desplazada



Variante A de 2



Variante B de 2

2.3 Subestructura

- Entramado de madera arriostrante / estructural
- Paredes no portantes
- Tabiquería
- Techos y revestimiento de techos
- Separación de subestructura paredes/techos/falsos techos/cubiertas

Las subestructuras deben estar ancladas a soportes resistentes mediante elementos de fijación. Deben tenerse en cuenta tolerancias e irregularidades en la fijación manual. También debe tenerse en cuenta una suficiente superficie de apoyo de los paneles en función del tipo de junta que se vaya a ejecutar.

Posibles subestructuras

- Madera maciza (coníferas) según EN 14081-1, clase de resistencia mínima C24
- Madera laminada
- Perfiles doble T con ETE que permita el tipo de aplicación
- Elementos adecuados de madera conformada

Los elementos de fijación de la subestructura deben estar dimensionados de forma que permitan una transmisión segura de las cargas a los elementos estructurales. En caso necesario se debe realizar una comprobación estructural. La humedad media de la madera deberá estar adecuada a las condiciones climáticas de uso posterior y no deberá exceder una humedad de equilibrio higroscópico de 18 % .

Entramado de madera arriostrante / estructural

Los entramados de madera estructural transmiten cargas verticales (adicionales a su peso propio) hacia abajo. Los cálculos estructurales requeridos para los muros se realizan de acuerdo al CTE o EC5.

Las uniones verticales entre paneles pueden ejecutarse como junta pegada o enmasillada. Entramados de madera arriostrante / estructural se utilizan para el arriostramiento de edificios frente a cargas de viento, por lo que reciben adicionalmente una carga horizontal. El panelado **fermacell** debe crear un diafragma estructural, por ello solo se permite una junta horizontal. Ésta debería ejecutarse como junta pegada, reforzándola además con una madera fijada en la parte posterior. Más detalles en el capítulo 2.4 Fijaciones.

Debe informarse al estructurista sobre la ejecución de juntas horizontales en la fase inicial de proyecto.

Más información:

online en www.fermacell.es

- Catálogo integral fermacell: Orangebook



Paredes no portantes

Los paredes no portantes únicamente transmiten su peso propio así como cargas en ménsula colgadas de ellas (estanterías, etc.). La fijación de cargas está explicada en el capítulo 2.9. En el caso de transmisión de otras cargas a la subestructura es necesaria una comprobación estructural.

Ejecución en obra

En el caso de elementos de flanco irregulares y elevados requerimientos acústicos, se debe reducir la distancia entre fijaciones. Los montantes se ajustan para poder insertarlos entre el testero superior y el inferior, se aploman y colocan a la distancia exacta entre ejes y finalmente se fijan a los testeros mediante medios mecánicos compatibles. En las soluciones de subestructura doble con reducida distancia entre montantes se coloca una banda elástica entre los montantes para reducir la transmisión acústica. En el caso de requerir una distancia más elevada entre los montantes, por ejemplo para el paso de instalaciones, en caso de necesidad podrá mejorar la estabilidad a través de medidas arriostrantes (cartelas, escuadrías mayores, etc.).

Pasos:

- Replanteo de los ejes de pared
- Fijación de testeros horizontales
- Fijación de montantes laterales a elementos constructivos contiguos
- Distancias de fijación horizontal ≤ 700 mm, vertical ≤ 1000 mm
- Colocación de montantes entre los testeros

Tabiques ligeros

Los tabiques y su unión a los elementos constructivos contiguos debe realizarse de forma que sean capaces de absorber cargas permanentes y de impactos según su categoría de uso.

Las distancias de fijaciones se pueden consultar en la tabla de la página 37. Los montantes se fijan mediante clavos o angulares. En los tabiques la ejecución de las juntas verticales con la junta pegada son una alternativa económica, sobre todo en superficies grandes. La ejecución está descrita en el capítulo 2.5. Para el panelado se pueden emplear placas hombre o placas de altura completa.

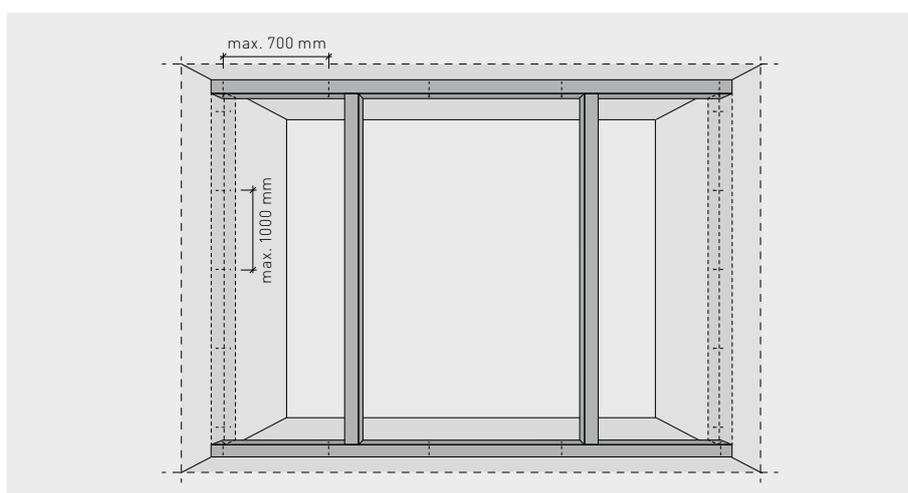
Falsos techos o revestimiento de techos

Para los paneles de fibra yeso **fermacell** la resistencia a flexión no suele ser determinante en techos / bajo cubiertas, a no ser que haya otra cargas estructurales.

Cálculos diferenciados deberán ser realizados individualmente por el proyectista para cada proyecto. Ello permite poder respetar parámetros de proyecto adicionales.

Falsos techos

Para los falsos techos suspendidos se utilizan dispositivos de cuelgue comunes, como elementos de cuelgue no-nius, varillas de cuelgue, etc. Para fijar estas construcciones a los forjados se deben emplear tacos compatibles y con resistencia suficiente para soportar las cargas.



Distancia de fijaciones

Distancia entre ejes de subestructura de paredes /techos/revestimiento de techos y cubiertas (interior)

Distancia máxima de la subestructura con paneles de fibra yeso fermacell

Aplicación/tipo de elemento estructural	Exposición a la humedad	Espesor de panel de fibra yeso fermacell				Esquema
		10 mm	12,5 mm	15 mm	18 mm	
Superficies verticales (tabiques, paredes, revestimientos, trasdosados)	-	500	625	750	900	f
Revestimiento de techos y cubiertas (interior), falsos techos	Espacios domésticos, uso habitual ¹⁾	420	500	550	625	f
	Instalación o uso con humedad superior (tiempo limitado) ²⁾	335	420	500	550	f

Condiciones:

- Las distancias son válidas independientemente de la dirección de fijación.
- Los revestimientos no deben recibir cargas adicionales (por ejemplo por aislantes).
- Incluyen cargas puntuales de 0,06 kN por vano y metro.
- Hay que respetar las indicaciones en los informes de ensayo correspondientes en caso de soluciones con resistencia al fuego.

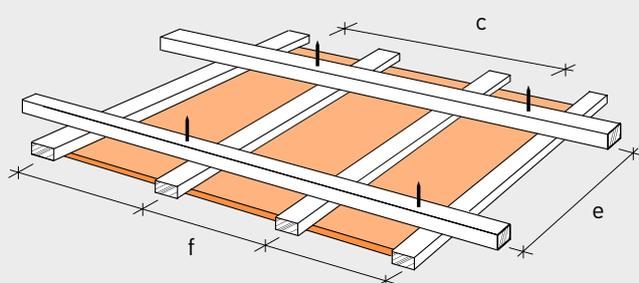
¹⁾ por ejemplo zonas húmedas domésticas u otros espacios con exposición a la humedad similar.

²⁾ por ejemplo al ejecutar un plastón, revoco o enlucido y/o superarse la humedad de uso transitoriamente, pero no en espacios con humedad elevada constante.

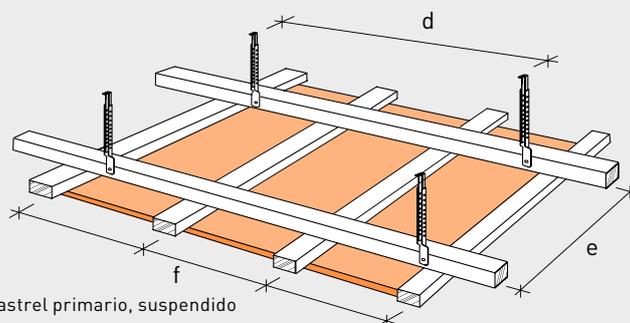
Distancia entre apoyos máxima en función de la carga total					
Subestructura en mm		Distancia entre apoyos máxima en mm con una carga total ¹⁾			
Ecuadría (Ancho x alto) mm x mm		hasta 15 kg/m ²	hasta 30 kg/m ²	hasta 50 kg/m ²	Esquema
Rastrel primario (fijación directa)	48 x 24	750	650	600	c
	50 x 30	850	750	600	
	60 x 40	1 000	850	700	
Rastrel primario (suspendido)	30 x 50 ²⁾	1 000	850	700	d
	40 x 60	1 200	1 000	850	
Rastrel secundario	48 x 24	700	600	500	e
	50 x 30	850	750	600	
	60 x 40	1 100	1 000	900	

¹⁾ En el cálculo de la carga total también es necesario respetar cargas adicionales, como por ejemplo de elementos de alumbrado.

²⁾ Solo con rastreles secundarios de 50 mm de ancho x 30 mm de alto.



Rastrel primario, fijación directa



Rastrel primario, suspendido

- Los rastreles secundarios se colocan transversalmente [a 90 °] a la subestructura primaria
- Distancia entre rastreles de la subestructura secundaria según tabla superior

2.4 Fijaciones

- Elementos de fijación
- Paredes arriostrantes / estructurales
- Tabiques
- Fijación panel a panel
- Forjados de madera y cubiertas
- Fijación de paneles de fibra yeso **fermacell** sobre paneles de conformados madera
- Borde afinado
- Paredes arriostrantes / estructurales con **fermacell** Powerpanel HD

Los paneles de fibra yeso **fermacell** se fijan a la madera mediante grapas, clavos o tornillos. Todos los elementos de fijación deben hundirse en los paneles de fibra yeso 1-2 mm y deben tratarse con pasta de juntas **fermacell** o enlucido fino **fermacell**. Los elementos de fijación deben tener una protección a la corrosión suficiente.

Elementos de fijación

Grapas y clavos

La fijación económica de los paneles de fibra yeso **fermacell** se realiza con grapas o clavos, tanto para tabiques como para entramados de madera. Este tipo de fijaciones también puede realizarse en techos y cubiertas. Es recomendable el empleo de pistolas neumáticas. La presión debe regularse de forma que los elementos de fijación se hundan 1-2 mm en la placa. Para rentabilizar la ejecución, la pistola y el compresor deben estar sintonizados. Para la prefabricación automatizada se emplean puentes multifunción que realizan la fijación con clavos o grapas de forma automática. Con ello se garantiza una separación entre fijaciones y entre fijaciones y borde exacta.

Tornillos

La fijación de paneles a entramados de madera mediante tornillos no es rentable. En tabiques con subestructura metálica o de madera los paneles de fibra yeso **fermacell** se pueden fijar directamente (sin pretaladro) con tornillos **fermacell**. No se deben utilizar otros tornillos al causar problemas en la instalación. Para el atornillado se recomienda el empleo de atornilladoras eléctricas (350 W, hasta 4000 revoluciones/minuto) o atornilladoras taladro habituales.

Entramado de madera arriostrante / estructural

Los entramados de madera estructural transmiten cargas verticales (adicionales a su peso propio) hacia abajo. Los cálculos estructurales requeridos para los muros se realizan de acuerdo al CTE o EC5.

En elementos estructurales los elementos de fijación no tienen únicamente la funcionalidad de fijar el panelado a la subestructura, sino que además son responsables de la transmisión de cargas del panel a la subestructura o viceversa. Por ello los requerimientos a los elementos de fijación son especialmente elevados y deben cumplir lo establecido en el CTE / EC5.

La distancia máxima entre las fijaciones a lo largo de los montantes es:

- (R) $e_R = 150$ mm (montantes perimetrales y testeros)
- (M) $e_M = 300$ mm (montante central). (ver imágenes 4 y 5 en la siguiente página)

Estas distancias máximas están definidas en el CTE para muros diafragma. Para otras aplicaciones (por ejemplo en sistemas SATE) deben ajustarse a lo requerido en cada caso.

La distancia de las fijaciones (clavos/grapas) al borde cargado / no cargado de los paneles debe ser como mínimo $7d / 4d$ (placas de canto recto) según definido en la ETE 03/0050. Aparte deben respetarse los valores indicados en el CTE SE-M (tabla 8.2 para clavos y tabla 8.3 para grapas) para las distancias al borde de la madera, con valores de $5d$ (clavos) y $10d$ (grapasp) para la distancia al borde no cargado y madera de densidad inferior a 420 kg/m^3 (ver imágenes 6-9 en la página siguiente).

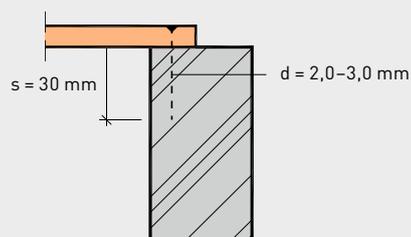


Imagen 1: Clavos

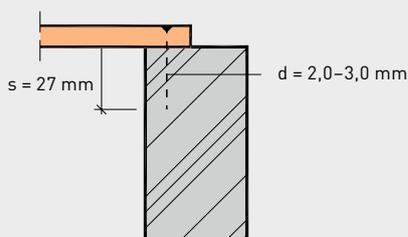


Imagen 2: Clavos ranurados

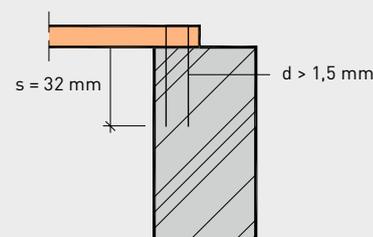


Imagen 3: Grapas

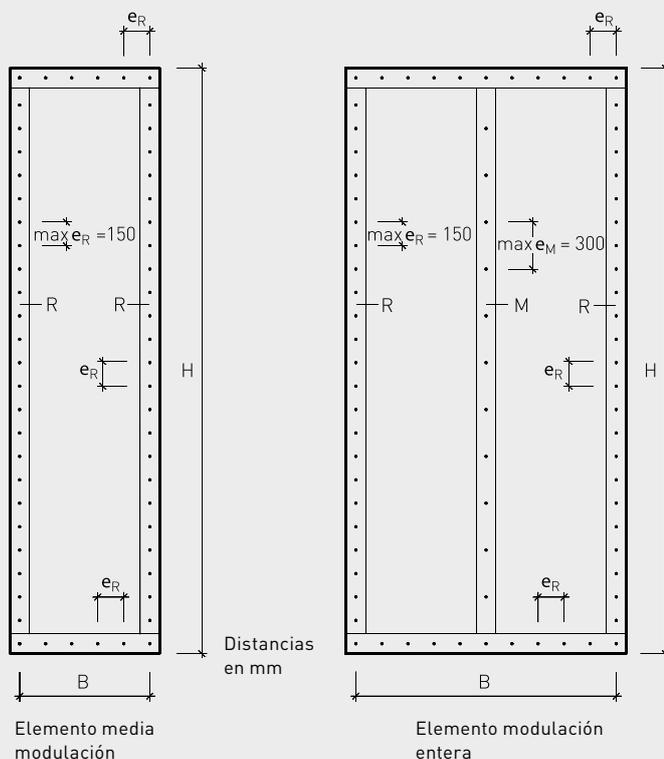
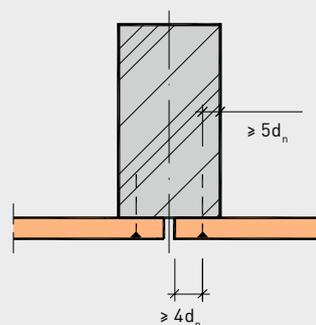
Imagen 4+5: Distancias máximas de fijaciones con paneles de fibra yeso **fermacell**

Imagen 6: Distancias en montante central (clavos)

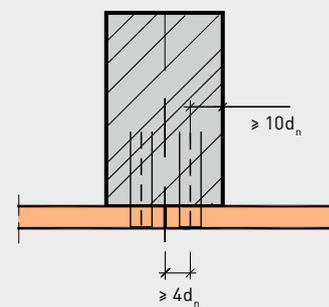


Imagen 7: Distancias en montante central (grapas)

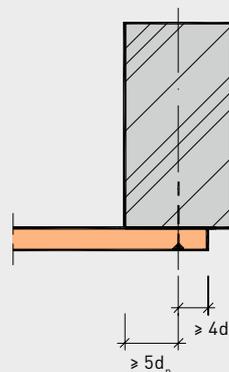


Imagen 8: Distancias en montante perimetral (clavos)

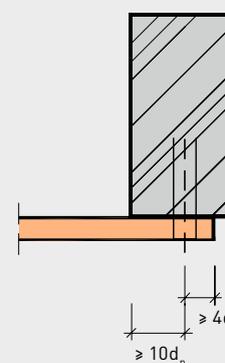


Imagen 9: Distancias en montante perimetral (grapas)

Elementos de fijación

Los siguientes elementos de fijación galvanizados o de acero inoxidable pueden ser utilizados:

■ clavos

diámetro nominal $d_n = 2,0 - 3,0 \text{ mm}$,
diámetro cabeza $\geq 1,8 d_n$,
penetración mínima $s = 30 \text{ mm}$
(ver imagen 1)

■ clavos ranurados

diámetro nominal $d_n = 2,0 - 3,0 \text{ mm}$,
penetración mínima $s = 27 \text{ mm}$
(ver imagen 2)

■ grapas

diámetro $> 1,5 \text{ mm}$
penetración mínima $s = 32 \text{ mm}$
(ver imagen 3)

Para evitar daños en el transporte de elementos prefabricados, recomendamos utilizar elementos de fijación de mayor longitud para una mayor penetración.

Más información

online en www.fermacell.es en descargas/documentación técnica/certificados:

■ Evaluación Técnica Europea de los paneles de fibra yeso **fermacell** (ETE 03-0050)



Juntas horizontales

Si los paneles de fibra yeso **fermacell** se emplean como elementos arriostrantes, solamente se admite una junta horizontal.

La junta horizontal debe reforzarse con una madera fijada mecánicamente de manera que garantice la resistencia al cizallamiento. La distancia de los elementos de fijación a lo largo de la junta deben corresponder a la distancia de las fijaciones en el perímetro del panelado. La junta debe realizarse como junta pegada. Se debe informar a tiempo al estructurista sobre la ejecución de juntas horizontales.

Grapas a 30°

Las grapas deben fijarse con un ángulo mínimo de 30° (ángulo entre el puente de la grapa y la dirección de las fibras de la madera), según la imagen. En el caso de colocarse a un ángulo inferior, la capacidad de cálculo de la carga lateral debe multiplicarse por un factor igual a 0,7 (CTE DB SE-M).

Borde afinado

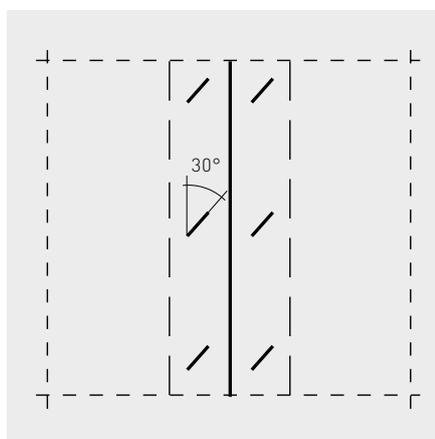
Para los paneles de borde afinado empleados como paneles arriostrantes, deben respetarse otras distancias mínimas a los bordes según la ETE 03/0050.

La distancia de clavos al borde cargado (del panel) debe ser $\geq 10d$ y la distancia al borde del montante $\geq 7d$ (d = espesor del elemento de fijación), ver imagen a la derecha.

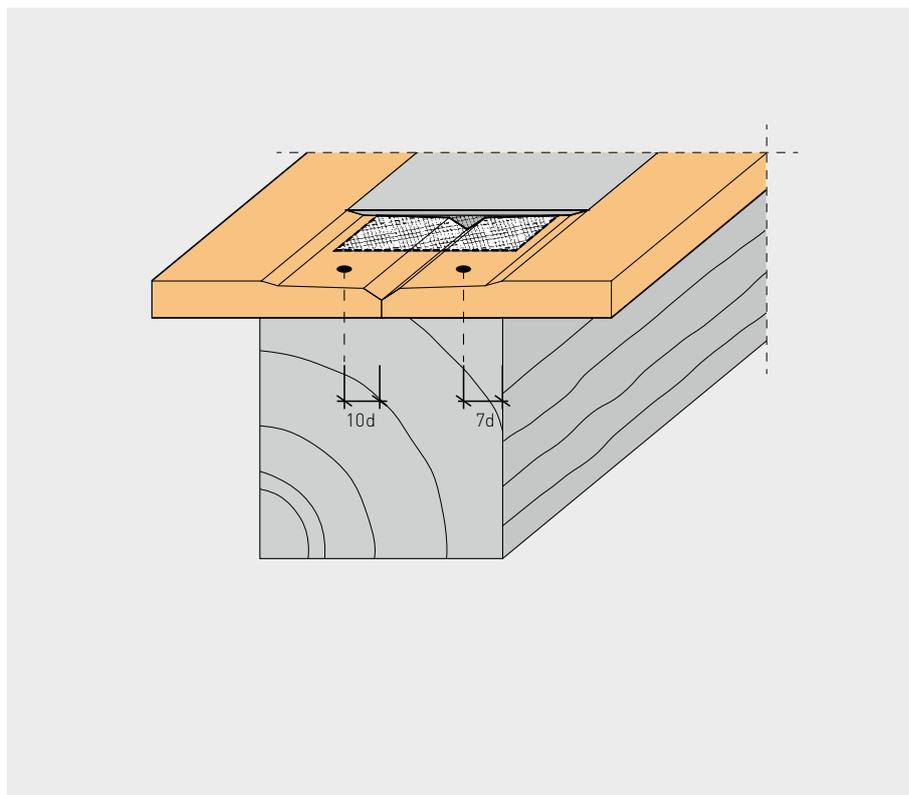
Ver también capítulo 2.5 Técnica de juntas.

Elementos de fijación tipo clavija en muros diafragma con paneles de fibra yeso **fermacell**

Espesor de paneles / composición	Grapas según EC5		Clavos según EN 14592		Clavos ranurados según EN 14592	
	Longitud mm	d mm	Longitud mm	d mm	Longitud mm	d mm
10 mm sobre madera (estructural)	≥ 42	$\geq 1,5$	≥ 40	2,0-3,0	≥ 37	2,0-3,0
12,5 mm asobre madera (estructural)	$\geq 44,5$	$\geq 1,5$	$\geq 42,5$	2,0-3,0	$\geq 39,5$	2,0-3,0
15 mm sobre madera (estructural)	≥ 47	$\geq 1,5$	≥ 45	2,0-3,0	≥ 42	2,0-3,0
18 mm sobre madera (estructural)	≥ 50	$\geq 1,5$	≥ 48	2,0-3,0	≥ 45	2,0-3,0



Ángulo de fijación de grapas



Distancia a los bordes de clavos en placas de canto rebajado

Tabiques (no portantes)

Tabiques no portantes son elementos constructivos en el interior de edificios que solo tienen función de separación de espacios y que no se utilizan para el arriostramiento estructural.

La estabilidad de los tabiques solo se consigue mediante una fijación a elementos constructivos adyacentes. Los tabiques pueden instalarse de forma fija o móvil. Pueden ejecutarse con

panelado simple o múltiple y pueden asumir funciones de sectorización de incendios, aislamiento térmico o acústico y protección frente a humedades.

Distancia y elementos de fijación en tabiques no portantes por m²

Espesor de panel/estructura	Grapas (galvanizadas y tratadas con resina) d ≥ 1,5 mm, ancho ≥ 10 mm			Tornillos fermacell d = 3,9 mm		
	Longitud [mm]	Distancia [cm]	Consumo [ud./m ²]	Longitud [mm]	Distancia [cm]	Consumo [ud./m ²]
Madera 1 capa						
10 mm	≥ 30	20	32	30	25	26
12,5 mm	≥ 35	20	24	30	25	20
15 mm	≥ 44	20	24	40	25	20
18 mm	≥ 50	20	24	40	25	20
Madera 2 capas, 2ª capa en estructura						
1ª capa: 10 mm	≥ 30	40	12	30	40	16
2ª capa: 10 mm	≥ 44	20	24	40	25	26
1ª capa: 12,5 mm	≥ 35	40	12	30	40	12
2ª capa: 12,5 mm	≥ 50	20	24	40	25	20
1ª capa: 15 mm	≥ 44	40	12	40	40	12
2ª capa: 12,5 mm ó 15 mm	≥ 60	20	24	40	25	20

Nota:

- En construcciones con requerimientos al fuego es posible que las distancias de los tornillos difieran, consultar informes de ensayo correspondientes.

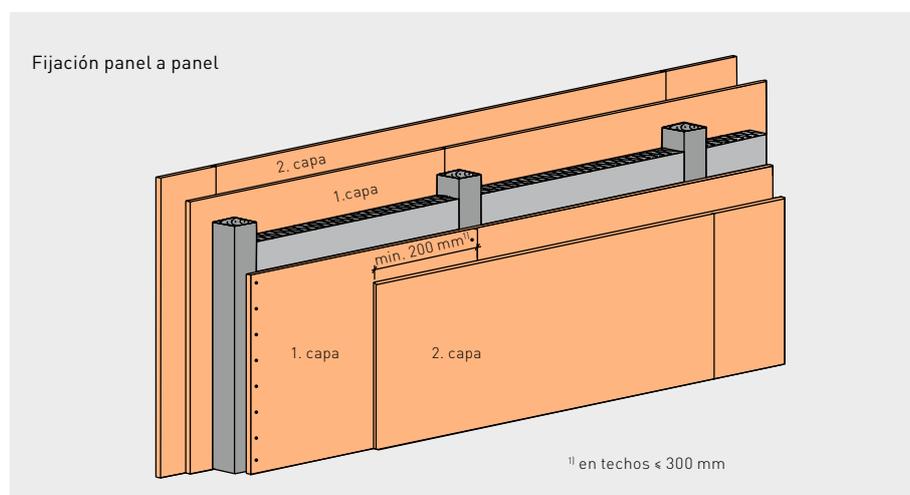
Fijación de placa a placa

En construcciones de panelado múltiple en paredes o techos existe la opción de fijar la capa exterior a la primera capa mediante grapas o tornillos, sin tener que respetar la subestructura. Esta es una forma económica de realizar las fijaciones. Las juntas deben estar desplazadas al menos 200 mm. La distancia de las filas de los elementos de fijación debe ser ≤ 400 mm en paredes y ≤ 300 mm en techos.

La elección de la forma de realizar las fijaciones no repercute en las resistencias al fuego certificadas por nuestros ensayos y evaluaciones técnicas ni a las propiedades estructurales. En los elementos prefabricados que emplean grapas de 25 mm en doble panelado de placas de fibra yeso **fermacell** de 15 mm o grapas de 32 mm en doble panelado de placas de fibra yeso **fermacell** de 18 mm se requiere una fijación adicional (por ejemplo mediante una cordón de cola cada 400 mm).

La fijación de la placa de fibra yeso **fermacell** (segunda capa) a la capa inferior se pueden utilizar tornillos o grapas divergentes. La longitud de las grapas debe ser 2-3 mm más corta que la suma de ambos espesores de placa. A nivel estructural solo es posible respetar

un panelado simple cuando se realiza una fijación de panel a panel.



En panelado triple solamente la tercera capa se fija panel a panel.

Tipo, distancia y consumo de materiales de fijación en soluciones de panel sobre panel.

Fijación de la primera capa a metal/madera, una capa

Espesor de panelados	Grapas divergentes (galvanizadas y tratadas con resina) $d \geq 1,5$ mm, distancia en hileras ≥ 10 mm			Tornillos fermacell $d = 3,9$ mm, distancia en fila ≤ 40 cm		
	Longitud [mm]	Distancia [cm]	Consumo [ud./m ²]	Longitud [mm]	Distancia [cm]	Consumo [ud./m ²]
Área de tabique por m ² de tabique						
10 mm fermacell sobre 10 o 12,5 mm fermacell	18-19	15	43	30	25	26
12,5 mm fermacell sobre 12,5 o 15 mm fermacell	21-22	15	43	30	25	26
15 mm fermacell sobre 15 mm fermacell	25-28	15	43	30	25	26
18 mm fermacell sobre 18 mm fermacell	31-34	15	43	40	25	26

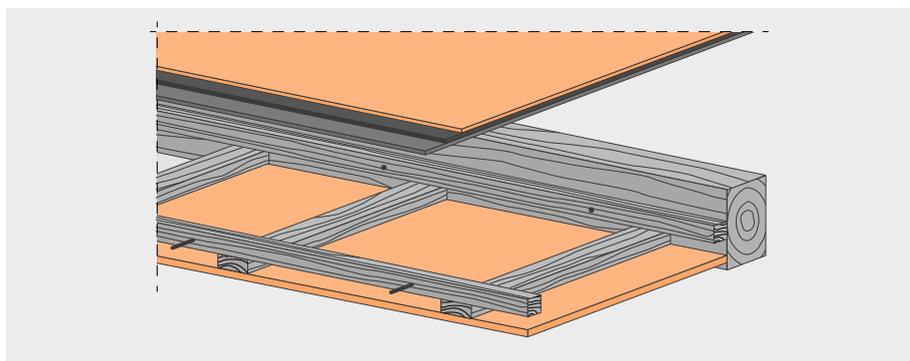
Forjados de madera y cubiertas

Forjados de madera y cubiertas con vigas o rastreles vistos

Forjados de madera con vigas o rastreles vistos por lo general tienen presencia en viviendas unifamiliares o despachos privados, en los que no se tienen que cumplir las exigencias de aislamiento acústico habituales en separación de unidades de uso. Debido a la reducida masa de los forjados brutos, mejoras acústicas notables solo son posibles con aplicación de capas pesadas que se amolden, por ejemplo mediante rellenos.

Con un revestimiento inferior mediante paneles de fibra yeso **fermacell** es posible conseguir una superficie lisa que cubra las vigas, tanto en obra nueva como en reformas. Así se cubre el paso de instalaciones y se puede alcanzar una determinada protección al fuego.

La fijación se realiza sobre rastreles o perfiles que se fijan lateralmente a las vigas teniendo en cuenta el peso total del revestimiento.



Fijación a subestructura de madera

Distancia y consumo de materiales de fijación en techos por m² de superficie

Espesor/configuración de panel	Grapas (galvanizadas y tratadas con resina) d ≥ 1,5 mm			Tornillos fermacell d = 3,9 mm		
	Longitud [mm]	Distancia [cm]	Consumo [uds./m ²]	Longitud [mm]	Distancia [cm]	Consumo [uds./m ²]
Madera 1 capa						
10 mm	≥ 30	15	30	30	20	22
12,5 mm	≥ 35	15	25	30	20	19
15 mm	≥ 44	15	20	40	20	16
Madera 2 capas, 2ª capa en estructura						
1ª capa: 10 mm	≥ 30	30	16	30	30	16
2ª capa: 10 mm	≥ 44	15	30	40	20	22
1ª capa: 12,5 mm	≥ 35	30	14	30	30	14
2ª capa: 12,5 mm	≥ 50	15	25	40	20	19
1ª capa: 15 mm	≥ 44	30	12	40	30	12
2ª capa: 12,5 mm ó 15 mm	≥ 60	15	22	40	20	16
Madera 3 capas, 3. capa a subestructura						
1ª capa: 15 mm	-	-	-	40	30	12
2ª capa: 12,5 mm	-	-	-	40	30	12
3ª capa: 12,5 mm	-	-	-	55	20	16

Anotaciones:

- En techos de 4 paneles fermacell de 10 mm, la última capa puede fijarse directamente a la subestructura con tornillos **fermacell** de 3,9 x 55 mm.
- En techos con requerimientos de resistencia al fuego las distancias entre fijaciones pueden diferir y estas quedan definidas en el correspondiente informe de ensayo.

Elementos de fijación tipo clavija en techos y cubiertas con paneles de fibra yeso fermacell

Espesor de paneles / Composición	Grapas según EC5		Clavos ranurados según EN 14592	
	Longitud mm	d mm	Longitud mm	d mm
10 mm sobre madera (estructural)	≥ 42	≥ 1,5	≥ 37	2,0-3,0
12,5 mm sobre madera (estructural)	≥ 44,5	≥ 1,5	≥ 39,5	2,0-3,0
15 mm sobre madera (estructural)	≥ 47	≥ 1,5	≥ 42	2,0-3,0
18 mm sobre madera (estructural)	≥ 50	≥ 1,5	≥ 45	2,0-3,0

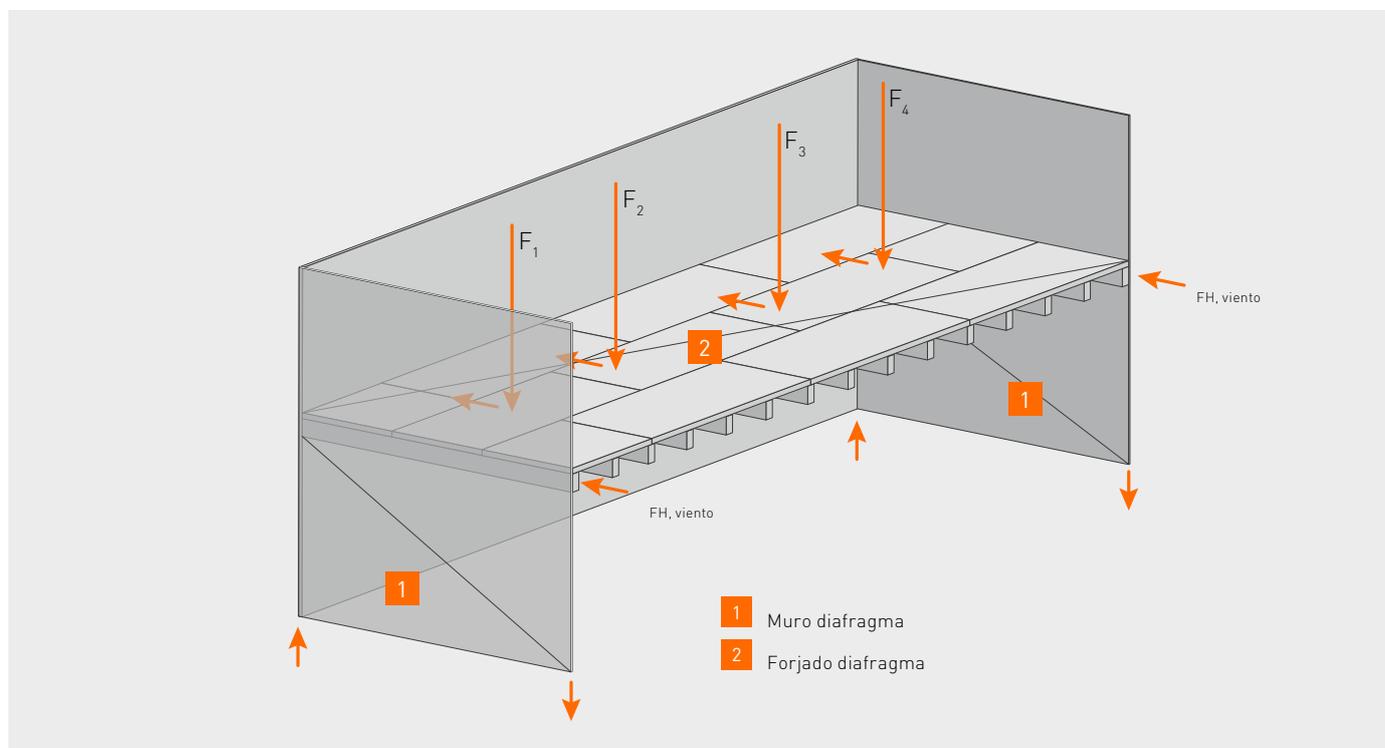
Forjado de madera, arriostrante

Elementos constructivos arriostrantes, como por ejemplo forjados de madera, tienen la función de transmitir cargas verticales y horizontales hasta la cimentación. Aparte sirven de apoyo a elementos no estructurales. Para determinar el número de fijaciones y las distancias, es necesario una justificación según el CTE / EC5.

Forjado de madera y cubiertas

La fijación de paneles de fibra yeso **fermacell** debe realizarse libre de tensiones. La secuencia de atornillado debe realizarse desde el centro de los paneles hacia los extremos o desde un borde de forma lineal hasta el otro. En ningún caso deben atornillarse los paneles en las esquinas y después en el centro.

En todo caso hay que asegurar que los paneles se aprieten bien contra la subestructura.



Transmisión de la carga de viento a los muros diafragma a través del forjado diafragma

Fijación de fibra yeso sobre paneles de transformados de la madera

Debido a los diferentes comportamientos de los materiales frente a cambios higrotérmicos es importante tener en cuenta las indicaciones de este apartado para una fijación directa de paneles de fibra yeso **fermacell** sobre paneles de transformados de la madera, con tal de evitar el riesgo de fisuración en las juntas con cambios de temperatura o humedad.

Las siguientes variantes se pueden recomendar cuando los paneles de transformados de la madera no están expuestos a humedades.

Variante 1 Subestructura

Realizando un trasdosado semidirecto con subestructura propia (por ejemplo con rastreles horizontales). Ver el capítulo 2.3 para la distancia de la subestructura.

Distancia de fijaciones:

- en paredes 200 mm para grapas y 250 mm para tornillos
- en techos horizontales o inclinados 150 mm para grapas y 200 mm para tornillos

Variante 2

Junta pegada con refuerzo

Cuando el panel de fibra yeso **fermacell** se instala directamente sobre el panel de transformado de la madera, solamente se permite la técnica de junta pegada. Para evitar el pegado de la placa de transformado de madera con la placa de fibra yeso **fermacell**, en la zona de la junta se debe fijar una tira separadora (por ejemplo papel kraft, cinta autoadhesiva de pintor o una lámina de PE). El desfase de juntas debe ser ≥ 200 mm. La fijación de la placa de fibra yeso **fermacell** se realiza con grapas (diámetro 1,2-1,6 mm, ancho aprox. 10 mm, longitud 2-3mm inferior a la suma de los espesores de las placas).

Las grapas se instalan a cada 150 mm en filas separadas 400 mm (máximo).

Instalación especial

Paneles de transformados de madera con baja deformabilidad

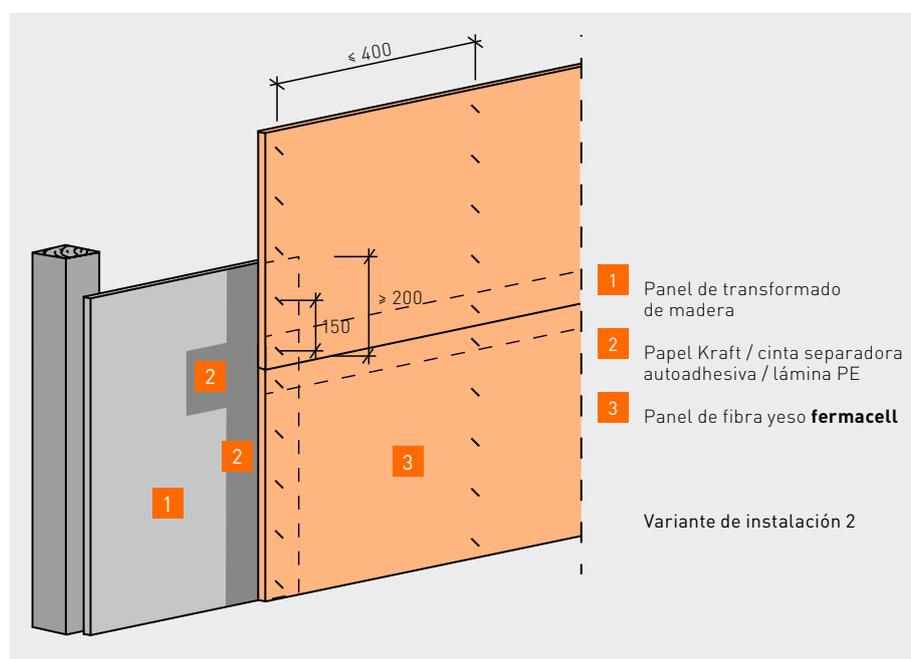
Los paneles de fibra yeso **fermacell** pueden instalarse directamente sobre paneles de transformados de madera con baja deformabilidad, si se cumplen los siguientes criterios:

- Fabricación, transporte, montaje, obra y uso equivalen a la clase de servicio 1 según CTE (humedad relativa 30-65 %)
- los paneles se han aclimatado a las condiciones de humedad relativa del ambiente

Los coeficientes de dilatación y retracción del transformado de madera no deben ser superiores a 0,02 % para una variación de la humedad de la madera de un 1 % (para humedades por debajo de la saturación de la fibra). Esto permite el empleo de transformados de la madera como por ejemplo paneles de contrachapado o paneles OSB/4.

Los paneles de fibra yeso **fermacell** deben instalarse con un desfase de juntas de ≥ 200 mm respecto a las juntas de los transformados de madera. No se requiere una capa separadora. Puede realizarse la junta pegada, enmasillada o utilizarse los paneles de canto rebajado. La fijación puede realizarse con grapas directamente al panelado inferior o a la subestructura, desplazando las juntas verticales al siguiente montante.

En caso de requerimientos de protección al fuego deben respetarse las indicaciones del informe de ensayo / evaluación técnica correspondiente.



2.5 Técnica de juntas

- Junta pegada
- Junta enmasillada
- Placas con borde afinado
- Juntas horizontales
- Juntas de dilatación

Para unir dos paneles de las capas exteriores existen tres técnicas de juntas. Por un lado la técnica de junta pegada (para placas de canto recto) y la técnica de junta emplastecida para placas de canto recto y para placas de borde afinado.

Para la construcción en madera recomendamos utilizar la técnica de junta pegada.

Para soluciones con múltiple panelado las juntas de las capas inferiores se realizarán juntando los paneles a testa, independientemente de los requerimientos técnicos de la obra.

Juntas pegadas

Para conseguir una unión adecuada de las juntas, los paneles de fibra yeso **fermacell** sólo se deben pegar con el pegamento para juntas **fermacell** o el pegamento para juntas **fermacell greenline**. Al efectuar la junta, debe asegurarse de que los cantos del panel no tengan polvo y de que el cordón de pegamento esté en la mitad del canto del panel y no sobre la estructura.

Para la junta pegada deben utilizarse preferiblemente placas cortadas en fábrica y en caso de utilizar placas cortadas en obra, el corte debe ser preciso para obtener unos cantos afilados y completamente rectos. Es

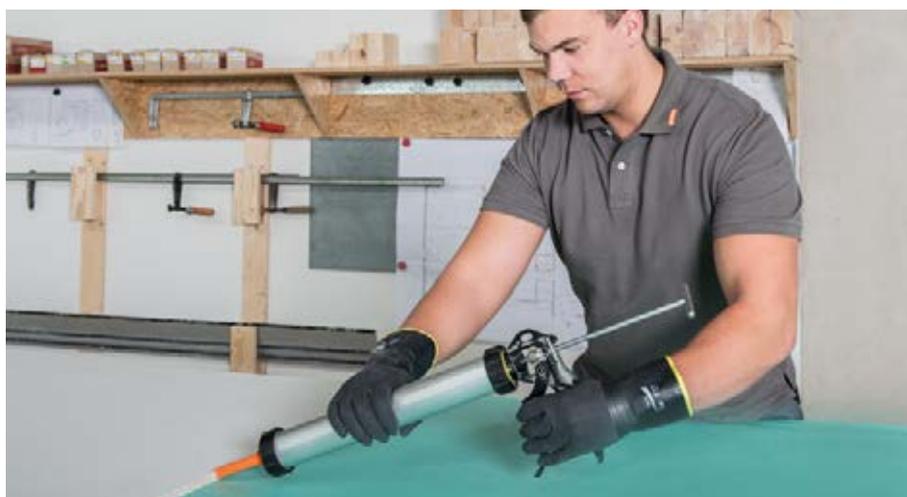
importante que al comprimir los dos cantos de panel, el pegamento llene completamente la junta (el pegamento se verá sobresalir).

En el panelado de dos capas, los paneles de fibra yeso **fermacell** se deben montar con un desplazamiento de ≥ 200 mm (se deben evitar juntas en cruz). La técnica de pegado de juntas sólo se debe utilizar en la capa exterior, los paneles de la primera capa se unen a testa, sin pegamento.

Aplicación del pegamento de juntas **fermacell**

El pegamento de juntas **fermacell** o el pegamento de juntas **fermacell greenline** se aplica en un cordón en el canto vertical del panel. La temperatura del pegamento no debe ser inferior a $+10$ °C. La temperatura ambiente no debe ser menor de $+5$ °C.

Durante el proceso de endurecimiento el pegamento **fermacell** espumea ligeramente, el pegamento **fermacell greenline** sin embargo no.



Aplicación del pegamento de juntas **fermacell** con la bolsa de 580 ml

El ancho de juntas no debe superar 1 mm. Para evitar problemas en la fijación y el endurecimiento, la junta no debería presionarse completamente hasta el tope.

Consumo de pegamento

Consumo de pegamento para juntas fermacell o greenline fermacell		
Formato de panel	1 bote de 310 ml	1 bolsa de 580 ml
1 500 x 1 000 mm	11 m ²	20 m ²
2 500 x 1 250 mm	22 m ²	40 m ²

(Hipótesis: Altura del tabique 2,50 m)

Por cada metro de junta se consumen 20 ml de pegamento para juntas **fermacell** o pegamento de juntas **fermacell** greenline (para placas de 10 o 12,5 mm de espesor).

1. Montaje de los paneles en obra (paredes)

Después de la fijación del primer panel, el siguiente se junta al primero, con el panel apoyado en un calzo, de forma que los cantos queden tocándose en la coronación, dejando una junta en forma de cuña que se abre hacia abajo. Para ello, la longitud del panel debe ser unos 10 mm más corta que la altura libre entre forjados. El panel de fibra yeso **fermacell** se debe fijar unos 60 mm por debajo del canto superior al montante con un tornillo **fermacell** o con grapas. Una vez retirado el calzo del panel del suelo, el segundo panel se presionará contra el primero por su propio peso, de

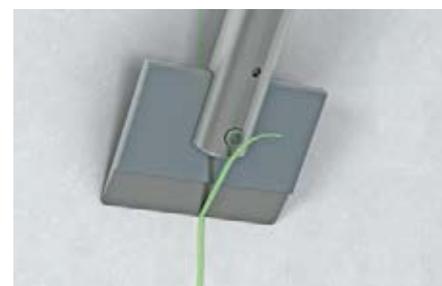
modo que el pegamento se comprimirá. Las demás fijaciones se colocarán de forma consecutiva de arriba a abajo. También es posible colocar los paneles con el alizador. En la técnica de montaje con el alizador de paneles también debe asegurarse de que la presión de los paneles de fibra yeso **fermacell** sobre el pegamento sea suficiente. En este caso se comenzará a atornillar a partir de la mitad del panel.

2. Montaje de los paneles en el proceso de prefabricación (instalación tumbada)

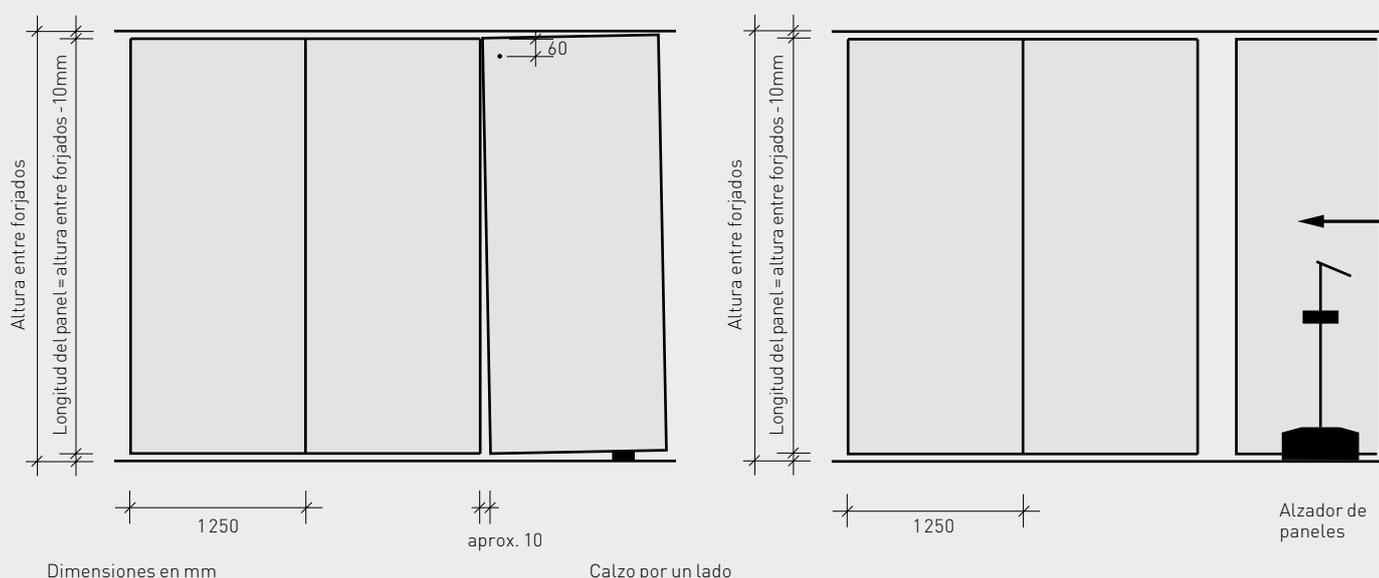
El segundo panel de fibra yeso **fermacell** se arremete contra el panel ya instalado por uno de los lados, dejando un espacio de entre 10-15 mm en el otro extremo. El panel se fija mediante una grapa o tornillo en la parte que va apoyada y luego se presiona el panel contra el panel ya instalado hasta que se consiga el sellado de la junta. Después se realiza el resto de fijaciones. No se debe colocar el segundo panel desde la vertical con una máquina elevadora, ya que esto provocaría el desplazamiento del pegamento al montante sin realizarse una unión en la junta.

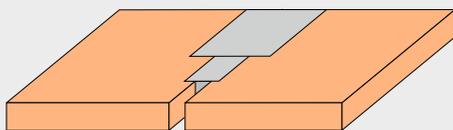
Pasos a seguir tras el endurecimiento del pegamento

Según la temperatura ambiente y la humedad, el pegamento endurece en un plazo de 18 a 36 horas. Los elementos prefabricados no deben moverse en las primeras 4-12 horas. Posteriormente se debe retirar completamente el pegamento sobrante con una espátula. A continuación se aplica la pasta de juntas **fermacell** o el emplaste fino **fermacell** en la zona de las juntas y en las fijaciones.



Retirado del pegamento sobrante con la espátula **fermacell**





Junta emplastecida: ancho de junta en función del espesor de panel



Vertido de la pasta de juntas fermacell en un cubo con agua limpia, dejar reposar posteriormente

Junta emplastecidas

Para unir de forma resistente y sin problemas las juntas de paneles rectos o con cantos partidos, las juntas entre paneles de fibra yeso **fermacell** se deben rellenar con la pasta de juntas **fermacell**.

Independientemente de si los paneles se atornillan o grapan a la estructura, en la zona de unión se debe dejar un ancho de junta adecuado.

Las medidas son:

- 5-8 mm para paneles de 10 mm;
- 6-9 mm para paneles de 12,5 mm;
- 7-10 mm para paneles de 15 o 18 mm.

Las juntas se rellenan con pasta de juntas **fermacell** sin cinta de refuerzo, excepto cuando se realiza un enlucido fino sobre los tabiques, donde sí es necesario reforzar las juntas mediante la cinta de refuerzo **fermacell**. En este caso la cinta se aplica a posteriori sobre las juntas enmasilladas. Las cabezas de los tornillos y la parte exterior de las grapas también se enmasillan con esta pasta.

Las juntas horizontales en los tabiques se deben realizar tal y como se describe en el apartado "Juntas horizontales", ver página 46. Antes de emplastecer las juntas deben limpiarse de restos de polvo. La pasta sólo se podrá aplicar cuando los paneles montados estén secos y liberados de niveles de humedad altos debidos a la obra. Si en los espacios se van a ejecutar trabajos que generan humedad importante

(por ejemplo morteros autonivelantes, enlucidos en paredes, etc.), las juntas solo podrán enmasillarse una vez hayan concluido estos trabajos y hayan secado estos elementos constructivos. Si se van a ejecutar pavimentos de asfalto, el enmasillado deberá realizarse una vez se haya enfriado el asfalto. Ver también el apartado 2.1 Condiciones de obra.

La pasta para juntas **fermacell**

se mezcla con agua limpia y se deja reposar de 2 a 5 minutos. A continuación se remueve hasta conseguir una masa plástica dúctil. Para la mezcla se debe utilizar un cubo y herramientas que estén limpias. La utilización de una batidora eléctrica puede reducir el tiempo de fraguado. Para más información, consulte los datos en el envase.

La pasta de juntas **fermacell** se debe aplicar en las juntas haciendo que penetre entre los paneles. Para ello la pasta se oprime hacia un canto del panel y se va afinando hacia el canto opuesto.

En las juntas no reforzadas por detrás la pasta de juntas debe rebosar por la parte posterior del panel.

Una vez seca la pasta de la primera mano, se puede preparar el emplastecido fino. En caso necesario, tras el secado de la pasta se pueden eliminar pequeñas irregularidades con una malla de lijado o con papel de lija.

Consumo de pasta para juntas fermacell para paneles de altura vivienda

Espesor de panel	Consumo en kg por m ² de superficie fermacell	Metros de junta
10 mm	0,1	0,2
12,5 mm	0,2	0,2
15 mm	0,3	0,3
18 mm	0,4	0,5

La ejecución del emplastecido de las juntas siempre se debe realizar en obra, no antes.

Placas de borde afinado

Los paneles de fibra yeso **fermacell** también están disponibles con el borde afinado (BA) como en las placas tradicionales de construcción seca. El canto de las placas está fresado con una doble inclinación en el borde del panel.

Usos:

- tabiquería
- techos
- revestimiento interior de cubiertas inclinadas

Ventajas:

- Instalación rápida de los paneles de fibra yeso **fermacell**
- fácil creación de superficies planas
- 2/3 de las fijaciones se enmasillan directamente con el enmasillado de juntas

Emplastecido de juntas

Los dos paneles con cantos BA se unen a testa. La unión se realiza sin tensión con los materiales y las distancias de unión habituales.

En la zona del canto BA se coloca una cinta de juntas. Puede tratarse de la malla autoadhesiva para juntas de borde afinado **fermacell**. La malla se debe pegar al canto antes de aplicar la

pasta de juntas. La pasta de juntas **fermacell** se debe aplicar con presión en la base de la junta haciendo que atraviese el mallado de la cinta de armado y tapar completamente la zona rebajada.

También se pueden utilizar tiras de armado de fibra de vidrio o de papel de 50 a 60 mm de ancho para construcción en seco. Estos materiales se colocarán en la primera etapa de emplastecido.

Una vez seca la primera capa de la pasta de juntas, se aplica una segunda capa en la zona de la junta para nivelarla.

Panelado

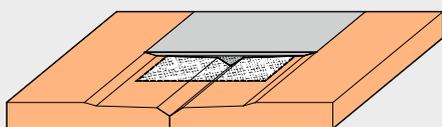
Los paneles de fibra yeso **fermacell** con los cantos BA se instalan con un desfase mínimo de 200 mm entre juntas horizontales. No se permiten juntas en cruz. En grandes obras se recomienda el empleo de paneles que cubran la altura completa entre forjados.

El emplastecido de las juntas y las fijaciones se realiza únicamente con la pasta de juntas **fermacell** según las instrucciones de instalación aquí descritas. En el caso de panelado de varias capas, la primera capa puede estar formada por paneles de canto recto. La segunda capa puede fijarse a la primera capa compuesta de paneles de fibra yeso **fermacell** de 12,5 mm mediante grapas, de forma independiente de la subestructura. Si la primera capa está formada por paneles **fermacell** de 10 mm, ambas capas deberán atornillarse a la estructura. La distancia entre las juntas de la primera y la segunda capa debe ser como mínimo de 200 mm. En el caso de emplearse placas de borde afinado en el panelado primero, es necesario rellenar la parte rehundida de la junta con pasta de juntas **fermacell** para cumplir los requisitos acústicos o de resistencia al fuego. Los recortes de paneles pueden realizarse con las técnicas de "corte" o "precorte y tronzado".

Propiedades de los paneles			
Espesor de paneles:	10 mm o 12,5 mm		Consumo pasta de juntas
Dimensiones:	1500 × 1000 × 10 mm	4 BA	0,35 kg/m ²
	2000 × 1250 × 12,5 mm	4 BA	0,3 kg/m ²
	2540 × 1250 × 12,5 mm	2 BA	0,2 kg/m ²

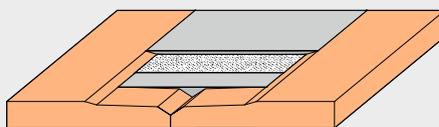
Otras dimensiones disponibles bajo demanda

Variantes de juntas BA



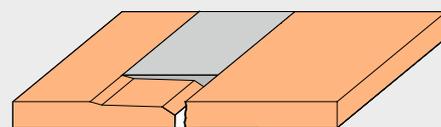
Variante de junta 1:

Dos cantos BA con malla autoadhesiva para juntas de borde afinado **fermacell** BA y pasta de juntas **fermacell**



Variante de junta 2:

Dos cantos BA con tira de refuerzo de papel **fermacell** y pasta de juntas **fermacell**



Variante de junta 3:

Un canto BA y un canto recortado en el otro lado con pasta de juntas **fermacell**

Ancho de junta en función de espesor de panel (ver junta enmasillada)

Juntas horizontales

Como las juntas horizontales pueden debilitar la estabilidad de las construcciones en seco (como pueden ser los tabiques no portantes, trasdosados, tabiques cortafuegos o patinillos) y suelen encarecer la obra, deben evitarse o minimizarse, utilizando paneles de altura completa. En caso de ser inevitables, debe procederse según se describe a continuación:

Tabiques no portantes

En tabiques de una capa las juntas horizontales deben preferiblemente ejecutarse en la parte superior de las paredes. A cada lado de un tabique de panelado simple (o la capa exterior en panelado múltiple), las juntas horizontales pueden ser de tipo pegado, emplastecido o unido a tope con cantos BA. Las capas interiores en panelados múltiples pueden unirse a tope (placas de canto recto) manteniendo las prestaciones acústicas o de resistencia al fuego. Las capas exteriores se pueden ejecutar según lo indicado para panelado simple. Se debe respetar una distancia de juntas de ≥ 200 m entre el primer y el segundo panelado.

Entramados de madera (portante, arriostrante)

Ver página 36 (juntas horizontales).

Juntas de dilatación

Como norma general, las juntas de dilatación son necesarias en las construcciones fermacell en los mismos puntos donde se encuentren las juntas de dilatación del edificio (obra gruesa) y deben permitir el mismo movimiento.

Separación del panelado

Aparte y debido a las deformaciones higrotérmicas diferenciales entre los paneles de fibra yeso **fermacell** y la subestructura de madera, deben realizarse juntas de dilatación adicionales (junta abierta entre paneles sin pegamento ni pasta de juntas). Estas separaciones deberían preferiblemente ejecutarse en zonas ocultas, por ejemplo detrás de un encuentro en T. Las distancias máximas están indicadas en la tabla inferior. Cuando se combinan paneles de fibra yeso **fermacell** y paneles conformados de madera en una misma construcción, deben preverse

separaciones en el panelado **fermacell** debido al diferente comportamiento frente a cambios higrotérmicos. Estas separaciones se deben realizar cada ≤ 6 m y aplican a:

- paredes con paneles **fermacell** directamente sobre paneles de conformados de madera
- paredes asimétricas con paneles conformados de madera (a excepción de paneles de fibra de madera flexibles) por un lado y paneles de fibra yeso **fermacell** por el otro.

Estos criterios no son de aplicación para construcciones exteriores con **fermacell** Powerpanel HD por un lado y paneles de fibra yeso **fermacell** por el otro, ya que ambos materiales poseen coeficientes similares de dilatación y retracción.

Distancia máxima de juntas de separación entre paneles sobre subestructura de madera

Técnica de juntas fermacell	Paredes, revestimiento de paredes y trasdosados	Techos, falsos techos, revestimiento de techos y cubiertas inclinadas
Junta emplastecida	10 m	8 m
Junta pegada	15 m	10 m

2.6 Montaje de entramados de madera con panelado **fermacell**

- Secuencia de montaje
- Muros prefabricados
- Unión entre elementos
- Mortero expansivo **fermacell**

Secuencia de montaje

Secuencia de montaje con paneles de fibra yeso **fermacell**

El entramado de madera o los elementos de madera se colocan sobre la mesa de trabajo y se alinean. Sobre éstos se colocan los paneles de fibra yeso **fermacell** y se fijan mediante elementos de fijación.

En el caso de emplearse elementos de gran formato (máximo 2540 x 6200 mm) se recomienda la utilización de un equipo elevador con ventosas. Una vez panelada una cara el elemento puede ser volcado para poder realizar los siguientes pasos del montaje.

En función de los requerimientos físicos, aparte de las instalaciones se deben incorporar los aislantes y una barrera de vapor. Las uniones y el paso de instalaciones deben realizarse respetando la estanqueidad. En el caso de que los paneles de fibra yeso **fermacell** deban conformar una barrera estanca al viento y aire, los encuentros de paneles sobre los montantes de madera deben realizarse con junta pegada o junta enmasi-

llada. En el caso de la junta pegada, el transporte a obra debe realizarse una vez secado el pegamento. El tiempo crítico del endurecimiento del pegamento está en torno a 4-12 horas desde la aplicación. Durante este tiempo los elementos no deben moverse.

Para juntas enmasilladas el enmasillado solo debe realizarse una vez instalados los elementos constructivos en obra.

Secuencia de montaje con **fermacell Powerpanel HD**

En función del grado de prefabricación los elementos pueden estar completamente cerrados (panelado exterior e interior con su aislamiento) o solo con un panelado exterior con **fermacell Powerpanel HD**. En este caso los trabajos interiores se realizan in situ.

Como norma general el entramado de madera o los elementos de madera se colocan sobre la mesa de trabajo y se alinean para seguir según se describe a continuación.

Secuencia de montaje para el panelado por ambas caras

1. Colocación de los paneles **fermacell Powerpanel HD** sobre el entramado de madera y fijación mediante elementos de fijación adecuados (ver también capítulo 2.11 Panelado exterior Powerpanel HD). Los paneles deben estar apoyados por completo sobre el entramado de madera.

Según los requerimientos a la protección frente a la intemperie y a la resistencia al fuego, los paneles se juntan a testa.

La cara lisa de los paneles **fermacell Powerpanel HD** representa la cara vista en la que aparece el sello con la denominación de la placa. El sello aparece en una franja estrecha en el centro del panel, por lo que sirve de orientación para realizar las fijaciones.



Mesa de trabajo que permite el vuelco del elemento constructivo

2. Vuelco del entramado mediante el mecanismo de volcado de la mesa de trabajo.

3. Una vez realizados los trabajos en la cámara (aislamiento, instalaciones, barrera de vapor en caso de necesidad) se realiza el panelado de la cara interior, por ejemplo mediante paneles de fibra yeso **fermacell**. Esta secuencia de panelado se recomienda por un lado para que la mesa de trabajo no se ensucie por el rebosado normal del pegamento en las juntas de los paneles de fibra yeso **fermacell**. Por otro lado se protege la superficie de los paneles de fibra yeso **fermacell**, que en caso contrario obligaría a un enmasillado posterior.

4. Puesta en pie del entramado de madera y ejecución de la técnica de juntas sobre los paneles **fermacell** Powerpanel HD.



Transporte en obra mediante grúa

Secuencia de montaje para el panelado por una cara

1. Colocación de los paneles **fermacell** Powerpanel HD sobre el entramado de madera y fijación mediante elementos de fijación adecuados.

2. Puesta en pie del entramado de madera y ejecución de la técnica de juntas sobre los paneles **fermacell** Powerpanel HD.

En función de los requerimientos físicos, aparte de las instalaciones se deben incorporar los aislantes y una barrera de vapor. Ésta debe instalarse en la cara interior por delante del aislamiento térmico. Las uniones y el paso de instalaciones deben realizarse respetando la estanqueidad.

En el caso de que los paneles de fibra yeso **fermacell** deban conformar una barrera estanca al viento y aire, todos los encuentros de paneles deben realizarse sobre montantes de madera o sobre un elemento de refuerzo.



Montaje en obra

Muros prefabricados

Los muros prefabricados deben estar dimensionados para poder soportar las cargas de transporte y montaje. La elevación de los muros debe realizarse en los puntos de fijación respetados en el cálculo, por lo que éstos deben estar previstos en el elemento constructivo. Aparte se deben respetar las indicaciones relativas a las fijaciones dadas en el capítulo 2.4 Fijaciones.

Encuentros de elementos

Encuentros con paneles de fibra yeso **fermacell**

Como norma general los elementos deben juntarse de forma rígida y resistente garantizando que los paneles no reciban cargas adicionales. Una unión solamente a través de los paneles **fermacell** no es suficiente. La junta **fermacell** no debe coincidir con la junta entre elementos. La junta enmasillada en el encuentro de elementos debe reforzarse con cinta de tela **fermacell**. En panelado múltiple las juntas deben desplazarse ≥ 200 mm respecto a la junta de elementos.

Montaje de paneles Powerpanel:

No se debe transitar sobre los paneles **fermacell** Powerpanel HD instalados sobre el entramado de madera. Solamente pueden cargarse los paneles en las áreas donde las placas estén apoyadas. En caso contrario pueden aparecer microfisuras que ponen en riesgo la necesaria protección frente a la intemperie.

Encuentros de elementos de pared

Los elementos de pared deben fabricarse preferiblemente en una pieza para evitar juntas verticales entre elementos en la superficie de la pared. En el caso de que las juntas entre elementos no se puedan ocultar (posible por ejemplo detrás de un encuentro en T), debe respetarse lo anteriormente indicado.

Encuentros de elementos de techo y cubierta

En los encuentros de elementos de techo y cubierta se recomienda adicionalmente interrumpir el panelado **fermacell** dejando por ejemplo la junta vista. Un panelado simple continuo es posible sobre rastreles si los elementos están unidos de forma rígida y resistente.

En panelado simple los rastreles se deberían fijar en obra pasando por encima de las juntas entre elementos.

Encuentros horizontales

Encuentros horizontales son inevitables entre forjados en la zona de escaleras. En estas zonas se deben tener en cuenta mayores deformaciones por retracción debido a la mayor cantidad de madera tumbada. Por ello se recomienda ejecutar una junta de dilatación, por ejemplo dejando una junta abierta (vista) o sellando la junta mediante un sellador elástico (masilla acrílica). Juntas horizontales entre elementos, por ejemplo los hastiales en la planta bajo cubierta, deben realizarse según las indicaciones iniciales.

Encuentros con **fermacell**

Powerpanel HD

Como norma general los elementos deben juntarse de forma rígida y resistente garantizando que los paneles no reciben cargas adicionales. Una unión solamente a través de los paneles **fermacell** no es suficiente.

La junta **fermacell** no debe coincidir con la junta entre elementos. Esto significa que el panelado de un elemento debe llegar hasta el montante extremo del siguiente elemento.

Junta en el canto de los forjados

En los cantos de forjado de vigas de madera debe preverse una junta horizontal continua de aprox. 10 mm, necesaria por la posible dilatación/retracción de la madera. La junta se debe sellar durante el montaje con un cordón de sellado precomprimido.

Mediante medidas constructivas es posible minimizar los efectos de la dilatación/retracción de la madera. El empleo de determinados sistemas de forjado y materiales conformados de madera para los forjados permite eliminar estas deformaciones prácticamente por completo.

Solamente puede prescindirse de una junta de dilatación en el canto del forjado si se garantiza que la junta a testa (≤ 1 mm) entre paneles **fermacell** Powerpanel HD esté libre de tensiones de forma duradera.

Mortero expansivo

fermacell

Para la unión de edificios de entramados de madera al sótano y cimentación se emplea el mortero expansivo **fermacell**.

El mortero expansivo **fermacell** es un mortero cementoso expansivo para el relleno del espacio hueco entre la solera y el entramado de madera (grado de expansión aprox. 5 %). No se retrae y una vez endurecido transmite completamente la carga del muro a la cimentación. El espesor máximo de aplicación es de 40 mm y el mínimo de 5 mm por razones prácticas. La unión resistente de los muros de entramado de madera a la solera en todo su desarrollo es imprescindible para poder ejercer su funcionalidad estructural.

Funciones

El arranque o la interfaz debe asumir una serie de funciones:

- transmisión de las cargas verticales a los muros del sótano o la solera / cimentación
- regularización de tolerancias del forjado del sótano o la solera / cimentación
- montaje fácil y funcional
- transmisión de cargas de balconeras y puertas
- cumplimiento de aislamiento térmico (evitar puentes térmicos)
- protección frente al paso de insectos y otras plagas
- cumplimiento de requisitos estéticos en la transición de la estructura de madera a la obra maciza



Colocación del elemento prefabricado

Mezcla del mortero expansivo **fermacell**

Aplicación del lecho de mortero

Empleo

Una solera de hormigón esta sujeta a tolerancias de planeidad. En los muros de fábrica se regulan mediante adaptación del espesor del mortero en las juntas de tendel. En las construcciones de entramado de madera esto no es posible. Por ello la regulación entre la solera y el entramado se debe realizar posteriormente. Dos variantes son posibles:

1. Mortero debajo del testero inferior
Bajo los testeros inferiores se deja una junta de ≥ 20 mm. Si el espesor es inferior no es posible una aplicación limpia y completa. En esta variante se colocan tacos o placas bajo los elementos para su alineación y nivelación. Solamente tienen una función temporal durante la fase de obra. A continuación e incluso antes de cubrir la cubierta se rellena la junta. Esto se realiza preferi-

blemente con el mortero expansivo **fermacell**. Con él se asegura una junta sellada con capacidad resistente para transmitir las cargas.

Debido a su composición especial, el mortero expansivo **fermacell** es extremadamente estable, tiene una resistencia elevada (>10 N/mm²) y una capacidad de expansión especial. Esta capacidad de expansión egaliza la habitual retracción de materiales cementosos y asegura una transmisión de cargas completa en todo el desarrollo de los elementos portantes. Se debe evitar un golpe de calor repentino.

2. Apoyo puntual

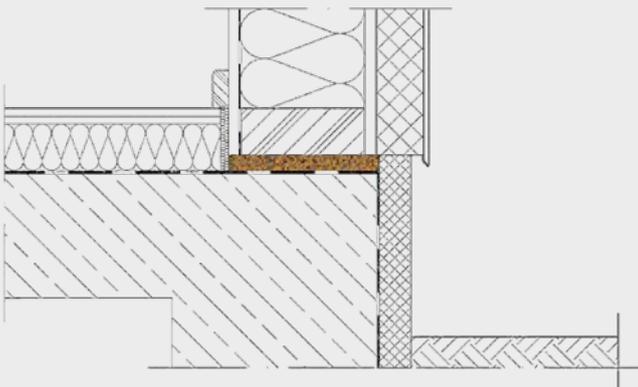
Aparte de emplear el mortero expansivo como elemento estructural para la transmisión de cargas también es posible apoyar los elementos en determinados puntos de forma estructural y

duradera. Para ello el estructurista en estos casos debe haber calculado los elementos con los apoyos puntuales a determinadas distancias (600 mm o 1200 mm), teniendo en cuenta también la resistencia a compresión de los tacos empleados.

Los tacos pueden ser de madera (con suficiente resistencia) o mejor de acero, material sintético o un panel cementoso. Los tacos permanecen bajo los entramados de madera.

A continuación se rellena el espacio entre el entramado y la solera con el mortero expansivo **fermacell**.

Para ello el soporte debe estar duro, resistente y libre de polvo o suciedades. Soportes muy absorbentes deben humedecerse previo a la aplicación del mortero.



Los elementos se colocan sobre tacos de madera o de plástico para su alineación. Posteriormente los huecos se rellenan con mortero expansivo **fermacell**.



Bomba de mortero para la aplicación bajo el testero inferior

2.7 Detalles en encuentros

- Encuentro de elementos / ejecución de las juntas
- Variantes de ejecución de las juntas
- Detalles de encuentros **fermacell** Vapor

Encuentro de elementos / ejecución de las juntas

En todos los edificios existen encuentros de diferentes elementos constructivos, por ejemplo pared con pared o pared con techo. Si todos los elementos se realizan con paneles de fibra yeso **fermacell** existen diferentes opciones de como ejecutar las juntas en los encuentros.

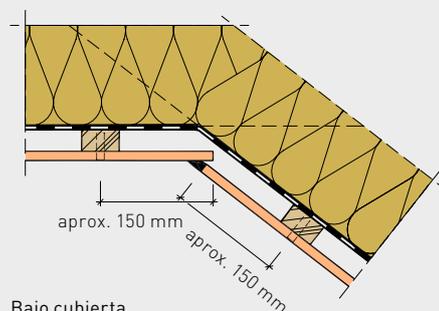
Como norma general es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- respetar los requerimientos de resistencia al fuego, aislamiento térmico y acústico de los elementos separadores así como en los encuentros de elementos
- prestar especial atención en la capa que aporta la estanqueidad al aire y en la estanqueridad de la barrera de vapor, sobre todo en elementos que limitan con el exterior
- realizar las uniones con materiales adecuados (selladores autoadhesivos o bandas aislantes perimetrales) de forma estanca para cumplir los requerimientos acústicos o de resistencia al fuego
- en construcciones con resistencia al fuego emplear materiales selladores / de unión no combustibles

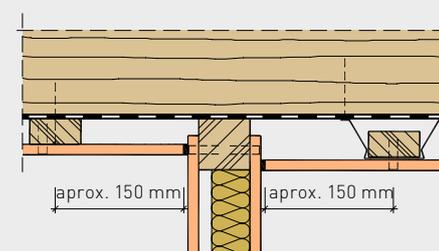
Los encuentros de paneles de fibra yeso **fermacell** con sistemas de tabiquería o trasdosado con paneles **fermacell** se detallan a continuación. Para los encuentros con otros materiales así como cuando se esperan movimientos de la estructura se debe prever una separación por norma general.

Como los montantes de madera panelados con paneles de fibra yeso **fermacell** están sujetos a dilataciones y retracciones por cambios higrotérmicos, deben también respetarse detalles de unión específicos.

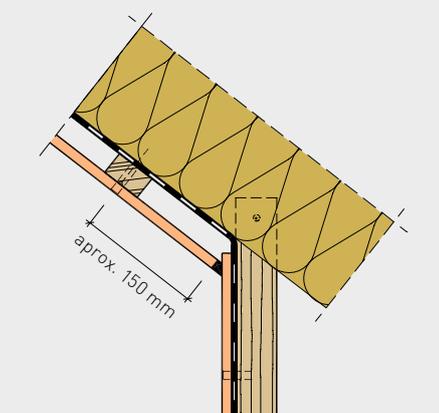
Encuentro entre elementos



Bajo cubierta inclinado con techo



Techo con pared

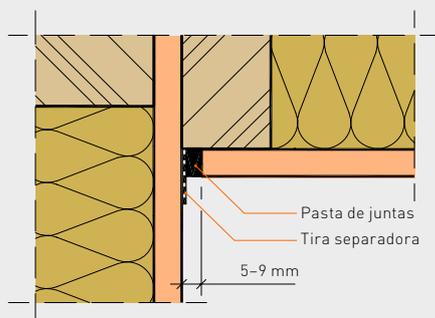


Bajo cubierta inclinado con alero o trasdosado de cerramiento

Nota:

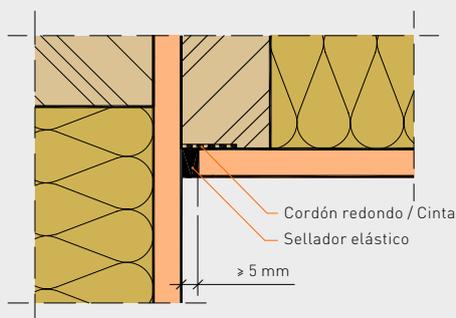
No llevar la subestructura directamente a la esquina del encuentro, siempre con una distancia.

Variantes de juntas



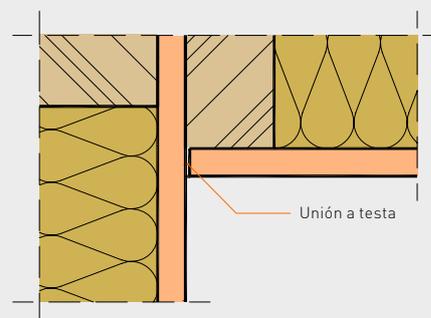
Pasta de juntas sobre tira separadora

1. Aplicar tira separadora (por ejemplo lámina de PE, cinta adhesiva, etc.)
2. Ancho de junta en función del espesor de la placa (ver capítulo 2.5 Técnica de juntas)
3. Aplicar pasta de juntas **fermacell**
4. Cortar tira separadora sobrante con cúter



Masilla elástica selladora

1. Ancho de junta en función de la masilla elástica. Ancho de junta 5mm para una elasticidad mínima del 20 %; 7 mm para una elasticidad mínima de 15 %.
2. Imprimación del canto de panel
3. Relleno de la junta con masilla



Unión a testa de dos paneles

1. Unión a testa de placa con aristas afiladas y perfectas. La aplicación de una masilla elástica en la junta no es adecuada en este caso.

Enmasillado contra tira separadora

El enmasillado contra tira separadora se puede emplear en los siguientes encuentros:

- pared-pared (esquinas entrantes)
- pared-techo
- bajo cubierta inclinado-pared

Esta unión es compatible con los siguientes acabados:

- empapelado
- alicatado
- enlucidos finos estructurales
- acabado pintado

Nota:

En esta técnica de juntas en las esquinas interiores se genera una separación entre la pasta de juntas y la tira separadora.

Con masilla elástica selladora

La aplicación de una masilla elástica selladora sobre cordón redondo / tira se puede emplear en los siguientes encuentros:

- pared-pared (esquinas entrantes)
- pared-techo
- bajo cubierta inclinado-pared
- con otros materiales

Esta unión es compatible con los siguientes acabados:

- empapelado
- alicatado

Nota:

Para acabados pintados es necesario un mantenimiento periódico de la junta.

Paneles fermacell con bordes afilados a testa

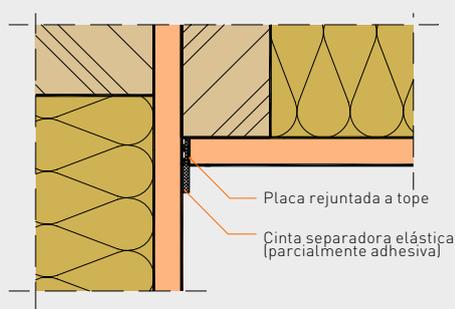
El encuentro con paneles fermacell a testa se puede emplear en los siguientes encuentros:

- pared-pared (esquinas entrantes)
- pared-techo
- bajo cubierta inclinado-pared

Esta unión es compatible con los siguientes acabados:

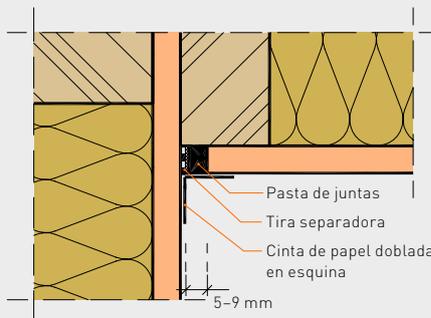
- empapelado
- alicatado
- enlucidos finos decorativos
- acabado pintado

Deben respetarse las indicaciones del fabricante del material sellante para aplicación en las juntas. Con la utilización de una cinta / cordón redondo se garantiza que el material sellante solamente se adhiera a los laterales.



Unión a testa con cinta separadora elástica

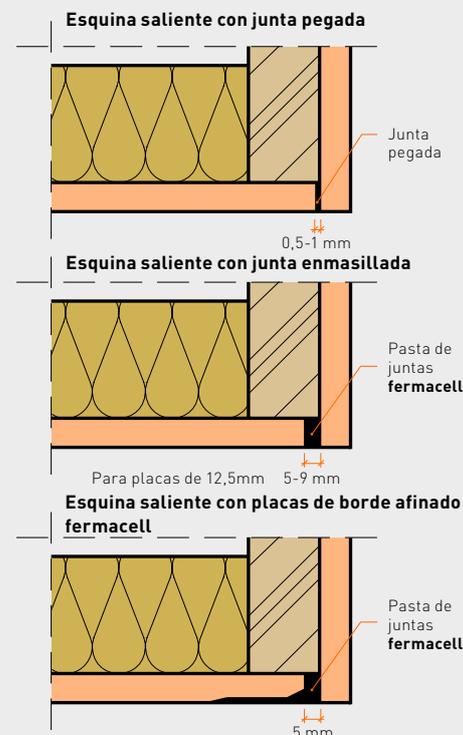
1. Adherir cinta separadora
2. Unión a testa de panel con el borde recto y aristas afiladas
3. Recortar parte sobrante de la cinta separadora



Enmasillado sobre cinta separadora y refuerzo

1. Aplicar tira separadora (por ejemplo lámina de PE, cinta adhesiva, etc.)
2. Ancho de junta en función del espesor de la placa (ver capítulo 2.5 Técnica de juntas)
3. Aplicar pasta de juntas fermacell
4. Dejar secar pasta de juntas
5. Cortar tira separadora sobrante con cúter.
6. Enmasillar nuevamente y reforzar con cinta de papel

Ejecutar esquina interior siempre permitiendo el movimiento



Unión a testa con cinta separadora elástica

La unión a testa con cinta separadora elástica se puede emplear en los siguientes encuentros:

- pared-pared (esquinas entrantes)
- pared-techo
- bajo cubierta inclinado-pared
- con otros materiales

Esta unión es compatible con los siguientes acabados:

- empapelado
- alicatado
- enlucidos decorativos

Enmasillado y refuerzo

El enmasillado y refuerzo se puede emplear en los siguientes encuentros:

- pared-pared (esquinas entrantes)
- pared-techo
- bajo cubierta inclinado -pared/alero/techo

Esta unión es compatible con los siguientes acabados:

- empapelado
- alicatado
- enlucidos decorativos
- acabados pintados

Nota:

En esta técnica de juntas en las esquinas interiores se genera una separación entre la pasta de juntas y la tira separadora. Esta separación queda tapada por la cinta de papel aplicada.

Esquinas salientes

Los paneles de fibra yeso **fermacell** deben fijarse a la misma subestructura en esquinas salientes así como esquinas de ventanas o puertas.

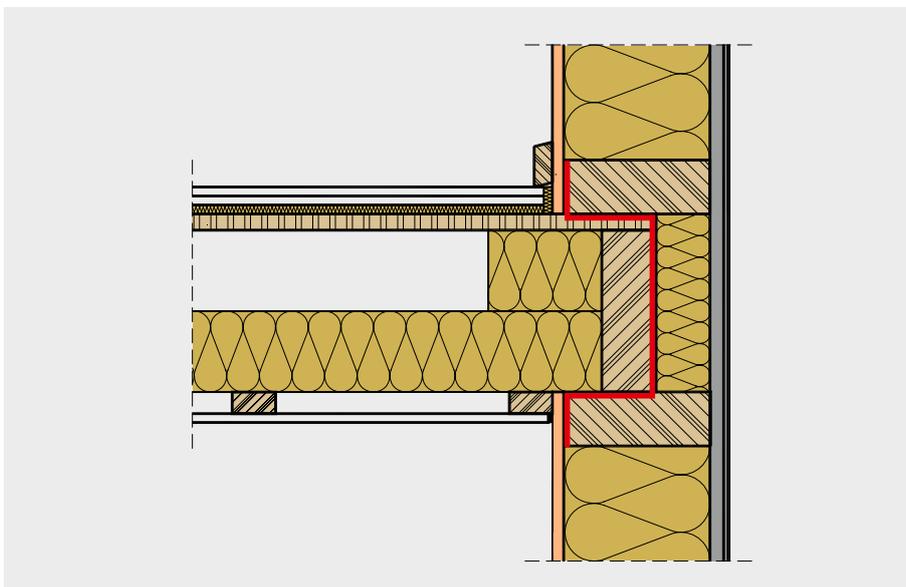
Esta unión es compatible con los siguientes acabados:

- empapelado
- alicatado
- enlucidos decorativos
- acabados pintados

Detalles de encuentro - encuentros estancos al aire con fermacell Vapor

Encuentro con forjado

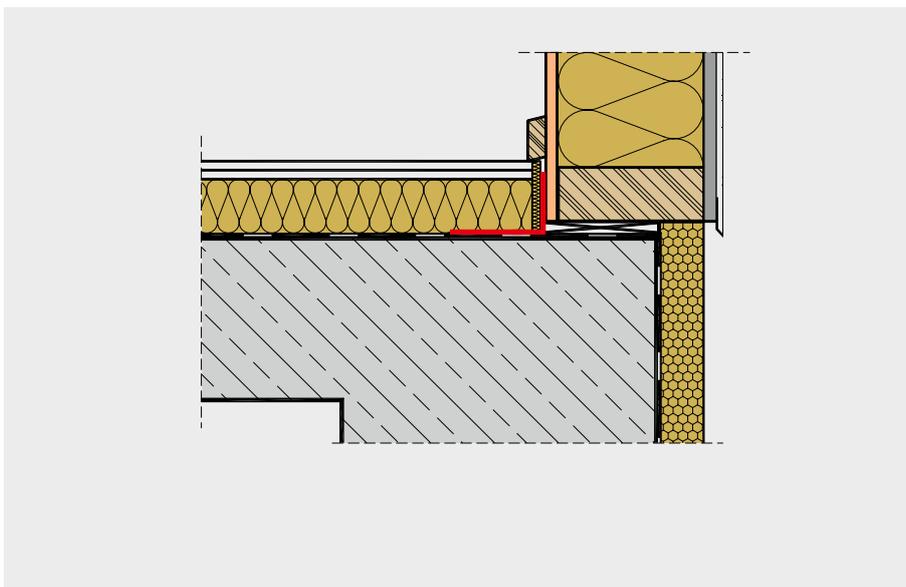
En el encuentro con un forjado debe asegurarse la continuidad de la estanqueidad al aire. Esto se consigue con una lámina impermeabilizante (transpirable o con función de barrera de vapor). Existen muchas variantes de aplicación, una se muestra en el detalle adjunto.



Encuentro con la solera

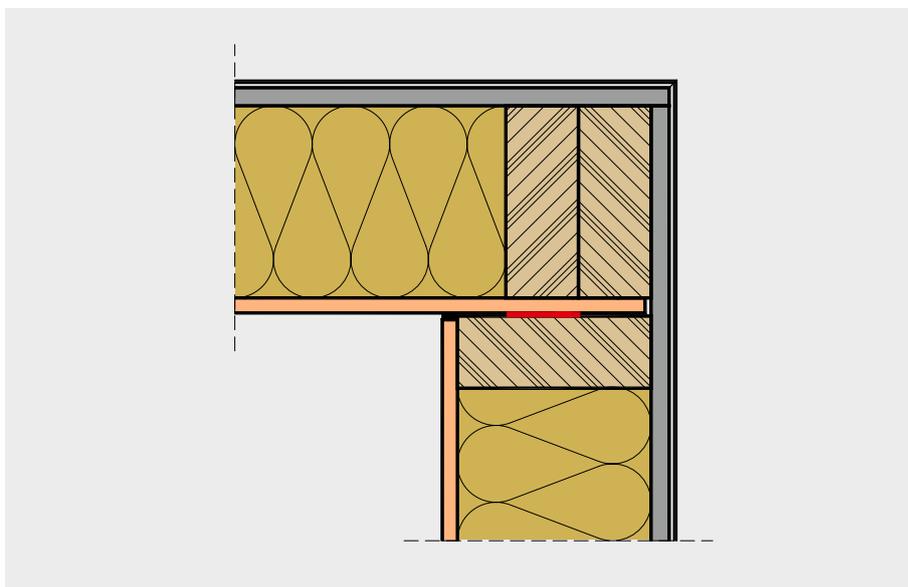
La transición de la solera o el forjado del sótano al muro exterior se sella con una cinta adhesiva. El sellado se realiza bajo el suelo terminado y en su caso detrás del trasdosado interior.

Según la DIN 4108-7:2001-08 "Estanqueidad al aire de edificios, requerimientos, recomendaciones de instalación y ejemplos" los paneles de fibra yeso se consideran estancos al aire. Por normativa y para garantizar la estanqueidad de los paneles se debe realizar la junta pegada o enmasillada con o sin apoyo posterior (montante o tapeta). En las juntas enmasilladas se puede prescindir de la cinta. La aptitud y aplicación de otros materiales de sellado como tiras y cintas según las indicaciones del fabricante.



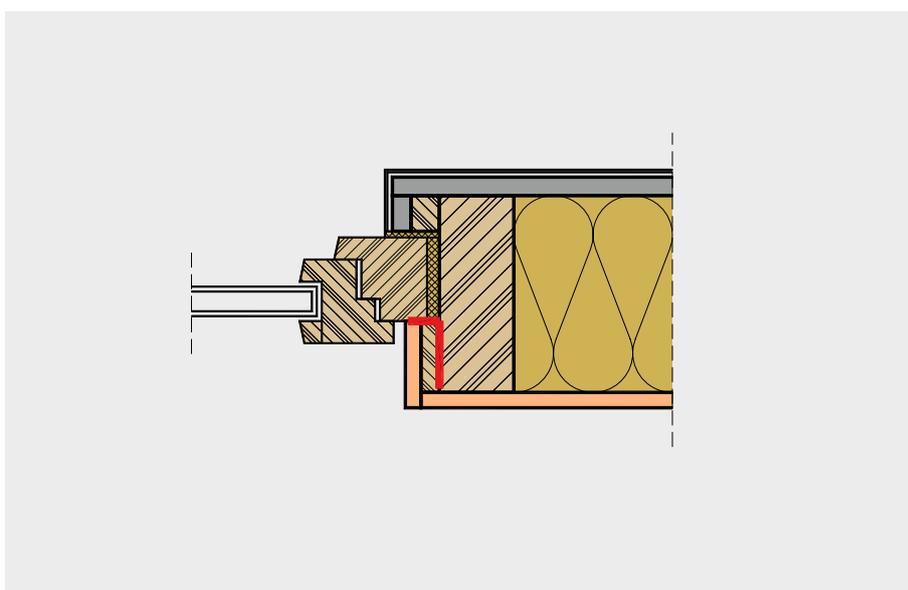
Esquina saliente exterior

La estanqueidad en esquinas salientes exteriores de elementos prefabricados de entramados de madera se puede alcanzar con cintas compresibles adecuadas teniendo en cuenta el grado de compresibilidad. Si se instala un trasdosado para el paso de instalaciones también es posible sellar la esquina interior con una cinta.



Unión a ventana

Elementos que se instalan a los muros de entramado de madera como ventanas o puertas se unen a la envolvente sellada mediante cintas adhesivas adecuadas. En el caso de instalarse un trasdosado interior para el paso de instalaciones el sellado se realiza detrás de éste.



Consejos de instalación:

La instalación de instalaciones o el paso de tubería o elementos de ventilación no debe dañar a la barrera de vapor de los paneles **fermacell** Vapor por lo que las perforaciones se deben realizar adecuadamente.

2.8 Acabados en interiores

- Niveles de calidad Q1-Q4
- Condiciones en la obra
- Acabados
- Impermeabilización

Los paneles de fibra yeso **fermacell** están lijados en la cara vista. Los paneles de fibra yeso **fermacell** greenline y los Firepanel A1 además tienen un sello de identificación con el nombre del producto en la cara vista.

Generalidades

- En el ámbito de la construcción seca se han establecido unas reglas de cómo se deben clasificar los niveles de acabado de las superficies (UNE 102043, Anexo A Apartado A.1.) y a continuación se detalla la forma de proceder para alcanzar cada categoría de nivel.
- Hay que resaltar, al igual que viene definido en la normativa referenciada, que las condiciones de luminosidad no suelen ser constantes, por lo que una evaluación clara e inequívoca de los trabajos en seco solo se puede hacer si la situación de luminosidad ha sido definida antes de realizar los trabajos de emplastecido. En consecuencia, las condiciones de luminosidad deben ser objeto de acuerdo en el contrato.
- Si en el proyecto no existe ninguna descripción y especificación del nivel de calidad exigido, se considera por defecto que se acuerda el nivel de calidad Q2.

Niveles de calidad Q1-Q4

Niveles de acabado sobre tabiquería seca con placas de fibra yeso **fermacell** Placas **fermacell** con borde afinado o con canto recto y junta emplastecida

Cat.	Nivel de acabado	Indicado para	Pasos a seguir
Q1	Básico	Requisitos decorativos bajos	<ul style="list-style-type: none"> ■ En juntas con borde afinado pegado de la cinta de juntas autoadhesiva fermacell sobre junta ■ Emplastecido de juntas con pasta de juntas fermacell ■ Emplastecido de elementos de fijación visibles con pasta de juntas fermacell, enlucido fino fermacell o enlucido de yeso fermacell ■ Eliminación de excesos de la pasta de juntas
Q2	Estándar	Recubrimientos de textura media o gruesa, pinturas y revestimientos de relleno (pinturas de dispersión o gotelé). Acabados con granulometría > 1 mm	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pasos para categoría Q1 ■ Una segunda mano de carga más ancha que la anterior para igualar la zona de juntas en los encuentros de las placas y crear una zona de transición sin desniveles ■ No se descartan contrastes especialmente bajo luz rasante
Q3	Alta	Revestimientos de textura fina, pinturas o revestimientos lisos. Acabados con granulometría < 1 mm	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pasos para categoría Q2 ■ Aplicación en capa muy fina del enlucido fino fermacell o enlucido de yeso fermacell en toda la superficie para cerrar los poros ■ Aunque las irregularidades sean menores que en el acabado Q2, no se descartan del todo
Q4	Máxima	Paramentos lisos brillantes, papeles pintados, vinílicos, metalizados, barnices.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pasos para categoría Q2 ■ Aplicación del enlucido fino fermacell o enlucido de yeso fermacell en toda la superficie ■ Irregularidades en las juntas no deben ser apreciables ■ Minimización del riesgo de sombras en la superficie

Productos **fermacell**:

- Cinta de refuerzo para juntas **fermacell** (placas con borde afinado) (ref.79028)
- Pasta para juntas **fermacell** (ref. 79001 / 79003)
- Enlucido fino **fermacell** (ref.79002)
- Enlucido de yeso **fermacell** (ref.79088/79089)

Niveles de acabado sobre tabiquería seca con placas de fibra yeso **fermacell**

Placas **fermacell** con el canto recto

Cat.	Nivel de acabado	Indicado para	Pasos a seguir
Q1	Básico	Requisitos decorativos bajos	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pegado de juntas con el pegamento para juntas fermacell ■ Eliminación de los excesos de pegamento después del endurecimiento ■ Emplastado de elementos de fijación visibles con pasta de juntas fermacell, enlucido fino fermacell o enlucido de yeso fermacell
Q2	Estándar	Recubrimientos de textura media o gruesa, pinturas y revestimientos de relleno (pinturas de dispersión o gotelé). Acabados con granulometría >1 mm	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pasos para categoría Q1 ■ Una segunda mano de carga más ancha que la anterior para igualar la zona de juntas en los encuentros de las placas y crear una zona de transición sin desniveles ■ No se descartan contrastes especialmente bajo luz rasante
Q3	Alta	Revestimientos de textura fina, pinturas o revestimientos lisos. Acabados con granulometría < 1 mm	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pasos para categoría Q2 ■ Aplicación en capa muy fina del enlucido fino fermacell o enlucido de yeso fermacell en toda la superficie para cerrar los poros ■ Aunque las irregularidades sean menores que en el acabado Q2, no se descartan del todo
Q4	Máxima	Paramentos lisos brillantes, papeles pintados, vinílicos, metalizados, barnices.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pasos para categoría Q2 ■ Aplicación del enlucido fino fermacell o enlucido de yeso fermacell en toda la superficie ■ Irregularidades en las juntas no deben ser apreciables ■ Minimización del riesgo de sombras en la superficie

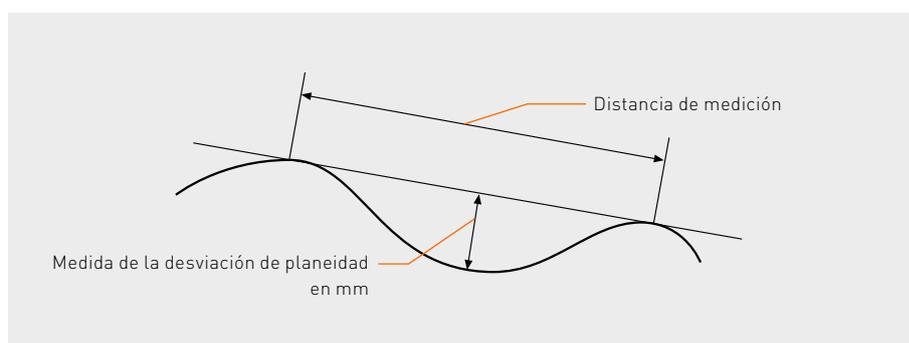
Productos **fermacell**:

- Pegamento para juntas **fermacell** (ref.79023)
- Pasta para juntas **fermacell** (ref. 79001 / 79003)
- Enlucido fino **fermacell** (ref.79002)
- Enlucido de yeso **fermacell** (ref.79088/79089)

Desviaciones de planeidad

Extracto de normativa DIN 18202 (tolerancias en la edificación), tabla 3 – Límites de desviaciones de planeidad

		Desviación de planeidad máxima en función de la distancia de medición				
		0,1 m	1 m	4 m	10 m	15 m
Paramentos verticales acabados y cara vista de paramentos horizontales acabados (por ejemplo paredes y falsos techos)	Exigencia normal	3 mm	5 mm	10 mm	20 mm	25 mm
	Exigencia elevada	2 mm	3 mm	8 mm	15 mm	20 mm



Preparación del soporte

Antes de que el pintor, empapelador o alicatador comience su trabajo, debe comprobar la superficie del tabique. La superficie y las juntas deben estar secas y estables y no deben tener manchas ni polvo. Los siguientes puntos se deben tener en cuenta:

- eliminar cualquier resto de yeso, mortero o similares;
- emplastecer cualquier fisura, junta o similares con masilla o pasta para juntas **fermacell**;
- alisar las zonas donde se ha aplicado masilla y, dado el caso, lijar;
- dejar secar de forma uniforme todos los paneles, juntas y zonas con masilla;
- retirar cualquier rastro de polvo

Los paneles de fibra yeso **fermacell** se suministran impermeabilizados de fábrica. Sólo habrá que hacer otros tratamientos cuando el tipo de acabado lo requiera, por ejemplo, en el caso de enlucidos finos o estructurales, aplicación de pinturas o de azulejos. Se deben utilizar imprimaciones de bajo contenido en agua. En el caso de sistemas de varias capas se deberán respetar los tiempos de curado de los fabricantes.

Condiciones en la obra

Asegúrese de que la humedad de los paneles de fibra yeso **fermacell** no supere el 1,3 %. Esta humedad se puede alcanzar en 48 horas si durante ese tiempo hay una humedad menor del 70 % y una temperatura de más de 15 °C.

Todos los solados y enlucidos realizados deben estar secos. La superficie debe estar libre de polvo.

Pintura

Los paneles de fibra yeso **fermacell** se pueden pintar con todas las pinturas comunes, como pinturas al látex, de dispersión o esmaltes. Las pinturas minerales, como las pinturas a la cal o al silicio, sólo se pueden utilizar sobre paneles **fermacell** cuando el fabricante de estas pinturas haya autorizado su uso para paneles de yeso. En el caso de las pinturas al látex se debe tener en cuenta su capacidad de cobertura. Se utilizarán rodillos de piel de cordero o de espuma según el tipo de pintura.

Para conseguir superficies de gran calidad, como acabados brillantes o pulimentados sin estructura, se deberá elegir un nivel de calidad de acabado superior y seguir los pasos indicados en el apartado 3.8.1.2.

La pintura se debe aplicar por lo menos a dos manos. En todo caso se recomienda hacer una aplicación de prueba y seguir las instrucciones del fabricante.

Empapelado

Todos los productos de empapelado (incluso los de fibra gruesa) se pueden aplicar con cola para empapelar común. En reformas la retirada del empapelado antiguo no genera daños en la superficie de los paneles.

Solo se requiere una imprimación de los paneles de fibra yeso **fermacell**:

- cuando lo recomiende el fabricante (independientemente del tipo de material de empapelar);
- cuando se van a empapelar materiales impermeables, como el vinilo.



Empapelado

Enlucidos finos

Si las superficies fermacell se revisten con enlucidos finos (máx. 4 mm de espesor) y se han realizado juntas enmasilladas (tanto las juntas abiertas como las juntas de placas de borde afinado) se deberá realizar previamente un armado de la junta con la cinta de armado **fermacell**. Se adhiere con cola blanca (cola PVAC) sin empastado posterior. Las juntas pegadas no necesitan de armado adicional.

En el área de las uniones de esquinas y paredes, el enlucido estructural delgado se debe separar con un corte de llana.

Enlucidos finos aptos para placas de yeso / fibra yeso con aglutinantes minerales así como revocos en base a resinas sintéticas, se pueden utilizar según las instrucciones de uso del fabricante. Se recomienda utilizar las imprimaciones correspondientes y exclusivas de cada tipo de enlucido.

Alicatado

Sobre los paneles fermacell es posible colocar sin problemas todo tipo de baldosas cerámicas y sintéticas con un mortero cola en capa fina (hasta un peso máximo de 50 kg/m² incluyendo el peso del mortero cola). Otros adhesivos pueden ser válidos según las indicaciones del fabricante.

Será necesario realizar una imprimación cuando así lo indiquen las instrucciones del fabricante. Dicha imprimación debe secarse (normalmente tras 24 horas) antes de colocar las baldosas. Se deben utilizar adhesivos para baldosas de bajo contenido de agua, por ejemplo, el cemento cola para alicatado **fermacell**. Las baldosas no deben humedecerse previamente. Las superficies con exposición directa al agua, como el área de la ducha o la bañera, se deben impermeabilizar de forma adicional.



Enlucidos finos



Pintado



Alicatado

Resistencia a las humedades y sistema de impermeabilización fermacell

Grados de exposición y ámbito de empleo de los paneles fermacell

El carácter de panel macizo, siendo una mezcla de yeso y celulosa reciclada altamente comprimida, hace que los paneles tengan una resistencia muy elevada, tanto a nivel estructural como a las humedades. Los paneles de fibra yeso **fermacell** aparte y por defecto llevan una imprimación superficial en la cara vista.

Para delimitar el ámbito de empleo de diferentes materiales y la eventual necesidad de un sistema de impermeabilización están definidos diferentes grados de exposición (clasificaciones según la Asociación de la Industria del Yeso – Alemania), según las tablas adjuntas.

Tabla 1. Exposición baja o media

0	Paredes y techos, exposición baja de corta duración y forma puntual a salpicaduras de agua	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aseos (sin baño, ni ducha) ■ Cocinas en ámbito doméstico
A0 1 A0 2	Superficies de paredes o suelos, exposición media de corta duración y forma puntual a salpicaduras de agua	En baños de uso doméstico, en zonas expuestas a salpicaduras como duchas y bañeras con o sin desagüe en el suelo, por ejemplo duchas sin barreras arquitectónicas

Tabla 2. Exposición alta

A1/A2	Superficies de pared o suelo con alta exposición a agua de uso o limpieza	Paredes o suelos en duchas (ámbito público)
C	Superficies de pared con alta exposición al agua en combinación con exposición a productos químicos	Paredes y suelos en espacios con exposición limitada a productos químicos

Tabla 3. Soportes aptos para sistemas de impermeabilización

	Grados de exposición								
	0 (baja)			A0 (media)			A (alta)		
	Suelos	Tabiques	Techos	Suelos	Tabiques	Techos	Suelos	Tabiques	Techos
Paneles fibra yeso fermacell	○	○	○	+ *	+	Pr	⊗	⊗	⊗
Elementos suelo fibra yeso fermacell	○	⊗	⊗	+ *	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
fermacell Powerpanel H ₂ O	⊗	○	○	⊗	○**	○	⊗	+	○
Elementos de suelo Powerpanel H ₂ O	○	⊗	⊗	○**	⊗	⊗	+	⊗	⊗

○ Ámbito sin necesidad de impermeabilización adicional

+ Ámbito con necesidad de impermeabilización adicional (sistema de impermeabilización **fermacell**)

⊗ Aplicación no válida

Pr Pintura repelente al agua recomendada

* No apto para duchas con desagües incorporados en el suelo, por ejemplo en duchas sin barreras arquitectónicas

** Encuentros con esquinas y juntas de dilatación o movimiento deben impermeabilizarse

Sistema de impermeabilización **fermacell**

El sistema de impermeabilización **fermacell** cuenta con la certificación AbP (P-5079/1926 MPA BS) y puede utilizarse sin limitaciones en los grados de exposición descritos en el apartado anterior. Se trata de un sistema de impermeabilización que se aplica directamente sobre los paneles **fermacell**, compuesto de:

- Imprimación **fermacell**
- Película impermeabilizante **fermacell**
- Bandas de sellado, parches de sellado para el paso de instalaciones y para esquinas entrantes y sellantes **fermacell**
- Cemento cola para alicatado **fermacell**

Aplicación del sistema de impermeabilización **fermacell**

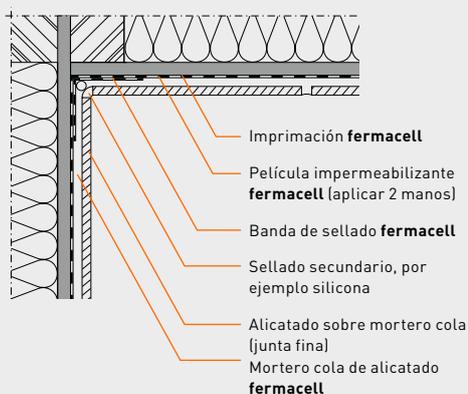
El montaje de los paneles **fermacell** se realiza de la misma forma que en zonas no húmedas. Antes de la aplicación del sistema de impermeabilización se deben tratar las juntas y las fijaciones para un nivel de acabado Q1 (ver capítulo 3.8.1).

Las superficies que requieren el tratamiento de impermeabilización están indicadas en la tabla de la página anterior.

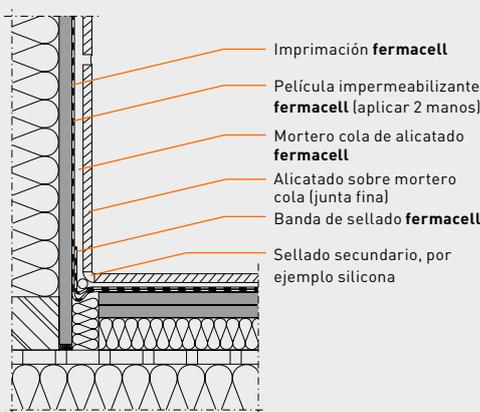
En duchas la impermeabilización debe realizarse hasta 200 mm por encima del cabezal de la ducha. Los encuentros de pared / pared y pared / suelo así como en juntas de dilatación o de unión deben sellarse con bandas elásticas de impermeabilización. Aparte deben impermeabilizarse los zócalos en espacios con ducha o bañera para evitar el posible ascenso de humedad.

Los componentes se aplican de acuerdo a las imágenes siguientes.

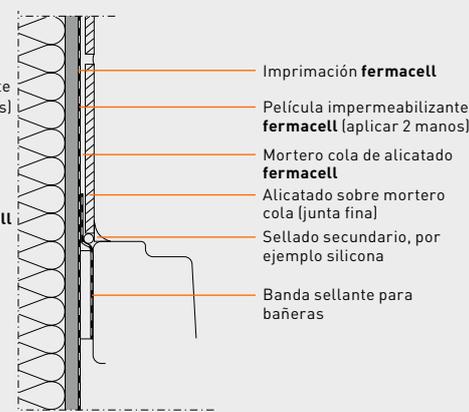
Detalles de encuentros y empleo de los elementos del sistema de impermeabilización **fermacell**



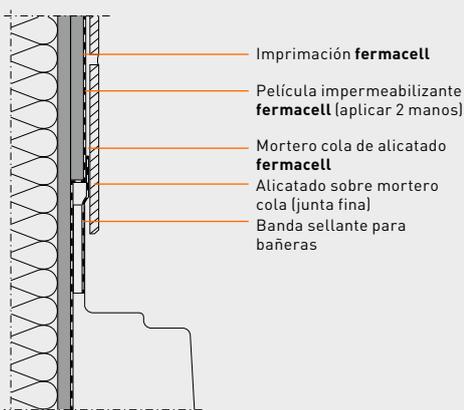
Encuentro en esquina de paredes en zona expuesta al agua



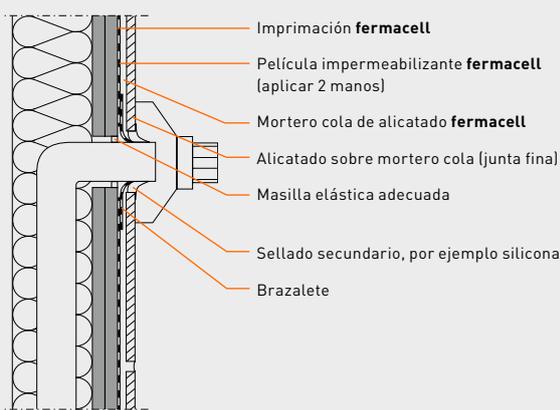
Encuentro pared-suelo



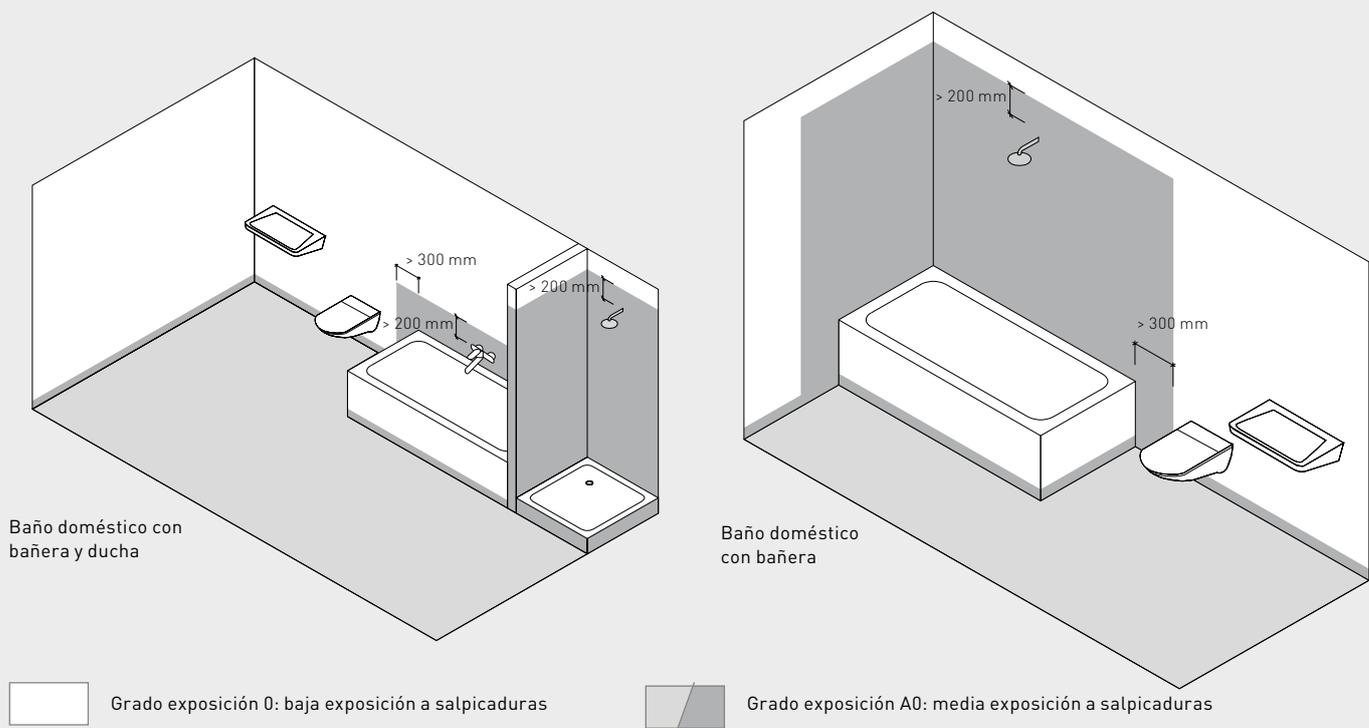
Encuentro plato de ducha-pared



Encuentro plato de ducha elevado-pared



Paso de instalaciones



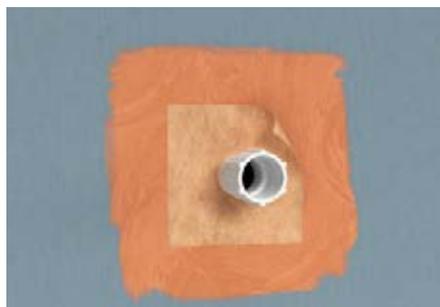
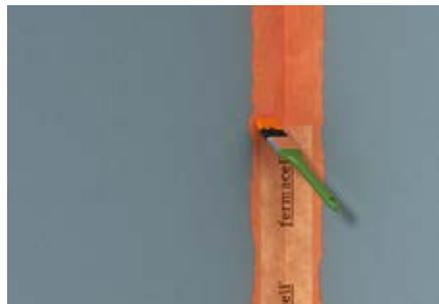
Pasos de instalación del sistema de impermeabilización fermacell (los tiempos de secado valen para una temperatura de 20 °C y una humedad relativa del 50 %)



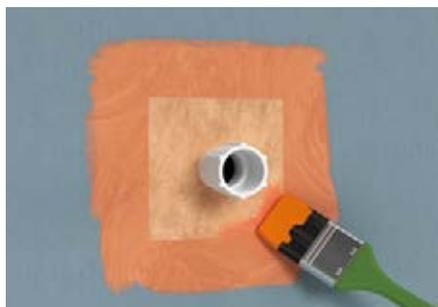
Aplicación en toda la superficie de la imprimación **fermacell**. Tiempo de secado mínimo 2 horas



Aplicación de la película impermeabilizante **fermacell** en los encuentros y esquinas y pegado de las bandas de sellado sobre la película en fresco. Se debe aplicar nuevamente la película para cubrir la banda de sellado. Tiempo de secado mínimo 1 hora.



Para la impermeabilización del paso de tuberías se utilizan los parches de sellado, siguiendo los mismos pasos que para las bandas.



Aplicar película impermeabilizante mediante rodillo en toda la superficie (2 manos, espesor total $\geq 0,5$ mm), en caso de requerirse. Tiempo de secado mínimo 2 horas.



Alicatado con el mortero cola para alicatado **fermacell**

2.9 Fijación de cargas

- Cargas ligeras puntuales en pared
- Cargas ligeras y medianas excéntricas
- Cargas en revestimientos de techos
- Instalación de bastidores de sanitarios

Fijación de cargas ligeras a tabiques

Las cargas puntuales ligeras a rasante del tabique, por ejemplo, cuadros u objetos decorativos, pueden fijarse directamente al panelado de fibra yeso **fermacell** con elementos de fijación convencionales sin necesidad de refuerzos.

Se pueden utilizar piezas metálicas en forma de gancho fijadas mediante clavos. Las cargas máximas admisibles están reflejadas en la tabla, respetando un factor de seguridad de 2 (carga permanente con una humedad relativa de 80 %).

Ligeras cargas puntuales a rasante en paneles de fibra yeso fermacell

Ganchos metálicos fijados mediante clavos ¹⁾	Carga máxima admisible en kg por gancho metálico para diferentes espesores de placa ²⁾				
	10 mm	12,5 mm	15 mm	18 mm	10 + 12,5 mm
	15	17	18	20	20
	25	27	28	30	30
	35	37	38	40	40

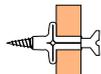
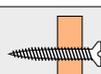
¹⁾ Resistencia a rotura del gancho según el fabricante. Fijación del gancho a panel (no a subestructura).

²⁾ Factor de seguridad 2 (carga permanente, humedad relativa hasta 85 %).

Los valores de carga indicados se pueden sumar cuando las distancias entre los tacos sean superiores o iguales a 50 cm. En caso de distancias menores, se asigna a cada taco un 50 % de la carga máxima admisible. La suma de las distintas cargas no debe superar 1,5 kN por metro en paredes o 0,4 kN por metro en trasdosados o tabiques con subestructura doble no arriostrada. En tabiques con panelado simple, si las cargas superan los 0,4 kN/m, las juntas horizontales deberán ser del tipo junta pegada o en caso contrario se deberá reforzar con una tira de placa que cubra la junta en el interior de la cámara. Cargas mayores deberán justificarse individualmente.



Cargas excéntricas ligeras y medianas en paneles de fibra yeso fermacell

Espesor de paneles	Carga excéntrica máxima admisible de cada fijación en kg ¹⁾ en función del espesor del panel de fibra yeso fermacell ^{1) 3)}						
	10 mm	12,5 mm	15 mm	18 mm	10 + 10 mm	12,5 + 10 mm	
Taco para pared hueca ²⁾		40	50	55	55	50	60
Tornillo con rosca continua, diám. 5 mm		20	30	30	35	30	35

¹⁾ Factor de seguridad 2

²⁾ Consulte las indicaciones del fabricante de los tacos

³⁾ Distancia entre montantes $\leq 50 \times$ espesor de panel. Las cargas se pueden ir sumando si se respeta una distancia mínima de 50 cm entre tacos.

Fijación de cargas excéntricas ligeras y medianas a tabiques

Las cargas excéntricas ligeras y medianas, como estanterías, armarios colgantes, vitrinas, tableros, etc. pueden ser transmitidas a los tabiques a través de fijaciones directas a los paneles de fibra yeso **fermacell**, empleando tornillos o tacos para soportes de materiales huecos habituales en el mercado, sin tener que recurrir a subestructuras auxiliares como perfiles horizontales. Estos tacos suelen ser productos que se colocan en el hueco taladrado y se abren en la parte trasera del panel al apretar el tornillo. Deben respetarse las indicaciones del fabricante respecto al diámetro del taladro y las dimensiones del tornillo.

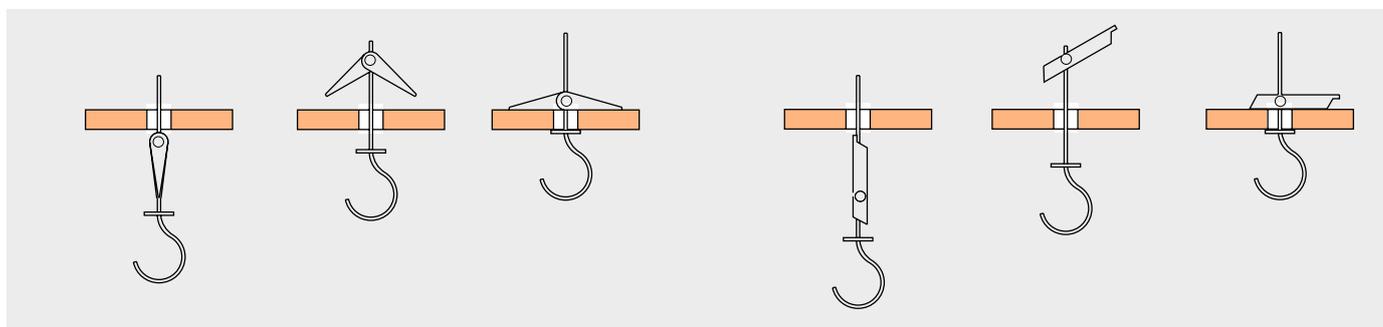
Las cargas máximas de las fijaciones están indicadas en la página anterior para los diferentes espesores de panel.

Las cargas incluyen un factor de seguridad de 2. Las cargas indicadas se pueden sumar cuando las distancias entre las fijaciones sea ≥ 500 mm. Alternativamente la fijación de cargas excéntricas ligeras o medias puede realizarse a través del panelado a la subestructura u otros refuerzos instalados en la cámara. Ver también "instalación de sanitarios" en la página siguiente.

Fijación de cargas a falsos techos

La fijación de cargas a los techos suspendidos o falsos techos con paneles de fibra yeso **fermacell** no representa ningún problema. Para ello se recomienda utilizar los tacos de vuelco o tacos autoexpansibles con resorte de metal. Ligeras cargas permanentes también se pueden fijar directamente con tornillos de 5 mm de diámetro con rosca continua. La subestructura del falso techo debe ser capaz de soportar estas cargas.

La siguiente tabla muestra las cargas admisibles por material de fijación para cargas de tracción axial.



Tacos para cargas de tracción axial (tacos de vuelco o autoexpansibles con resorte)

Cargas en el techo fijadas con tacos o tornillos ¹⁾	Carga máxima admisible para suspensiones puntuales en kg ¹⁾ según el espesor del panel fermacell en mm ¹⁾²⁾				
	10 mm	12,5 mm	15 mm	10 + 10 mm	12,5 + 12,5 mm
Taco de vuelco por gravedad ³⁾ 	20	22	23	24	25
Taco de vuelco autoexpansible ³⁾ 					

¹⁾ Factor de seguridad 2.

²⁾ Distancia entre soportes de la estructura ≤ 35 veces el espesor de panel.

Fijación de los paneles a la estructura con tornillos.

³⁾ Respetar las instrucciones del fabricante de los tacos.

Estructuras auxiliares para la fijación de sanitarios

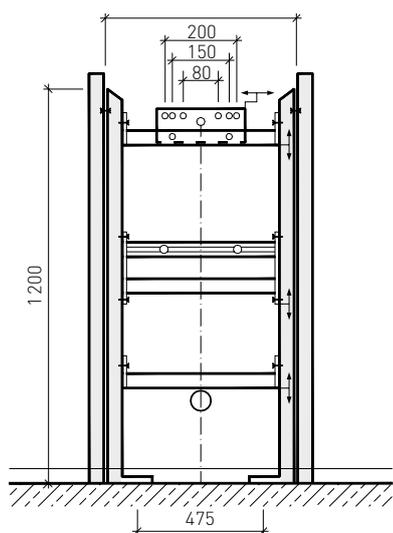
Para la fijación de cargas en ménsula pesadas y dinámicas, como por ejemplo equipos sanitarios (lavabos, retretes suspendidos en pared, cisternas empotradas, bidés o urinarios), es necesario colocar estructuras auxiliares suficientemente dimensionadas en los tabiques o trasdosados correspondientes.

Los equipos sanitarios ligeros se pueden fijar a carriles metálicos o listones de madera de mín. 40 mm de espesor,

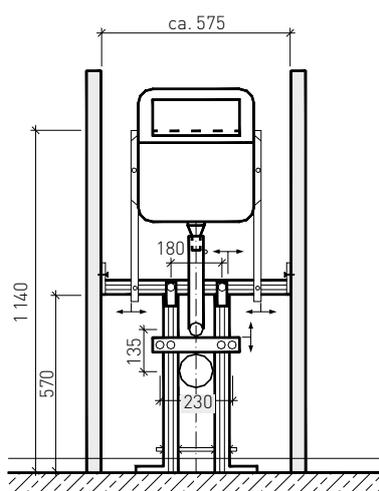
instalados en horizontal. En tal caso se debe realizar una unión rígida y resistente de estos elementos a los montantes de madera. Los elementos portantes se deben colocar de forma que queden en contacto directo con la cara interna del panelado fermacell.

Elementos sanitarios muy pesados se deben fijar a travesaños o a bastidores prefabricados. Existe una gran variedad de sistemas en el mercado que, por lo

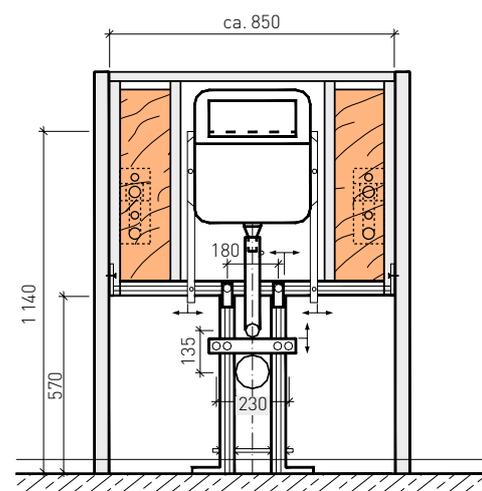
general se suministran como bastidores metálicos de acero galvanizado de una pieza o de varias piezas que se pueden ajustar en sus medidas. Los bastidores se colocan entre los montantes de madera del tabique y se fijan a éstos y al suelo según las instrucciones del fabricante. La fijación al suelo debe hacerse al forjado y en ningún caso al suelo flotante. Aparte el elemento de soporte debe fijarse de forma que quede pegado al borde delantero de los montantes.



Elemento portante para lavabos, urinarios o sumideros (dimensiones en mm)



Elemento portante para WC con cisterna externa (dimensiones en mm)



Elemento portante para WC con cisterna externa y la posibilidad de fijar asas abatibles (dimensiones en mm)

Independientemente del tipo y del modelo de la estructura de soporte o de los elementos portantes, los pasos de tubería o de elementos de fijación a través del panelado se deberán cortar en limpio con diámetros 10 mm más grandes: Los bordes recortados se impriman y se sellan con un material sellante elástico y fungicida.

2.10 Panelado exterior con paneles de fibra yeso **fermacell**

Protección frente a la intemperie

Si los paneles de fibra yeso **fermacell** se emplean como panelado exterior en cerramientos, es necesario instalar un sistema que dé protección de la intemperie. Esto pueden ser fachadas ventiladas, sistemas de aislamiento térmico exterior (SATE) o una segunda hoja de ladrillo cara vista.

Los paneles de fibra yeso **fermacell** se pueden emplear en las clases de servicio 1 y 2 según indicado en la ETE 03/0050. Estas clases de servicio están definidas en el CTE y en el EC5 y abarcan ámbito interior y ámbito exterior protegido. Hasta la aplicación del sistema de protección la placa de fibra yeso **fermacell** debe protegerse de la humedad (lluvia), por ejemplo mediante láminas colgantes. En la ETE también se determina que los paneles **fermacell** son estancos al aire.

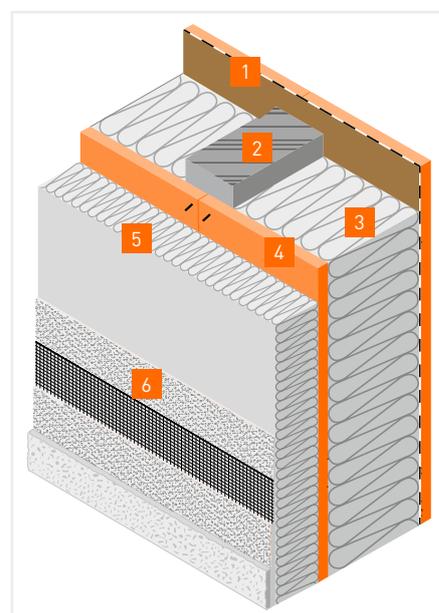
En todo caso debe evitarse una penetración de agua a la construcción. Debe tenerse en cuenta la posible repercusión sobre los pasos de ejecución siguientes (por ejemplo la fijación de un sistema SATE). En los meses calurosos las placas son capaces de secarse en caso de un mojado puntual. En los meses de invierno, esto en muchas zonas climáticas no es posible, debido a la humedad relativa alta durante largos periodos.

Los paneles expuestos a elevada humedad durante largos periodos de tiempo dilatan y existe el riesgo de deformaciones permanentes. Esto puede perjudicar la funcionalidad del muro en el montaje con sistemas SATE.

Clases de servicio	Ejemplos	Humedad media de la madera
Clase de servicio 1	Interior	≤ 12 %
Clase de servicio 2	Exterior protegido, piscina cubierta	≤ 20 %
Clase de servicio 3	Exterior expuesto	> 20 %

Técnica de juntas

Si los paneles de fibra yeso **fermacell** se emplean como panelado exterior en cerramientos, es necesario instalar un sistema que dé protección de la intemperie. Por ello no hay requerimientos elevados en las juntas entre paneles sobre montantes y las juntas verticales en este caso se pueden realizar juntando los paneles a testa. No se permiten juntas verticales entre los montantes. En juntas horizontales en muros estructurales / arriostrantes debe procederse según descrito en la página 36. Los encuentros de paneles a testa sobre montantes así como las juntas emplastecidas o pegadas son soluciones estancas al aire y viento partiendo de una correcta instalación.



- 1 12,5 mm **fermacell** Vapor o panel fibra yeso **fermacell** + barrera de vapor
- 2 Montante de madera
- 3 Aislante
- 4 Panel de fibra yeso **fermacell** 12,5mm
- 5 Sistema SATE
- 6 Revestimiento (parte del sistema SATE)

Elementos de fijación

Los elementos de fijación deben cumplir los requerimientos mínimos para fijaciones de acero del tipo clavija definidos en el CTE teniendo en cuenta la clase de servicio (ver tabla 3.2 DB SE-M).

Sistemas de protección de la intemperie

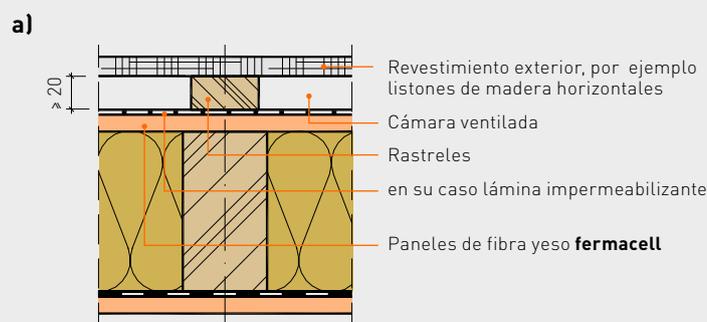
a) Fachada ventilada sobre panelado vertical o panelado horizontal con contrapanelado. La cámara ventilada debe tener un espesor mínimo de 30 mm según el CTE. Respetar el resto de indicaciones del CTE respecto a las fachadas ventiladas (DB HS).

b) Elementos de revestimiento de pequeño formato (por ejemplo listones, pizarra, cerámica, etc.) fijados sobre rastreles horizontales o verticales con lámina impermeable en la cara interior, cámara entre pared y revestimiento de ≥ 20 mm no ventilada

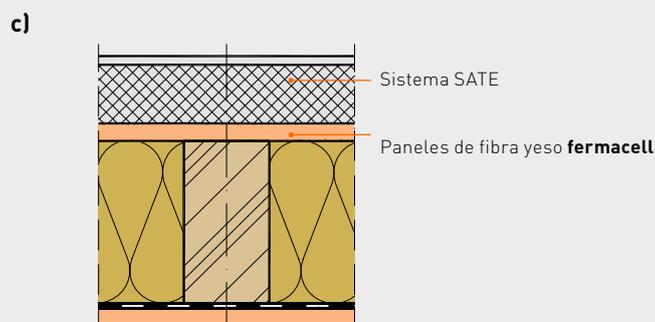
c) Sistema SATE compatible

d) Hoja exterior de ladrillo con 40 mm de cámara de aire y con aperturas de drenaje. Sobre el panelado exterior de la hoja interior

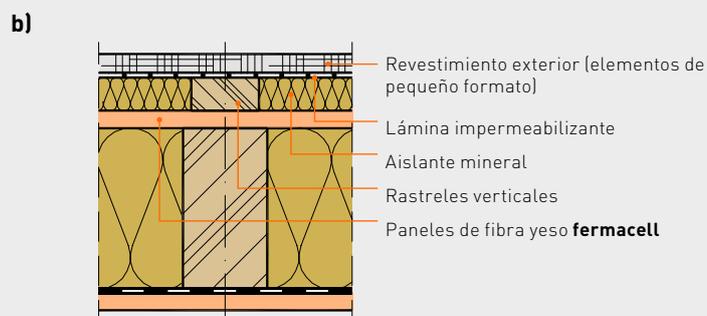
- lámina impermeabilizante transpirable; o
- aislamiento de poliestireno; o
- aislamiento de lana mineral con lámina exterior impermeabilizante (transpirable); o
- aislante apto para esta aplicación



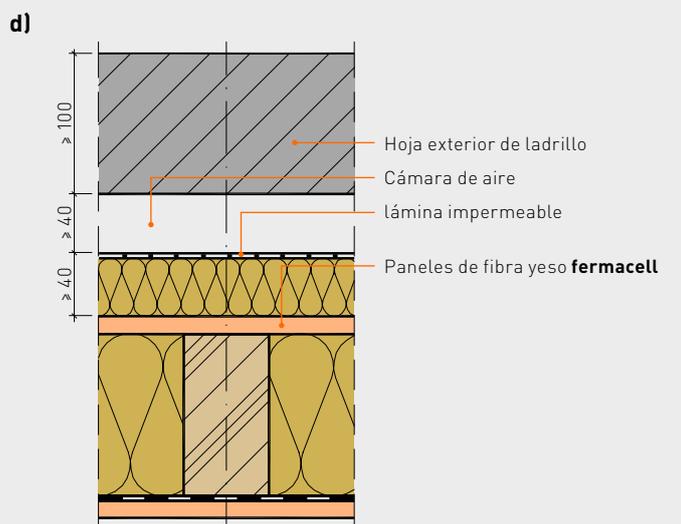
Protección duradera frente a la intemperie (cámara ventilada)



Protección duradera frente a la intemperie (sistema SATE)



Protección duradera frente a la intemperie (cámara no ventilada)



Protección duradera frente a la intemperie (hoja exterior de ladrillo)

2.11 Panelado exterior **fermacell** Powerpanel HD

fermacell Powerpanel HD – el panel estructural para exteriores

Los paneles **fermacell** Powerpanel HD reúnen las siguientes funciones en un cerramiento exterior en estructuras de entramado de madera:

- función estructural como elemento adicional portante y arriostrante
- protección duradera frente a la climatología con un sistema de revestimiento directamente aplicado
- protección temporal frente a la intemperie de hasta 6 meses en fase de obra - sin revestimiento (con el tratamiento de juntas HD)

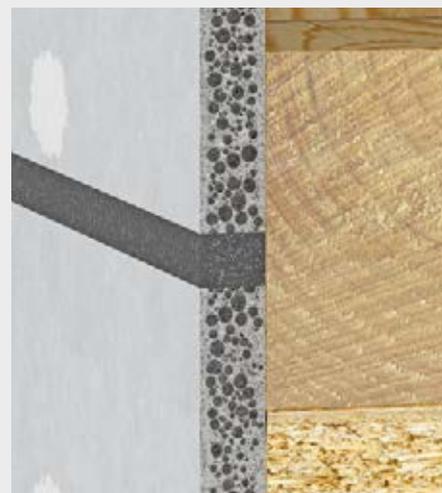
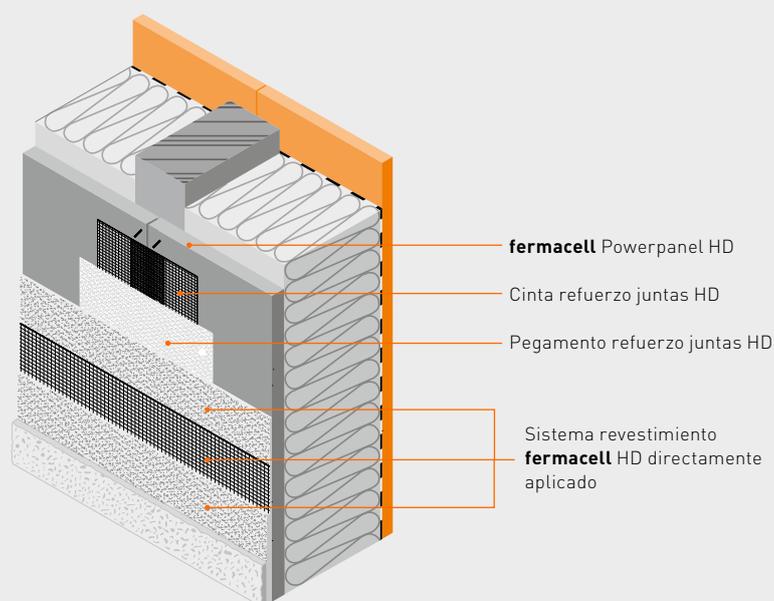
Los paneles **fermacell** Powerpanel HD son paneles sándwich en base a cemento y áridos aligerados (arcilla expandida en el núcleo y vidrio reciclado expandido en las capas superficiales) con fibras de vidrio de refuerzo. Los paneles se fabrican en 15 mm de espesor y 1000 mm / 2600 mm / 3000 mm x 1250 mm de dimensión.

Los paneles **fermacell** Powerpanel HD están cubiertos por la ETE 13/0609, que regula su uso como panel estructural en entramados de madera.

Propiedades fermacell Powerpanel HD	
Espesor	15 mm
Formatos	1000 x 1250 mm 2600 x 1250 mm 3000 x 1250 mm
Peso por superficie	approx. 15 kg/m ²
Densidad	950 ± 100 kg/m ³
Resistencia a flexión	> 3,5 N/mm ²
Resistencia a compresión (perpendicular al plano del panel)	> 6 N/mm ²
Módulo de elasticidad	4500 ± 500 N/mm ²
Clasificación reacción al fuego	A1
Difusibilidad al vapor de agua μ	40*
Conductividad térmica λ_R	0,30 W/(mK)
Humedad en equilibrio	approx. 7%

* Powerpanel HD con tratamiento de juntas y mortero ligero HD





Junta de dilatación en el canto de forjado. Protección frente a humedades mediante cordón elástico compresible de sellado.

Protección frente a la intemperie

Los paneles **fermacell** Powerpanel HD se emplean directamente como paneles de soporte para revocos en exteriores. Para garantizar la protección frente a la intemperie es necesario aplicar la técnica de juntas HD y un revoco compatible (por ejemplo el mortero ligero **fermacell** HD).

También son posibles otras protecciones frente a la intemperie, de forma análoga a los paneles de fibra yeso **fermacell** empleados en el exterior (ver página 67).

Técnica de juntas HD

- los paneles se juntan a testa sobre los montantes (ancho de junta 1 mm máximo)
- las juntas horizontales que no se ejecutan como junta de movimiento / dilatación también se realizan con las placas rejuntadas a testa
- sobre todas las juntas entre paneles se pega la cinta de refuerzo **fermacell** Powerpanel HD.
- a continuación se aplica el pegamento para sellado de juntas **fermacell** Powerpanel HD mediante rodillo sobre todo el ancho de la cinta de refuerzo.

- el pegamento de juntas **fermacell** HD también debe aplicarse sobre los elementos de fijación (solo dar ligeros toques)
- el pegamento de juntas **fermacell** HD sirve como protección provisional de la intemperie
- tiempo de secado del pegamento de juntas **fermacell** HD aprox. 24 horas (20 °C y 50 % HR)
- una vez seco, se puede aplicar el sistema de revoco

En el canto de forjado, donde se debe realizar una junta de dilatación horizontal corrida de aprox. 10 mm de ancho, es necesario aplicar un cordón precomprimido para el sellado hasta la colocación definitiva del perfil de remate para juntas entre forjados **fermacell**. Con ello se evita la filtración de humedades.

En el caso de que se prevea una exposición extrema a humedades en los 6 meses antes de la protección definitiva, recomendamos aplicar una imprimación hidrófuga adicional a los paneles.

Si los sistemas de protección a la intemperie alternativos no ofrecen una protección a la intemperie suficiente, debido a climatología adversa o interrupciones prolongadas de obra, recomendamos también emplear la técnica de juntas HD aún cuando para el estado final no sea necesaria.

Montaje

Secuencia de montaje

Por lo general el montaje de los elementos de entramado de madera se realiza de forma industrializada en las naves de las empresas de carpintería especializadas.

La secuencia del montaje está descrita en el capítulo 2.6.

A continuación se detallan las distancias de las fijaciones para entramados portantes de madera con función arriostrante. Los elementos de fijación no solo sirven para la fijación de los paneles, sino que sirven además para la transmisión de cargas del panel a la subestructura o viceversa.

Elementos de fijación

La fijación de paneles **fermacell Powerpanel HD** a los montantes de madera se puede realizar con los siguientes elementos de fijación, que deberán ser en todo caso de acero inoxidable:

- grapas
Diámetro $1,5 \leq d_n \leq 1,8$ mm,
ancho $b_r \geq 11,0$ mm y
penetración mínima $s = 12 \times d$

- clavos o clavos ranurados
Diámetro nominal $2,0 \leq d_n \leq 3,0$ mm,
diámetro cabeza $d_k \geq 4,6$ mm y
penetración mínima $s = 12 \times d$
- tornillos para madera
Diámetro $3,8 \leq d_n \leq 4,0$ mm,
diámetro cabeza $d_k \geq 7,0$ mm y
penetración mínima $s = 5 \times d$

Estas y demás especificaciones pueden extraerse de la ETE 13/0609.

Fijación

Para la fijación se emplean pistolas neumáticas. La presión debe regularse de forma que los elementos de fijación queden a ras de la superficie del panel.

Para la prefabricación automatizada se emplean puentes multifunción que realizan la fijación con clavos o grapas de forma automática. Con ello se garantiza una separación entre fijaciones y entre fijaciones y borde exacta.

Empleo estructural de los paneles **fermacell Powerpanel HD**

La distancia máxima entre las fijaciones a lo largo de los montantes es:

- $e_R = 150$ mm (montantes perimetrales y testeros)
- $e_M = 300$ mm (montante central)

(ver imagen 3 en la siguiente página)

Estas distancias máximas están definidas en el CTE y el EC5 para muros diafragma. Para otras aplicaciones (por ejemplo succión en sistemas SATE) deben ajustarse a lo requerido en cada caso.

La justificación estructural de los muros diafragma se realiza según CTE / EC5 (ver capítulo 1.2).

La distancia mínima de las grapas al borde de placa así como al borde del montante debe ser $a_{4,c} = 10 \times$ espesor del elemento de fijación (ver imagen 4).

La distancia mínima de los clavos (también clavos ranurados) al borde de las placas así como al borde de los montantes debe ser $a_{4,c} = 5 \times$ espesor del elemento de fijación (ver imagen 5).

Las grapas deben instalarse con un ángulo mínimo de 30° respecto a la orientación de las fibras. En caso contrario la resistencia debe minorarse (ver capítulo 2.4).



Imagen 1: Pistola para la fijación manual de grapas



Imagen 2: Puente para la fijación automatizada mediante grapas

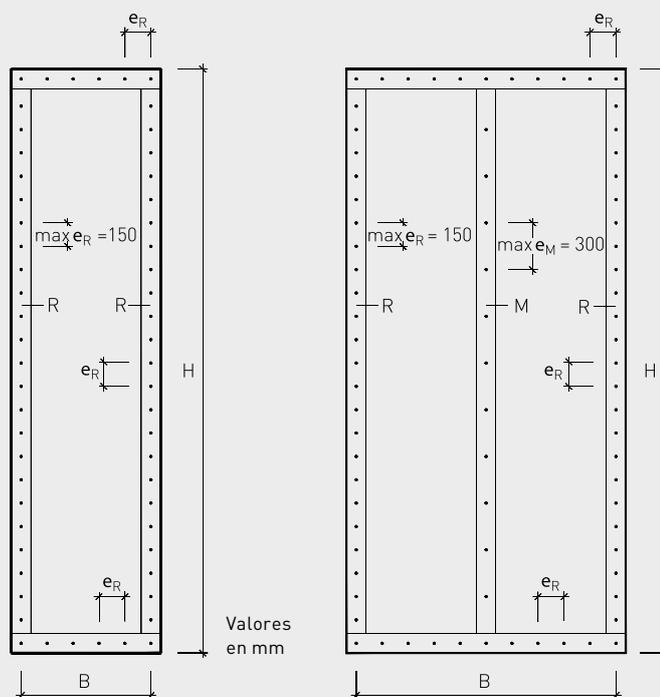
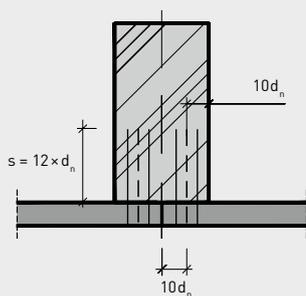
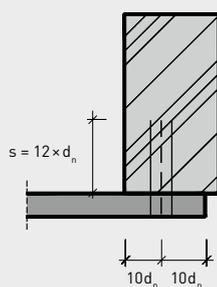


Imagen 3: Distancias máximas entre fijaciones para paneles **fermacell** Powerpanel HD (función estructural)

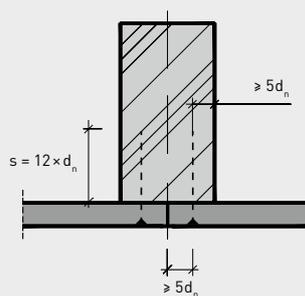
Encuentro de paneles



Bordes de panel verticales u horizontales



Encuentro de paneles



Bordes de panel verticales u horizontales

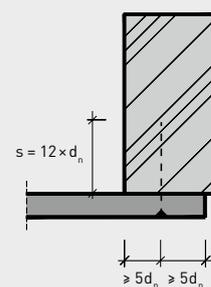


Imagen 4: Distancia a bordes mínima de grapas

Imagen 5: Distancia a bordes mínima de clavos

[Valores en mm]

Empleo no estructural de los paneles **fermacell** Powerpanel HD

Cuando no se requiere una función estructural normalmente se recurre a los paneles **fermacell** Powerpanel H₂O. El empleo de estos paneles en tabiquería, fachadas, soportales y falsos techos está detallado en el Orangebook (www.fermacell.es).

Aplicación de los accesorios HD que forman parte del sistema de protección a la intemperie

A continuación se detallan las propiedades y los consejos de aplicación de los elementos que componen el sistema de protección a la intemperie que se emplea sobre los paneles **fermacell Powerpanel HD** cuando éstos se emplean en el exterior como soporte para un revoco. Para mayor información sobre los productos recomendamos consultar las fichas técnicas correspondientes (www.fermacell.es).

Cinta para refuerzo y sellado de juntas HD

La cinta para refuerzo y sellado de juntas **fermacell HD** es autoadhesiva por una cara y cuenta con una franja central reforzada (40 mm) y tiene un ancho total de 120 mm.

Aplicación:

- retirar cinta de protección
- presionar la cinta de forma centrada con una llana lisa contra la junta entre paneles (paneles a testa) **1**
- solapes de la cinta mínimo 50 mm

Pegamento para sellado de juntas Powerpanel HD

El pegamento para el sellado de juntas **fermacell HD** es un pegamento mono-componente elástico que mantiene su elasticidad entre -20 ° y +70 °.

Consejos de aplicación

- sobre la cinta de refuerzo **fermacell HD** se aplica directamente el pegamento de refuerzo **fermacell HD** **2**
- aplicación mediante rodillo o brocha
- sobre todos los elementos de fijación que no hayan quedado cubiertos con el tratamiento de juntas anteriormente descrito se debe aplicar como mínimo una mano del pegamento de refuerzo **fermacell HD** **3**
- no aplicar con fuerte viento y exposición directa al sol
- proteger el pegamento aplicado de la lluvia, humedad extrema y heladas
- temperatura de aplicación y secado $\geq 5^\circ$ (ambiente y soporte)
- el pegamento de refuerzo **fermacell HD** se puede revestir después de un tiempo de secado de aprox. 24 horas, partiendo de una temperatura de 20 ° y una HR de 50 %.



Aplicación de la cinta para el refuerzo y sellado de juntas **fermacell HD**



Aplicación del pegamento para sellado de juntas **fermacell HD**



Aplicación puntual sobre elementos de fijación

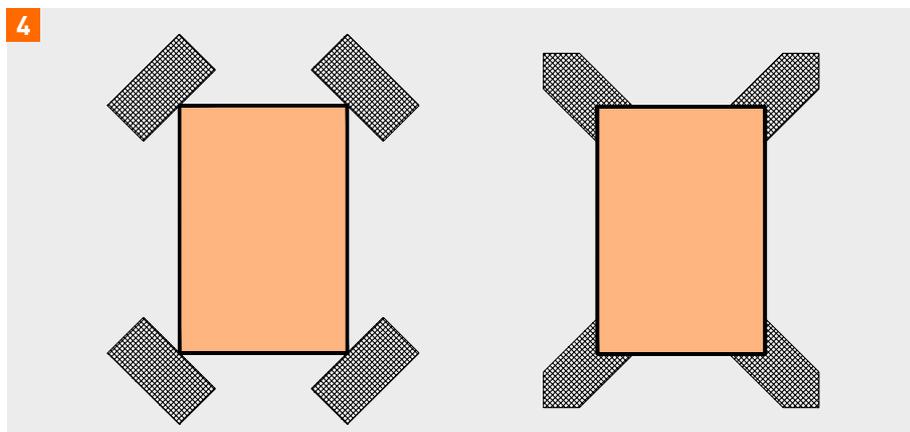
La reparación de daños de los paneles **fermacell Powerpanel HD** debidos a la manipulación o el montaje (por ejemplo pequeños desconches en las aristas) se realiza con el mortero ligero **fermacell HD**.

Aplicación de sistemas de revoco

A continuación se describe la aplicación del sistema de revoco con mortero ligero **fermacell** Powerpanel HD. Se pueden utilizar otros sistemas de revestimiento si se ha demostrado su compatibilidad, por ejemplo los sistemas de mortero de Baunit. Rogamos consultar con el fabricante sobre los productos recomendados y los pasos de instalación.

Sistema de revestimiento **fermacell** HD

- ejecución de las juntas según la página anterior
- para morteros que no sean de **fermacell** se debe aplicar una imprimación previa en la superficie de los paneles
- colocar las flechas de refuerzo Powerpanel* en las esquinas de los huecos de fachada (ventanas o puertas) sobre el mortero ligero **fermacell** HD previamente aplicado en las zonas correspondientes. **4**
- una vez secas las zonas reforzadas, el mortero ligero **fermacell** HD se aplica manualmente mediante una llana dentada de acero inoxidable o por máquina en toda la superficie. Debe respetarse un espesor de capa de 5-6 mm. **5**
- embebido de la malla de fibra de vidrio **fermacell** HD* en el tercio superior de la capa. Solape de malla mínimo 10 cm. Para garantizar el recubrimiento de la malla es posible aplicar una segunda capa de mortero sobre la malla embebida, con el mortero base todavía fresco. **6**
- Antes de interrumpir el trabajo se debe preparar la zona de solape de la malla retirando el mortero en un ancho de 100 mm en el borde que corresponda. **7**
- tiempo de secado: 1 día para el mortero ligero **fermacell** HD / 1 día por mm de espesor para otros morteros compatibles



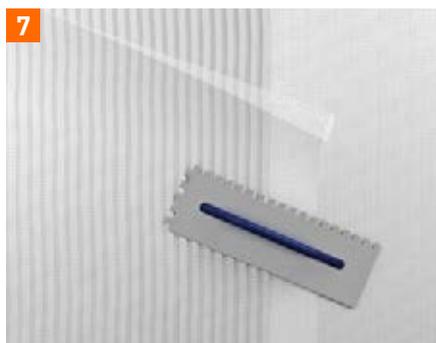
Refuerzo doble en esquinas de puertas o ventanas mediante recortes de la malla de refuerzo **fermacell** (300 x 600 mm) o flechas de refuerzo



Aplicación del mortero ligero **fermacell** HD de 5-6 mm de espesor (capa base)



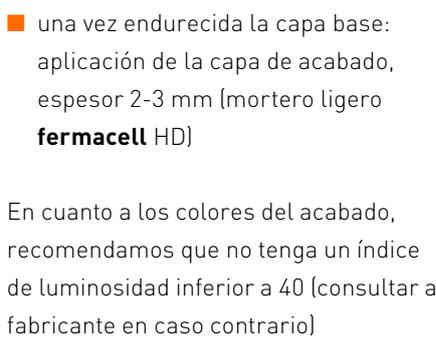
Aplicación de la malla de refuerzo **fermacell** HD sobre la capa base



Solape de la malla de refuerzo (mínimo 100 mm)



Aplicación de la capa de acabado (2-3 mm) del mortero ligero **fermacell** HD (o producto compatible) una vez seca la capa base

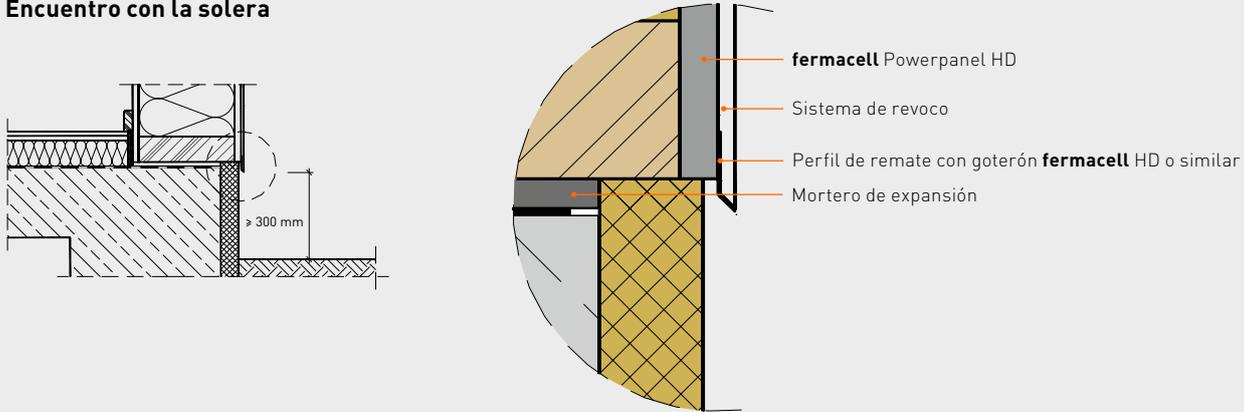


Alisado de la superficie mediante talocha (esponja)

* Es posible emplear elementos de refuerzo para sistemas de revoco / sistemas SATE de otros fabricantes que tengan la misma funcionalidad y las mismas características.

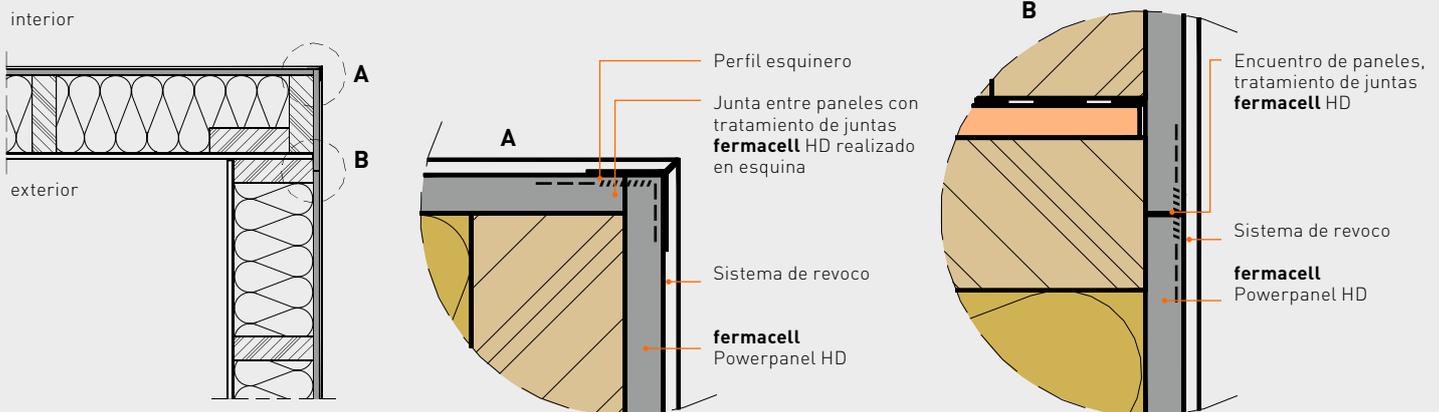
Detalles de encuentros

Encuentro con la solera

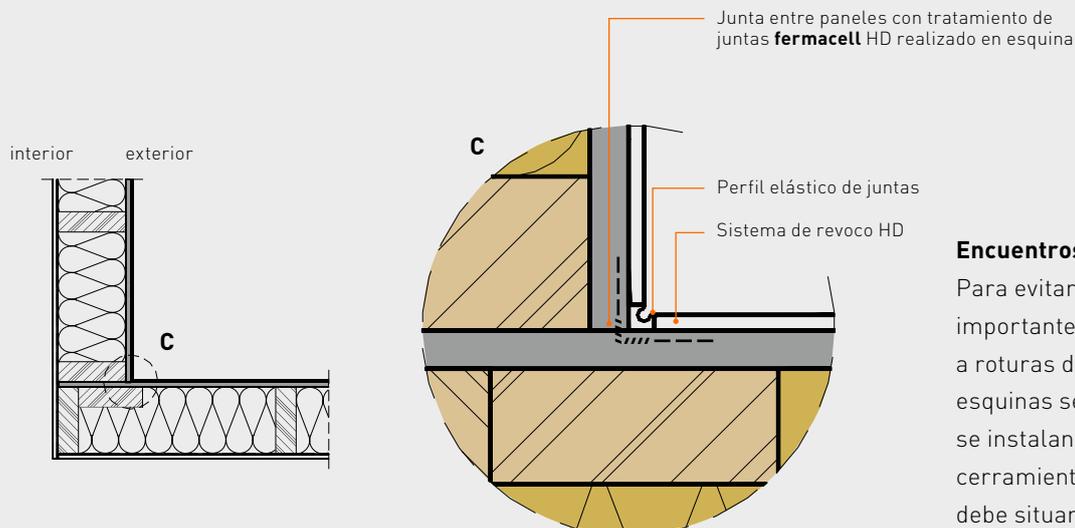


Encuentro de paneles **fermacell** Powerpanel HD en la zona del zócalo

Encuentros en esquinas



Ejecución de una esquina saliente con paneles **fermacell** Powerpanel HD

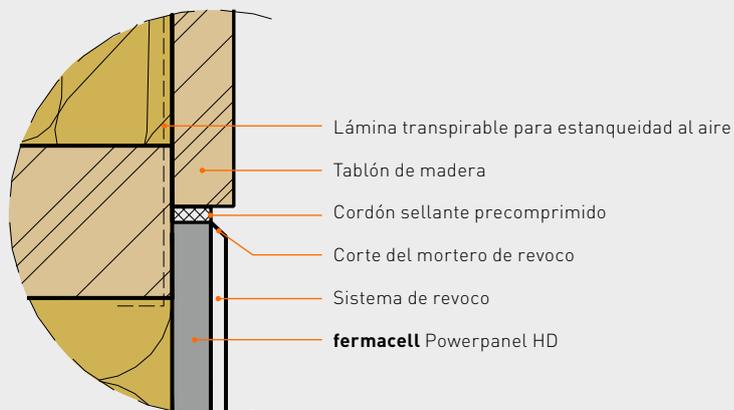
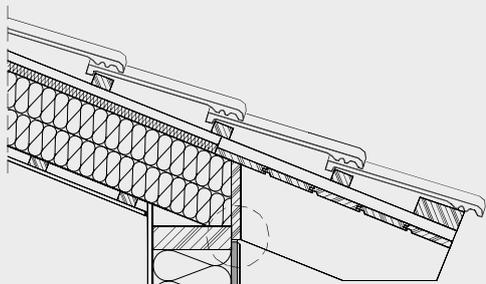


Ejecución de una esquina entrante (muro exterior) con paneles **fermacell** Powerpanel HD

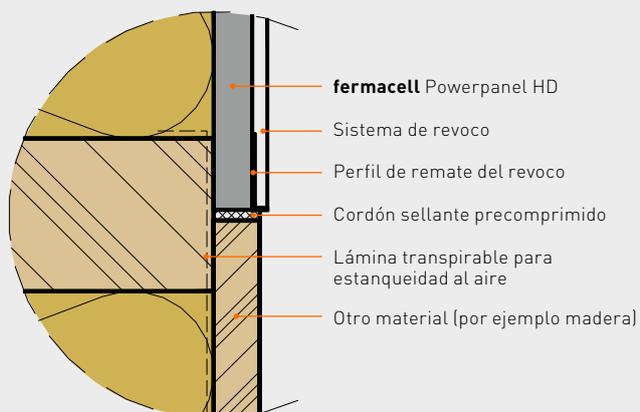
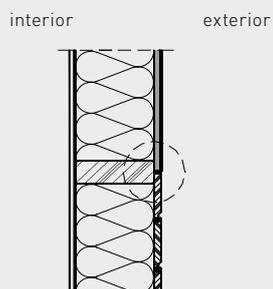
Encuentros en esquinas exteriores

Para evitar elementos con voladizos importantes de panelado susceptibles a roturas durante el transporte, en las esquinas se emplean tiras de panel que se instalan in situ para rematar el cerramiento. La junta entre paneles debe situarse contra un montante. En esquinas interiores la solución es equivalente en los paneles de fibra yeso.

Encuentro con cubiertas u otros materiales

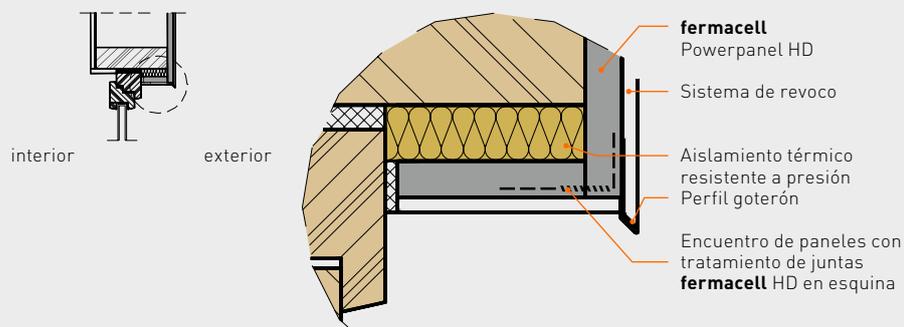


Encuentro de **fermacell** Powerpanel HD con cubierta

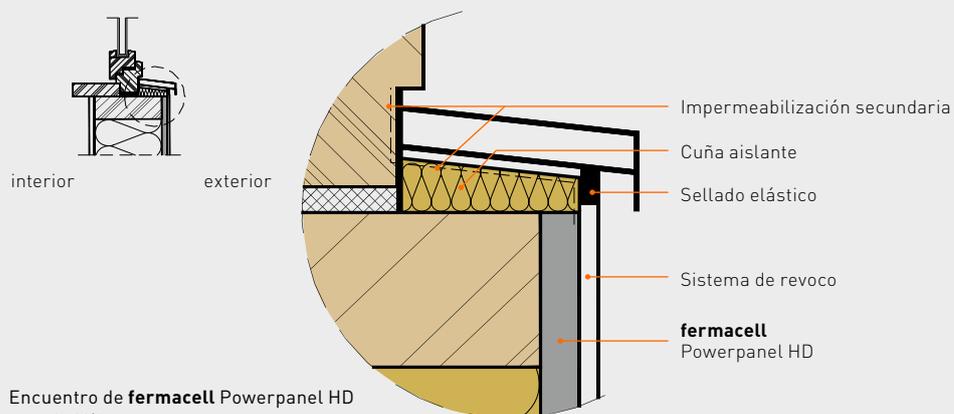


Encuentro de **fermacell** Powerpanel HD con otros materiales

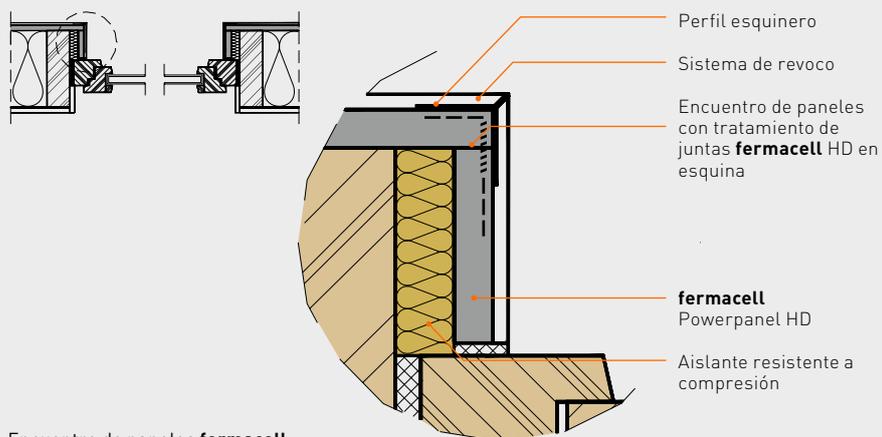
Encuentro con ventanas y puertas



Encuentro de paneles **fermacell** Powerpanel HD en la zona de dinteles de ventanas y puertas



Encuentro de **fermacell** Powerpanel HD con el alféizar

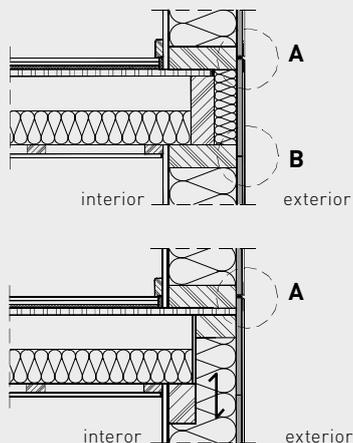


Encuentro de paneles **fermacell** Powerpanel HD en las jambas de ventanas y puertas

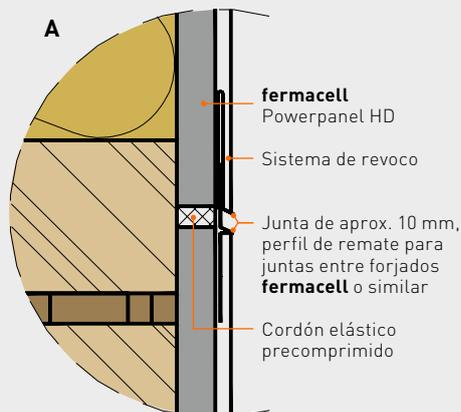
Encuentro de paneles en el canto de forjado

Variante 1 (clásica):

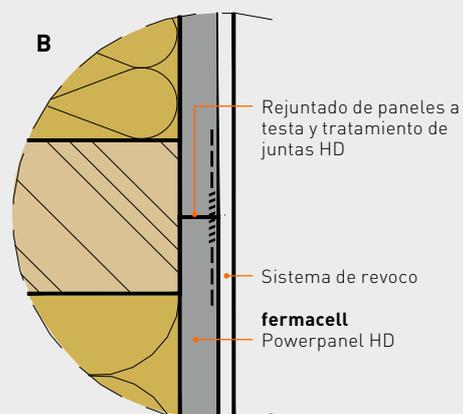
Panelado superior e inferior independiente + tira de panel (in situ)



Detalle de la junta de dilatación



Detalle del encuentro estándar de paneles (fijo)



Variante 2:

Panelado inferior solapado con el entramado superior

Secuencia de montaje de la variante 1 (clásica)



Imagen 1: Aplomado y alineación de los elementos de muro



Imagen 2: Montaje de la tira de paneles (sin fijación a testero superior), dejando junta superior.



Imagen 3: Tratamiento de juntas HD (ver detalle B) en junta y fijaciones



Imagen 4: Sellado de la junta con cordón de sellado precomprimido (ver detalle A)



Imagen 5: Fijación del perfil de remate (pieza superior) al elemento de muro superior mediante tornillos de acero inox.



Imagen 6: Inserción de la pieza inferior del perfil de remate respetando la distancia al perfil superior prevista (equivalde al ancho de juntas). La fijación de la pieza inferior se realiza únicamente mediante el mortero ligero **fermacell** HD. La pieza superior se trata con el pegamento para sellado de juntas **fermacell** HD como puente de unión para el mortero ligero **fermacell** HD.

3. Sistemas constructivos y prestaciones técnicas

3.1 Elementos estructurales

Entramados de madera. En interior

Denominación abreviada	Esquema	Espesor del tabique [mm]	Estructura de madera clase C24 según CTE (distancia entre montantes 600 mm)		Panelado
			Montantes [mm/mm]	Testeros [mm/mm]	
1 HT 25		130	60/80	60/80	2 x 12,5 mm fibra yeso
1 HT 24		116	60/80	60/80	18 mm fibra yeso
1 HT 35		220	2x60/80	2x60/80	2 x 15 mm fibra yeso
1 HT 22		170	38/140	38/140	15 mm fibra yeso

Entramados de madera. Cerramientos

Denominación abreviada	Esquema	Espesor del tabique [mm]	Estructura de madera clase C24 según CTE (distancia entre montantes 600mm)		Panelado
			Montantes [mm/mm]	Testeros [mm/mm]	
1 HG 41 ¹⁾		188,5	60/140	60/140	12,5 mm fibra yeso (interior) 2x18 mm fibra yeso (exterior)
1 HG 32		167,5	60/140	60/140	12,5 mm fibra yeso 15 mm Powerpanel HD

¹⁾ Si se trata de un cerramiento, el sistema requiere justificación térmica, a condensaciones y una protección exterior frente a la intemperie (por ejemplo sistema SATE).

²⁾ Fuego del exterior

³⁾ Fuego del interior

Aislante	Peso por superficie	Aislamiento acústico	Resistencia al fuego	Certificado resistencia al fuego
[mm/tipo*]	[kg/m ²]	[dB]		
60/LV	64	R _w = 51dB	REI 60 (Carga 24 KN/m)	3.2/14-045-2 MFPA
60/LV	53	s/e	REI 45 (Carga 24 KN/m)	3.2/14-045-3 MFPA
2x80/LR30	90	R _w = 68dB	REI 90 (Carga 38,4 KN/m)	3.2/14-045-4 MFPA
140/LR30	48	≥ 44	REI 60 (Carga 21,5 KN/m)	Chilt/RF11175

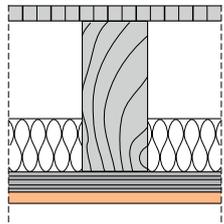
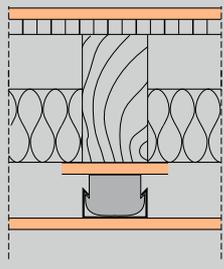
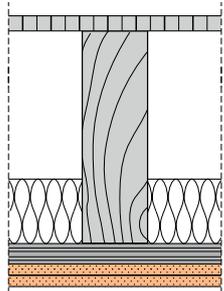
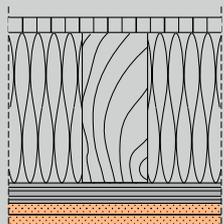
Aislante (lana mineral)	Peso por superficie	Aislamiento acústico	Resistencia al fuego	Certificado resistencia al fuego
Espesor [mm]	[kg/m ²]	[dB]		
140	70	R _w ≥ 66 dB	REI 120 --> ²⁾ (Carga 33,6 KN/m)	3.2/14-045-11 MFPA
140	53	R _w ≥ 66 dB	REI 45 --> ³⁾ REI 60 <--> ²⁾ (Carga 33,6 KN/m)	3.2/14-045-1 MFPA 3.2/14-045-5 MFPA

Paredes de carga de madera maciza

Denominación abreviada	Esquema	Espesor	Subestructura Construcción en madera	Panelado fermacell por lado	Aislamiento	
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]/ [kg/m ³]	
1 HTM 21		≥ 145 mm	≥ 120 mm (CLT - madera contralaminada)	12,5	-	
1 HTM 23		≥ 199 mm	≥ 120 mm (CLT - madera contralaminada) Perfiles omega 60 x 27 mm cada 600 mm	12,5	Aislamiento 40 mm (Lana de vidrio comprimida a 27 mm)	
1 HTM 31		≥ 180 mm	≥ 120 mm (CLT - madera contralaminada)	15 + 15	-	
1 HTM 32		≥ 145 mm	≥ 120 mm (CLT - madera contralaminada)	12,5	-	
1 HTM 33		≥ 199 mm	≥ 120 mm (CLT - madera contralaminada) Perfiles omega 60 x 27 mm cada 600 mm	12,5	Aislamiento 40 mm (Lana de vidrio comprimida a 27 mm)	
1 HTM 41		≥ 156 mm	≥ 120 mm (CLT - madera contralaminada)	18	-	
1 HTM 42		≥ 180 mm	≥ 120 mm (CLT - madera contralaminada)	15 + 15	-	

Carga vertical máxima según ensayo de resistencia al fuego	Peso superficial	Aislamiento acústico R_A	Resistencia al fuego (EN 13501-2)	Certificado resistencia al fuego
[kN/m]	[kg/m ²]	[dB]		
200	≥ 87	37 (según cálculo con la ley de masa, CTE)	REI 60	KB 3.2/16-279-3
200	≥ 87	≥ 37 (según cálculo con la ley de masa)	REI 60	KB 3.2/16-388-2
200	≥ 129	40 (según cálculo con la ley de masa, CTE)	REI 90	KB 3.2 15-369-4
120	≥ 87	37 (según cálculo con la ley de masa, CTE)	REI 90	KB 3.2/16-279-3
120	≥ 87	≥ 37 (según cálculo con la ley de masa)	REI 90	KB 3.2/16-388-2
120	≥ 100	38,2 (según cálculo con la ley de masa, CTE)	REI 120	KB 3.2 15-369-3
150	≥ 129	40 (según cálculo con la ley de masa, CTE)	REI 120	KB 3.2 15-369-4

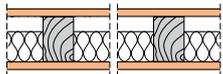
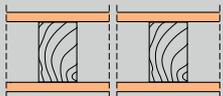
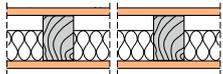
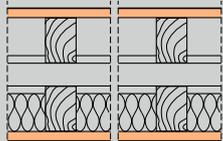
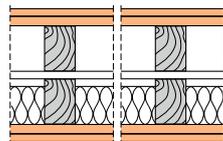
Forjados de madera con fermacell

Denominación abreviada	Esquema	Descripción	Panelado	Material	Lana mineral	Estructura	Subestructura
2 H 11		Forjado de vigas de madera y tablero superior, revestimiento con panelado simple inferior sobre subestructura metálica	1 x 10 (4 bordes afinados)	fibra yeso fermacell	Lana de vidrio 50 mm	Vigas de madera 170 x 70 cada 610 mm	Metálica (EN14195), 20 x 20 x 45 x 12
2 H 21		Forjado de vigas de madera y elemento de suelo fermacell superior (2 E 11) sobre tablero, falso techo fermacell	1 x 12,5 (4 bordes afinados)	fibra yeso fermacell	Lana de roca 100 mm, 30 kg/m ³	Vigas de madera 170 x 70 cada 610 mm	Metálica (EN14195), CD 60 x 27
2 H 35		Forjado de vigas de madera y tablero superior, falso techo panelado doble firepanel	2 x 15	fermacell Firepanel A1	Aislamiento de fibra de madera insuf- lado 100 mm	Vigas de madera 240 x 60 mm, S10, cada 700 mm	Metálica (EN14195), CD 60 x 27
2 H 41		Forjado de vigas de madera y tablero superior, falso techo panelado doble firepanel	2 x 15	fermacell Firepanel A1	Lana de roca 170 mm, 70 kg/m ³	Vigas de madera 170 x 70 cada 600 mm	Metálica (EN14195), CD 60 x 27

Distancia entre fijaciones (por capa)	Distancia subestructura secundaria	Distancia subestructura primaria	Distancia elementos de cuelgue	Resistencia al fuego (exposición desde el inferior)	Certificado de resistencia al fuego
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		
200	--	400	--	REI 30	2013-Efectis-R0156a 2013-Efectis-R0156b
200	375	700	1220	REI 60	2009-Efectis-R0895 2010-Efectis-R0988
200 (a perfil) 300 x 150 (a panel)	--	625	--	REI 90	KB 3.2/11-035-5
200 (a perfil) 300 x 150 (a panel)	400	925	925	REI 120	WFRGent 16397A/B

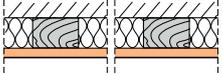
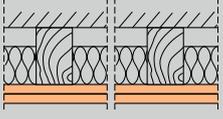
3.2 Elementos no estructurales

Tabiques

Denominación abreviada	Esquema	Espesor del tabique [mm]	Estructura de madera clase C24 según CTE		Paneles de fibra yeso fermacell por cada cara [mm]	Lana mineral Espesor/Densidad [mm]/ [kg/m³]	
			Montantes [mm]	Travesaños [mm]			
Panelado simple							
1 H 12		80	40/60 (e = 50 cm)	40/60	10 Información: con 12,5mm (e=60cm)	40/30	
		100	40/80 (e = 50 cm)	40/80			
1 H 13		119	38/89	38/89	15	Sin aislante	
1 H 22		112	38/87	38/87	12,5	70/35	
1 H 15		175	2 x 40/60 30mm de cámara de aire	2 x 40/60	12,5	60/30	
1 H 35		170	2 x 40/60	2 x 40/60	12,5 + 10	50/50	
		210	2 x 40/80	2 x 40/80			

Si no se indica lo contrario, las alturas máximas de los tabiques indicadas son válidas para un entreje de la subestructura de 625 mm y para la fijación de todas las capas de panel directamente a la subestructura. Es posible construir alturas superiores si se reduce el entreje de la subestructura. Alturas máximas en el caso de fijar las capas superiores independientemente de la subestructura bajo consulta.

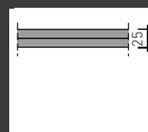
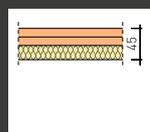
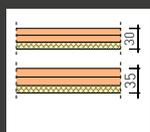
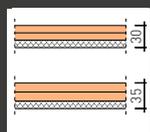
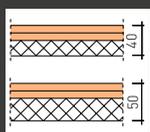
Trasdosados

Denominación abreviada	Esquema	Espesor del revestimiento [mm]	Estructura de madera clase C24 según CTE	Placas de fibra yeso fermacell en la cara vista [mm]	Lana mineral
					Espesor [mm]
3 WH 01		42,5	Madera 30/50	12,5	30
		52,5	Madera 40/60		40
		72,5	Madera 60/40		60
3 WH 02		52,5	Madera 30/50	12,5 + 10	30
		62,5	Madera 40/60		40
		82,5	Madera 60/40		60
		55	Madera 30/50	12,5 + 12,5	30
		65	Madera 40/60		40
		85	Madera 60/40		60

* La altura máxima de los trasdosados no está limitada a efectos de estabilidad, siempre y cuando esté debidamente fijado al soporte y éste tenga la resistencia suficiente. La altura máxima aquí indicada se refiere a la necesidad de una junta de dilatación a los 8 m.

Altura máxima del tabique (cm) Categoría de uso según CTE (ver tabla en apartado 6.10.1)		Peso por unidad de superficie	R_A	Resistencia al fuego	Certificado de resistencia al fuego
A, B, C1-C4, D	C3, C4, E, F	[kg/m ²]	[dB]		
310	310	32	$R_w = 44$	F 30-B (normativa DIN)	Evaluación técnica sobre la DIN 4102-4 (en España a nivel informativo)
410	410	34			
410	410	37	37	EI 30	WF 178772
410	410	40	42	EI 60	WF 14777A/B
310	310	41	$R_w = 57$	F 30-B (normativa DIN)	Evaluación técnica sobre la DIN 4102-4 (en España a nivel informativo)
410	410	69			
310	310	65	$R_w = 68$	F 90-B (normativa DIN)	Evaluación técnica sobre la DIN 4102-4 (en España a nivel informativo)
410	410	69			

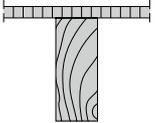
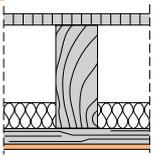
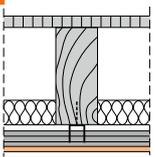
Altura máxima del trasdosado (cm)*	Peso por unidad superficie	Resistencia térmica del trasdosado (sin el soporte)
	[kg/m ²]	[m ² K/W]
800	16	0,87
	17	1,15
		1,71
800	28,5	0,90
		1,18
	29,5	1,74
800	31	0,91
		1,19
	32	1,74



2 E 13 (2 E 14)		2 E 31 (2 E 33)		2 E 32 (2 E 34)	2 E 35	Powerpanel TE
2 x 10 mm fibra yeso fermacell + 20 mm (+ 30 mm) EPS		2 x 10 [2 x 12,5] mm fibra yeso fermacell +10 mm fibra de madera		2 x 10 [2 x 12,5]mm fibra yeso fermacell +10 mm lana mineral	2 x 12,5 mm fibra yeso fermacell + 10 mm lana mineral	2 x 12,5 mm Powerpanel
Con tercera capa adicional (panel 10 mm)	Resto de casos	Con tercera capa adicional (panel 10 mm)	Resto de casos			
3KN	2KN	4KN	3KN	1KN	1KN	3KN
A-B	A-B	C-D*	A-B	**	**	A-B

Sistemas de solera seca fermacell sobre forjados de madera

Mejoras de aislamiento acústico aéreo y a ruido de impactos con elementos de suelo fermacell

Forjado bruto Tipología	Composición		Forjado bruto	Elemento de solera seca fermacell con trillaje 30 mm			Elemento de solera seca fermacell con trillaje 60 mm			
				2 E 31	2E31 con trillaje 30 mm	2 E 35 con trillaje 30 mm	2 E 31 con trillaje 60 mm	2 E 32 con trillaje 60 mm	2 E 35 con trillaje 60 mm	2 E 22 con 20 mm FM* con trillaje 60 mm
Vigas de madera vistas										
1 	22 mm panel madera conformada 220 mm viga	$L_{n,w}$ [dB]	90	81	63	58	61	55	53	56
		R_a [dBA]	27	41	54	57	59	60	62	62
Vigas de madera revestidas (rastreles)										
2 	22 mm panel madera conformada 220 mm viga 50 mm aislamiento 30 mm rastreles (a cada 333 mm) 10 mm panel fibra yeso fermacell	$L_{n,w}$ [dB]	78	72	63	61	61	-	57	62
		R_a [dBA]	38	46	52	55	56	-	59	56
Vigas de madera revestidas (falso techo acústico)										
3 	22 mm panel madera conformada 220 mm viga 50 mm aislamiento 30 mm subestructura falso techo (clips y perfiles), a cada 333 mm 10 mm panel fibra yeso fermacell	$L_{n,w}$ [dB]	62	53	42	41	39	38	37	39
		R_a [dBA]	53	59	66	67	71	70	70	72

* Fibra de madera Steico Therm o equivalente

Más información sobre la solera seca fermacell, su aplicación
y las combinaciones posibles para conseguir mejoras acústicas:

online en www.fermacell.es

■ Catálogo integral fermacell: Orangebook capítulo 4 (instalación) y capítulo 6.10 (prestaciones)





Accesorios para el aislamiento acústico bajo solera seca **fermacell**



Contenido	Descripción	Referencia	EAN 40 0 7548 ...	Saco/ palet	Consumo
Granulado de aislamiento acústico					
15 l (22,5 kg)	Granulado especial seco de alta densidad, elevada capacidad de aislamiento acústico, para rellenar los elementos de trillaje fermacell. Densidad aprox. 1500 kg/m ³	78013	... 00238 7	48	2 sacos/m ² (trillaje 30mm)
					4 sacos/m ² (trillaje 60mm)



Espesor	Descripción	Referencia	EAN 40 0 7548 ...	Formato/ mm	Paletización	
					Stück	m ²
Trillaje para aislamiento acústico						
30 mm	Panel de celdas (trillaje) para el relleno con el granulado acústico fermacell , sistema de elevado aislamiento acústico	79036	... 00237 0	1500×1000	30	45
60 mm		79038	... 00250 9	1500×1000	15	22,5

Farmacell Spain S.L.U.

Barrio La Estación s/n
39719 Orejo - Cantabria,
España

www.farmacell.es

farmacell[®]

Bajo reserva de modificaciones técnicas:
Edición 01/2018.

La edición válida será siempre la última actualización. Consultar fe de erratas en la página web www.farmacell.es. Si desea más información no incluida en el presente folleto, no dude en ponerse en contacto con nosotros.