



la construcción inteligente

GUÍA TÉCNICA

V1.1

Índice

1	INTRODUCCIÓN	4
2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO	5
3	PROPIEDADES DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO	6
3.1	Construimos con la naturaleza	6
3.2	El confort es la fuente de un ambiente agradable	6
3.3	El tiempo es oro	6
3.4	Quien ahorra, gana a la vez	6
3.5	Sea Usted mismo	6
3.6	El Sistema Constructivo ECO HAUS® convence:	6
4	DESDE 1956 HASTA LA ACTUALIDAD	7
5	DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS	9
5.1	Panel ECO HAUS y sus propiedades	9
6	RESUMEN DE LOS PRODUCTOS	10
7	PROPIEDADES TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS	13
7.1	Paneles ECO HAUS WS	13
7.2	Paneles ECO HAUS WSD	14
7.3	Paneles ECO HAUS WS-EPS	15
7.4	Paneles ECO HAUS para jambas, dinteles y alféizares	16
7.5	Clips - constructivos de acero	17
7.6	Paneles para tabiques	18
7.7	Armaduras de refuerzo	19
7.8	Piezas prefabricadas para forjados	20
7.9	Paneles para encofrar forjados ECO HAUS WSL	21
8	PROPIEDADES AISLANTES TÉRMICAS DE LOS MUROS	22
8.1	Comportamiento térmico	22
8.2	Aislamiento térmico. Cálculos de transmitancia.	22
8.3	Resultados de los muros calculados según UNE EN 73 0540, STN 73 0540, UNE EN ISO 13788, UNE EN ISO 6946	24
8.4	Requisitos CTE DB HE1.	25
8.5	Condensación.	26
8.5.1	..... a) Grosor de poliestireno expandido de 100 mm	26
8.5.2	..... b) Grosor de poliestireno expandido de 120 mm	27
8.5.3	..... c) Grosor de poliestireno expandido de 150 mm	27
8.5.4	..... d) Grosor de poliestireno expandido de 180 mm	27
9	PROPIEDADES ACÚSTICAS DE LOS MUROS	28
10	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	30
10.1	Las Euroclases	30
10.2	La resistencia al fuego	30
11	COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE PANELES ECO HAUS.	31
11.1	Muro de carga perimetral	31
11.2	Muro de carga interior como divisor de sector de incendio	32
11.3	Muro de carga interior dentro del área de incendio	32
11.4	Construcciones del forjado	32
11.5	Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio	32
12	EVALUACIÓN DE LOS MUROS	34
12.1	Determinación orientativa de la soportabilidad del núcleo del hormigón del muro para un máx. de 40% de abertura de puertas y ventanas	34
12.2	Dimensiones estáticas previas de las edificaciones del hormigón forrado por el exterior	35
13	COMPOSICIONES RECOMENDADAS DE LOS MUROS	36
14	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA CONSTRUCCIÓN	38
15	AUSENCIA DE PUENTES TÉRMICOS	38
16	INERCIA TÉRMICA.	39
17	RESPIRACIÓN ACTIVA.	40
17.1	La importancia de la calidad del aire interior	40
17.2	La construcción saludable	40
17.3	Ausencia de condensaciones	40
18	CONSTRUCCIONES VERTICALES NO PORTANTES	41

19	TABIQUERÍAS SIMPLES	41
20	CONSTRUCCIONES HORIZONTALES ECO-HAUS	42
20.1	DESCRIPCIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES DEL FORJADO	42
20.1.1	..... Forjado de piezas prefabricadas para encofrados perdidos	43
20.1.1.1	Para crear un forjado unidireccional de hormigón armado in situ:	43
20.1.1.2	Para crear un forjado monolítico reticular de hormigón armado (piezas no estándar):	43
20.1.1.3	Forjados de paneles encofrados del tipo WSD 35 como encofrado perdido para la formación de un forjado monolítico de hormigón armado	43
20.2	EVALUACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES HORIZONTALES (FORJADOS, BALCONES)	44
20.2.1	..... FORJADOS	44
20.2.2	..... BALCONES	47
20.3	REHABILITACIONES DE LOS FORJADOS	49
20.3.1	..... EL PROCESO DE MONTAJE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL FORJADO:	50
21	NORMAS PRINCIPALES Y PROCESO DE LA CONSTRUCCIÓN	51
21.1	CONSTRUCCIONES VERTICALES	51
22	CONSTRUCCIONES HORIZONTALES	58
23	HORMIGONADO DE LAS CONSTRUCCIONES PORTANTES	62
23.1	NORMAS DE EJECUCIÓN	62
23.2	INSTRUCCIONES PARA HORMIGONAR LOS MUROS	63
23.3	INSTRUCCIONES PARA HORMIGONAR LOS FORJADOS	64
23.4	JUNTAS DE MOVIMIENTO	65
23.5	BARRERAS ANTIHUMEDAD.	65
24	MEDIOS DE LA OBRA	66
24.1	HERRAMIENTAS	66
24.2	COMPOSICIÓN CORRECTA DE LA CUADRILLA	67
24.3	RECEPCIÓN Y ACOPIO DE LOS PANELES EN LA OBRA	67
25	DETALLES CONSTRUCTIVOS	68
25.1	UNIÓN DE LOS MUROS DEL SISTEMA ECO HAUS A LAS ZONAS DE BASE (CIMENTACIÓN) SIN SÓTANO	68
25.2	UNIÓN DE LOS MUROS DEL SISTEMA ECO HAUS A LAS ZONAS DE BASE – - CIMENTACIÓN - CON SÓTANO	68
25.3	TERMINACIÓN DEL TEJADO EN EL ALERO	69
25.4	TERMINACIÓN DEL TEJADO EN EL MURO DE FRONTÓN	69
26	MUROS FONOABSORBENTES	70
26.1	PANEL FONOABSORBENTE ECO HAUS	70
26.2	BARRERAS FONOABSORBENTES	71
27	ENCOFRADO DE TABICAS	73
27.1	ENCOFRADO DE TABICAS PARA FORJADO SOBRE MURO DE FÁBRICA	73
27.1.1	..... FORMA DE EMPLEO:	73
27.1.2	..... EL MÉTODO DE LA COLOCACIÓN DE LOS PANELES ECO HAUS DE TABICA	74
27.2	ENCOFRADO DE ZUNCHO SOBRE MURO DE FÁBRICA	75
27.2.1	..... Forma de empleo:	75
27.2.2	..... Método de colocación de los paneles de zunchos ECO-HAUS	76
28	ACABADOS INTERIORES	77
28.1	Placas de cartón yeso	77
28.2	Yeso	77
29	ACABADOS EXTERIORES	78
29.1	Muros enterrados	78
29.2	Morteros	78
29.3	Características generales de los morteros	78
29.4	Revestimientos monocapa	79
29.4.1	..... Preparación y puesta en obra.	79
29.4.2	..... Aplicación de los morteros monocapa.	80
29.4.3	..... Consideraciones de tipo general sobre morteros monocapa.	80
29.4.4	..... Consideraciones particulares de morteros sobre conglomerado madera cemento	80
30	DEPARTAMENTO TÉCNICO DE ECO HAUS	81
30.1	Supervisión de proyectos	81
30.2	Control de obras	81
30.3	Formación de personal	81

1 Introducción



Los paneles de conglomerado de madera y cemento (CMC) se fabrican en Europa desde hace más de 50 años. En su fabricación se utiliza un 89 % de materias primas naturales, principalmente virutas de madera mezcladas con cemento, agua y silicato. La tecnología de su fabricación, y las décadas de experiencia hacen al sistema de construcción **Eco Haus** único e inconfundible.



❖ El sistema de construcción ECO HAUS tiene las siguientes características:



1. Versátil. Los paneles son válidos para cualquier tipo de construcción, muros de sótano, cerramientos de fachada, forjados, encofrados aislantes, absorbente acústico, protección frente al fuego, protección frente a explosiones...



2. Fácil de trabajar. Las propiedades mecánicas de los paneles son similares a las de la madera, pudiéndose utilizar cualquier herramienta de carpintería. Sobre el CMC se puede clavar o atornillar con facilidad, pudiendo formar complejas estructuras de hormigón con facilidad.



3. Resistente al fuego. Los paneles poseen una clase de reacción al fuego Euroclase B-s1, d0 y los muros en bruto tienen una resistencia al fuego que oscila de REI 30 a REI 120 dependiendo del espesor de hormigón. El muro revestido en ambas caras posee una resistencia al fuego mayor, dependiendo del tipo de muro puede ser de REI 180 o superior.



4. Aislante térmico. Los paneles son aislantes, con una conductividad térmica muy baja ($\lambda=0,11$ [W/mK]), al añadir una lámina de material aislante, mejoramos aún más el aislamiento del muro, alcanzando unas cualidades térmicas excelentes.



5. Aislante acústico. El panel es un absorbente acústico en la gama de altas frecuencias, mientras que la elevada masa del hormigón del muro se comporta excelentemente en la gama de bajas frecuencias, el efecto combinado de los dos materiales permite que el muro alcance valores excelentes de aislamiento acústico.

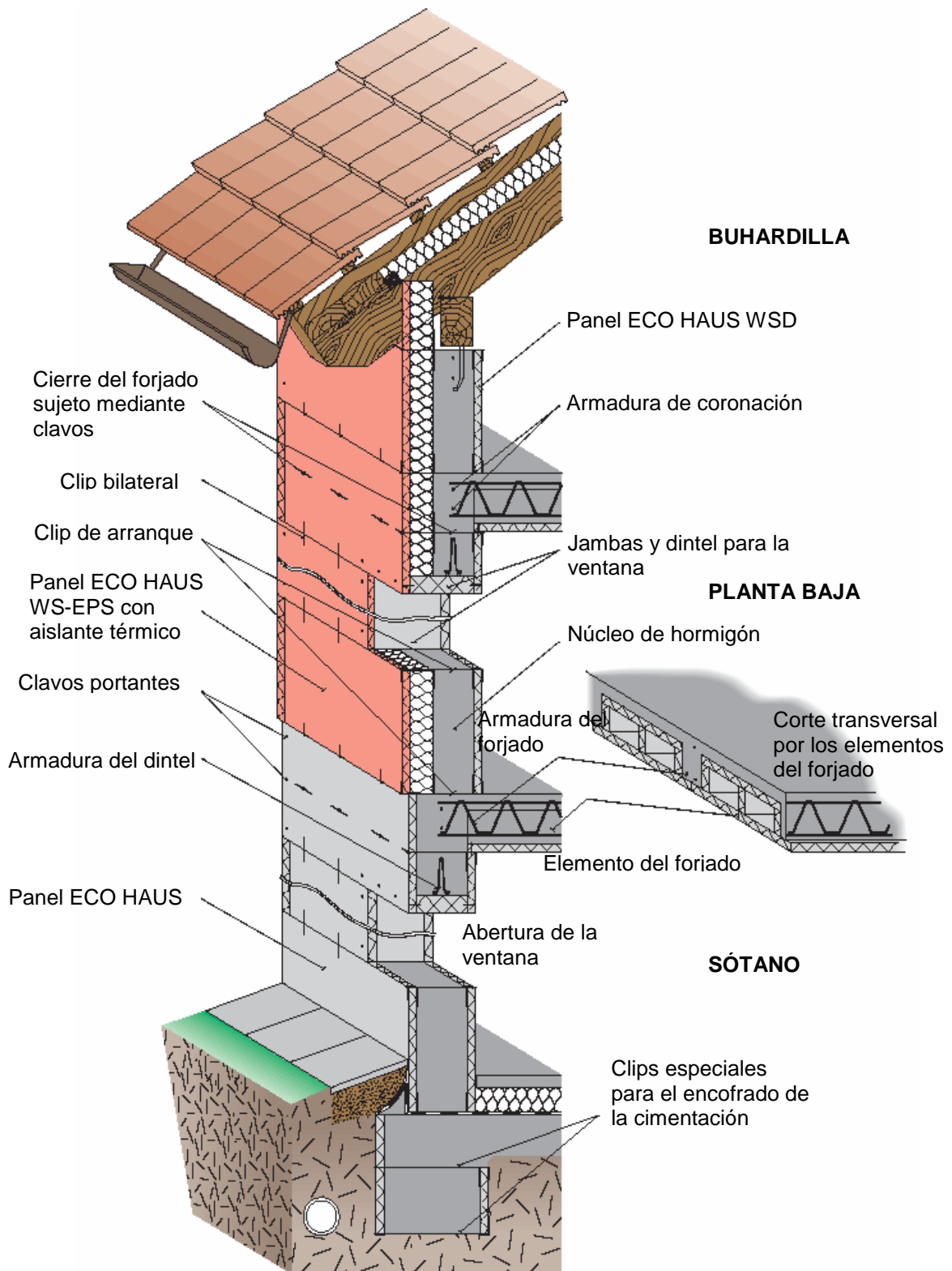


6. Resistente a las condiciones climáticas. Las virutas al estar revestidas con cemento Pórtland forman una estructura estable, compacta, resistente y duradera, a la vez que su estructura alveolar permite un buen comportamiento térmico, absorbente acústico. El material es resistente al agua, al hielo y a la humedad, es transpirable e inofensivo, respondiendo a todos los principios de bioconstrucción.



7. Buena base para los enlucidos. El muro proporciona una superficie sólida y continua para los acabados interiores. Los tableros de cartón yeso se pueden aplicar directamente en cualquier punto del muro. El duro y sólido material a base de cemento del que se componen proporciona un soporte ideal para los revocos de mortero y cualquier otro tipo de acabado.

2 Descripción del sistema constructivo



3 Propiedades del sistema constructivo

3.1 Construimos con la naturaleza

En los últimos tiempos, nuestra sociedad se ha visto inmersa en un desarrollo urbanístico-constructivo muy elevado, en el que día a día se ve reflejado el interés del hombre por la naturaleza, contemplado así en un ambiente natural lleno de exigencias respecto a su vivienda. En la producción del elemento básico del Sistema Constructivo ECO HAUS®, los paneles de viruta de madera y cemento, están reflejadas las principales normas ecológicas. La tecnología de producción utiliza materiales naturales (madera y cemento), enérgicamente sin pretensiones, no se produce ninguna emisión o materiales de desecho que pudieran poner en peligro nuestro medio ambiente. El Sistema Constructivo ECO HAUS® destaca por su gran aislamiento térmico, sin generar puentes térmicos, ahorrando energía al calentar, o bien refrescar, la construcción terminada. Ambas propiedades cumplen con las exigencias de ahorro de los recursos energéticos. Los materiales naturales utilizados y el sistema ecológico garantizan una vivienda sana y confortable.

3.2 El confort es la fuente de un ambiente agradable

La construcción del sistema ECO HAUS® establece la unión perfecta de dos propiedades: aislamiento térmico e inercia térmica. Gracias a ellas, en verano de forma pasiva se acumula un frescor agradable y en el invierno, al contrario, un calor necesario. La capacidad de absorber el ruido exterior molesto y la alta protección frente al fuego, junto a las propiedades anteriormente dichas, crea una vivienda cómoda y confortable.

3.3 El tiempo es oro

El montaje del sistema constructivo ECO HAUS® es sencillo y preciso, de fácil manipulación (sólo el 20 % del coste del muro es trabajo manual). El uso de maquinaria es mínimo gracias a la rapidez de la construcción. Además, la construcción es posible realizarla con temperaturas de -5°C. La rapidez es uno de los factores más importantes para la valoración de las ventajas de este sistema, por lo cual, en el cálculo final su uso se justifica económicamente.

3.4 Quien ahorra, gana a la vez

Las inversiones en el sistema constructivo ECO HAUS® se devuelven, doblemente, primero en la propia obra de construcción, donde el coste en transporte es bajo, la mínima necesidad de superficies de almacenaje y de mano de obra agilizan la puesta en obra, y además se produce un importante ahorro de los materiales ya que apenas se producen desperdicios, segundo, se ahorra una vez terminada la construcción, dónde se consigue un importante ahorro energético reduciendo al mínimo los costes de calefacción o refrigeración.

3.5 Sea Usted mismo

Los paneles ECO HAUS® se trabajan tan fácilmente como la madera, se pueden cortar, atornillar sin tacos, clavar, fresar, taladrar... La casa construida con la tecnología ECO HAUS® permite la originalidad, porque este sistema constructivo le da la oportunidad de realizar todas sus ideas sin ninguna limitación. El arquitecto y el delineante pueden aprovechar toda su imaginación para proponer soluciones originales a las construcciones.

3.6 El Sistema Constructivo ECO HAUS® convence:

- ✓ ARQUITECTOS – con la versatilidad del uso y posibilidades de diseño.
- ✓ INVERSORES – por el rendimiento económico de las construcciones.
- ✓ CONSTRUCTORES – por su rapidez de construcción y el ahorro en medios auxiliares.
- ✓ CLIENTE FINAL – por sus bajos gastos de energía y por el confort del usuario en una vivienda ecológica

4 Desde 1956 hasta la actualidad

En el año 1956 en Austria es donde surgió la empresa VELOX-WERK GMBH, Don Franz Steiner, su fundador, implantó la idea de fabricar paneles de encofrado perdido aislante para utilizarlos en la construcción. Hoy en día, este sistema se utiliza junto con una tecnología perfecta para fabricar el sistema constructivo ECO HAUS®, el cual es aplicable en todo tipo de construcciones. Actualmente en Austria viven más de 60 mil familias en las construcciones realizadas con el Sistema Constructivo ECO HAUS®, este número aumenta en más de 2.000 cada año. Con la tecnología ECO HAUS® no sólo se construyen casas unifamiliares o edificios en altura, sino que también cualquier construcción de ámbito urbano, empezando por los edificios comerciales, administrativos, escuelas, centros deportivos, hoteles, construcciones industriales y agrícolas y terminando con barreras acústicas contra el ruido. Con el tiempo el sistema constructivo ECO HAUS® se extendió fuera del área de Austria, así que los establecimientos licenciados para la fabricación de los paneles ECO HAUS® se encuentran en Japón, Bulgaria, Irán, Indonesia y Venezuela. En el año 1995 la empresa austriaca VELOX -WERK GMBH creó también en la República Checa un establecimiento licenciado para fabricar, llamado ECO HAUSWERK s.r.o., Hranice. Desde el año 2003 también en España se ha construido con el sistema ECO HAUS® una serie de construcciones interesantes. Algunas de ellas presentamos en estas páginas.



1. Casa unifamiliar, Madrid
2. Edificio 15 viviendas, Aracena, Huelva
3. Casa unifamiliar, Port de Soller, Mallorca
4. Edificio Gratz, Austria
5. Residencia 3ª edad, Brno, Chequia



6.



7.



8.



9.



10.



11.



12.



13.



14.



15.

- 6. Barrera fonoabsorbente, autopista Gratz, Austria
- 7. Barrera fonoabsorbente, autopista Gratz, Austria
- 8. Casa unifamiliar, Chequia
- 9. Casa unifamiliar, Castellar del Vallés, Barcelona
- 10. Banco CS Sportelna, Mikulov, Chequia

- 11. Edificio de viviendas, Brno, Chequia
- 12. Residencia para 3ª edad, Krnov, Chequia
- 13. Vivienda unifamiliar, Modrice, Chequia
- 14. Vivienda unifamiliar, Valtice, Chequia
- 15. Vivienda unifamiliar, Znojmo, Chequia

5 DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS

5.1 Panel ECO HAUS y sus propiedades

El elemento básico del Sistema Constructivo es el panel ECO HAUS® de viruta de madera y cemento. La materia prima para su elaboración es madera rolliza de coníferos, la llamada viruta de madera, de la cual, un 89 % está conformado el panel.



Los otros componentes son el cemento, que asegura la firmeza y coherencia de los paneles y silicato, que estabiliza al panel contra humedad y aumenta su resistencia contra los mohos y roedores.

Los paneles ECO HAUS® asumen las propiedades de la madera, así que son muy manejables, es posible cortarlos, taladrarlos, unirlos con clavos, fresar, atornillar sin tacos, adherir con colas, etc.

La porosidad de la superficie asegura una estupenda unión con los enlucidos y con el hormigón, como también perfectas propiedades amortiguadoras, absorbentes y aislantes del ruido.

Los paneles ECO HAUS® son higiénicamente inocuos y su resistencia contra el fuego es muy alta (según el Certificado CE de Conformidad el panel pertenece a la clasificación B-S1, d0).

Las propiedades aislantes del panel ECO HAUS® en unión con el material aislante térmico (poliestireno) se multiplican.

Los paneles ECO HAUS® se fabrican en un surtido amplio según los requisitos de aislamiento térmico y acústico del tipo de construcción.

La uniformidad del sistema constructivo está garantizada debido a su propia fabricación de los elementos para los forjados, para los tabiques, clips especiales de unión para la construcción del encofrado y de las vigas de acero para los forjados. La oferta se amplía con los productos de uso especial para las barreras contra el ruido (fonoabsorbentes).

Todo el proceso de fabricación está asegurado, existe un control continuo del cumplimiento de la tecnología de fabricación de los paneles, la salida de las medidas, firmeza de los paneles y todos los parámetros normativos. Los paneles deben ser rectangulares, con cantos y esquinas enteras y no desmoronadas, su ancho, longitud y espesor debe estar dentro de las tolerancias de las normativas. La tecnología probada de la fabricación junto con el control consecuente asegura una alta calidad de los paneles, y por tanto de la calidad final de la obra.

Los productos Eco Haus cuentan con **Certificado CE de Conformidad**, y anualmente se realiza con el fabricante el control de los productos según la normativa, la llamada inspección sobre el producto certificado.

6 Resumen de los productos

SISTEMA DE MUROS



Sistema de muros. Con este sistema se construyen no sólo los muros de casas unifamiliares sino también de edificios colectivos en altura. La ventaja del sistema está en ofrecer en una sola puesta la estructura y un excelente aislante térmico y acústico, resistente a las acciones sísmicas.

FORJADOS



Las placas de forjado Eco Haus, presentan la principal ventaja de aunar aislamiento, resistencia y velocidad de ejecución.

Se fabrican a la medida y sirven de bovedilla para la construcción de forjados in situ.

CIERRES DE FORJADO

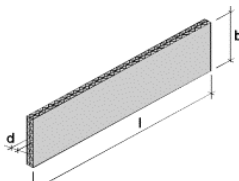
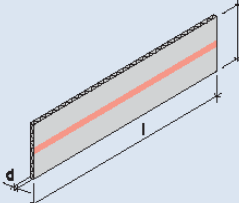
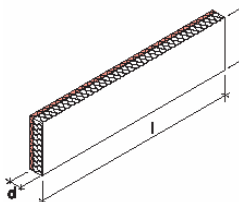
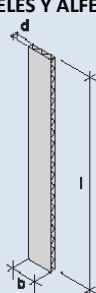
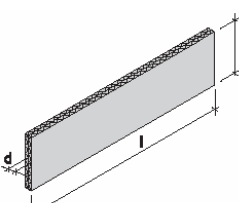


El cierre de forjado es una solución económica y práctica para evitar el puente térmico en los forjados. El cierre de forjado ofrece en él mismo el encofrado, el aislante térmico y supone una buena base para enlucido.

PANELES ACÚSTICOS

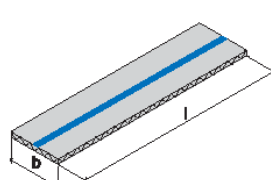
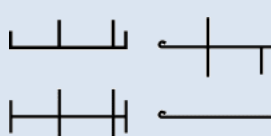
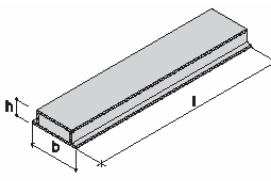


Los productos Eco Haus® fonoabsorbentes se utilizan para el acondicionamiento acústico de estancias, o para uso decorativo. Todos los productos se fabrican individualmente y ofrecen una amplia gama de geometrías y colores de acabado.

Nombre del producto	Descripción del producto	Medidas (mm)**		
		Longitud "l"	Ancho "b"	Espesor "d"
ECO HAUS® WS 	Paneles de viruta de madera con cemento para el encofrado. Sus propiedades aislantes son las adecuadas para encofrar muros exteriores e interiores.	2000	500	25-35-50
ECO HAUS® WSD 	Paneles de viruta de madera con cemento de alta densidad para el encofrado. Sus propiedades aislantes, debido a un aumento de densidad y dureza, son las adecuadas para encofrar muros exteriores e interiores que necesiten un alto nivel de aislamiento acústico	2000	500	25*-35-50*
ECO HAUS® WS-EPS 	Paneles de dos capas con propiedades aislantes. Una capa compuesta del panel de viruta de madera con cemento (ECO HAUS WS, ancho 35 mm) y una segunda capa de EPS adherida a ésta. Adecuados para encofrados de muros exteriores o perimetrales, con altos niveles de aislamiento térmico.	2000	500	65* 75* 85 95 105* 115 125* 135 155 185* 215*
ECO HAUS® PARA JAMBAS DINTELES Y ALFEIZAR 	Son tiras para cierres de huecos, de paneles ECO HAUS WS, ancho 50 mm, para terminaciones de muros, ventanas y puertas.	2000	Hasta 165. 166 – 248, 249 – 340 (según la anchura del relleno – hormigón - entre paneles encofrado).	235*- 50
ECO HAUS® PARA CONSTRUIR TABIQUES 	Son paneles de viruta de madera y cemento unidos por su parte plana de mayor superficie, se utilizan para construir tabiques no estructurales. (No se pueden utilizar para el forjado).	2000	500	75 100(2x50)

* Se fabrican según las necesidades.

** Ancho, alto y espesor, rectangulares y planas– la tolerancia según clasificación UNE EN 13168

Nombre del producto	Descripción del producto	Medidas (mm)**			
		Longitud "l"	Ancho "b"	Espesor "d"	
ECO HAUS® WSL 	Panel de viruta de madera con cemento, reforzado longitudinalmente con tiras de madera para fabricación de las piezas prefabricadas del forjado.	2000	500	25	
		2000	500	35	
ECO HAUS® CLIPS 	Sistema de clips para el encofrado, aseguran la fijación de los paneles para encofrados exteriores e interiores.	Las dimensiones de los clips dependen de la anchura del aislante térmico que elegimos, del núcleo del hormigón y de los paneles del muro para encofrar. Longitud total del clip = ancho del muro 150 – 400 mm.			
ECO HAUS® WS-PIEZAS PREFABRICADAS PARA FORJADOS 	Son tiras de panel ECO HAUS WS ancho. 25 mm, pegados, dando forma a la caja hueca. Sobresalen dos aletas para dejar el espacio de las vigas del forjado. La altura es dependiente de la luz y de la carga del forjado o del uso que se pida. Es posible construir cualquier pieza de forjado). Es adecuado tanto para edificios nuevos como para rehabilitar edificios viejos.	Básico	Básico 500 De modulación 300	Altura "h" + una capa de hormigón	
		2000			
		De modulación			170+50
		1880			220+50
		1660			260+50
		1500			315+50
		1330			355+50
		1000			355+50
		660			400+50
		500			500+50
330		575+50			

* Se fabrican según las necesidades.

** Ancho, alto y grueso, rectangulares y planos – la tolerancia según clasificación UNE EN 13168

7 Propiedades técnicas de los productos

7.1 Paneles ECO HAUS WS

Paneles de viruta de madera y cemento, de una capa, para encofrado perdido de muros de carga exteriores o interiores, sin especiales exigencias de aislamiento térmico ni acústico.



- Buenas propiedades como aislante térmico y acústico.
- Alta rigidez y resistencia a la flexión.
- Excelente adhesión del hormigón y enlucidos.
- Fácil y firme unión de los paneles con clavos.
- Resistencia contra temblores de paneles de espesor 50 mm.
- Higiénicamente y sanitariamente inocuos.
- Resistente contra daños como animales, plantas, etc.
- Buena resistencia contra el fuego.

TIPO DEL PANEL Y ESPESOR "d"		ECO HAUS® WS		
		25 mm	35 mm	50 mm
Propiedades técnicas	Unidad	VALORES		
Medida estándar del panel (longitud "l" x ancho "b")	Mm	2000 x 500	2000 x 500	2000 x 500
Peso propio de los paneles**	Kg/m ²	19	25	33
Densidad de los paneles**	Kg/m ³	700	670	630
Resistencia térmica R90/90***	m ² K/W	0,23	0,32	0,45
Factor de permeabilidad del vapor μ	-	13,7	13,7	13,7
Rigidez dinámica "s"	MN/m ³	8000	8000	8000
Rigidez contra la flexión	N/mm ²	≥ 1,8	≥ 1,3	≥ 1,0
Requisito de inocuidad para la salud e higiene	-	Informe de Protección (Ordenamiento MPO Nº 231/2004 Leg.)		
Clase de reacción al fuego	-	B-s1, d0		

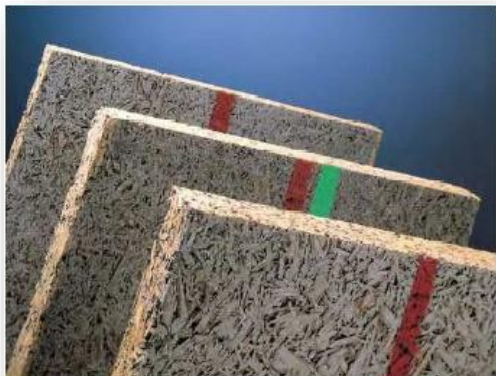
* Para encofrar las partes exteriores de los muros perimetrales (cerramientos) se fabrican estos paneles de un color rojizo.

** Tolerancia ±10 %

*** Según normativa UNE EN 13168

7.2 Paneles ECO HAUS WSD

Paneles de viruta de madera y cemento, de una capa, de mayor dureza y alta densidad, para encofrado perdido de muros de carga exteriores o interiores, con altas exigencias de aislamiento acústico.



- Buenas propiedades como aislante acústico y térmico
- Alta rigidez y resistencia a la flexión.
- Excelente adhesión de los hormigones y los enlucidos.
- Fácil y firme unión de los paneles con clavos.
- Resistencia contra temblores de paneles de ancho 35 mm y 50 mm.
- Higiénicamente y sanitariamente inocuos
- Resistente contra daños, animales, hierbas, hongos
- Buena resistencia contra el fuego

TIPO DEL PANEL Y ESPESOR "d"		ECO HAUS® WSD		
		25 mm	35 mm	50 mm
Propiedades técnicas	Unidad	VALORES		
Medida estándar del panel (longitud "l" x ancho "b")	mm	2000 x 500	2000 x 500	2000 x 500
Peso propio **	Kg/m ²	21	29	40
Densidad **	Kg/m ³	790	790	790
Resistencia térmica R90/90***	m ² K/W	0,198	0,278	0,397
Factor de permeabilidad del vapor μ	-	13,7	13,7	13,7
Rigidez dinámica "s"	MN/m ³	8000	8000	8000
Rigidez contra la flexión	N/mm ²	≥ 1,8	≥ 1,3	≥ 1,0
Requisito de inocuidad para la salud e higiene	-	Informe de Protección (Ordenamiento MPO Nº 231/2004 Leg.)		
Clase de reacción al fuego	-	B-s1, d0		

* Tolerancia ±10 %

** Según normativa UNE EN 13168

7.3 Paneles ECO HAUS WS-EPS

Paneles de dos capas, formados por el panel ECO HAUS WS de 35 mm de anchura y por una capa de poliestireno expandido, para encofrado perdido de muros de carga exteriores, con altas exigencias de aislante térmico.



- Excelentes propiedades como aislante acústico y térmico.
- Excelente adhesión de los hormigones y los enlucidos.
- Fácil y firme unión de los paneles con clavos.
- Fácil formación de esquinas, ventanas y puertas.
- Resistencia contra temblores.

TIPO DEL PANEL Y ESPESOR "d"		CLIMA HAUS WS-EPS					
Espesor de cada una de las capas del panel (mm)	CLIMA- WS	185	155	135	115	95	85
	Poliestireno expandido	35	35	35	35	35	35
		150	120	100	80	60	50
Propiedades técnicas	Unidad	VALORES					
Medida estándares del panel (longitud "l" x ancho "b")	Mm	2000 x 500					
Peso propio de los paneles*	Kg/m ²	29	29	28	28	27	27
Coefficiente de conductividad térmica $\lambda_{90/90}$ ** del panel ECO HAUS WS 35 (porcentaje de humedad Wmk)	W/mK	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Coefficiente de conductividad térmica λ_K del panel de poliestireno expandido	W/mK	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
Factor de permeabilidad del vapor μ del panel de poliestireno expandido	-	20-50	20-50	20-50	20-50	20-50	20-50
Rigidez contra la flexión	N/mm ²	$\geq 0,4$	$\geq 0,4$	$\geq 0,4$	$\geq 0,4$	$\geq 0,5$	$\geq 0,5$
Fuerza de rozamiento	N/mm ²	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Requisito de inocuidad para la salud e higiene	-	Informe de Protección (Ordenamiento MPO N° 231/2004 Leg.)					
Clase de reacción al fuego	-	B-s1, d0					

* Tolerancia $\pm 10\%$

** Valor tomado

NOTA:

Las propiedades técnicas del poliestireno salen de la clasificación de sus propiedades según la UNE EN 13163.

Según el pedido es posible suministrar el panel WS-EPS combinado con otros espesores de las planchas fabricadas del poliestireno expandido (WS-EPS 65, 75, 105, 125, 215, 235).

7.4 Paneles ECO HAUS para jambas, dinteles y alféizares

De los paneles ECO HAUS WS de 50 mm de espesor, se cortan las piezas exactas para la realización de jambas, dinteles y alféizares, los cuales en el sistema constructivo sirven para crear las terminaciones o tapas horizontales y verticales de las aberturas en los muros de carga (ventanas, puertas).



- El ancho del reborde se diferencia según la elección de composición de espesor del muro y corresponde al ancho del núcleo de hormigón y poliestireno expandido.
- La longitud de la plancha para tapas horizontales y verticales es de 2000 mm.
- Los alféizares se crean clavando las planchas con clavos entre los paneles del muro.

CLIMA HAUS---PARA REBORDES				
Propiedades técnicas	Unidad	VALORES		
Longitud del reborde	mm	2000	2000	2000
Espesor del reborde	mm	50	50	50
Ancho del reborde	mm	Hasta 165	Desde 166 hasta 248	Desde 249 hasta 340
Carga media	Kg/m	6	9	12

* Tolerancia $\pm 10\%$

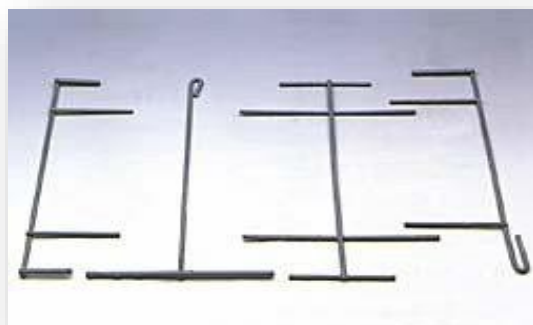
NOTA:

Para establecer la cantidad de los rebordes para la construcción se necesitan cerca de 0,5 m / m² del muro exterior y cerca de 0,3 m / m² del muro interior de carga.

7.5 Clips - constructivos de acero

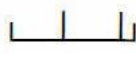


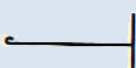
Sistema de clips para la fijación de la posición de los paneles de encofrado de los muros exteriores e interiores.

- los clips ECO HAUS están lo suficientemente protegidos contra la corrosión tanto para enlucidos exteriores e interiores a base de cemento o a base de yeso
- Se fabrican soldando alambre estirado de acero 11 343, de diámetro circular 4 y 5 mm, cumple la mínima rigidez requerida para el arrastre de 540 MPa.
- En caso de muros sin aplicación final de enlucidos, hay clips indicados para este uso (con una superficie especial).
- El ancho de los clips es diferente, dependiendo de la composición, espesor y estructura de cada una de las filas de los muros.



Clases de los clips según la forma y el lugar de uso:

- **Clips de arranque** – se colocan debajo de la primera fila del encofrado, al nivel de apoyo del forjado, en los muros interiores y exteriores de carga y para crear parapetos.
- **Clips estándar** – se colocan continuamente, llevando a cabo de forma ordenada cada panel del encofrado del muro de carga.
- **Clips para forjado** – se colocan al nivel de apoyo del forjado en el muro de carga perimetral, con un final encima del panel interior del encofrado y con el otro final pasando por la abertura previamente perforada en los paneles del muro exterior, donde el ojal del clip se asegura atravesándolo con un clavo.
- **Clips de arrastre** – Se atraviesan por las aberturas previamente perforadas en el centro de los paneles interiores y exteriores del encofrado y el ojal final del clip se asegura atravesándolo con un clavo. En el caso de usar paneles ECO HAUS® -WS para subir la rigidez del encofrado durante el hormigonado de toda la planta a la vez, se recomiendan situar los clips del arrastre en la 2ª y 3ª fila de los paneles encofrados.

CLASE DE CLIPS	LONGITUD DEL CLIP (mm)- (espesor del muro)	USO		ESQUEMA DE CLIPS
		Muro exterior	Muro interior	
Clips arranque	150-400	5 piezas / por metro* del muro	8 piezas / por metro** del muro	
Clips estándar	150-400	4 piezas / por metro de la junta	4 piezas / por metro de la junta	
Clips para forjado	150-400	4 piezas / por metro del muro	-	
Clips de arrastre	150-400	1-2 piezas / por metro de una fila del encofrado	1-2 piezas / por metro de una fila del encofrado	

* Al calcular el número de los clips se necesitan 5 piezas/m del muro. De éstas, 4 piezas son para la primera fila de los paneles encima de la cimentación y 1 pieza es para terminar los parapetos de las ventanas.

** Al calcular el número de los clips se necesitan 8 piezas/m del muro. De éstas, 4 piezas son para la primera fila de los paneles encima de la cimentación y 4 piezas para las terminaciones de los muros debajo del forjado.

7.6 Paneles para tabiques

Adecuados para construir muros interiores separadores no estructurales (simples, dobles y combinados). Se fabrican en dos espesores básicos: 75 y 100 mm, se pueden pegar dos paneles ECO HAUS® -WS de 50 mm de espesor. El material de unión en toda la superficie del panel es mortero de cemento u otro adhesivo que cumpla con la normativa (colas de poliuretano). El producto final es un panel firme de separación, de ancho 75 o 100 mm. Las medidas de los paneles ECO HAUS® -son 2000 x 500 mm.

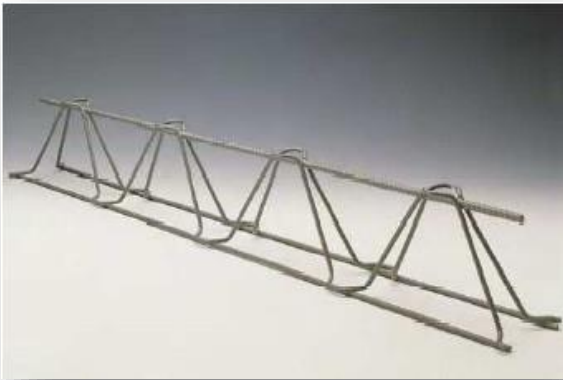


- Fácil, rápida y seca construcción.
- Unificación de los huecos de separación entre los paneles mediante espuma de poliuretano de montaje, por medio de un adhesivo adecuado o un adhesivo a base de cemento.
- Los tabiques consiguen su firmeza final durante su construcción (tiempo corto de endurecimiento del material de unión).
- Fácil ejecución de ranuras mediante fresados
- Higiénicamente y sanitariamente inocuas.
- Gran resistencia contra fuego.
- Excelente adhesión de los enlucidos.

TIPO DEL PANEL Y ESPESOR "d"		PANELES ECO.HAUS—PARA TABIQUES	
		75 mm	100mm
Propiedades técnicas	Unidad	VALORES	
Medida estándar del panel (longitud "l" x ancho "b")	mm	2000 x 500	2000 x 500
Peso propio*	Kg/m ²	0,11	0,11
Coefficiente de conductividad térmica λk (porcentaje de humedad Wmk = 6 %)	m ² K/W	0,75	0,91
Factor de permeabilidad del vapor μ	-	9	14
Requisito de inocuidad para la salud e higiene	-	Informe de Protección (Ordenamiento MPO N° 231/2004 Leg.)	
Resistencia contra ruidos	dB	39	39
Clase de reacción al fuego	-	B-s1, d0	

* Tolerancia ±10 %

7.7 Armaduras de refuerzo



- Se utilizan como armado interior de muros verticales durante la construcción del encofrado de los paneles ECO HAUS.
- Se sitúan, según la necesidad, dentro del encofrado para toda la altura de planta.
- Se fabrica en acero de alta calidad 10 505 y se proveen en las longitudes 2800, 3000, 3200 y 4000 mm.

ALTURA DE LA ARMADURA "H" (mm)	ARMADURA DE ARRIBA diámetro en mm	ARMADURA DE ABAJO diámetro en mm	DIAGONALES diámetro en mm	PESO Kg/m
150	8	2 x 6	4,5	1,30
120	8	2 x 6	4,5	1,16

- **LAS VIGAS ARMADAS**



- Para crear forjados, donde el encofrado es de piezas prefabricadas de forjado (se colocan entre cada pieza prefabricada de forjado y crean el armado de los nervios de éste).
- Para armar los dinteles encima de puertas y ventanas.
- El diámetro de las barras en la parte baja de la armadura está determinado de tal forma que las armaduras tengan para todas las extensiones una distribución de cargas constante y uniforme.
- Distribución, promedios y clases de acero del armado están especificados en la tabla del capítulo 2.2.4.2.
- El acero del grupo R 10 505.

7.8 Piezas prefabricadas para forjados



Solución para construcciones horizontales por método de encofrado perdido creando un forjado monolítico unidireccional de hormigón armado, con una distancia entre viguetas de 500 (300) mm, nervio de 120 mm. Las piezas prefabricadas para forjado son tiras pegadas del panel ECO HAUS –WS, de 25 mm de espesor, dando forma a la caja hueca. Sobresalen dos aletas para crear las viguetas, cuyo ancho y longitud plana estándar están dadas por las medidas de estos paneles en la fabricación (500 (300) x 2000 mm). El alto de las bovedillas es de 170 hasta 575 mm y su aplicación depende del forjado del edificio, del tipo de hormigón y del armado aplicado.

- Las piezas del forjado se fabrican en las longitudes moduladas 1830, 1660, 1500, 1330, 1000, 660, 500, 330 mm.
- Según la necesidad y las exigencias de cálculo es posible fabricar cualquier pieza específica de forjado.
- La realización de los forjados es fácil y rápida.
- Posibilidad de formar un forjado artesonado – armado en cruceta.
- Las piezas prefabricadas del forjado son muy ligeras.
- Tienen una excelente adhesión de los enlucidos.
- Fácil apoyo en los finales de las piezas durante el hormigonado.
- Los forjados sin enlucidos absorben bien los sonidos.
- Los forjados proporcionan un buen aislante térmico.

SUMARIO DE LAS PIEZAS DEL FORJADO ECO HAUS (medidas básicas de la proyección horizontal 2000 x 500 mm)

ALTURA DE LA PIEZA + CAPA DEL HORMIGÓN (mm)	ALTURA TOTAL DEL FORJADO (mm)	PESO DE 1 PANEL (Kg)	CONSUMO DE HORMIGÓN (l/m ²)	RESISTENCIA TÉRMICA DE LOS FORJADOS R (m ² K/W)
170+50	220	57	85	0,52
220+50	270	62	97	0,55
260+50	310	67	107	0,60
315+50	365	75	120	0,62
350+50	400	79	128	0,63
400+50	450	91	140	0,65
500+50	550	106	164	0,70
575+50	625	122	184	0,77

* Los valores establecidos por cálculo.

Los parámetros estáticos del forjado, vea capítulo 2.2.4.2 – Dimensiones de las construcciones horizontales

7.9 Paneles para encofrar forjados ECO HAUS WSL



Panel especial de viruta de madera y cemento, reforzada longitudinalmente con listones de madera para formar las piezas prefabricadas del forjado.

TIPO DEL PANEL Y ESPESOR "d"		PANELES PARA ENCOFRAR ECO HAUS WSL
Propiedades técnicas	Medida/ Unidad	25 mm VALORES
Medidas estándares del panel (longitud "l" x ancho "b")	Mm	2000 x 500
Peso propio*	Kg/m ²	19
Densidad*	Kg/m ³	700
Resistencia térmica R90/90 **	M ² K/W	0,23
Factor de permeabilidad del vapor μ	-	13,7
Rigidez contra la flexión	N/mm ²	≥ 1,9
Requisito de inocuidad para la salud e higiene	-	Página de protección (Ordenamiento MPO N° 231/2004 Leg.)
Clase de reacción al fuego	-	B-s1, d0

* Tolerancia ±10 %.

** Según normativa UNE EN 13168.

8 PROPIEDADES AISLANTES TÉRMICAS DE LOS MUROS

Las propiedades estáticas de la construcción realizada mediante el Sistema Constructivo ECO HAUS dependen de la capacidad de carga del núcleo de hormigón, el que transmite toda la carga vertical. El propio encofrado de los paneles ECO HAUS en los muros perimetrales tiene la función de aislante térmico, en los muros interiores de carga mejora las propiedades como aislante acústico. Otras propiedades de los paneles, descritas en el capítulo 2.1.1 (buena resistencia ante fuego, adhesión de los enlucidos, inabsorción, permeabilidad, etc.) proporcionan alta calidad a los muros. Un factor importante es también su aspecto, durabilidad y fácil mantenimiento

8.1 Comportamiento térmico

El comportamiento térmico de los muros es excelente por tres motivos:

- Elevado poder de aislamiento térmico del conglomerado madera cemento.
- Ausencia total de puentes térmicos.
- El efecto de la inercia térmica.

Estos tres efectos combinados permiten tener muros con un excelente control de la ganancia y pérdida de calor.

8.2 Aislamiento térmico. Cálculos de transmitancia.

La propiedad fundamental de las construcciones en cuanto a la difusión del calor es la resistencia térmica R, a base del cual se determina la transmitancia del calor U. Cuanto más bajo es el valor U (o cuanto más alto es el valor R), mejor aísla la construcción y presenta menos pérdidas del calor. Los valores obligatorios de las resistencias térmicas en las construcciones dados por la normativa UNE 73 0540 (Protección térmica de las construcciones), UNE EN ISO 13788, UNE EN ISO 6946, aumenta la seguridad al proyectar las construcciones en relación con la aparición de la condensación del vapor de agua en la superficie interior de las construcciones y se evita así la causa principal de la proliferación de los mohos.

En base a la normativa mencionada el valor requerido de transmitancia del calor del muro exterior $U = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$. Se recomienda proyectar las construcciones con transmitancia U inferior a este valor, que garantizará al inversor la proyección de una vivienda con los gastos en calefacción muy bajos.

La transmitancia en los muros exteriores recomendado en la normativa es $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$.

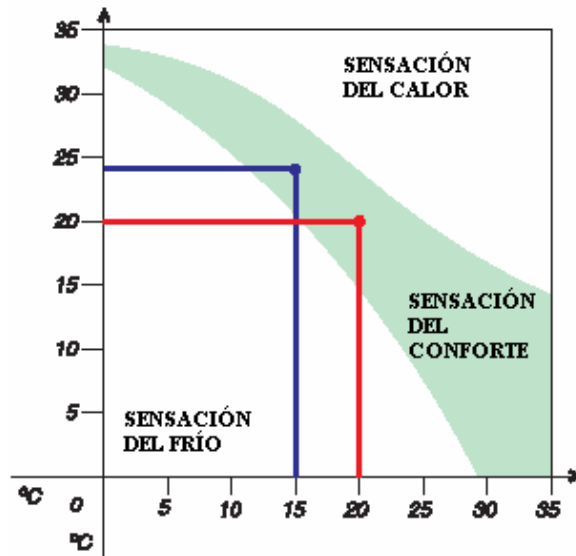
Las construcciones deben ser proyectadas de tal modo que en ellas no llegue a condensarse el vapor de agua si la función requerida de la construcción está amenazada. (Como amenaza de la función requerida se entiende la vida útil notablemente acortada, reducción de la temperatura superficial interior de la construcción, con la consecuencia de formación de mohos, cambios volumétricos y un aumento significativo del peso de la construcción por encima del sobredimensionamiento de los cálculos estáticos).

Se consideran como construcciones adecuadas aquellas en las que condensa el vapor de agua, pero la función requerida no es amenazada. Entonces la cantidad del vapor de agua condensado en la construcción G_k debe ser inferior en el transcurso anual a la cantidad de humedad G_v , que posiblemente se evaporará durante el año, es decir: $G_k < G_v$ $G_k < 0,5 \text{ Kg/m}^2 \text{ año}$.

El requisito importante para los muros, forjados y suelos de las viviendas y obras civiles, es que la temperatura superficial interior en cualquier punto de la construcción esté por encima del punto de rocío, lo que disminuiría el riesgo de rocío de las superficies interiores de la construcción.

En la calidad del confort térmico dentro de la construcción, influye también el poder de los materiales constructivos utilizados en la estructura exterior para mantener el estado térmico (es decir, resistir la oscilación térmica en el exterior). El comportamiento de la parte exterior de la estructura en invierno se caracteriza por el tiempo de enfriamiento, en verano por el tiempo de calentamiento. Cuanto más tarda la construcción en enfriarse o calentarse, tanto más confortables se consideran los espacios habitables. La inercia de la temperatura depende tanto de la resistencia térmica de la construcción de los muros como del poder de los materiales utilizados en acumular el calor. A menor capacidad de la estructura exterior en acumular calor baja más la temperatura superficial en la parte interior del muro, lo que empeora las condiciones de confort térmico al ocupar el espacio (vea el gráfico siguiente) y aumenta las exigencias en cuanto a la calefacción.

El gráfico presenta la relación entre la temperatura media de la superficie interior y la temperatura media ambiental de la habitación, en la que llega la sensación de confort térmico. Del gráfico se desprende que con temperatura superficial baja del muro interior la demanda energética es muy alta para asegurar la sensación de confort.



- ✓ I. La exigencia en la temperatura interior superficial (artículo 3.1.1 de la UNE EN 73 0540-2), UNE EN ISO 13788, UNE EN ISO 6946

La exigencia: $T_{si,N} = T_W + dT_{W1} + dT_{W2} = 12,95 + 0,20 + 0,00 = 13,15 \text{ } ^\circ\text{C}$.

El valor calculado: $T_{sim} \geq 18,25 \text{ } ^\circ\text{C}$ para todos los tipos $T_{sim} > T_{si,N}$ **EXIGENCIA CUMPLIDA.**

Nota: Las temperaturas superficiales en lugares donde pueda haber puentes térmicos es necesario especificar la solución en la envolvente térmica.

- ✓ II. La exigencia de transmitancia del (artículo 5.2 de la UNE EN 73 0540-2), UNE EN ISO 13788, UNE EN ISO 6946

La exigencia: $U, N = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$ El valor calculado: $U \leq 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U, N$... **EXIGENCIA CUMPLIDA.**

- ✓ III. La exigencia en la expansión de la humedad en la construcción (artículo 6.1 y 6.2 de la UNE EN 73 0540-2), UNE EN ISO 13788, UNE EN ISO 6946

Exigencia:

1. El vapor de agua condensado no debe amenazar a la función de la construcción.
2. El balance anual del vapor de agua debe ser $G_K < G_V$.
3. La cantidad anual del condensado $G_K < 0,5 \text{ Kg/m}^2 \cdot \text{año}$. Las temperaturas superficiales en los lados interiores de los muros del Sistema Constrictivo ECO HAUS arrojan valores entre 20 y 21 °C (según el % de área de las ventanas), es decir que para asegurar el confort térmico en la construcción es necesario mantener la temperatura interior ambiental a nivel de 20 °C.

El muro perimetral del sistema ECO HAUS con su composición sándwich (panel ECO HAUS WS-EPS con el poliestireno – núcleo de hormigón – panel ECO HAUS WS) y con su realización sin puentes térmicos, garantiza las mínimas resistencias térmicas y la posibilidad de optar por diferentes espesores del poliestireno expandido posibilita superar muy por encima los valores recomendados de la resistencia térmica. En todas las composiciones se ajusta al aspecto de la balanza anual de la cantidad del vapor de agua condensada y cumple con el requerimiento de la temperatura superficial interior t_{si} (vea la tabla a continuación con resultados de resoluciones de los muros verticales estándar y evaluados según UNE EN 73 0540, y UNE EN ISO 13788, UNE EN ISO 6946).

La capacidad de acumulación térmica de los muros la garantiza el núcleo de hormigón.

Los valores calculados: En construcción llega a aparecer la condensación en tipos WS-EPS 115 hasta WS-EPS 185. En construcción llega la condensación en nivel para los tipos WS-EPS 215 y WS-EPS 235 El condensado GK (sin influencia solar) $\leq 0,0009 \text{ Kg/m}^2, \text{año} \dots$ en tipos WS-EPS 215 y WS-EPS 235.

Evaporización GV (sin influencia solar) $\geq 1,147 \text{ Kg/m}^2, \text{año} \dots$ en tipos WS-EPS 115 hasta WS-EPS 235

La valoración de la 1ª exigencia la debe realizar el arquitecto.

1. $GK < GV \dots \dots \dots$ 2. **EXIGENCIA CUMPLIDA.**
2. $GK < 0,5 \dots \dots \dots$ 3. **EXIGENCIA CUMPLIDA.**

Las exigencias cumplidas en todos los tipos, pero con condición en tipos WS-EPS 215 y WS-EPS 235, dónde la valoración de la 1ª exigencia la debe realizar el arquitecto. La cantidad condensada en el nivel y su valor es prescindible. Valoración según UNE EN ISO 13788 en cuanto a la difusión es positiva para todos los tipos.

El aislamiento térmico de un cerramiento es la característica por la que se reduce el flujo de calor que espontáneamente se transfiere desde el ambiente más caliente al más frío.

En el muro **ECO HAUS** la baja conductividad del conglomerado madera cemento (0,11 W/mK) y el poliestireno (0,039 W/mK), el poliestireno con grafito (0,030 W/mK) y el corcho (0,037 W/mK),, permite alcanzar una elevada capacidad de aislamiento térmico.

La **transmitancia térmica U** (W/m²K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = 1/R_T$$

R_T: resistencia térmica total del componente constructivo [m² K/ W].

La resistencia térmica total R_T de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

R₁, R₂...R_n: las resistencias térmicas de cada capa [m² K/W];

R_{si} y R_{se}: las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente (R_{si}=0,04 y R_{se}=0,13 para un cerramiento vertical)

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión:

$$R = e/\lambda$$

e: espesor de la capa [m]. En caso de una capa de espesor variable se considerará el espesor medio.

λ: conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos, [W/m K].

8.3 Resultados de los muros calculados según UNE EN 73 0540, STN 73 0540, UNE EN ISO 13788, UNE EN ISO 6946

COMPOSICIÓN DEL MURO	ESPESOR DEL AISLANTE TÉRMICO d (ESP)	RESISTENCIA TÉRMICA DEL MURO (EPS) R *	TRANSMITANCIA U*	CONDENSACIÓN EN DIFUSIÓN DEL VAPOR DE AGUA G _k , G _v	VALORACIÓN SEGÚN UNE 73 0540
	mm	m ² K/W	W/m ² K	g/m ² año	
WS 35 – hormigón – WS 35	0	0,758	0,992	G _k = 0	conformidad
WS-EPS 85 – hormigón - WS 35	50	2,203	0,442	G _k = 0	conformidad
WS-EPS 95 – hormigón - WS 35	60	2,425	0,386	G _k = 0	conformidad
WS-EPS 115 – hormigón - WS 35	80	2,981	0,318	G _k = 0	conformidad
WS-EPS 135 – hormigón - WS 35	100	3,536	0,270	G _k = 0	conformidad
WS-EPS 155 – hormigón - WS 35	120	4,092	0,235	G _k = 0	conformidad
WS-EPS 185 – hormigón - WS 35	150	4,925	0,196	G _k = 0	conformidad
WS-EPS 215 – hormigón - WS 35	180	5,758	0,169	G _k < 1	Conformidad condicionada
WS-EPS 235 – hormigón - WS 35	200	6,31	0,154	G _k < 1	Conformidad condicionada

* Valores obtenidos a base de cálculos.

Nota:

- 1) La condición mencionada en la tabla de los resultados determina, que en caso de condensación dentro de la construcción no debe llegar a dañarla o producir otras depreciaciones en la misma y mantener la vida útil supuesta. La condensación se produce con las temperaturas exteriores del aire inferiores a -10 °C.
- 2) Valoración de la balanza de la humedad condensada y evaporizada según la UNE EN ISO 13788 es positiva para todos los tipos.

La medición del valor característico de la transmitancia térmica de los paneles de viruta de madera y cemento ECO HAUS WS 35 con la valoración térmico-técnica consecutiva la ha realizado EL CENTRO DE LA INGENIERÍA ESTRUCTURAL, a.s., PRAGA, LABORATORIO ESTATAL DE ENSAYOS Nº 112, centro de trabajo Zlín. El juicio térmico-técnico de los muros es aplicable al Sistema Constructivo ECO HAUS sin acabados.

8.4 Requisitos CTE DB HE1.



El CTE DB-HE, en su apartado HE 1 limita la demanda energética de los edificios en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida y la carga interna en sus espacios.

Se distinguen cinco zonas invernales, en las que se establecen **valores límite de transmitancia térmica** entre cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica.

Toda la gama **Eco Haus** de **paneles WS EPS ECO HAUS**, **cumple** las exigencias del CTE en la **zona climática más severa** (ver tabla de resultados de los muros calculados anterior).

Toda la gama de **paneles ECO HAUS**, **cumple también la condición límite en particiones interiores.**

Los límites establecidos para cada zona climática son los siguientes:

Zona invernal	Um límite [W/m ² K]
A	1,25
B	1,00
C	0,75
D	0,60
E	0,55

El límite de transmitancia máxima en particiones que separan locales calefactados con zonas sin calefactar es la siguiente:

Elemento	Um límite [W/m ² K]
Partición interior de separación de vivienda con zonas sin calefactar	1,20

8.5 Condensación.

La temperatura propuesta exterior T_e : -15,0 oC

La temperatura propuesta interior del aire T_{ap} : 21,0 oC

La humedad relativa propuesta del aire exterior R_{He} : 84,0 %

La humedad relativa propuesta del aire interior R_{Hi} : 50,0 %

Mes	Duración (días)	Ti (C)	RHi(%)	Pi	Te (C)	RHe (%)	Pe (Pa)
01	31	21,0	43,8	1088,7	-2,4	84,9	424,6
02	28	21,0	45,7	1135,9	-0,9	83,1	470,9
03	31	21,0	46,9	1165,7	3,0	76,8	581,7
04	30	21,0	48,0	1193,1	7,7	70,2	737,4
05	31	21,0	54,9	1364,6	12,7	71,1	1043,6
06	30	21,0	61,2	1521,2	15,9	71,2	1285,7
07	31	21,0	65,1	1618,1	17,5	71,4	1427,2
08	31	21,0	64,5	1603,2	17,0	72,2	1398,3
09	30	21,0	59,5	1478,9	13,3	76,9	1173,9
10	31	21,0	53,7	1334,8	8,3	81,8	895,1
11	30	21,0	49,6	1232,8	2,9	85,9	646,0
12	31	21,0	47,0	1168,2	-0,6	86,6	503,1

Para el ambiente interior ha sido aplicado una subida de la humedad interior promedio: 5,0 %.

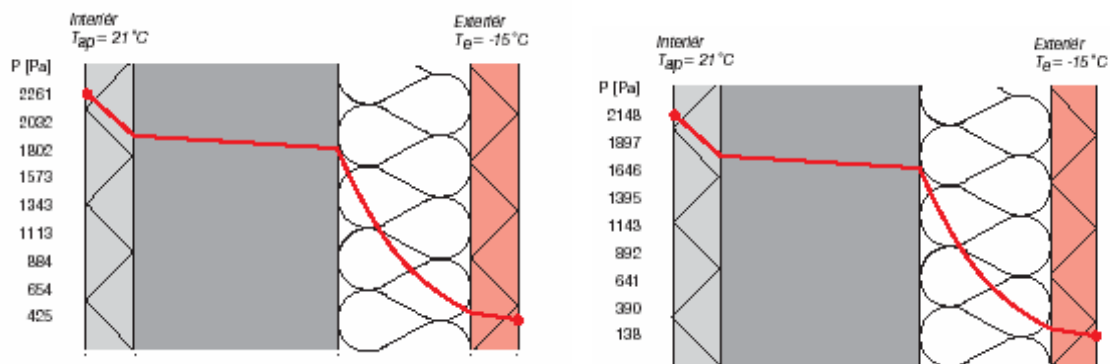
El mes inicial del cálculo de balanza se determina en cálculo según la UNE EN ISO 13788 .

Número de años valorados: 1.La carga por la temperatura exterior propuesta por la humedad según la UNE EN 73 0540 (UNE EN ISO 13788, UNE EN ISO 6946).

Cálculo según la UNE EN ISO 13788, mes Nº 1 ... (1er año).

8.5.1 a) Grosor de poliestireno expandido de 100 mm

Composición del muro: WS 35/hormigón 150/WS-EPS 135

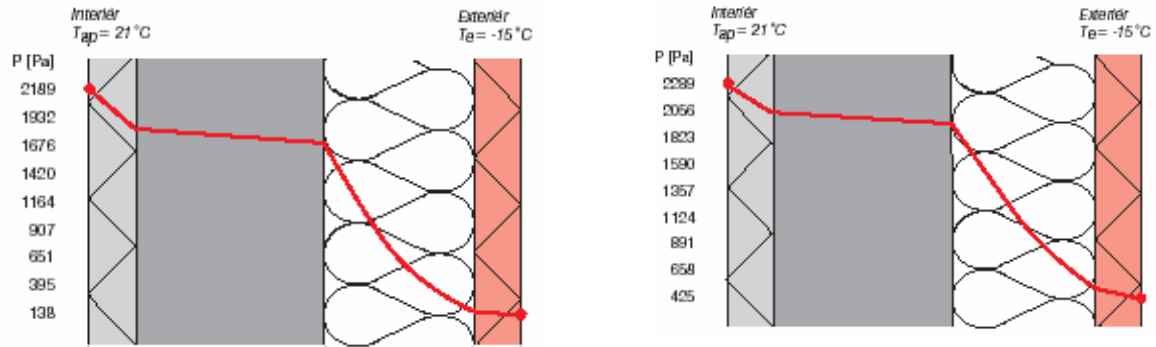


La carga por la temperatura exterior propuesta por la humedad según la UNE EN 73 0540 (UNE EN ISO 13788, UNE EN ISO 6946).

Cálculo según la UNE EN ISO 13788, mes Nº 1 ... (1er año).

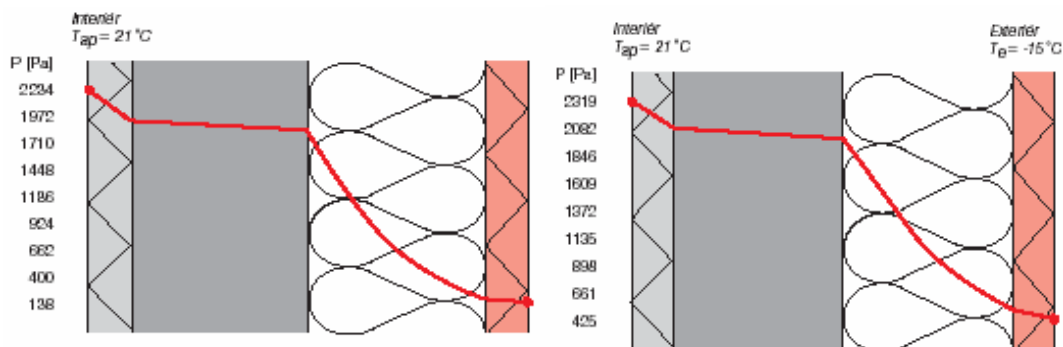
8.5.2 b) Grosor de poliestireno expandido de 120 mm

Composición del muro: WS 35/hormigón 150/WS-EPS 155



8.5.3 c) Grosor de poliestireno expandido de 150 mm

Composición del muro: WS 35/hormigón 150/WS-EPS 185

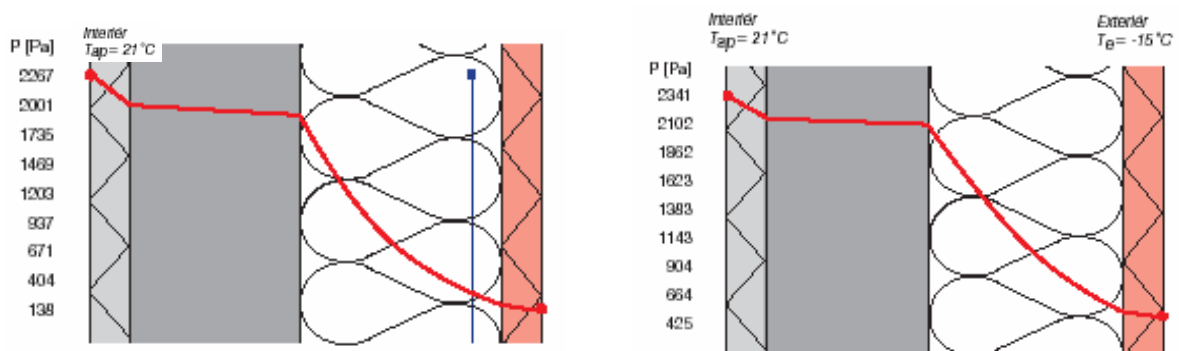


8.5.4 d) Grosor de poliestireno expandido de 180 mm

Composición del muro: WS 35/hormigón 150/WS-EPS 215

Balanza de la humedad condensada y evaporada según UNE EN ISO 13788: Ciclo anual Nº 1.

En construcción no llega a producirse la condensación durante el año modular.

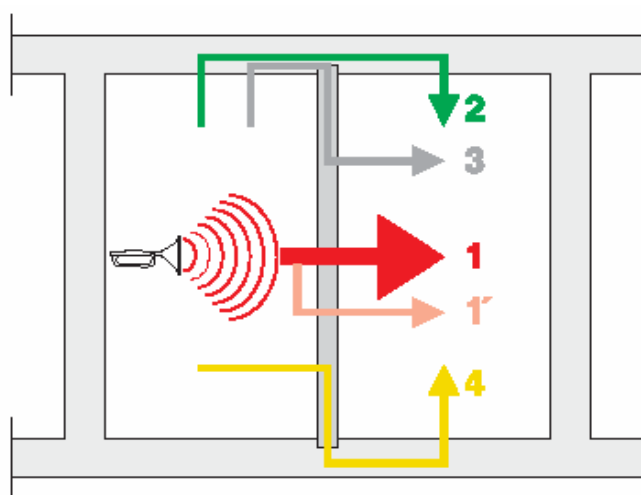


9 Propiedades acústicas de los muros

Para el confort de la vivienda y ambiente laboral es necesaria la protección de las construcciones contra el ruido que entra desde fuera y la protección de cada una de las habitaciones contra el sonido que se extiende dentro de una habitación a la otra.

Al aumentar los requisitos en cuanto al aislamiento acústico de la construcción es necesario partir de un estudio de ruidos en el entorno y la construcción se debe adaptar a los resultados obtenidos. El aislamiento acústico necesario lo conseguimos rodeando el espacio que deseamos proteger con muros y forjados con suficiente aislamiento acústico tanto por el aire como por impacto. Todas las infraestructuras de servicio en zonas habitables y construcciones civiles que sean las fuentes del ruido (por ej. Ascensores, lavanderías, tuberías) deben ser instalados de tal forma que se evite la transmisión del ruido y de las vibraciones en la construcción.

Las vías de transmisión y expansión del sonido: La fuente del ruido hace oscilar el aire. Las ondas del sonido chocan con la construcción separadora y llega a transmitirse la energía del sonido por estas vías:



- 1 -vía directa de la transmisión del sonido
- 1', 2, 3, 4 - vías indirectas de la transmisión del sonido
- 2, 3, 4 vías laterales de la transmisión del sonido

Este esquema presenta la transmisión del sonido por el aire.

Si la fuente de ruido está en contacto directo con la construcción divisoria (por ej. forjado), se extiende a través de esta construcción o a través de las construcciones de los muros colindantes (por las construcciones laterales que la rodeen). Los componentes del sonido, que se transmiten por las construcciones perimetrales, representan la transmisión por vías indirectas, de las cuales la 2, 3 y 4 son las vías llamadas laterales.

En la transmisión por las vías laterales influye:

- Propiedades de las construcciones separadoras y perimetrales.
- La medida de corrección constructiva en el lugar de contacto de las construcciones divisorias y perimetrales

El grado de aislamiento al ruido aéreo e impacto $R'W$ (dB) indica la capacidad de los elementos de la construcción de aislar el sonido extendido por el aire con la exclusión de las vías laterales (medición de laboratorio).

Las condiciones de la normativa para el aislamiento al ruido aéreo y el impacto de las construcciones divisorias en las viviendas y obras civiles son determinadas en forma de valores estimados y representadas en la normativa UNE EN ISO 717-1,2,3 (Valoración de las propiedades aislante térmicas de las construcciones)

Para el cumplimiento de las condiciones los valores estimados deben cumplir una ecuación:

- $R'W \geq R'W$ - condición

- $L'_{NW} \leq L'_{NW}$ - condición
- R'_{W} – el aislamiento al ruido aéreo estimado de la construcción.
- L'_{NW} - el nivel estimado normalizado del sonido por impacto.

Las condiciones se diferencian según la categoría de las habitaciones y se determinan por separado para muros y para forjados.

El índice de aislamiento al ruido aéreo por el aire del muro perimetral del Sistema Constructivo ECO HAUS (en composición ECO HAUS WS-EPS 135 – hormigón – ECO HAUS WS 35) determinado según la UNE EN ISO 717-1,2,3 (Valoración de las propiedades aislante térmicas de las construcciones) es:

RW = 51 dB

En el apartado 6 se mencionan las mediciones RW (dB) de los muros por separado.

- En edificios con mayores exigencias en cuanto al aislamiento acústico es necesario prestar atención para que no llegue a bajar el aislamiento al ruido aéreo como consecuencia de la transmisión del sonido por las vías laterales.
- El núcleo de hormigón del muro exterior y del panel deben ser homogéneos.

10 Protección contra incendios

El comportamiento frente al fuego de los materiales de construcción se refiere a dos aspectos:

- **Resistencia al fuego**, relativo al comportamiento térmico y mecánico
- **Reacción ante el fuego**, referido a la combustibilidad y al peligro de emisión de gases tóxicos, explosión, etc.



Con respecto a la reacción ante el fuego, el material tiene clase de reacción al fuego **Euroclase B-s1, d0**

Con respecto a la resistencia al fuego, el valor depende del espesor del velo de hormigón y de si está o no revocado, llegando en ensayos hasta **EI-180**.

10.1 Las Euroclases

Las Euroclases se refieren a la clasificación de los productos con respecto a su comportamiento al fuego. Sustituyen a la clasificación según la norma UNE 23.727 (M0,M1,...) La Directiva Europea 89/106/CEE (traspuesta al derecho español por el R.D. 1.639/1992), establece seis «requisitos esenciales» en la edificación; que afectan a todos los productos de la construcción y, entre ellos, a los materiales aislantes. Uno de estos requisitos esenciales es la «seguridad en caso de incendio» (evaluada según la capacidad de los productos para iniciar o propagar un incendio). Las Euroclases constituyen un sistema europeo único de medida y clasificación al fuego. Las Euroclases nacen como un conjunto de métodos, parámetros de ensayo, y clasificación (unificados para toda Europa), para los productos de la construcción, según su contribución a iniciar o propagar un fuego, generar humos, partículas o gotas incandescentes, etc.

Se establecen así siete niveles de clasificación: A1, A2, B, C, D, E, F, según su comportamiento al fuego (A correspondería a la situación más segura, E, a la más peligrosa al considerar un posible incendio; F significa no clasificado). Estos niveles se completan con los parámetros s y d, que informan sobre la opacidad y velocidad de los humos (s1-sin desprendimiento de humos opacos, s3-elevada cantidad y velocidad de humos), y sobre la posible caída de gotas o partículas incandescentes (d0-sin producción de gotas, hasta d3).

10.2 La resistencia al fuego

Dependiendo del espesor del núcleo de hormigón, los muros reúnen los criterios de acuerdo a la ETAG 009, Anexo C, Tabla 1, tercera columna (vea la tabla siguiente).

Resistencia al fuego REI [minutos]	Espesor mínimo del velo de hormigón [mm]
30	100
60	130
90	150
120	>170

Las condiciones previas para el uso de la siguiente tabla son:

- El diseño del edificio ha de tener en cuenta los efectos secundarios de fuego. Deben preverse juntas adecuadas que permitan minimizar las acciones introducidas por la tensión debida a la variación de temperatura. Las normas aplicables en el lugar de uso pueden requerir en

condiciones normales, una mayor dimensión estructural. El recubrimiento de hormigón debe ser contemplado de acuerdo a las normas aplicables en lugar de uso.

- Se debe utilizar un hormigón de peso normal como el definido en EN 206-1-2000 Hormigón - Parte 1: Especificación, actuación, producción y conformidad. Si la norma EN 206 no es aplicable, se aceptará un hormigón equivalente según las reglas nacionales aplicables en el lugar de uso.
- La fuerza de hormigón estará entre C16/20 y C50/60 según EN 206. Debido a la falta de disponibilidad de la norma Europea EN 206, alternativamente un hormigón según las reglas nacionales, aplicables en el lugar de uso, con una resistencia a compresión dentro del intervalo dado, también es considerado como apropiado.
- Los muros serán revocados por ambas caras, o al menos se sellarán las juntas existentes entre los paneles de ambas caras del muro. El revoco estará basado en agregados inorgánicos, yeso, cemento o cal o en las combinaciones convenientes de estos tres compuestos.
- Las paredes que son expuestas al fuego en una única cara del muro.

1.1 Comportamiento frente al fuego de paneles ECO HAUS.

Una construcción monolítica formada por un encofrado perdido de paneles de conglomerado maderacemento y éstos rellenos por dentro con hormigón posee una alta resistencia contra el fuego. Evidentemente los paneles contribuyen a una mayor resistencia de la construcción contra el fuego.

Evaluando los resultados de los cálculos y determinando los valores de tabla ha sido definida la resistencia contra los incendios de las construcciones monolíticas (de los muros perimetrales y construcciones del forjado) realizadas con el Sistema Constructivo ECO HAUS. Las construcciones testadas cumplen con las resistencias exigidas contra el fuego.

1.1.1 Muro de carga perimetral

a) Núcleo de hormigón de e=130 mm expuesto al incendio

- desde interior REI 90 D1 como la superficie de incendio cerrada
- desde exterior, al realizar el enlucido exterior reforzado, espesor de 30 mm REI 90 D1 Para la condición de la resistencia al incendio REI 45 D1 a REI 60 D1 los grosores de los enlucidos citados en la tabla 1

Resistencia al fuego	Espesor del enlucido exterior con la malla introducida de 6 x 6 mm	Espesor de los paneles ECO HAUS®	Espesor de poliestireno expandido	Espesor de hormigón armado según datos ECO HAUS®
REI 60 D1	10 mm	35 mm	Según proyecto	≥ 130 mm
REI 90 D1	15 mm	35 mm	Según proyecto	≥ 130 mm
REI 120 D1	30 mm	35 mm	Según proyecto	> 130 mm

b) El grosor del núcleo de hormigón de 150 mm expuesto al incendio

- desde interior REI 120 D1 como la superficie de incendio cerrada
- desde exterior REI 120 D1 El grosor del enlucido exterior para la categoría de construcción D1 es necesario determinar a base de pruebas según la UNE EN 1363-1.

c) El grosor del núcleo de hormigón de 180 mm expuesto al incendio

- desde interior REI 180 D1 como la superficie de incendio cerrada

- o desde exterior REI 180 D1 El grosor del enlucido exterior para la categoría de construcción D1 es necesario determinar a base de pruebas según la UNE EN 1363-1.

11.2 Muro de carga interior como divisor de sector de incendio

- a) el grosor del núcleo de hormigón de 130 mm REI 90 D1
- b) el grosor del núcleo de hormigón de 150 mm REI 120 D1
- c) el grosor del núcleo de hormigón de 180 mm REI 180 D1

11.3 Muro de carga interior dentro del área de incendio

- a) el grosor del núcleo de hormigón de 130 mm REI 90 D1
- b) el grosor del núcleo de hormigón de 150 mm REI 120 D1
- c) el grosor del núcleo de hormigón de 180 mm REI 180 D1

11.4 Construcciones del forjado

- a) panel REI 90 D1
- b) viga R 90 D1

11.5 Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio

Tabla 4.1 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos

Situación del elemento	Revestimientos (1)	
	De techos y paredes (2) (3)	De suelos (2)
Zonas ocupables (4)	C-s2,d0	EFL
Aparcamientos	A2-s1,d0	A2FL-s1
<i>Pasillos y escaleras protegidos</i>	B-s1,d0	CFL-s1
Recintos de riesgo especial (5)	B-s1,d0	BFL-s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos, suelos elevados, etc.	B-s3,d0	BFL-s2(6)

(1) Siempre que superen el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del *recinto* considerado.

(2) Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L.

(3) Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo.

(4) Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Excluye el interior de viviendas. En *uso Hospitalario* se aplicarán las mismas condiciones que en *pasillos y escaleras protegidos*.

(5) Véase el capítulo 2 de esta Sección.

(6) Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos) esta condición no es aplicable.

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio (1)(2)

Elemento	Resistencia al fuego			
	Sector bajo rasante	Sector sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos(3) que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: (4)				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120(5)	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento (6)	EI 120 (7)	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI2 t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

(1) Considerando la acción del fuego en el interior del sector, excepto en el caso de los sectores de riesgo mínimo, en los que únicamente es preciso considerarla desde el exterior del mismo. Un elemento delimitador de un sector de incendios puede precisar una resistencia al fuego diferente al considerar la acción del fuego por la cara opuesta, según cual sea la función del elemento por dicha cara: compartimentar una zona de riesgo especial, una escalera protegida, etc.

(2) Como alternativa puede adoptarse el tiempo equivalente de exposición al fuego, determinado conforme a lo establecido en el apartado 2 del Anejo SI B.

(3) Cuando el techo separe de una planta superior debe tener al menos la misma resistencia al fuego que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio, cuando sea una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la resistencia al fuego R que le corresponda como elemento estructural, excepto en las franjas a las que hace referencia el capítulo 2 de la Sección SI 2, en las que dicha resistencia debe ser REI.

(4) La resistencia al fuego del suelo es función del uso al que esté destinada la zona existente en la planta inferior. Véase apartado 3 de la Sección SI 6 de este DB.

(5) EI 180 si la altura de evacuación del edificio es mayor que 28 m.

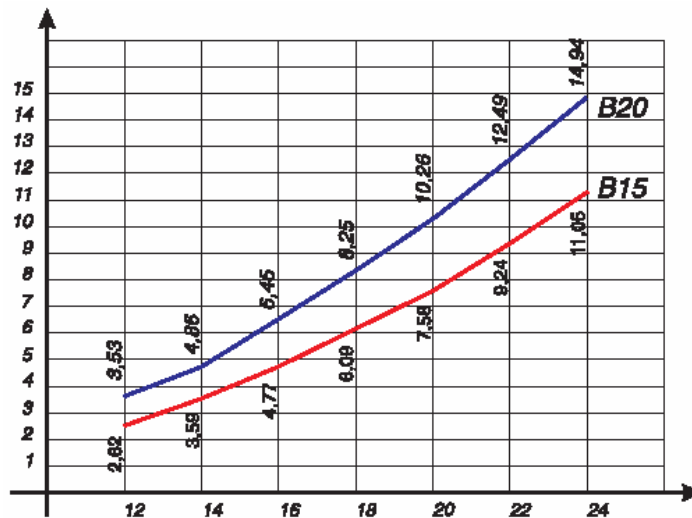
(6) Resistencia al fuego exigible a las paredes que separan al aparcamiento de zonas de otro uso. En relación con el forjado de separación, ver nota (3).

12 EVALUACIÓN DE LOS MUROS

12.1 Determinación orientativa de la soportabilidad del núcleo del hormigón del muro para un máx. de 40% de abertura de puertas y ventanas

Suposiciones para el cálculo de la soportabilidad de los muros:

- altura de la planta cerca de 3,00 m
- distancia de los muros portantes cerca de 5,00 m

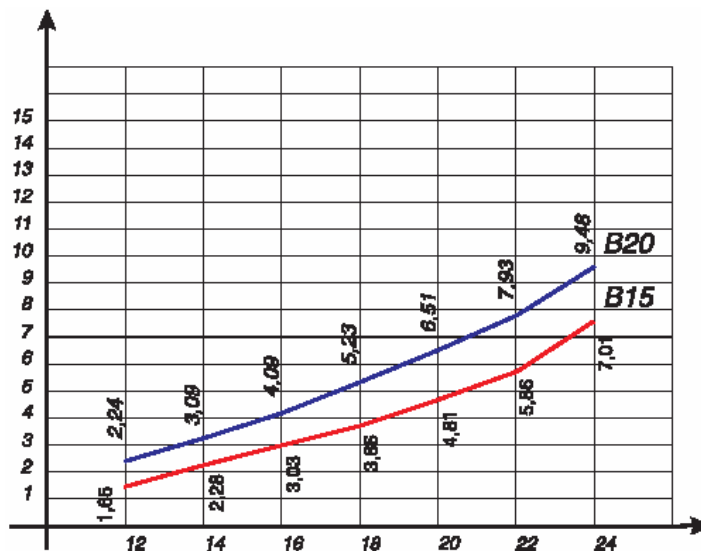


MURO PERIMETRAL

x.....grosor del muro del hormigón (cm)

y.....número de plantas

MURO INTERIOR



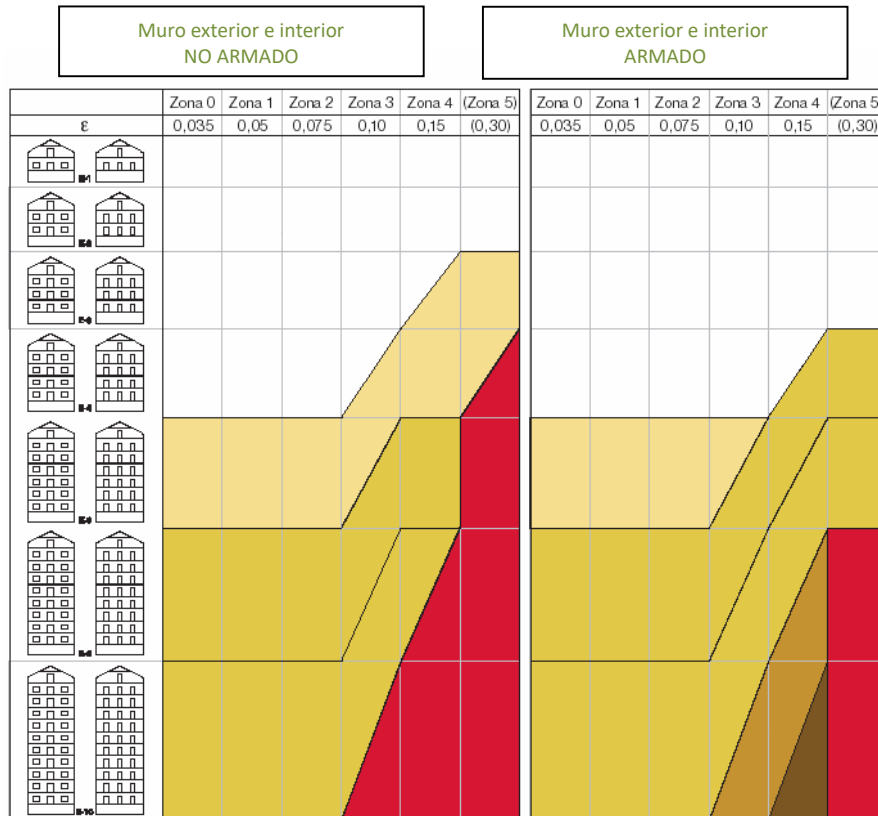
x.....grosor del muro del hormigón (cm)

y.....número de plantas

12.2 Dimensiones estáticas previas de las edificaciones del hormigón forrado por el exterior

Para las regiones austriacas (Área 0-4) y las regiones vecinas austriacas según la normativa austriaca ÖNORM B 4015.


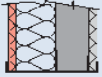








Dimensionado estático según el método FEM para muros del hormigón forrado de paneles aislantes de viruta de madera y paneles aislantes multicapa con el grosor del núcleo del hormigón desde 12 hasta 29 cm.





Las mediciones completas a petición en el fabricante.

Valores sólo orientativos, es necesario realizar cálculo estático individual por el calculista.

13 COMPOSICIONES RECOMENDADAS DE LOS MUROS

NOMBRE COMERCIAL COMPOSICIÓN DEL MURO/ESQUEMA XL 42	ESPESOR DEL MURO SIN ENLUCIDO t	APLICIÓN Y ESPESOR DEL AISLAMIENTO TÉRMICO (poliestireno expandido) t	RESISTENCIA TÉRMICA	TRANSMITANCIA TÉRMICA	AISLAMIENTO AL RUIDO AÉREO
	mm	mm	R* m2K/W	U*W/m2K	Rw dB
ZL-40 WS-EPS 235/150/WS 35 	420	Muro exterior con 200 mm de aislamiento	6,314	0,154	49*
AL-37 WS-EPS 215/150/WS 35 	400	Muro exterior con 180 mm de aislamiento	5,758	0,169	49*
YL 34 WS-EPS 185/150/WS 35 	370	Muro exterior con 150 mm de aislamiento	4,925	0,196	49*
UL-32 WS-EPS 155/150/WS 35 	340	Muro exterior con 120 mm de aislamiento	4,092	0,235	51*
OL-30 WS-EPS 135/150/WS 35 	320	Muro exterior con 100 mm de aislamiento	3,536	0,270	51**
IL-28 WS-EPS 115/150/WS 35 	300	Muro exterior con 80 mm de aislamiento	2,981	0,318	51*
EL-27 WS-EPS 95/150/WS 35 	280	Muro exterior con 60 mm de aislamiento	2,425	0,386	52*
LL-22 WS-EPS 85/150/WS 35 	270	Muro exterior con 50 mm de aislamiento	2,203	0,422	52*
L-7,5 WS 35/150/WS 35 	220	Muro interior portante, muro del sótano, sin aislamiento	0,758	0,992	57**
GG-10 WS 75 WS 50/WS 50 	75 100	Tabique	0,750 0,910	1,089 0,860	39* 39*

NOMBRE COMERCIAL COMPOSICIÓN DEL MURO/ESQUEMA	ESPESOR DEL MURO SIN ENLUCIDO t mm	APLICACIÓN	ESPESOR DEL NÚCLEO DEL HORMIGÓN	AISLAMIENTO AL RUIDO AÉREO
			mm	RW dB
TT-25 ENLUCIDO 15 mm WSD 35/180/WSD 35 ENLUCIDO 15 mm 	250	Muro interior portante/muro de sótanos, sin aislamiento	180	60**
TT 30 ENLUCIDO 15 mm WSD 35/230/WSD 35 ENLUCIDO 15 mm 	300	Muro interior portante/muro de sótanos, sin aislamiento	230	63**

* Valores determinados a base de cálculos

** Valores medidos

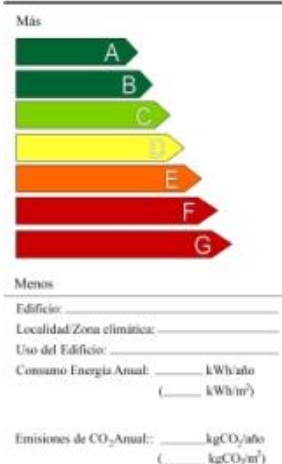
Nota: Al hormigonar toda la planta de una sola vez para mayor resistencia se utilizan los paneles ECO HAUS WSD del mismo grosor.

La tabla anterior de las composiciones de los muros será documentada al cliente al solicitar:

- cálculos de la resistencia térmica de los muros en base a valores medidos de los paneles
- mediciones de las propiedades de aislante acústico de los muros por separado
- gráficos del transcurso de las temperaturas en la construcción y delimitación del área de la condensación del vapor de agua
- medición de la radioactividad de los paneles.

14 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA CONSTRUCCIÓN

Certificación Energética de Edificios inicial/definitiva



El Consumo de Energía y sus Emisiones de Dióxido de Carbono son las obtenidas por el Programa _____ para unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación

el Consumo real de Energía del Edificio y sus Emisiones de Dióxido de Carbono dependerán de las condiciones de operación y funcionamiento del edificio y de las condiciones climáticas, entre otros factores.

El Real Decreto aprobado el 19 de enero de 2008 impone la obligación de entregar a los compradores de las viviendas o a quienes las alquilen un certificado de eficiencia energética.

En él se compara la eficiencia energética del edificio con la de un edificio tipo y se valora en una escala. El cálculo se realiza mediante un programa informático desarrollado al efecto, denominado CALENER.

El resultado del cálculo depende de los factores siguientes:

- Estudio del **coeficiente de aislamiento de la envolvente**.
- Parámetros de acristalamiento: espesor del acristalamiento, cámara de aire, factor solar, orientación, elementos de sombreado, etc.
- Rendimiento de instalaciones de generación térmica (por ejemplo caldera).
- Análisis de la estanqueidad del edificio: infiltraciones.
- Estudio de circuitos de distribución térmica: nivel de aislamiento y trayectorias, elementos y regulación.
- Elección del tipo de energía.

En estudios realizados por distintos entes certificadores, en **las viviendas construidas con Eco haus** se ha obtenido la **máxima calificación energética**, es decir la **A** con los paneles **ECO HAUS WS-EPS**.

Ahora bien, hay que entender que Eco haus solo influye en el coeficiente de aislamiento de la envolvente y que hay que tener en cuenta el resto de factores.

15 AUSENCIA DE PUENTES TÉRMICOS

El puente térmico es una alteración a la baja del aislamiento térmico de los cerramientos. Se trata de una zona relativamente fría, localizada en un cerramiento relativamente caliente.

Tal relatividad es sumamente importante en la prevención de condensaciones, ya que el riesgo aumenta con la diferencia de temperatura entre la parte normal del cerramiento y el puente térmico. De tal manera que, un soporte de hormigón interrumpiendo un cerramiento muy aislado térmicamente, representa mayor riesgo que si aparece situado en un cerramiento con menor aislamiento térmico.

La experiencia demuestra que, en la inmensa mayoría de los casos, las condensaciones superficiales se manifiestan en primer lugar sobre los soportes que interrumpen el cerramiento, especialmente sobre soportes de esquina; sin que ello quiera decir que no se manifiesten en otros "puentes térmicos".

El sistema constructivo Eco Haus elimina los puentes térmicos, estando formado por cerramientos continuos de material, sin mortero entre las juntas de los paneles.

Además, resuelve forma sencilla los puntos donde tradicionalmente se dan los puentes térmicos (esquinas, dinteles, cantos de forjado).

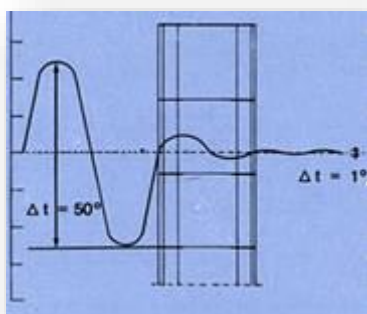
16 INERCIA TÉRMICA.

El efecto combinado del aislamiento y capacidad de acumulación térmica es lo que define la **inercia térmica** de un elemento constructivo.

La **capacidad de acumulación** térmica de una pared es una característica que depende de su espesor, de su peso y del calor específico del material, y nos indica la capacidad de almacenar el calor.

La capacidad de acumulación térmica de los elementos constituyentes de la vivienda es un requisito fundamental para alcanzar un adecuado nivel de confort, evitando las incómodas oscilaciones de temperatura originadas por las diferencias térmicas entre el día y la noche, así como por la discontinuidad en el funcionamiento de los equipos de calefacción y refrigeración.

Las soluciones constructivas basadas en colocar el material pesado al exterior y el más ligero al interior, separados por un material aislante, tienen poca capacidad de acumulación térmica.



Además del cometido de acumulación, el cerramiento de una vivienda debe producir un desfase y una atenuación de la onda térmica que incide sobre él. El desfase se aprecia claramente en los procesos de calentamiento por radiación solar: cuando la cara exterior del muro se calienta, se inicia un proceso de calentamiento progresivo por conducción hasta la cara interior del muro, el tiempo que tarda la onda térmica en atravesar el cerramiento se denomina **desfase** de la onda térmica.

Este desfase depende de la conductividad térmica del material, de su densidad, del espesor, de su calor específico, y del tiempo. Debido a que la transferencia de calor a través de puertas y ventanas es prácticamente instantánea, debe conseguirse en lo posible que el desfase se produzca en los muros de cerramiento.

Por otro lado, debe tenerse en cuenta que las condiciones del exterior son cíclicas, produciéndose cambios en la temperatura externa y en los aportes de calor por radiación. Esto provoca que parte del calor acumulado por el muro sea expulsado al exterior cuando baja la temperatura. A este fenómeno se le denomina **amortiguamiento** de la onda térmica, y depende de los mismos parámetros que el desfase de la onda.

El muro de una sola hoja de panel **Eco haus** permite alcanzar unos excelentes valores de aislamiento térmico, desfase y amortiguamiento, junto con una excelente inercia térmica. De esta manera se consigue un buen comportamiento de los muros, tanto en invierno con un aislamiento térmico elevado, como en verano, donde la estabilidad térmica alcanzada es muy superior a la de los muros multicapa habituales.

17 RESPIRACIÓN ACTIVA.

17.1 La importancia de la calidad del aire interior

En los países industrializados, la mayor parte de **la población pasa el 90% de su vida dentro de edificios**. Durante todo este tiempo, su salud, su calidad de vida y su productividad se ven directamente afectados por el ambiente que les rodea. Muchas de las construcciones son poco saludables debido a la falta de renovación de aire interior.

Se ha comprobado en estudios recientes que un edificio moderno, contiene una mezcla de componentes orgánicos volátiles (COV's) como formaldehído, xileno, isobutildeido, monómeros de cloruro de vinilo y otros cloruros orgánicos, aldehídos y fenoles procedentes de muy variados productos (madera en muebles, pinturas, barnices, moquetas, tejidos textiles, PVC, materiales de aislamiento, adhesivos...) todos estos compuestos son inhalados por nuestros pulmones aumentando el riesgo de enfermedad. Asimismo, el gas radón procedente del suelo, el ozono de algunos aparatos eléctricos, y las micro partículas existentes en el aire también suponen un riesgo para la salud. Algunas fuentes biológicas también degradan la calidad del aire interior.

Existen diversos métodos para reducir la presencia o concentración de estos elementos contaminantes: **El primer paso** es el evitar materiales en la construcción que contengan disolventes, pegamentos y plásticos. Existe un creciente número de fabricantes de pinturas, adhesivos y materiales ecológicos utilizados en bioconstrucción que son buenos sustitutos de otros menos saludables. El uso de este tipo de materiales reduce enormemente la presencia de COV's

El segundo paso es diseñar la vivienda de modo que la ventilación de la misma elimine los COV's hasta los niveles del aire exterior. Esto implica diseñar viviendas con mayores volúmenes, una ventilación más controlada, o el uso de vegetación interior. La vegetación además filtra el aire, lo humidifica regulando la humedad relativa y consume CO₂.

El control del radón, requiere un forjado sanitario, y una ventilación apropiada de los sótanos. La eliminación del radón en la construcción ha de ser seriamente considerada, puesto que es la segunda causa que origina el cáncer. La ventilación de las áreas de estar ayuda a controlar el radón, pero el forjado sanitario es la solución más adecuada.

Mantener una temperatura elevada y uniforme en los muros con ligeras oscilaciones en la humedad relativa así como el uso de materiales transpirables, evitan la aparición de hongos.

La utilización de filtros en los sistemas de ventilación de los edificios o la ventilación por medios naturales de la vivienda elimina gran parte las partículas nocivas en suspensión existentes en el aire exterior.

17.2 La construcción saludable

El sistema de construcción de paneles de conglomerado madera cemento se viene utilizando desde hace años en bioconstrucción gracias a su beneficioso impacto para la calidad del aire interior. Hay muchas razones que hacen que la construcción con **Eco haus** sea saludable:

-Control de hongos y moho: Estudios recientes ligan alergias, depresión inmunológica y enfermedades a una amplia variedad de hongos y moho que crecen en el interior de la vivienda. Para evitar el crecimiento de hongos o virus en las paredes, se recomienda el uso de revestimientos alcalinos, siendo esta la razón por la que históricamente se ha venido utilizado la cal (material alcalino) como acabado en los establos y otras estancias donde es importante la higiene. El ph del conglomerado madera cemento está entre 11 y 12 tras su reacción con el CO₂ de la atmósfera (considerándose alcalino), siendo su ph mayor tras su manufacturación y atenuándose hasta dichos niveles con el tiempo. Este nivel de alcalinidad de la pared forma una barrera para los hongos y virus, impidiendo su crecimiento.

17.3 Ausencia de condensaciones

El riesgo de condensaciones intersticiales en el interior del muro son debidas a la elevada presión de vapor que se da en puntos del muro, expuestos al exterior y por lo tanto fríos (como es por ejemplo la cara interior del muro exterior de cerramiento), cuando no se utilizan adecuadamente barreras de vapor o el propio material aislante no tiene una resistividad al paso del vapor de agua suficiente.

Este tipo de riesgos no se dan en muros **Eco haus** por permitir una adecuada difusión del vapor de agua a través de la estructura capilar del material.

18 CONSTRUCCIONES VERTICALES NO PORTANTES

Los muros no portantes o tabiques no transmiten otras cargas a excepción de su propio peso. Los muros no portantes tienen tan sólo la función de separación y aislante.

En el Sistema Constructivo ECO HAUS estos muros se construyen uniendo los paneles de viruta de madera para crear la tabiquería. Es posible hacerlos simples, dobles y combinados.

Ventajas de los tabiques:

- ✓ fácil, rápida y seca construcción de tabiquería
- ✓ fácil ejecución de las ranuras para las instalaciones mediante fresados
- ✓ inocuidad de salud e higiene
- ✓ alta resistencia contra el fuego
- ✓ firmeza suficiente para clavar, atornillar, para tacos, etc.
- ✓ excelente adhesión de los enlucidos

19 TABIQUERÍAS SIMPLES

Para construir tabiques se utilizan paneles WS 50 mm y paneles para tabiques de ancho 75, 100 mm

- ✓ Se utilizan para separar el espacio donde no haya requisitos de aislamiento acústico altos; $RW = 39$ dB
- ✓ Sus características como aislante acústico, son comparables con las características de la tabiquería tradicional del mismo espesor
- ✓ el peso propio aprox. 35 – 75 Kg./m².

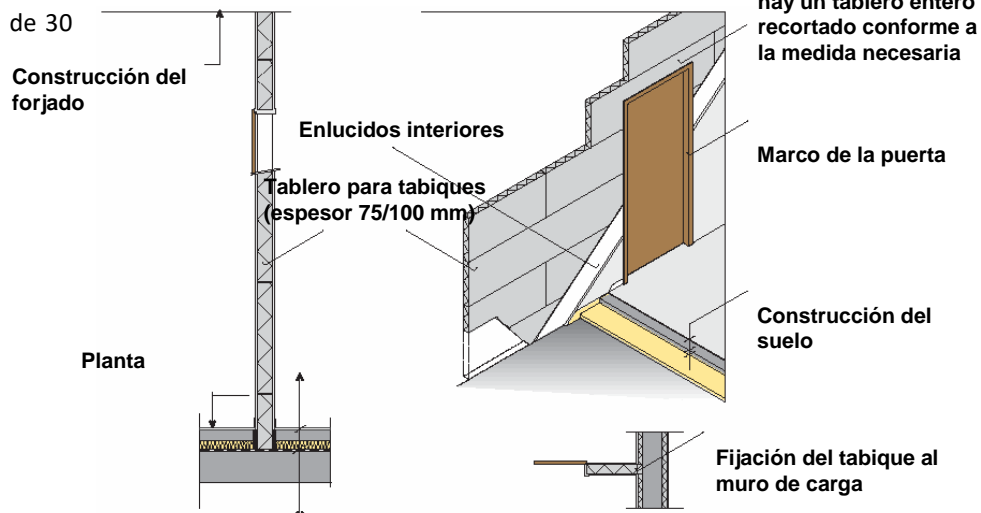
El proceso de montaje:

En la proyección horizontal del muro (trazada previamente) se colocan verticalmente las guías auxiliares o reglas a 1,5 m de distancia para asegurar la estabilidad inicial del tabique. Los muros de paneles ECO HAUS tabiques se colocan traslapados, puesto que los paneles tienen que superponerse unos con otros en la junta de tope. Los paneles deben sobrepasar las esquinas de un panel encima del otro.

El material de unión de las juntas de tope y de juntas de asiento es la espuma de poliuretano de montaje u otro pegamento rápido adecuado (su rendimiento es cerca de 3 Kg/m²), o bien un pegamento a base de cemento. Para evitar el desplazamiento de los paneles al construirlos, se recomienda asegurar las juntas con clavos.

Encima de las aberturas es necesario cortar un panel entero con la medida adecuada. La fila de los paneles debajo del forjado se empotra y la junta se rellena con el material de unión.

Los tabiques, inmediatamente después de su realización, alcanzan su alta resistencia y rigidez final debido al corto tiempo de endurecimiento del material de unión (cerca de 30 min.).



20 CONSTRUCCIONES HORIZONTALES ECO-HAUS

20.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES DEL FORJADO

Con el Sistema Constructivo ECO HAUS es posible construir dos clases de forjados monolíticos de hormigón armado.

Para encofrar el forjado se utilizan:

1. Las piezas prefabricadas de forjado, calculado conforme a un forjado in situ unidireccional de viguetas de hormigón armado.
2. Los paneles para el encofrado perdido en el forjado, calculado conforme a un forjado monolítico de hormigón armado.

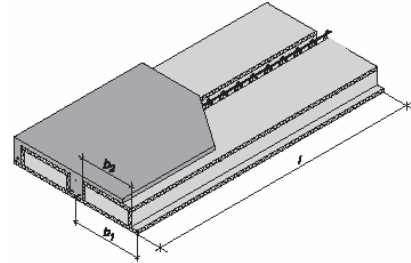
Las piezas prefabricadas para el forjado y también los paneles para el encofrado del forjado se clavan al nivel donde acaba el muro, es decir a los últimos paneles de encofrado de los muros. Los finales de las piezas prefabricadas (bovedillas ECO HAUS) para forjados necesarias para soportar la luz necesaria, se colocan encima de un sistema simple de sopanda/durmiente de madera. Ventajas de los forjados contruidos por el método de encofrado perdido:

- La ejecución de los forjados es fácil y rápida.
- Destaca su alta resistencia térmica y su capacidad como aislante acústico, por ejemplo, de pisadas.
- ¡Facilitan las grandes superficies con techos rectos (sin molestos nervios y vigas) y sin pilares!.
- Son muy económicas para grandes superficies, porque en comparación con los forjados tradicionales aumenta su peso propio en relación con el canto del forjado.
- Es posible construir cualquier forjado especial (piezas fuera de lo común se fabrican según el pedido del cliente, según el plano de la distribución del forjado), ocasionalmente se cortan in situ a la medida necesaria.
- Son adecuados para todos tipos de nueva construcción (casas unifamiliares, construcciones industriales, construcciones civiles) y también para las rehabilitaciones.
- Los paneles son fácilmente trabajables y al mismo tiempo tienen la firmeza suficiente para sujetar cualquier elemento, por ejemplo, las luminarias se pueden sujetar mediante clavos o tornillos a los paneles y para los huecos de los cables se ejecutan fresando los paneles o por dentro de los huecos de las piezas prefabricadas para el forjado.
- Excelente adhesión de los enlucidos a los paneles.
- Los forjados sin enlucidos (construcciones industriales) absorben muy bien los sonidos y con un adecuado tratamiento del color de las superficies de los paneles es posible conseguir un buen efecto arquitectónico.
- Los elementos del forjado son porosos y proporcionan una buena circulación de aire, que garantiza, que el forjado se seque rápidamente.
- No hay trabajos de desencofrado, ya que las piezas prefabricadas para el forjado pasan a formar parte del sistema como un encofrado perdido, únicamente se desencofra el tablón que hace de sopanda.

20.1.1 Forjado de piezas prefabricadas para encofrados perdidos

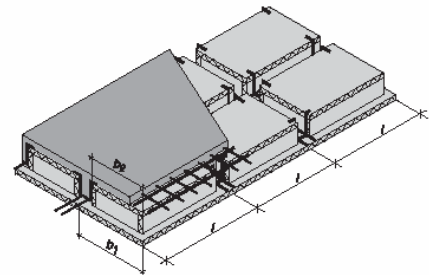
20.1.1.1 Para crear un forjado unidireccional de hormigón armado in situ:

- Las distancias entre ejes de las viguetas son de 500 mm con un ancho de vigueta de 120 mm.
- Medidas estándar de los elementos del forjado son longitud $l = 2000$ mm, ancho $b_1 = 500$ mm, $b_2 = 380$ mm.
- Otras medidas: $l = 1830, 1660, 1500, 1330, 1000, 660, 500, 330$ mm, ancho $b_1 = 300, b_2 = 180$ mm.
- Altura de las piezas $h = 170, 220, 260, 315, 350, 400, 500, 575$ mm y su uso depende de la extensión y de la carga de uso de la construcción, de la calidad de hormigón y de las armaduras.
- Las armaduras de las costillas de los forjados ECO HAUS son formadas con soportes espaciales de acero o armaduras sujetas llamadas viguetas.
- Cada 2 metros en el lugar de unión de las piezas prefabricadas es posible poner las armaduras transversales para dar al forjado una mayor firmeza.
- Distribución de los soportes – debajo de la parte frontal de las piezas prefabricadas.



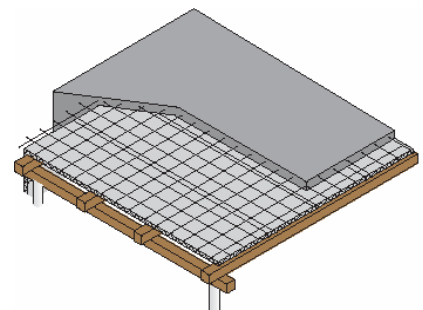
20.1.1.2 Para crear un forjado monolítico reticular de hormigón armado (piezas no estándar):

- Se utilizan para forjados de uso especial (las salas de conciertos, teatros, etc.).
- La realización de los elementos se fabrican conforme a las medidas específicas del pedido.
- Longitud de las piezas $l = 500$ hasta 2000 mm.
- Ancho $b_1 = 500$ mm, $b_2 = 380$ mm.
- Los ejes de las viguetas cruzadas se colocan en distancias de ejes 500, 660, 1000, 1330, 1500, 1660, 1830, 2000 mm.
- Altura de las piezas $h = 170, 220, 260, 315, 355, 400, 500, 575$ mm, y su uso depende de la luz, de la carga del forjado, de la calidad del hormigón y de las armaduras.
- El armado de las viguetas se conecta con el armado del forjado.
- Reparto de los apoyos según la longitud de la pieza del forjado.



20.1.1.3 Forjados de paneles encofrados del tipo WSD 35 como encofrado perdido para la formación de un forjado monolítico de hormigón armado

- Según su uso sólo se arma la losa del forjado con el armado de hormigonado según los cálculos estructurales.
- Las distancias entre los ejes de los soportes de los paneles encofrados para la placa de hormigón son de ancho 200 mm hasta 660 mm.
- En comparación con los forjados de piezas prefabricadas para forjados, este economiza el material natural (viruta de madera), pero aumenta el gasto de hormigón.
- Buen aislamiento térmico y acústico del forjado.



Elementos especiales y elementos con altura de 260 mm o más se fabrican según el pedido.

20.2 EVALUACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES HORIZONTALES (FORJADOS, BALCONES)

20.2.1 FORJADOS

SUPOSICIONES DEL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE LOS FORJADOS ECO HAUS:

En los cálculos se supone que en la construcción del forjado se encuentran estas cargas:

- Pieza prefabricada para el forjado ECO HAUS.
- El hormigón vertido incluyendo el armado de éste.

Los límites para otras cargas en kN/m² se mencionan en la tabla, dependiendo de la luz y altura de construcción de los forjados. Al calcular la carga de los forjados no se valora la cooperación del panel con la estructura de la construcción ya que esto no es asegurable.

En caso de que el tabique sea colocado entre las viguetas del forjado, paralelamente y con el mismo eje longitudinal, es necesario, de manera individual, calcular la placa del forjado y proyectar su refuerzo.

Las armaduras del forjado solucionan el cálculo estático.

Cálculo de los dinteles de las aberturas:

Se determina según los cálculos estáticos para cada caso constructivo por separado. Para dinteles del Sistema Constructivo ECO HAUS se utilizan los soportes espaciales del forjado (celosías)– acero R 10 505. La capacidad de carga de los dinteles se determina para el hormigón B 15 y B 20 incluyendo los soportes de refuerzo de diferentes longitudes. Para mayor luz y carga es posible utilizar el armado ensamblado.

CARGA PERMANENTE DE LOS FORJADOS	DE NORMATIVA Kn/m ²	COEFICIENTE	DE CÁLCULO Kn/m ²
----------------------------------	--------------------------------	-------------	------------------------------

1.La pieza prefabricada para el forjado ECO HAUS de altura:

170 + 50 = 220 mm	0,53	1,10	0,58
220 + 50 = 270 mm	0,57	1,10	0,63
260 + 50 = 310 mm	0,59	1,10	0,65

2.Hormigón armado para forjado de altura

170 + 50 = 220 mm	0,53	1,10	0,58
220 + 50 = 270 mm	0,57	1,10	0,63
260 + 50 = 310 mm	0,59	1,10	0,65

LA CARGA TOTAL PERPETUA DE LOS FORJADOS DE ALTURA TERMINADA:

170 + 50 = 220 mm	2,65	1,10	2,92
220 + 50 = 270 mm	2,99	1,10	3,29
260 + 50 = 310 mm	3,25	1,10	3,58

LA CARGA ESTÁNDAR:

1.Baldosa cerámica 10 mm	0,01*23	2,23	1,10	0,25
--------------------------	---------	------	------	------

2.Solera de hormigón	0,04*23	0,92	1,30	1,20
3.Aislamiento contra el ruido (Fibrex)	0,02*1,2	0,02	1,20	0,03
Enlucido 20 mm	0,02*19	0,38	1,30	0,49
TOTAL		1,55	1,27	1,97

LA CARGA DE NORMATIVA DE USO:

1.La carga de las viviendas	1,50	1,40	2,10
TOTAL	1,50	1,40	2,10

LA CARGA TOTAL ESTÁNDAR DE LOS FORJADOS ECO HAUS DE ALTURA TERMINADA:

170 + 50 = 220 mm	5,70	1,22	6,99
220 + 50 = 270 mm	6,04	1,22	7,36
260 + 50 = 310 mm	6,30	1,21	7,65

El ancho de la vigueta es 120 mm.

MÁXIMA LUZ DE LOS FORJADOS CON CARGA ESTÁNDARIZADA

ALTURA DE LA PIEZA PARA EL ENCOFRADO + PLACA DE HORMIGÓN (mm)	ALTURA DEL FORJADO (mm)	CARGA ESTÁNDAR DE CÁLCULOS DE LOS FORJADOS Kn/m ²	MÁX LUZ (m)
170 + 50	220	6,99	5,9
220 + 50	270	7,36	6,9
260 + 50	310	7,65	7,7
315 + 50	365	8,04	8,6*
350 + 50	400	8,32	9,6*
400 + 50	450	8,69	10,2*
500 + 50	550	9,48	11,2*
575 + 50	625	10,09	12,0*

* Valores sólo orientativos, es necesario proyectar individualmente la forma y refuerzo de la vigueta.

Hormigón B 20 Acero grupo R 10 505

LA CAPACIDAD DE CARGA DE LOS FORJADOS ECO HAUS

LUZ Lo (m)	Longitud del trigon L (m)	Luz estática L (m)	Tipo del forjado	Superficie de armado	Distribución del armado			Altura de la celosía V (mm)	Flexión total (mm)	Flexión por su propio peso * (mm)	Posición superior construcción (mm)	La flexión real (mm)	La flexión límite (mm)
					Superior Φ (mm)	Inferior $r\Phi$ (mm)	Diagonal $l\Phi$ (mm)						
2,70	3,00	2,87	170+50	0,57	8	6 6	5	150	2,03	0,40	0,00	2,03	13,50
2,90	3,20	3,07	170+50	0,67	8	6 7	5	150	3,64	0,52	0,00	3,64	14,50
3,10	3,40	3,27	170+50	0,67	8	6 7	5	150	6,83	0,67	0,00	6,83	15,50
3,30	3,60	3,47	170+50	0,77	8	7 7	5	150	9,67	0,85	0,00	9,67	16,50
3,50	3,80	3,67	170+50	0,89	8	7 8	5	150	12,56	1,07	0,00	12,56	17,50
3,70	4,00	3,87	170+50	1,00	8	8 8	5	150	15,68	1,32	0,00	15,68	18,50
3,90	4,20	4,07	170+50	1,27	8	9 9	5	150	17,19	1,61	0,00	17,19	19,50
4,10	4,40	4,27	170+50	1,42	8	9 10	5	150	20,33	1,95	0,00	20,33	20,50
4,30	4,60	4,47	170+50	1,73	8	10 11	5	150	21,47	2,34	0,00	21,47	21,50
4,50	4,80	4,67	170+50	2,08	8	11 12	5	150	23,06	2,79	5,00	18,06	22,50
4,70	5,00	4,87	170+50	2,26	8	12 12	5	150	26,45	3,29	5,00	21,45	23,50
4,90	5,20	5,07	170+50	2,46	8	12 13	5	150	30,07	3,88	10,00	20,07	24,50
5,10	5,40	5,27	170+50	2,65	8	13 13	5	150	34,07	4,51	10,00	24,07	25,50
5,30	5,60	5,47	170+50	2,87	8	13 14	5	150	38,21	5,24	15,00	23,21	26,50
5,50	5,80	5,67	170+50	3,08	8	14 14	5	150	42,66	6,05	20,00	22,66	27,50
5,70	6,00	5,87	170+50	3,55	8	16 14	5	150	44,62	6,95	20,00	24,62	28,50
5,90	6,20	6,07	170+50	4,02	8	16 16	5	150	48,07	7,94	20,00	28,07	29,50
6,10	6,40	6,27	220+50	2,26	8	12 12	5	190	47,68	4,52	20,00	27,68	30,17
6,30	6,60	6,47	220+50	2,67	8	12 14	5	190	48,20	5,12	20,00	28,20	30,50
6,50	6,80	6,67	220+50	3,08	8	14 14	5	190	49,38	6,00	20,00	29,38	30,83
6,70	7,00	6,87	220+50	3,55	8	14 16	5	190	50,38	6,76	20,00	30,38	31,17
6,90	7,20	7,07	220+50	4,02	8	16 16	5	190	51,88	7,58	25,00	26,88	31,50
7,10	7,40	7,27	260+50	2,67	8	12 14	5	230	50,54	5,49	20,00	30,54	31,83
7,30	7,60	7,47	260+50	3,08	8	14 14	5	230	55,09	6,13	25,00	30,09	32,17
7,50	7,80	7,67	260+50	3,55	8	14 16	5	230	57,83	6,80	26,00	31,83	32,50
7,70	8,00	7,87	260+50	4,02	8	16 16	5	230	58,76	7,54	27,00	31,76	32,83

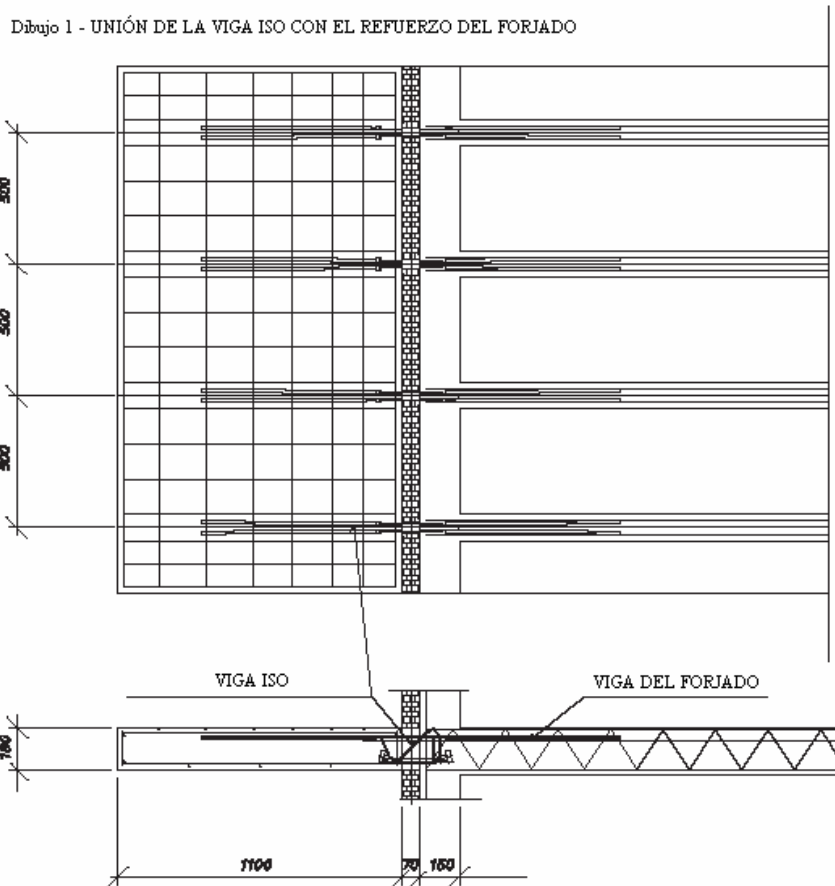
Hormigón B 20 Estado de carga de ruptura y trasformación

Acero grupo R 10 505

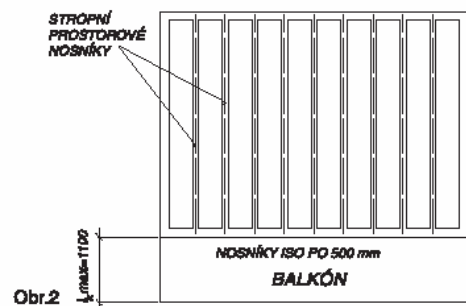
En los cálculos no se suponen tabiques.

20.2.2 BALCONES

Para la realización de los balcones el Sistema Constructivo ECO HAUS los soluciona aplicando vigas ISO y evitando así la formación de los puentes térmicos. Su uso se da en base de los cálculos estructurales del proyecto.



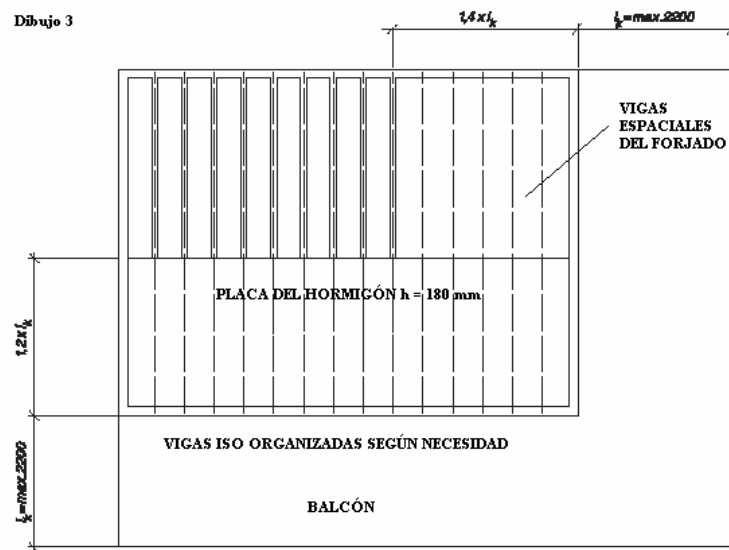
En caso de que el balcón sea introducido menos de $l_k = 1100$ mm en la dirección de las vigas del forjado, es posible colocar las vigas ISO en los ejes de las vigas del forjado, a distancia de 500 mm. Con esta solución, aparte de completar el armado en la superficie superior de la viga, no son necesarios otros trabajos.



Al introducir la ménsula del balcón más grande que $l_k = 1100$ mm y menos grande que $l_k = 2200$ mm es necesario colocar las vigas ISO en distancias inferiores a 500 mm y es necesario adaptar el forjado.

Al colocar el balcón longitudinalmente a la dirección de las vigas es siempre necesario hacer la adaptación. El refuerzo se debe realizar a una distancia de 1,2 múltiplo de la colocación de la ménsula del balcón en la dirección de las vigas del forjado y múltiplo de 1,4, la colocación de la ménsula del balcón longitudinalmente a la dirección de las vigas del forjado. De este tamaño será la placa del forjado formada por la placa monolítica según el proyecto y cálculo estructural.

En esta organización de la colocación de la placa del balcón es necesario realizar la comprobación según las normativas del fabricante de las vigas ISO y al realizar el cálculo de la parte del forjado adaptado al salirse de los principios habituales de la solución del sistema modelo.



20.3 REHABILITACIONES DE LOS FORJADOS

Hoy en día para la rehabilitación de forjados existentes está entre las soluciones preferidas tanto por sus ventajas económicas como por sus ventajas para ganar espacios nuevos en viviendas y administraciones, sobre todo en aquellas partes de las ciudades donde no hay nuevos terrenos o donde su precio es demasiado alto.

Sin embargo, estas rehabilitaciones conllevan también diferentes complicaciones.

-Uno de los problemas más frecuentes al realizar los trabajos de la construcción es la escasez de espacios para la manipulación y almacenaje en la zona objeto de rehabilitación.

-Otro inconveniente frecuente es la complejidad en el traslado del material constructivo, puesto que en la mayoría de casos no es posible utilizar la maquinaria de elevación habitual.

-Restricciones frecuentes en cuanto al acceso limitado de los camiones con carga superior a 3 t en los centros de las ciudades.

A continuación, tendremos muy en cuenta que no contamos con las situaciones óptimas en el entorno de la obra y que no podremos tener una alta emisión de ruido ni desorden.

En caso de usar las piezas prefabricadas ECO HAUS para el forjado se eliminan las complicaciones antes mencionadas ya que las características del Sistema Constructivo ECO HAUS son:

- El bajo peso de las piezas prefabricadas para el forjado favorece que la manipulación manual en condiciones desfavorables y de espacio limitado se puedan solventar con la utilización de mecanismos simples de elevación.
- Para la descarga, sobre todo en condiciones de espacio muy reducidas, es posible realizarla manualmente ya que el peso de la pieza prefabricada para el forjado es de unos 60 Kg (dependiendo de la altura de la pieza).
- Se garantiza la realización de forjados en estancias con luz hasta 12 m.
- Las piezas prefabricadas para el forjado se fabrican en medidas modulares, pero es posible realizar cualquier medida específica según las necesidades del arquitecto o de los cálculos estructurales.
- Las piezas prefabricadas para el forjado tienen un excelente aislamiento térmico y acústico.
- Montaje rápido del forjado.
- Posibilidad de realizar el forjado reticular, armado en forma de cruz.
- En cascos históricos es posible suministrar las piezas prefabricadas para el forjado "just in time" y eso se puede conseguir incluso con pequeñas furgonetas.

Desde el punto de vista constructivo el forjado se soluciona por el método de encofrado perdido formado por vigas unidireccionales o por el forjado monolítico hormigón armado con distancias entre ejes de 500 (300) mm y con ancho de vigueta de 120 mm.

Las piezas para el forjado se fabrican mediante el pegado de piezas cortadas de paneles ECO HAUS WS de grosor 25 mm en forma de cajas huecas dejando que en la parte inferior sobrepasen dos aletas para formar las viguetas, de las cuales el ancho y largo es dado por medidas de fabricación de los paneles, pues 500 (300) x 2000 mm. La altura de las piezas va desde 170 hasta 575 mm y su uso depende de la luz de la habitación, de la carga de uso del forjado, la clase del hormigón y el tipo de refuerzo.

20.3.1 EL PROCESO DE MONTAJE DE LA CONSTRUCCIÓN DEL FORJADO:

Las piezas para el forjado ECO HAUS de altura, según los cálculos estructurales del proyectista, se colocan según el plano de distribución, sobre los muros perimetrales o interiores de carga y encima de una construcción portante preparada de puntales y sopandas de tablonos de distribución de grosor mínimo de 50 mm .

Los soportes pueden ser de madera o puntales universales de acero y deben ser colocados encima de una base firme y nivelada. La distancia entre los soportes verticales depende del tipo del forjado y del grosor de los tablonos desde 700 hasta 1000 mm. Al montar el entramado de soporte para los forjados con la proporción de delgadez (la relación entre la luz l_s y el grosor H de la construcción del forjado) más grande de 15, se ajusta la posición superior constructiva según la tabla de la Capacidad de carga de los forjados ECO HAUS.

Después de colocar las piezas para el forjado, encima de los separadores de plástico en las viguetas formadas, se coloca el armado correspondiente de acero penetrando en los muros de carga. El recubrimiento necesario del armado inferior es asegurado mediante los separadores. A este armado formado por las vigas espaciales se le coloca encima de toda la superficie del forjado la malla electrosoldada (mallazo). Así queda realizada la construcción del forjado formada por las piezas para el forjado ECO HAUS, por viguetas de acero y mallazo.

Si existiesen jácenas, es posible hormigonarlas con hormigón clase B 20 con árido hasta 16 mm en concordancia con el proceso tecnológico del hormigonado. La construcción del forjado se hormigona en la dirección de las vigas, al mismo tiempo se hormigonan las viguetas y la placa de hormigón con la malla electrosoldada colocada, que rellena el forjado a la altura necesaria. Al echar el hormigón no se debe mover o deformar el armado. El hormigonado en la viga no puede ser interrumpido. La posible junta de dilatación se realizará solamente entre las vigas, en el centro de la pieza del forjado ECO HAUS.

La mezcla de hormigón es necesario que esté debidamente homogeneizada en las viguetas y en los alrededores de las vigas de refuerzo. Se puede utilizar el vibrador hundible con una cabeza máxima de 40 mm. La homogenización se puede realizar también mediante pinchazos intensivos.

Después de terminar el forjado es necesario mantener el hormigón en estado húmedo hasta que endurezca. Los soportes del forjado se podrán quitar cuando el hormigón llegue a tener la dureza determinada por la normativa dada para cada clase.

Los soportes y puntales se quitan siempre desde la planta superior hacia la inferior. Al montar los forjados en varias plantas a la vez los soportes deben estar colocados uno encima del otro en la misma proyección vertical.

21 NORMAS PRINCIPALES Y PROCESO DE LA CONSTRUCCIÓN

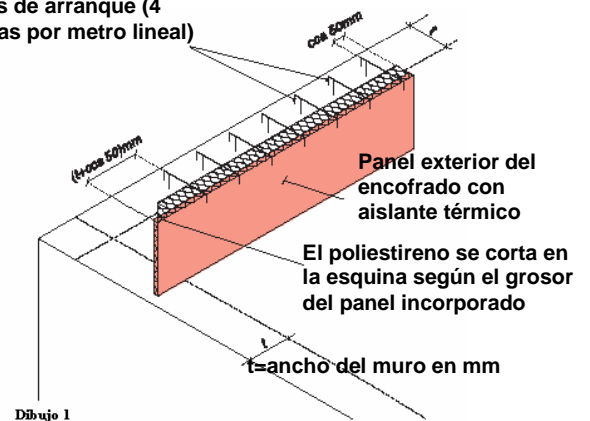
21.1 CONSTRUCCIONES VERTICALES

1. El modo de ejecución del encofrado para muros de los paneles ECO HAUS es muy sencillo. En la base de la construcción preparada se traspasa mediante tiralíneas la proyección real horizontal de la construcción y la colocación de los paneles encofrados de los muros empieza a desarrollarse, por lo general, desde una esquina de la construcción. La primera (la fila básica del encofrado) se construye en toda la extensión de la construcción de la proyección horizontal trazada.

Formación de la esquina:

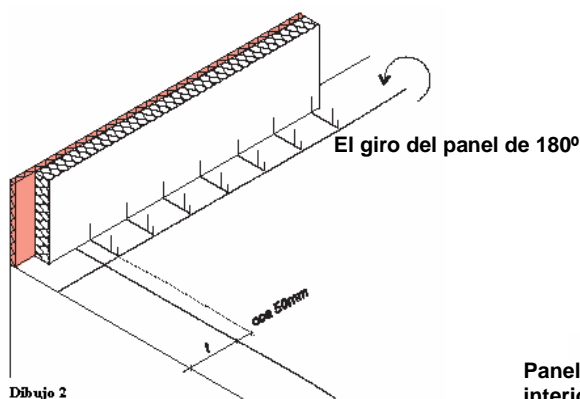
En el panel exterior del encofrado se asientan los clips de arranque de tal forma que el primer clip se asienta ($t + cca 50 \text{ mm}$) desde la esquina de la construcción y los clips siguientes en distancias regulares, 4 piezas por metro de muro (cca 250 mm), dónde t = es el ancho total del muro sin enlucidos en mm. El último clip en el panel se asienta cca de 50 mm desde su terminación. Para la formación de las esquinas no se pueden utilizar los cortes de paneles de un largo inferior a 1 m. El material aislante (poliestireno) en las esquinas será necesario recortarlo según el ancho del panel incorporado.

Clips de arranque (4 piezas por metro lineal)



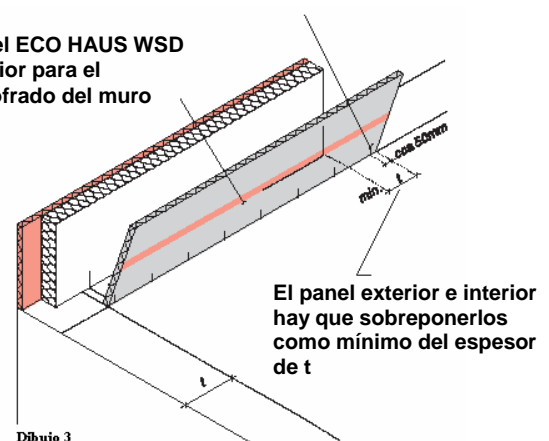
NOTA: En la base de la construcción (cimentación, forjado) se recomienda colocar armaduras de unión de acero para mejor unión del muro con la base

2. El panel se gira 180° y se colocan los clips en el plano horizontal dibujado en la cimentación.



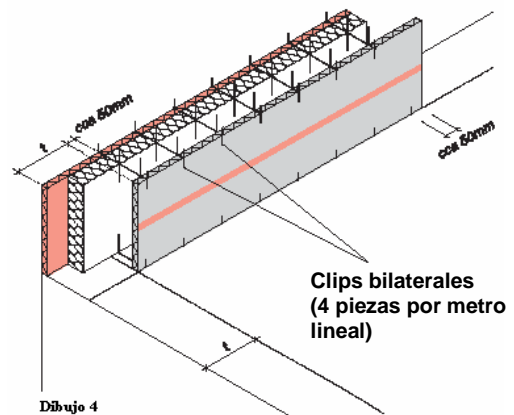
La colocación posterior del clip al final del panel interior

Panel ECO HAUS WSD interior para el encofrado del muro



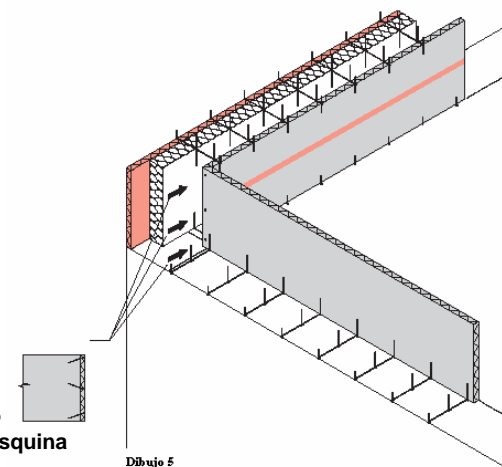
3. Antes de asentar el panel interior dentro de los clips de arranque, se sitúa al final de éste un clip de arranque. La regla general es que los paneles exteriores con los paneles interiores se tienen que superponerse como mínimo el grosor del muro " t ". Lo mejor es empezar con un panel entero y un panel cortado por la mitad.

4. Los paneles exteriores e interiores del encofrado se aseguran por arriba mediante clips bilaterales teniendo el mismo criterio que para la colocación de los clips de arranque (primer clip se coloca a unos 50 mm desde la esquina y después a distancias de 250 mm entre cada una, 4 piezas por metro, el último clip siempre se sitúa a unos 50 mm del final del panel).



5. Al encofrado así compuesto se agrega el panel interior con clips de arranque puestos, haciendo la esquina interior y se clava al panel interior del encofrado ya construido (el panel exterior no se coloca aún para no limitar el espacio de su fijación mediante clavos). Antes de clavarlos siempre es necesario nivelar verticalmente a plomo la esquina. Se clava alternativamente de manera inclinada mediante clavos de longitud de 100 mm, como mínimo en tres puntos.

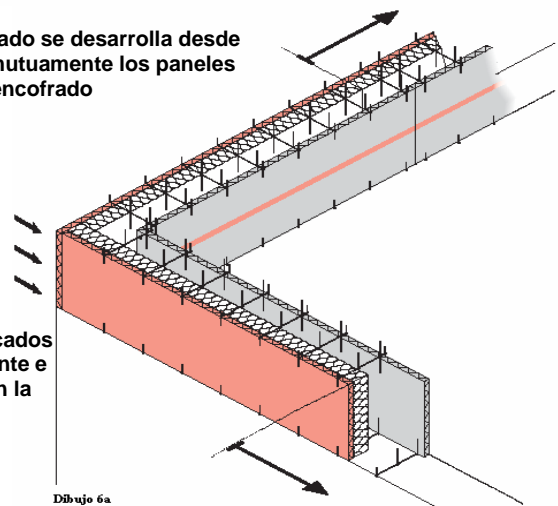
Clavado inclinado alternativo de la esquina



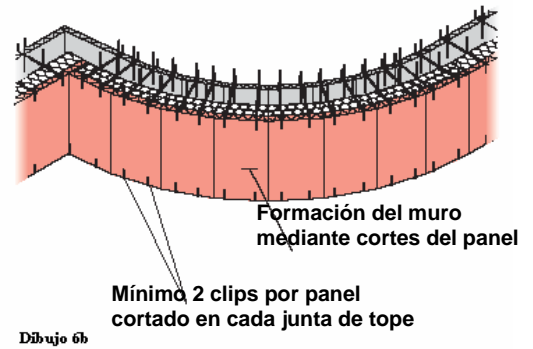
La construcción del encofrado se desarrolla desde la esquina sobrepasando mutuamente los paneles interiores y exteriores del encofrado

6. a) Después se coloca el panel exterior del encofrado en los clips del muro correspondiente, se asegura con clips bilaterales y después de nivelarlo se clava en la esquina. Desde la esquina se desarrolla el trabajo del encofrado por todo el plano horizontal de la construcción.

Clavos colocados alternadamente e inclinados en la esquina

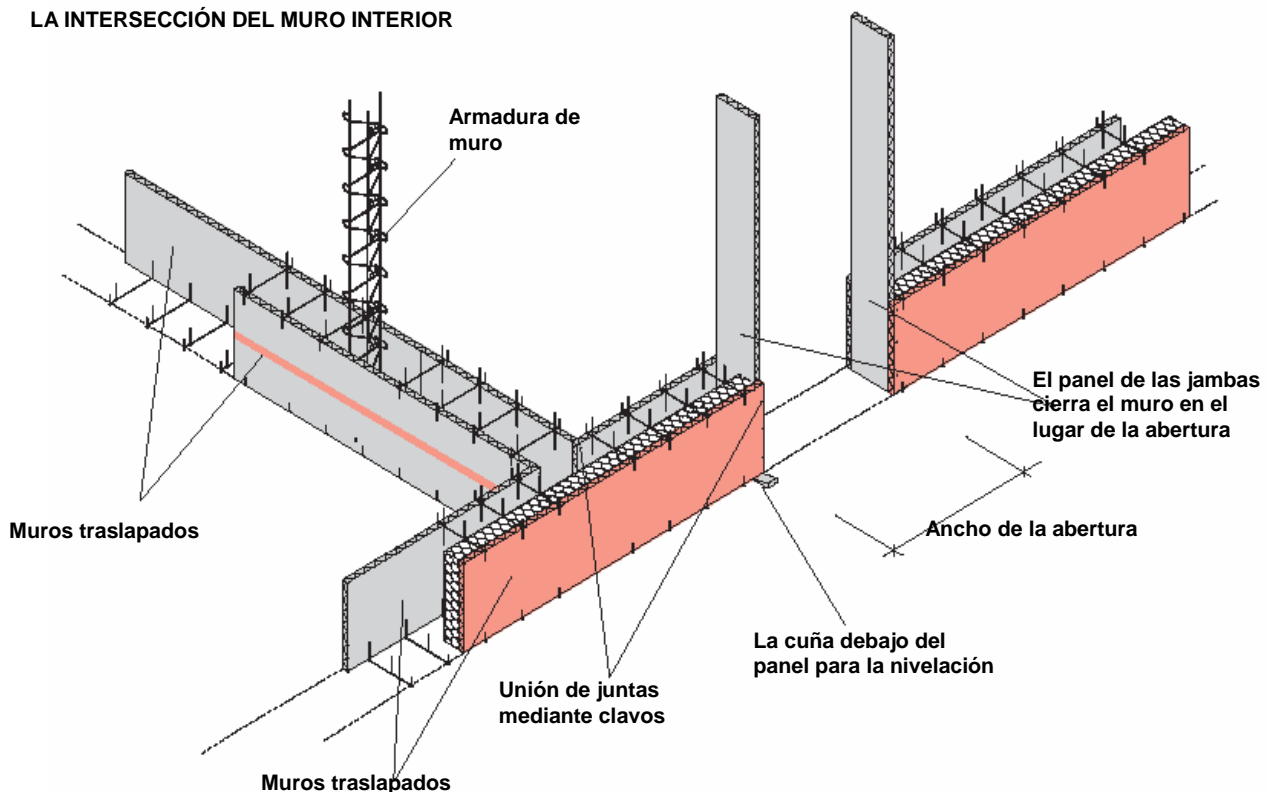


b) Circulares o arcos se solucionan (vea el dibujo) cortando los paneles oblicuamente para formar el arco según el plano horizontal. Se aseguran como mínimo con 2 clips por junta de asiento. Los paneles cortados se clavan en las juntas de tope.



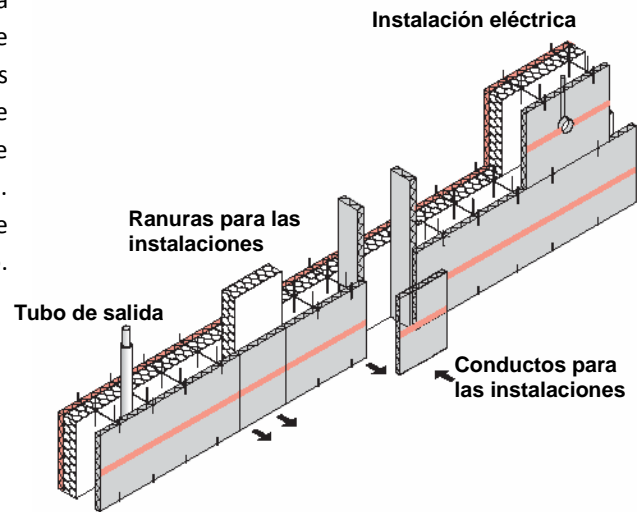
7. A la fila base del encofrado de los paneles se realiza al mismo tiempo el encofrado de los muros interiores de carga y el encofrado de las aberturas (ventanas, puertas, etc.), respetando las reglas principales de la colocación de los paneles y de los clips. En los lugares de intersección entre el muro interior de carga con el muro exterior de carga perimetral (de fachada) se formarán juntas que deberán ser clavadas. En los lugares de las aberturas de las jambas, los muros se cierran, usando los paneles para rebordes (jambas, dintel etc.) clavando estos entre los paneles de viruta de madera del encofrado de los muros de carga. En el encofrado de la 1ª fila de los muros, en lugares según requerimiento (cerca de 2 m) se colocan las armaduras del muro de hormigón dentro del encofrado del muro hasta la altura final de la planta. Estas armaduras tienen la función de asegurar la nivelación de los muros. La cimentación desnivelada se compensa simplemente, introduciendo chavetas o cuñas debajo del canto de la primera fila del encofrado. Las juntas de tope deben unirse bien, las juntas de asiento deben copiar exactamente la proyección horizontal. Cuanto más precisa se realiza la primera fila de los paneles de la planta más precisos y rápidos seguirán los trabajos del encofrado en los muros hacia los niveles superiores.

LA INTERSECCIÓN DEL MURO INTERIOR



8. Durante el montaje es posible introducir en el encofrado las instalaciones (tubos para salidas, tubos de ventilación, cajas de electricidad, distribuciones eléctricas, etc.) las cuales es necesario asegurarlas para que no se desplacen en el encofrado a la hora de hormigonar. En la posición dónde se necesite una futura ranura para instalaciones se pone en el encofrado una tira de poliestireno que después de hormigonar se retirará quedando así el hueco necesario. Una construcción de conductos de instalación similar se puede ver en el dibujo. Para pequeñas ranuras de instalaciones eléctricas es posible fresar el propio panel. Para realizar nichos de radiadores se fabrican clips especiales para este fin.

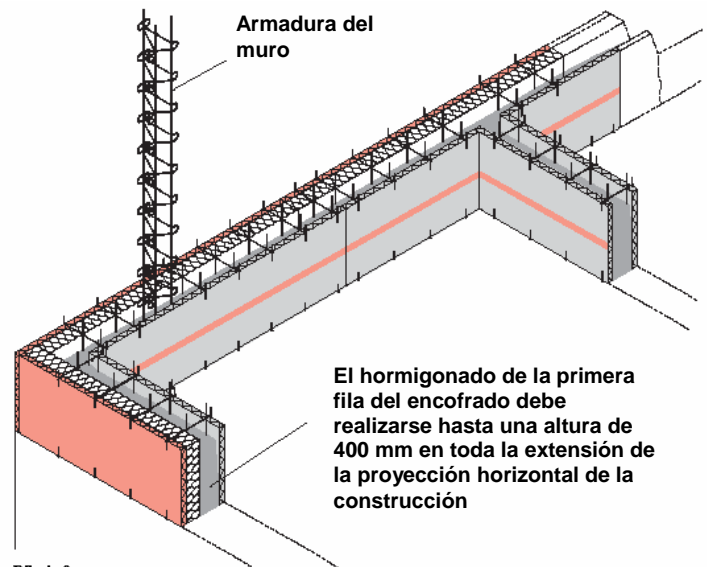
NOTA: En las construcciones con altos requisitos de aislamiento acústico, la envolvente de los aislamientos en el muro no debe ser interrumpida por ningún circuito de instalaciones. A los muros no se les debe colocar los tubos de extracción de la ventilación, éstos hay que guiarlos por separado a 50 mm como mínimo del muro de cerramiento.



Dibujo 8

9. Después de completar el encofrado de toda la primera fila de los muros, le sigue el hormigonado de toda la primera fila en toda la extensión de la proyección horizontal hasta una altura de 400 mm unos 50-100 mm por debajo del canto inferior del clip bilateral (borde superior del panel). La compactación del hormigón se ejecuta con pinchazos del vibrador. Después de hormigonar hay que controlar el encofrado y en caso de necesidad nivelarlo en relación con la proyección horizontal. (Es necesario controlar la posición vertical de los paneles que conforman jambas y de las armaduras verticales).

NOTA: En caso de interrumpir el hormigonado se recomienda colocar en el núcleo de hormigón esperas de acero para mejor unión con la fila siguiente de hormigonado (la propia armadura cumplirá esta función).



Dibujo 9

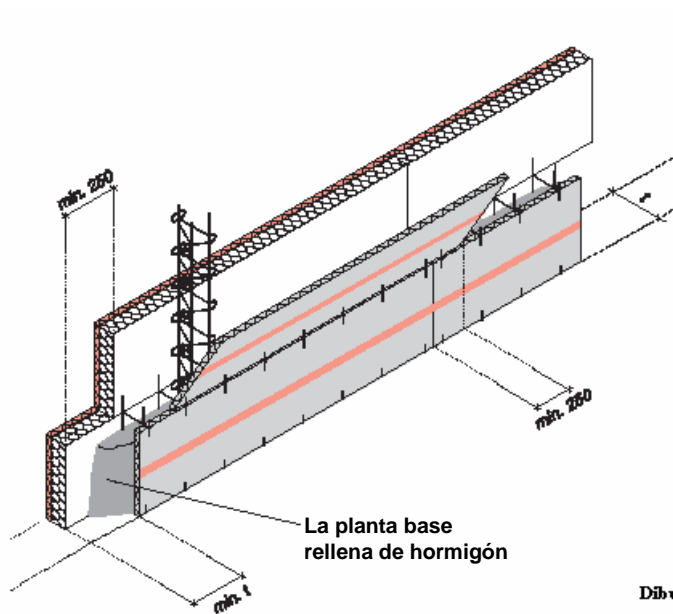
10. La segunda fila y las subsiguientes se sitúan dentro de los clips de acero y se aseguran continuamente mediante clips y clavos. El panel estará sobrepasando en cada una de las filas conforme a lo descrito anteriormente, el amarrado de los paneles del encofrado debe ser mín. de 250 mm y a la vez debe respetar y sobrepasar los paneles exteriores e interiores del encofrado con un mín. de “t” = grosor del muro. Las juntas de tope y de asiento del encofrado deben ser exactas, sin espacios vacíos entre los paneles. Es posible clavar en las juntas de tope de los paneles para asegurarlos contra el desplazamiento.

Las esquinas se forman sobrepasando exteriormente los paneles mutua y alternativamente y en el lugar de tope hay que clavarlos.

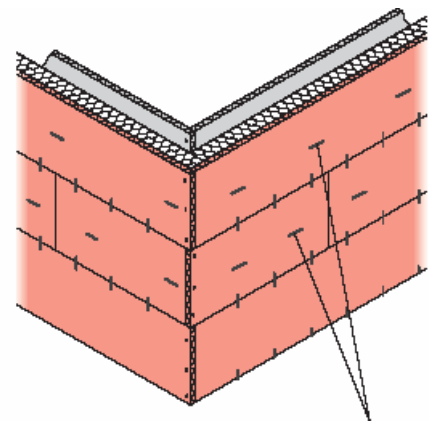
Al hormigonar toda la planta de una sola vez, se recomienda utilizar los paneles ECO HAUS WSD.

Al utilizar los paneles ECO HAUS WS se recomienda colocar en la 2ª y 3ª fila del encofrado del muro los clips de arrastre para aumentar la firmeza del encofrado. Los clips de arrastre se colocan en los paneles de encofrado de 1-2 piezas por mL.

SOBREPOSICIÓN MUTUA Y ALTERNATIVA DE LOS PANELES EN LAS ESQUINAS Y AMARRADO DE LOS PANELES EN EL MURO

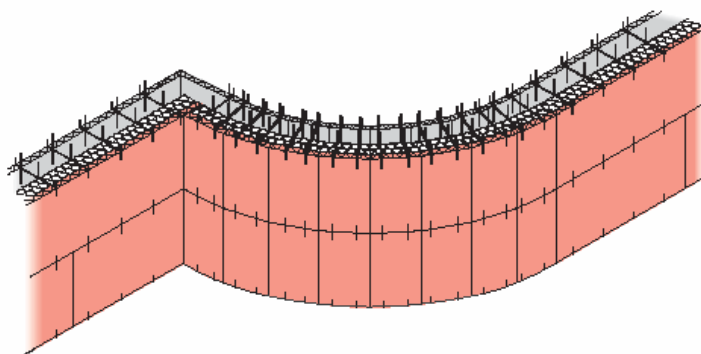


Dibujo 10a



El asegurado del encofrado de paneles ECO HAUS WS con clips de arrastre en 2ª y 3ª fila (1-2 piezas/m del muro encofrado), se realiza al hormigonar toda la planta de una sola vez. Al utilizar los paneles ECO HAUS WSD los broches de arrastre no se utilizan

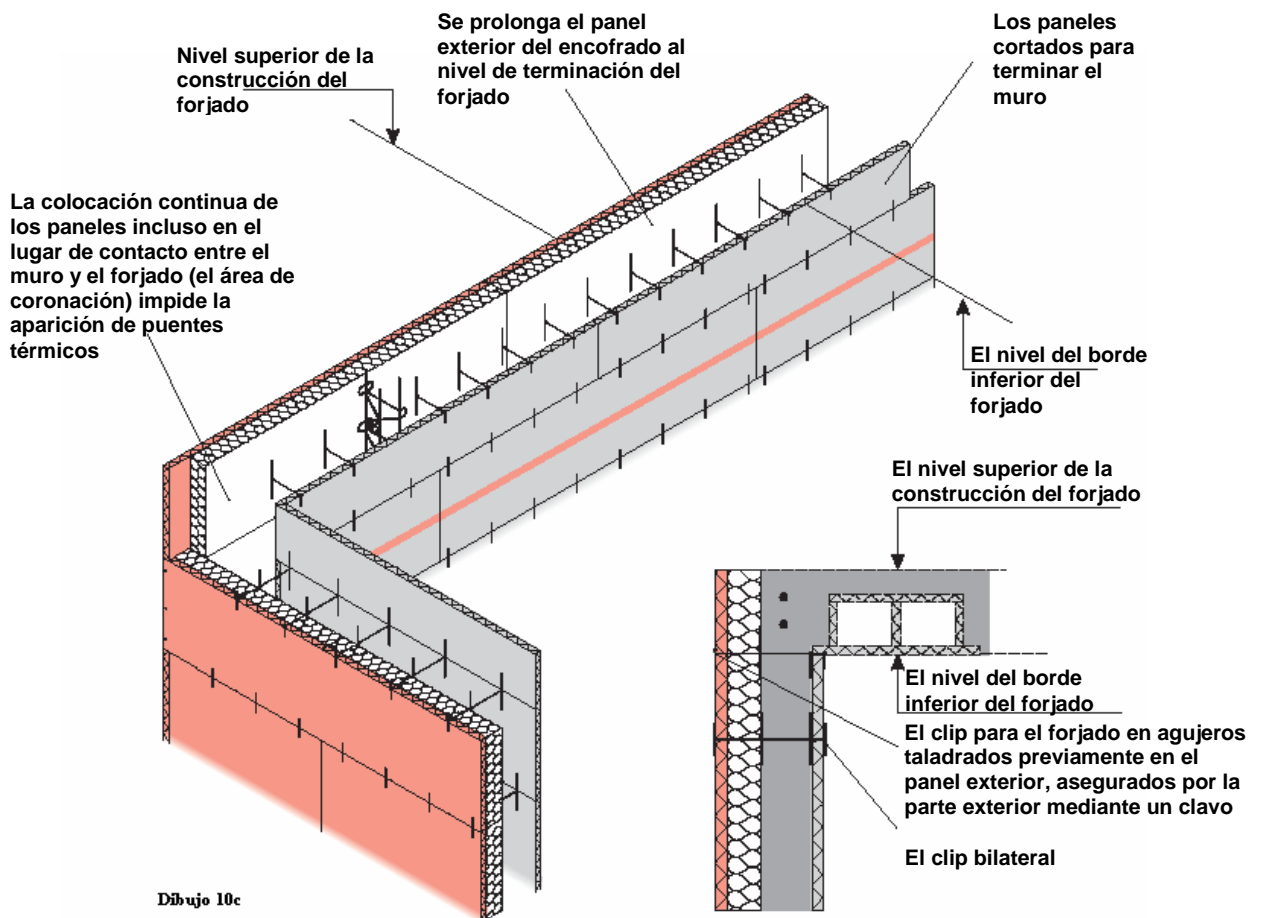
UN EJEMPLO DE FORMACIÓN DE LOS MUROS REDONDOS



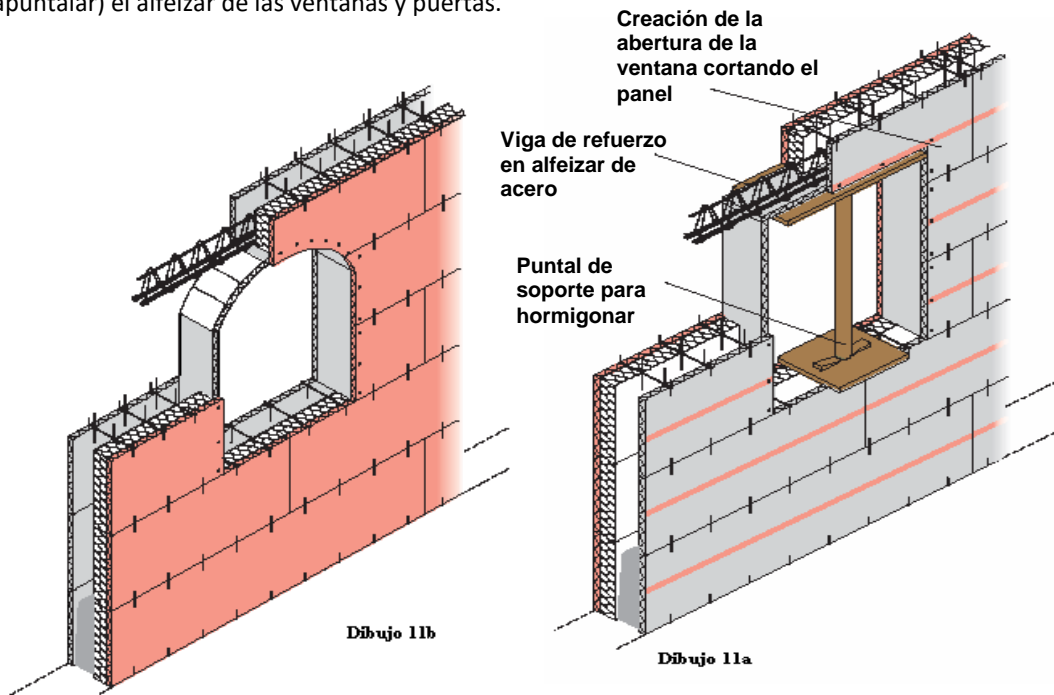
Dibujo 10b

En el lugar de contacto del muro con el forjado es necesario que sobresalga el panel exterior del encofrado (la tabica) hasta al nivel superior del forjado proyectado sin junta horizontal y asegurarlo con clips del forjado (4 piezas por metro lineal). Los clips del forjado se colocan en el nivel inferior del forjado, por un lado en el panel interior de encofrado y por otro en los agujeros taladrados previamente (diámetro 12 mm) en el panel exterior. En el lado exterior del panel este clip se asegura mediante un clavo atravesando el ojo del clip.

Durante la composición del muro de encofrado se forman las aberturas (según los dibujos a continuación 11a, 11b, 11c, 11d). De esta manera siguen los trabajos del encofrado de muro y se sigue con la realización del encofrado perdido de las construcciones de forjados.

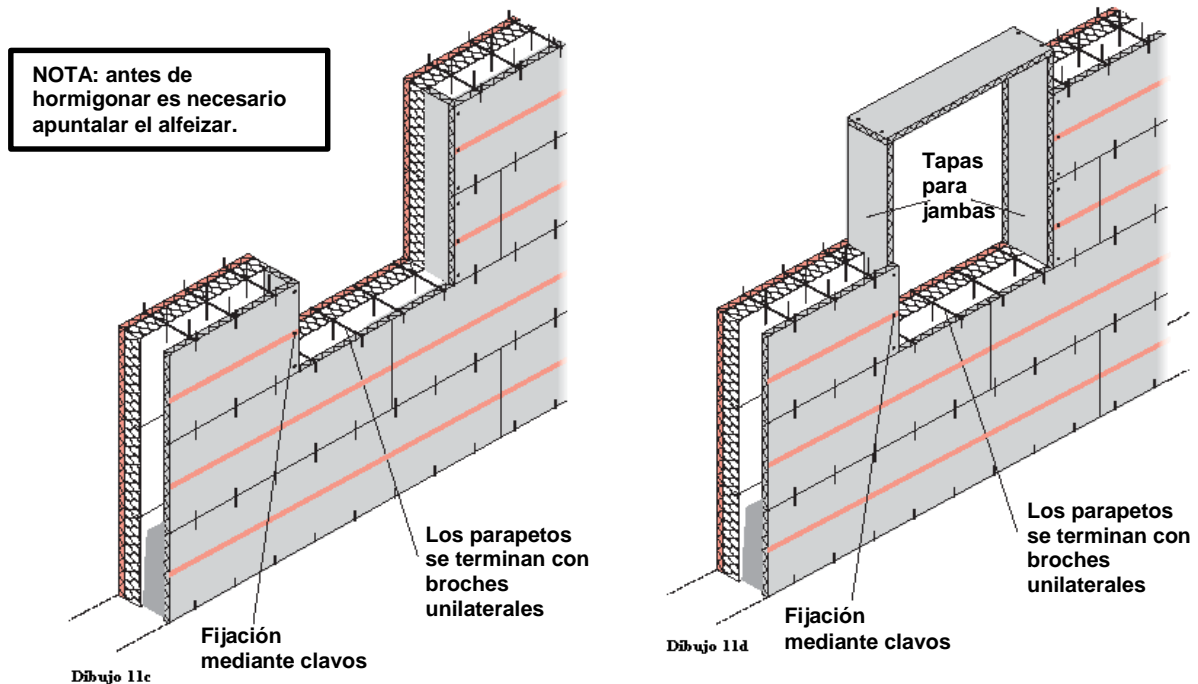


11. El alféizar o dintel de las ventanas y de las puertas se realiza mediante paneles de rebordes, los cuales cierran el muro en tres lados. Los rebordes se clavan entre los paneles mediante clavos (mín. 3 piezas a la altura del panel). El nivel del parapeto se deja abierto para el hormigonado. Dentro del núcleo de hormigón debajo del parapeto se recomienda meter por lo mínimo dos barras de acero con aletas para hormigonar, sobrepasando éstas de 750 mm al muro relacionado (vecinal). Los dinteles se crean con vigas espaciales de acero o con barras para hormigonar. Antes de hormigonar es necesario sopandar (apuntalar) el alféizar de las ventanas y puertas.



EJEMPLO DE REALIZACIÓN DE LAS JAMBAS Y ALFEIZAR DE LA VENTANA CONSERVANDO EL AISLANTE TÉRMICO VISTO DESDE EL LADO INTERIOR

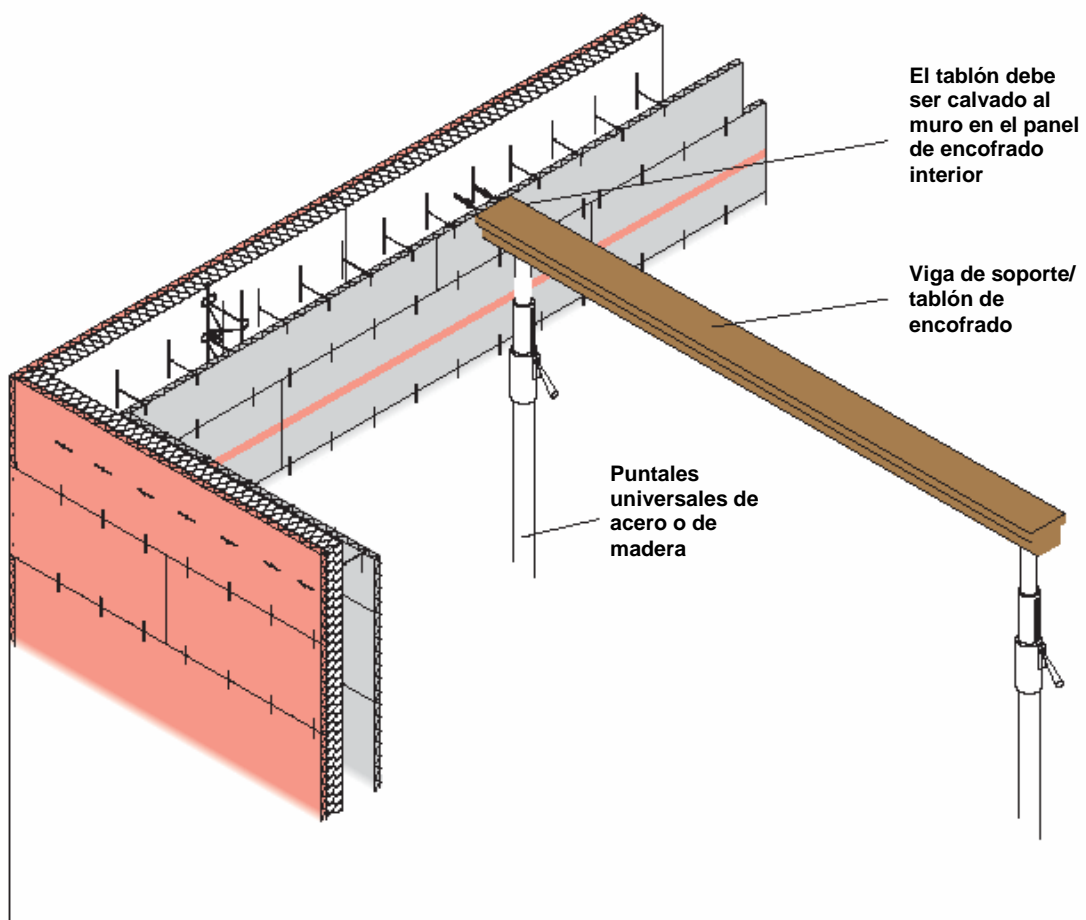
EJEMPLO DE REALIZACIÓN DE LAS JAMBAS Y ALFEIZAR DE LA VENTANA SIN AISLANTE TÉRMICO VISTO DESDE EL LADO INTERIOR



22 CONSTRUCCIONES HORIZONTALES

12. Antes de colocar el forjado se deben revisar una vez más los plomos, niveles, los ejes de los muros y su alineación y en caso de necesidad nivelarlos. Según el plano de distribución del forjado se distribuyen soportes simples (de madera o puntales universales de acero) con tablonces de distribución, los cuales es necesario sujetarlos (clavarlos) al panel interior del muro de encofrado. La distancia de los soportes verticales, en caso de utilizar soportes de grosor de 50 mm, es de 800 hasta 1000 mm.

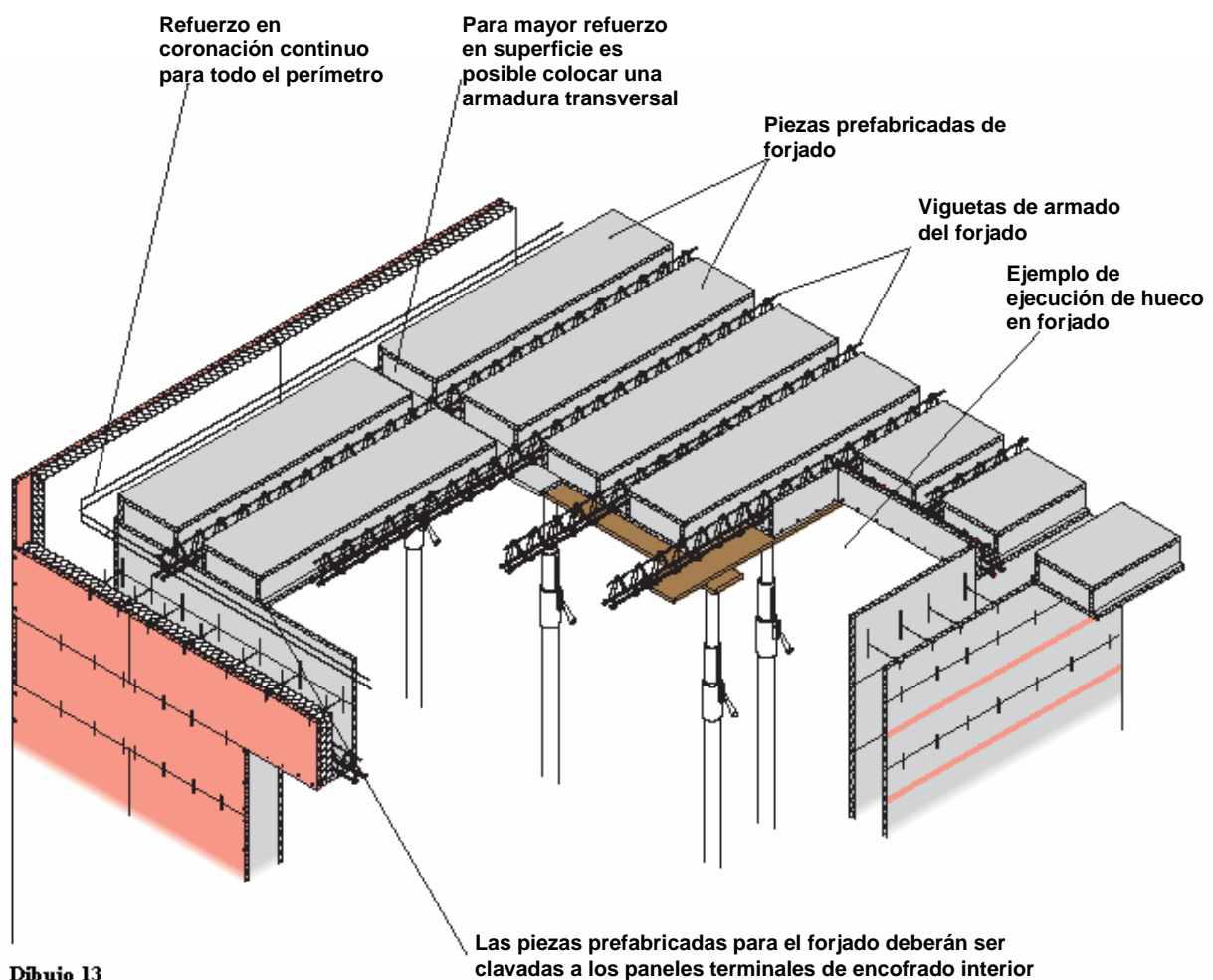
- Distribución de los soportes: debajo de la junta frontal de las piezas de forjado, a la mitad del tablón.



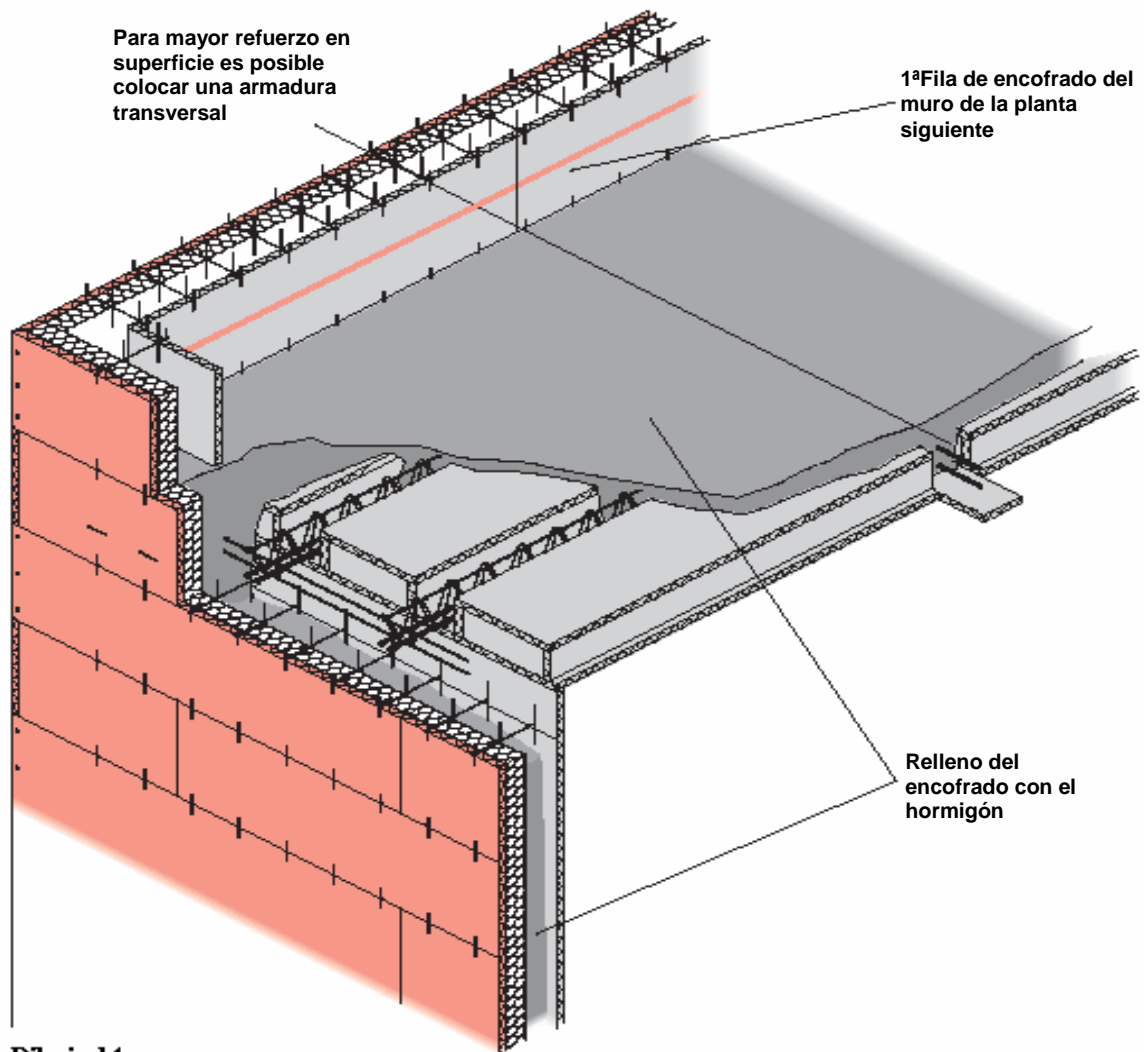
Dibujo 12

13. Las piezas para forjado se colocan encima de los tabloneros de distribución, por todo el perímetro de los muros se clavarán a los paneles interiores del encofrado con al menos 4 clavos/m del muro y en los espacios entre las piezas del forjado se colocarán las viguetas de armadura del forjado de forma que penetren en los muros de carga. En los muros perimetrales (de fachada) e interiores de carga, se coloca el refuerzo de coronación.

CUIDADO: Las partes de ménsula (balcones, miradores, aleros, etc.) y las caras superiores de las proyecciones horizontales especiales se deben justificar con cálculos estructurales.

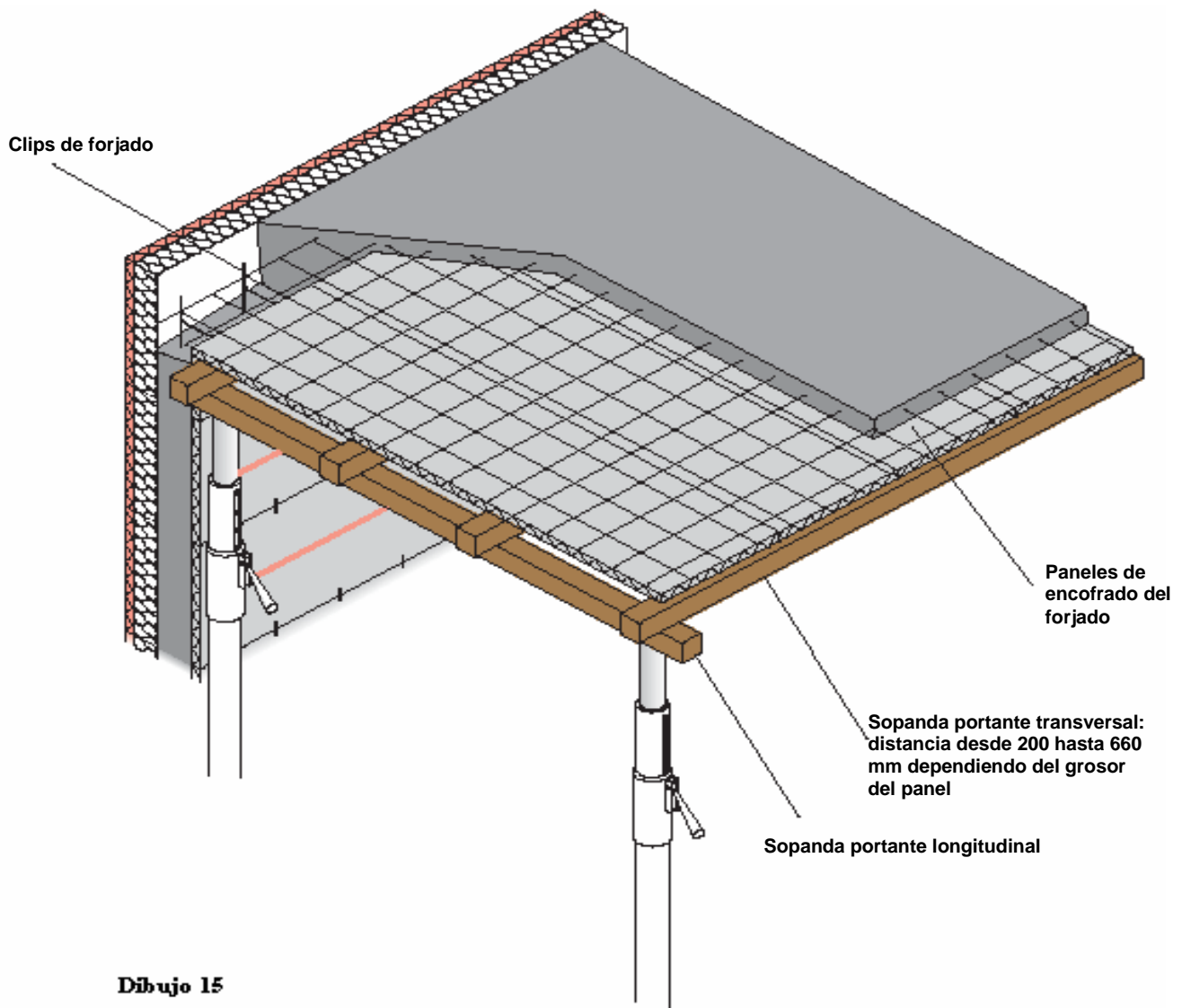


14. Los encofrados construidos de los muros y forjados se llenan de hormigón por fases, incluyendo el hormigonado de la capa de compresión de 50 mm por encima de las piezas del forjado en última instancia. En la planta terminada es posible seguir con la formación y construcción del encofrado de los muros de la planta siguiente.



Dibujo 14

15. Antes de colocar los paneles prefabricados del forjado se chequean los ejes y se equilibran si es necesario. Se distribuyen los soportes simples (de madera o puntales universales de acero) y mediante prismas se forma una parrilla longitudinal portante. Encima de él se forma una parrilla portante transversal que se debe unir a los paneles del encofrado interior del muro. La distancia de los soportes puede ser de 200 mm hasta 660 mm dependiendo del grosor del panel de encofrado y del espesor del forjado a crear. Los paneles del forjado se colocan encima de los soportes clavados a los paneles interiores del encofrado de los muros y se coloca la armadura propia del forjado de forma que ésta penetre en los muros de carga. A los muros perimetrales e interiores de carga, se les introduce la armadura de coronación. El encofrado realizado de los muros y del forjado se cubre poco a poco de hormigón. Encima de la planta terminada se puede seguir con los trabajos de encofrado de los muros de la planta siguiente.



23 HORMIGONADO DE LAS CONSTRUCCIONES PORTANTES

23.1 NORMAS DE EJECUCIÓN

1. Para la producción de hormigón normal se aplicará la normativa europea EN 206-1:2001-07.
2. El hormigón de fluencia **inferior a F3** debe ser **vibrado**, y el de fluencia **superior a F3** puede ser **compactado por pinchado**. La clase de fluencia de hormigón fresco no será más alta que F5 y dependiendo del espesor del núcleo de hormigón no inferior al indicado en la tabla.
3. Los tamaños del árido máximos dependen del espesor del núcleo de hormigón, y no serán superiores al especificado en la tabla.
4. El hormigón tendrá fraguado rápido o medio-fuerte según EN 206-1:2001-07, Tabla 12.
- 5.

Espesor del núcleo de hormigón (cm)	Máximo tamaño del árido (mm)	Clase de fluencia
<12	8	≥F5
12 ≤ <14	16	≥F3
≥14	32	≥F2

6. La composición del hormigón se establece no solamente para satisfacer las prescripciones concernientes a la resistencia mecánica previstas en los cálculos, sino también con la idea de obtener una buena compactación y baja fisurabilidad.
7. Para que el hormigonado se realice convenientemente es necesario que el hormigón tenga la fluencia indicada en las normas de ejecución, un buen modo de alcanzar éstos objetivos es buscar una relación agua/cemento mínima, lo cual puede conducirnos a veces a la utilización de fluidificantes. Una superior relación agua/cemento no es problemática, ya que gracias a la propiedad de transpirabilidad de los muros, el agua del hormigón se evapora fácilmente a través de las paredes del panel. En caso de duda, se debe realizar un ensayo de aplicación.
8. El hormigonado sólo debe ser realizado por personas capacitadas para dicho trabajo y manejo del sistema. Para dotar de seguridad en el trabajo a los obreros, es necesario un andamiaje independiente de transporte autoportante.
9. Antes de comenzar el hormigonado, se ha de comprobar la plomada de los muros, y realizar ajustes en caso de ser necesario. La experiencia nos dice que es útil colocar un cordel en el perímetro de la última hilada para ayudar a mantener la rectitud del muro antes y después de verter el hormigón.
10. También se ha de limpiar la superficie de hormigonado eliminando los posibles pegotes de hormigón existentes tras anteriores vertidos, procurando que la junta esté adecuadamente humedecida, de modo que la pasta de cemento del nuevo hormigón se pueda combinar con el viejo.



23.2 INSTRUCCIONES PARA HORMIGONAR LOS MUROS

- Las clases necesarias de la composición del hormigón están dadas por el arquitecto y son detalladas en el proyecto.
- Para el hormigonado se utiliza el hormigón de consistencia blanda con árido máximo de 16 mm.
- El transporte del hormigón para el encofrado se realiza mediante una bomba o cesta.
- La colocación de la mezcla de hormigón se realiza en filas continuas horizontales, de altura cerca de 50 cm, por todo el perímetro del encofrado completamente ejecutado. Al verter el hormigón es necesario vigilar el buen relleno del hormigón en todo el encofrado.
- Al verter el hormigón debe ser perfectamente y homogéneamente compactado en todas las partes de la construcción.
- Es muy recomendable utilizar en la punta de la manguera del camión de bombeo, un doble codo para disminuir la velocidad de salida del hormigón.
- El hormigonado se realiza después de hormigonar toda la fila básica del encofrado.
- 1ª fila) en toda la extensión de una planta, incluyendo el forjado, cumpliendo las condiciones, que aseguran el aumento de la estabilidad del encofrado:
 1. Al hormigonar los muros del encofrado ejecutados con paneles ECO HAUS WS se recomienda el uso de los clips del arrastre en 2ª y 3ª fila del encofrado, la compactación del hormigón se realiza mediante pinchazos.
 2. Al ejecutar el encofrado de paneles WSD no es necesario usar los clips del arrastre, la compactación del hormigón se realiza mediante un vibrador hundible con una cabeza vibrante máx. 40 mm o pinchazos intensos.
- La construcción de los muros de carga y el hormigonado sucesivo puede ser realizado también por filas individuales conservando la posición y prestando atención en las juntas de construcción.
- Al hormigonar, la junta de hormigonado en principio debe estar colocada de tal forma que la presión del hormigón fresco se dirija verticalmente hacia ella. Su posición en el encofrado debe ser 10 cm por debajo de la junta de asiento del panel.
- **¡La junta de hormigonado y la junta de asiento no deben estar en el mismo nivel!**
- En caso de interrumpir los trabajos de hormigonado se recomienda colocarle al núcleo del hormigón unas esperas de acero para mejor unión con la capa siguiente del hormigón.
- Al ejecutar el encofrado es necesario conservar las juntas de construcción limpias.
- Al transportar, colocar, homogenizar y aplicar la mezcla del hormigón es necesario cumplir con las condiciones de las normativas y ordenanzas en validez.
- Las propiedades de aislamiento térmico de los paneles, permiten la construcción en invierno sin aislamiento adicional o fuentes de calor. El sistema **Eco Haus** ha sido utilizado sin problemas con temperaturas de -6º C. Cuando se vierte el hormigón a temperaturas inferiores a 8º C, es recomendable cubrir con un material aislante la cabeza de los muros, de modo que el hormigón fresco vertido no esté expuesto al aire frío.

23.3 INSTRUCCIONES PARA HORMIGONAR LOS FORJADOS

- Según los planos de distribución del forjado se realiza la colocación provisional de los soportes simples y de los tablonos de distribución. Los soportes deben ser adecuadamente resistentes y deben hallarse sobre una base estable o bien niveladas. La distancia entre los soportes depende del grosor de los tablonos de distribución. Al montar las construcciones de soporte de los forjados con la relación entre la extensión de luz (l s y el canto H de la construcción del forjado) mayor que 15, se ajusta la posición superior constructiva según la tabla de la Capacidad de carga de los forjados ECO HAUS.
- Al ejecutar los forjados en más de una planta los soportes deben hallarse en la proyección vertical uno encima del otro.
- Las piezas prefabricadas del forjado se colocan a tope unas con otras. En caso de necesidad de cortar la pieza es necesario cerrar el hueco que se forme para que no entre el hormigón, o se puede colocar chocando frontalmente con otra pieza y así protegerá el hueco para que no pueda entrar dentro el hormigón al hormigonar.
- Después de colocar las piezas del forjado se colocan las armaduras en jácenas y las armaduras de viguetas entre los nervios formados, de modo que penetren en los muros de carga. El recubrimiento necesario del refuerzo inferior de la armadura lo aseguran los separadores. No se deben utilizar vigas con entramados deformados o dañados.
- Al manipular el material durante el montaje y al hormigonar, es necesario tomar medidas preventivas para no deformar de forma irreversible las vigas de acero.
- La carga total de montaje de la pieza del forjado antes de hormigonar la construcción no debe sobrepasar los 1,5 kN/m².
- Se utiliza el hormigón B 20 de consistencia blanda, de árido máx. 16 mm o a convenir por la propiedad facultativa.
- Al hormigonar no debe acumularse el hormigón en un solo lugar.
- La construcción del forjado se hormigona en tiras en dirección de las vigas, al mismo tiempo se hormigonan las viguetas in situ y la capa de compresión, la cual completa el forjado a la altura necesaria. Al verter el hormigón hay que evitar el cambio de posición o de forma de las vigas. El hormigonado de las tiras no se debe interrumpir. En caso de tener una junta de dilatación, entonces ésta se debe crear únicamente entre las vigas en mitad de la pieza del forjado.
- En las viguetas y alrededor de las viguetas de refuerzo es necesario compactar bien el hormigón. Utilizar el vibrador hundible, la cabeza vibrante puede tener máx. 40 mm. La compactación es posible realizarla mediante pinchazos intensos.
- Después de terminar el forjado es necesario mantener el hormigón húmedo hasta su endurecimiento.
- Los soportes del forjado se pueden quitar cuando el hormigón consigue la dureza dada por las normativas prescritas para cada clase. Los soportes se van quitando siempre desde la última planta hacia la planta baja.
- Al realizar las construcciones del forjado hay que respetar las normativas y reglamentos en vigor.



23.4 JUNTAS DE MOVIMIENTO

La función de las juntas de movimiento es la de absorber las deformaciones y evitar que se produzcan fisuras y grietas en el muro a causa de los movimientos debidos a esfuerzos mecánicos, movimientos de tipo térmico, expansiones debidas a la humedad, etc.

Los materiales que se empleen para realizar la junta deberán mantener la estanqueidad del muro, pese a los movimientos de alargamiento y acortamiento, rellenando siempre por completo la junta.

Habitualmente se utiliza poliestireno como cordón de fondo, sobre el que se coloca el material de sellado, que suele ser una masilla de poliuretano. La junta debe tener el espesor necesario para absorber los movimientos esperados en los muros que separa; igualmente, el material de sellado debe tener una deformabilidad suficiente (alrededor del 20%). El espesor de la junta suele estar entre los 10 y los 20 mm.

Como norma general para determinar la disposición de las juntas en los cálculos relativos a construcciones corrientes e industriales, se pueden despreciar los efectos de retracción y de variación de temperatura, para los elementos de construcción, comprendidos entre juntas distantes entre sí 25 m en las regiones secas y con un fuerte gradiente de temperatura y de 50 m en las regiones húmedas y con cambios de temperatura moderados.

23.5 BARRERAS ANTIHUMEDAD.

Las barreras antihumedad deberán estar constituidas por materiales que impidan el paso del agua de escorrentía o capilaridad. Las más habituales son las láminas impermeables (bituminosas, de caucho, de plástico, etc.), los recubrimientos a partir de morteros hidrófugos y las piezas de gres.

Las situaciones más habituales en el edificio son las siguientes:

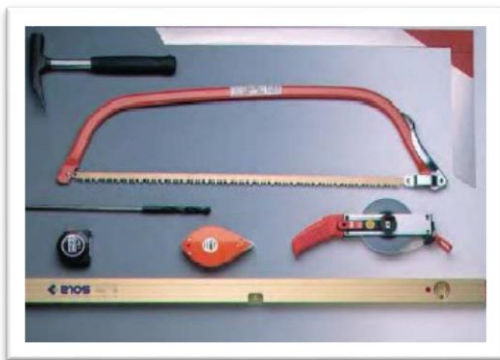
- En la cara exterior de un muro de sótano o contención para evitar su contacto con la humedad del terreno; debe protegerse adecuadamente para impedir su deterioro durante las operaciones de relleno y compactado.
- En la cara exterior del muro hasta una altura de 30 cm en caso de estar el arranque del muro a menos de 30 cm de la cota cero del terreno.
- Bajo el nivel del zuncho perimetral del forjado de planta baja, si éste está apoyado sobre un muro de fábrica.
- Sobre la cara superior del zuncho perimetral del forjado de planta baja, si éste está unido a un muro de hormigón.
- Por encima del nivel de la cara superior de la solera, en el caso de no existir forjado en planta baja.
- En los antepechos, bajo el vierteaguas con carácter general, sobre todo si éste está constituido por varias piezas con juntas entre ellas.
- En cubiertas y encuentros de cubierta con elementos de muro (incluso chimeneas, hastiales, etc.).
- Bajo las albardillas de los petos.

24 MEDIOS DE LA OBRA

24.1 HERRAMIENTAS

La elección de las herramientas técnicas correctas para las diferentes funciones que se van a desarrollar dentro de una obra es indispensable para el correcto desarrollo de la misma. La elección de las herramientas para el Sistema Constructivo ECO HAUS no es para nada exigente en este aspecto:

- máquina de cortar de mesa con el disco diamantado
- máquina de cortar circular eléctrica con el disco diamantado
- máquina de cortar manual de diámetro mínimo de 800 mm
- taladro eléctrico + extensión de corriente
- broca de 12 mm, longitud mín. 350 mm
- martillos de encofrador
- escaleras de montaje de madera
- nivel de burbuja, cuerda
- vibrador hundible con la cabeza de promedio máx. 40 mm
- flexómetro



- puntales de acero o de madera para soportar el forjado
- clavos de longitud 100/3,15 mm para clavar los paneles
- clavos de longitud 70/2,5 mm para clavar las piezas del forjado
- cuñas planas de madera para nivelar la cimentación



24.2 COMPOSICIÓN CORRECTA DE LA CUADRILLA

Para un montaje óptimo de tiempo y por tanto económico del Sistema Constructivo ECO HAUS es necesaria una cuadrilla de 4 o 5 personas.

El reparto del trabajo en la cuadrilla es el siguiente:

- 2 carpinteros para montar los paneles del encofrado
- 1 para cortar los paneles
- 1 para colocar las instalaciones, las cuales es necesario realizarlas junto con el montaje de los paneles antes de hormigonar
- 1 para trabajar con el hierro de la armadura

24.3 RECEPCIÓN Y ACOPIO DE LOS PANELES EN LA OBRA

La recepción de los materiales debe ser realizada por la dirección de obra o persona debidamente acreditada en quien delegue.

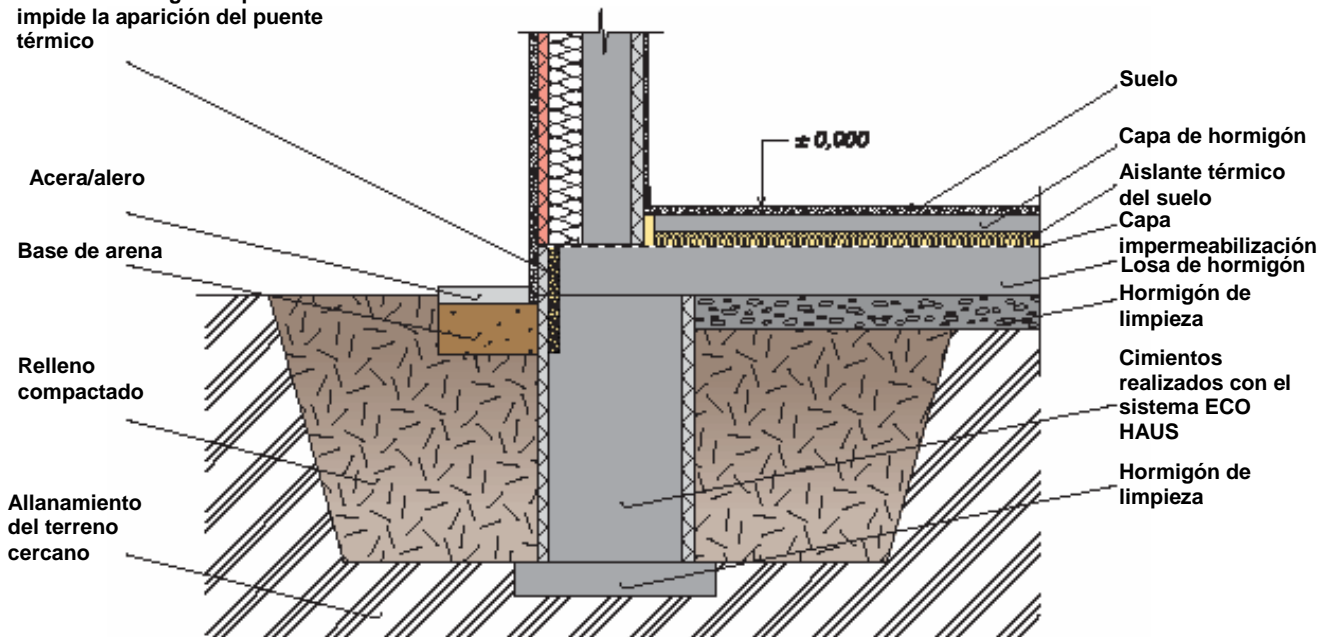
- A la llegada del material a la obra, la dirección comprobará que los paneles llegan en buen estado, el material es identificable de acuerdo con lo especificado en los albaranes y el empaquetado. Si estas comprobaciones son satisfactorias, la dirección de obra puede aceptar la partida; en caso contrario, la dirección puede rechazar directamente la partida.
- Cualquier anomalía observada en el panel suministrado, deberá ser comunicada al fabricante siempre antes de su puesta en obra.
- Los palés tienen una dimensión aproximada de 100x100x125 cm. La descarga del material se puede realizar con toro mecánico o grúa dependiendo del tipo de transporte utilizado. En ambos casos se pueden descargar dos palés de vez, aunque se ha de tener especial cuidado a la hora de depositar la carga en el suelo, procurando que la parte inferior del palé esté paralela a la superficie de apoyo, en caso contrario se pueden producir roturas de material.
- Los paneles de una o más capas, tabiquería, rebordes y piezas para el forjado hay que almacenarlos en una superficie llana, alzada con tres bases, debajo de techo o tapadas con un material adecuado para que no se dañen por las inclemencias del tiempo. Como base se prohíbe utilizar la madera rolliza.
- Es posible almacenar los palés hasta la altura permitida por las normativas de seguridad para asegurar la estabilidad.
- Al transportar los paquetes mediante grúas es necesario utilizar una horquilla de descargar o fajas para levantar. No se permite utilizar cables de acero o cadenas.
- Los paneles y los tabiques es necesario traspasarlos en posición vertical.
- Los clips constructivos es necesario dejarlos en la plataforma de carga o guardar por separado para que estén protegidos contra las inclemencias del tiempo y contra los daños mecánicos (u otros daños).
- Las armaduras de acero para los muros y forjados pueden almacenarse al aire libre. Hay que colocarlas encima de bases para que no se desgasten con el contacto con la tierra, vegetación o por daños mecánicos.
- Las armaduras es posible almacenarlas en más capas de forma que las bases estén colocadas en los puntos de soldadura del armado transversal con el armado superior.
- Al manipular las armaduras hay que manipularlas y utilizar los mecanismos para que no lleguen a deformar irreversiblemente los forros de refuerzo, las soldaduras o toda la armadura espacial.



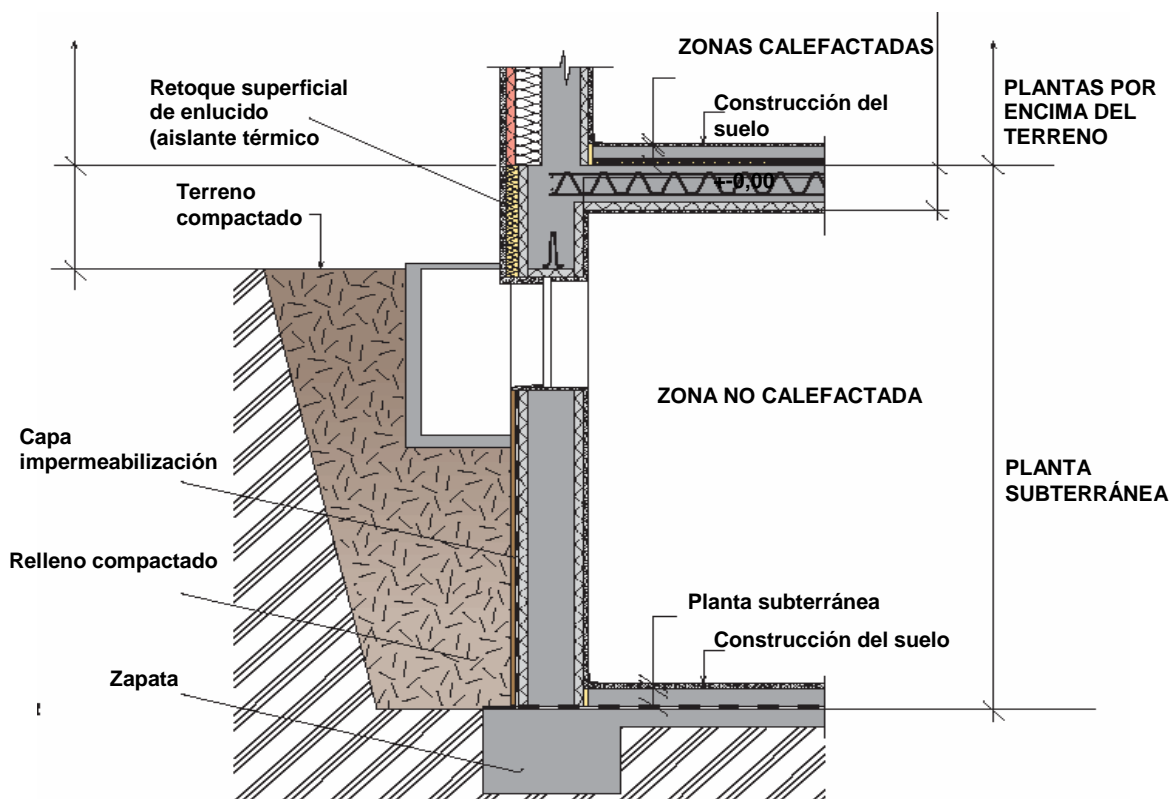
25 DETALLES CONSTRUCTIVOS

25.1 UNIÓN DE LOS MUROS DEL SISTEMA ECO HAUS A LAS ZONAS DE BASE (CIMENTACIÓN) SIN SÓTANO

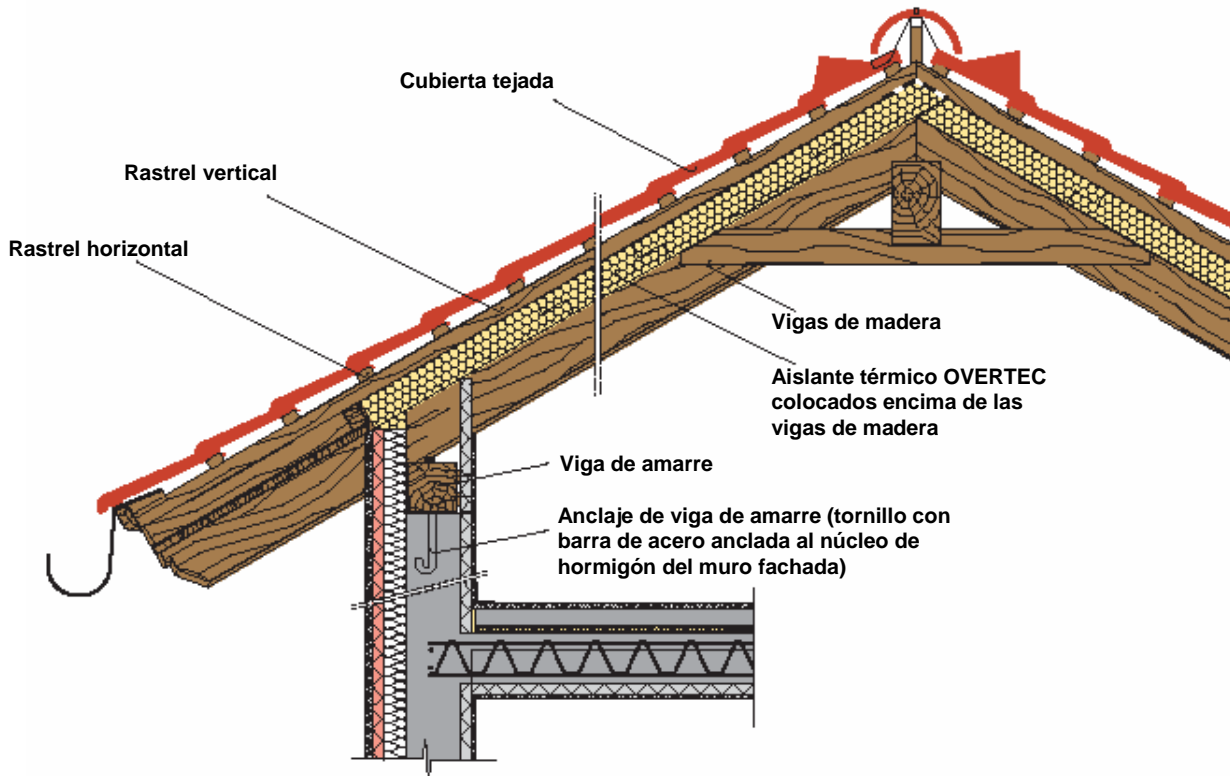
Introducción de la capa aislante antes de hormigonar que impide la aparición del puente térmico



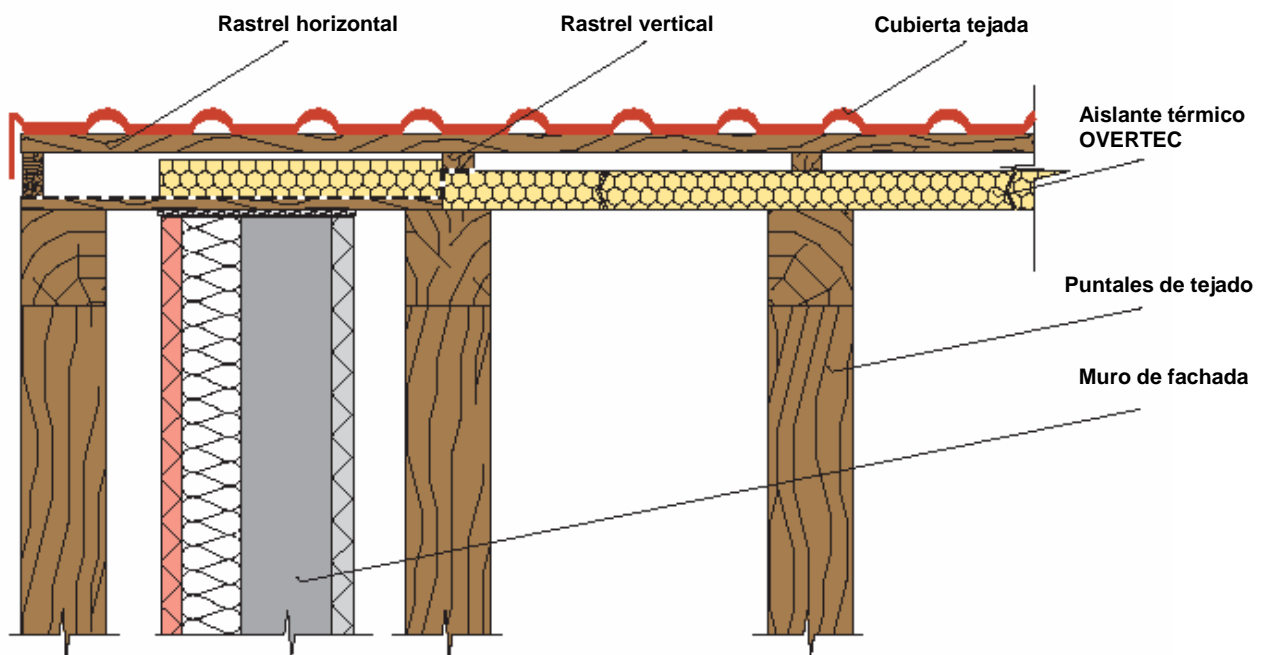
25.2 UNIÓN DE LOS MUROS DEL SISTEMA ECO HAUS A LAS ZONAS DE BASE - -CIMENTACIÓN - CON SÓTANO



25.3 TERMINACIÓN DEL TEJADO EN EL ALERO



25.4 TERMINACIÓN DEL TEJADO EN EL MURO DE FRONTÓN



26 MUROS FONOABSORBENTES

26.1 PANEL FONOABSORBENTE ECO HAUS

Panel de viruta de madera y cemento con la superficie perfilada, específico para la construcción de las barreras fonoabsorbentes.



- Fabricada de la mezcla de viruta de madera, cemento y vidrio soluble.
- Asegura unas propiedades amortiguadoras perfectas y la absorción del ruido aéreo.
- Tiene la rigidez necesaria y es autoportante.
- Alta capacidad de absorción del ruido.
- Resistente a las inclemencias meteorológicas, al agua, sal, heladas y pudrimiento
- Tratamiento superficial – pintura.
- perfil - alabeado (horizontal) - trapezoidal - pirámides coladas.

PANEL FONOABSORBENTE ECO HAUS	PROPIEDADES TÉCNICAS - VALORES				
TIPO DE PANEL SEGÚN EL NOMBRE Y ESPESOR "D"	Esesor del panel**	Longitud**	Ancho**	El peso promedio en la superficie	Perfil
	mm	mm	mm	Kg/m2	
WSR	50	2000	500	34	ALABEADO
WSO	70	2000	500	44	ALABEADO
WSW	75	2000	500	52	PIRÁMIDES COLADAS
WSZ	100	2000	500	63	TRAPEZOIDAL
WSO	105	2000	500	69	ALABEADO

26.2 BARRERAS FONOABSORBENTES



La civilización moderna nos azota con el aumento del nivel del ruido no sólo en las zonas habitadas e industriales, sino también en los alrededores de las vías de transporte para automóviles y férreas.

Para limitar sus efectos nocivos le ofrecemos las barreras fonoabsorbentes ECO HAUS, que se clasifican como absorbentes de ruido y como barreras INSONORIZADORAS.

Su sistema simple de montaje favorece su amplia aplicación sin apenas tener que considerar su colocación, relieve y cimentación.

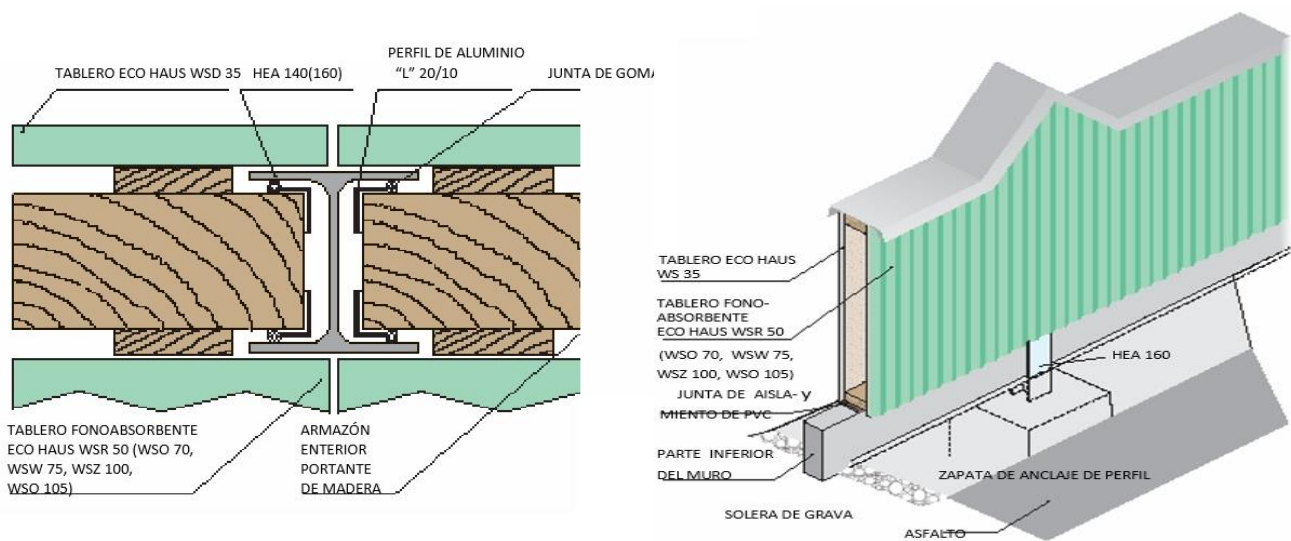
Las barreras fonoabsorbentes ECO HAUS crean una protección óptima de nuestro medio ambiente y en gran medida ayuda a mejorar las condiciones ambientales de nuestra generación y de las generaciones venideras.

Ejemplos de niveles típicos de ruido de diferentes procedencias



LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS BARRERAS FONOABSORBENTES ECO HAUS:

- Alta capacidad de absorción de ruido y facilidad y rapidez del montaje sin necesidad de considerar la configuración y características del relieve.
- Alta durabilidad y resistencia contra las influencias del viento, agua, sal, heladas y pudrición.
- Fácil cambio de las partes dañadas (por accidentes).
- Amplia gama diseño en cuanto a pinturas, color, incluso dibujos.
- Posibilidad de combinar los perfiles, creación de esquemas y formas con respecto al entorno de la región y sus alrededores.
- Cimentación de hormigón o zapatas aisladas con un zócalo de base.
- Perfiles de acero HEA 160 a distancia modular de 4010 mm, los cuales están empotrados a la base.
- Los paneles fonoabsorbentes ECO HAUS se colocan en los perfiles de acero.
- Elemento superior de terminación, que protege la superficie superior del muro contra la penetración del agua.



El panel fonoabsorbente está compuesto del marco portante de madera, con tratamiento contra la putrefacción y mohos, bilateralmente cubierto de paneles ECO HAUS.

La cara exterior del panel está formada por los paneles absorbentes perfilados ECO HAUS WSR 50 (WSO 70, WSW PARTE INFERIOR 75, WSZ 100, WSO 105), la cara trasera suele ser del panel plano ECO HAUS WSD 35, en caso de que no sea necesaria la absorción bilateral o la creación de alguna perforación.

MURO FONOABSORBENTE ECO HAUS®						
TIPO DEL PANEL EN CARA EXTERIOR		PANEL DE ABSORCIÓN N	PANEL DE ALTA ABSORCIÓN VALORES			
PROPIEDADES TÉCNICAS	Medida/Unidad		WSR 50	WSO 70	WSW 75	WSZ 100	WSO 105
Medidas del panel (longitud x altura) *	mm	4000 x 2000	4000x2000	4000x2000	4000x2000	4000x2000
Ancho del panel (para HEA 160) **	mm	270	290	295	320	325
Peso propio del panel	Kg/m2	71	85	93	104	110
Aislamiento al ruido aéreo DLR	dB	-	≥ 25	≥ 25	≥ 25	≥ 25
Absorción del sonido DLα	dB	4	8	8	13	11
Resistencia a la influencia del agua, sal y condiciones climáticas	-	Desecho máx a 150 ciclos 240 g/m2				
Resistencia a la carga mecánica	-	satisfactoria	satisfactoria	satisfactoria	satisfactoria	satisfactoria
Forma del panel fonoabsorbente	-	alabeado	Alabeado	Pirámides coladas	Trapezoidal	Alabeado

* Tolerancia máxima hasta 0,3 %.

27 ENCOFRADO DE TABICAS

27.1 ENCOFRADO DE TABICAS PARA FORJADO SOBRE MURO DE FÁBRICA

Los paneles ECO HAUS de tabica de viruta de madera y cemento de grosor 35 mm en combinación con el aislamiento térmico de 80 mm están definidos para el encofrado unilateral de la construcción de tabica en unión con la construcción del forjado. Gracias a la combinación con el aislante térmico reduce radicalmente los puentes térmicos en las construcciones perimetrales en los puntos de contacto con todos los tipos de construcciones de forjado (por Ej. monolítico unidireccional ECO HAUS, forjado formado por insertos de cerámica Miako, construcciones del forjado de cerámica, etc.)



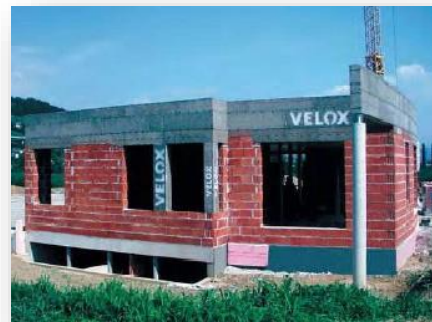
- Fácil y rápido montaje del encofrado-aislante.
- Puentes térmicos mínimos.
- Clips con la superficie adaptable.
- Fácil creación de las esquinas.
- Alta rigidez del encofrado empotrado.
- Breve tiempo de montaje (2 min/ metro lineal) .

TIPO DEL PANEL DE TABICAS	Ancho del panel mm	Espesor del aislamiento mm	Altura mm	Longitud mm	Ancho del muro mm	Densidad Kg/m ³	Resistencia térmica R*m ² K/W
ECO HAUS WS-EPS 115	115	80	Hasta 250	2000	300-440	570	2,54

27.1.1 FORMA DE EMPLEO:

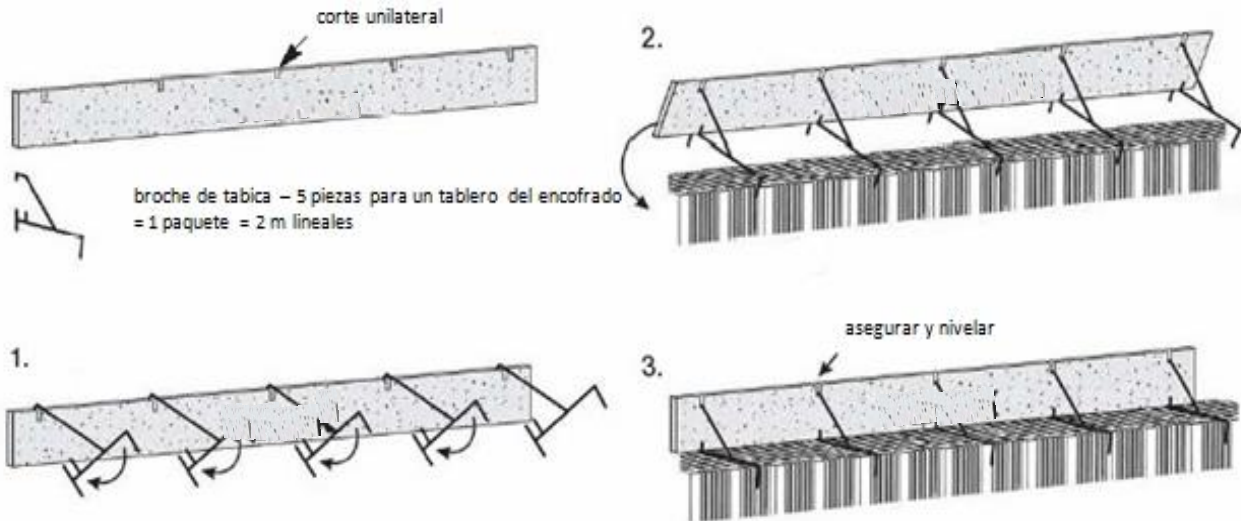
La altura de los paneles ECO HAUS de tabica la elegimos según el canto del forjado. La altura estándar de los paneles del encofrado es de 250 mm. Con la altura del panel también elegimos el grosor del aislamiento térmico (0, 50, 80 o 100 mm). El encofrado se construye antes de montar la construcción del forjado. Al panel le colocamos los clips y se instala sobre la construcción del muro. A este panel le añadimos en la dirección horizontal otros paneles y los cantos de junta de los paneles los aseguramos con un clavo o tornillo. Los clips ECO HAUS aseguran la estabilidad del panel.

Los paneles se pueden cortar y formar las diferentes formas. En el espacio restante del encofrado de tabica y de la construcción del forjado se coloca la armadura de coronación de refuerzo, la cual se cubre de hormigón según la clase de ordenanza, se garantizará el recubrimiento mínimo del armado por el hormigón. Los paneles ECO HAUS de tabica se utilizan para muros de 300, 365 y 440 mm de grosor.



27.1.2 EL MÉTODO DE LA COLOCACIÓN DE LOS PANELES ECO HAUS DE TABICA

1 tablero del encofrado para 2 m lineales



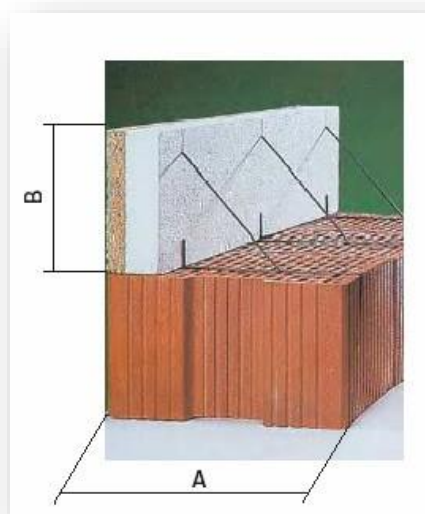
Suministro: Los paneles de tabica se entregan en tablillas reversibles. Los clips, con un tratamiento superficial, se empaquetan y se entregan en 3 paquetes con 5 piezas para 6 metros de panel de tabica.

Cantidad estándar de los paneles de tabica en el paquete: ECO HAUS WS-EPS 115 – 20 piezas

Los datos para el pedido de los paneles de tabica ECO HAUS (A/B):

- grosor del muro perimetral en mm. (sin enlucido)
- altura del panel exterior de tabica (estándar hasta 250 mm)

Ejemplo: A/B – 440/250



27.2 ENCOFRADO DE ZUNCHO SOBRE MURO DE FÁBRICA

Los paneles ECO HAUS de tabica de viruta de madera y cemento de 35 mm de espesor en combinación con el aislamiento térmico de 80 mm, determinadas para el encofrado bilateral de la construcción del forjado en combinación con el aislante térmico reduce radicalmente los puentes térmicos en las construcciones perimetrales de tabicas para zunchos.



- Fácil y rápido montaje del encofrado-aislante.
- Puentes térmicos mínimos.
- Clips con superficie adaptables.
- Fácil creación de las esquinas.
- Alta rigidez del encofrado empotrado.
- Tiempo breve de montaje (4 min/metro del muro).

COMPOSICIÓN DEL ENCOFRADO DE TABICAS	Espesor del aislamiento térmico mm	Altura mm	Longitud mm	Espesor del muro mm	Resistencia térmica R*m2K/W
ECO HAUS WS-EPS 115 hormigón ECO HAUS WS	80	Hasta 250	2000	300-440	2,86

* Valor térmico calculado del panel ECO HAUS WS-EPS 115 y ECO HAUS WS 35

27.2.1 Forma de empleo:

La altura estándar de los paneles de zunchos de tabica ECO HAUS es hasta 250 mm. El grosor del encofrado depende del grosor del muro. Al panel de tabica se le colocan los clips y se colocan en la construcción del muro. A este panel colocado se añaden en la dirección horizontal otros paneles y se aseguran mediante un tornillo o clavo atravesando el canto de los paneles colindantes.

Los clips ECO HAUS aseguran la estabilidad del panel de tabica y se utilizan 5 piezas por cada 2 metros del panel de tabica.

Los paneles de tabica son fáciles de cortar y formar de cualquier forma.

En el espacio entre los paneles de tabica se coloca la armadura horizontal de rigidez y se hormigona con hormigón según el tipo de ordenanza asegurando el recubrimiento mínimo del armado con éste. Los paneles de zunchos ECO HAUS se utilizan para muros de grosor 300, 365 y 440 mm.



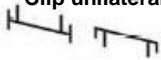
27.2.2 Método de colocación de los paneles de zunchos ECO-HAUS

Se necesitan dos tableros de encofrado para 2 mL

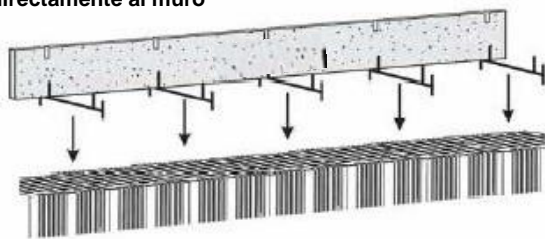
El corte



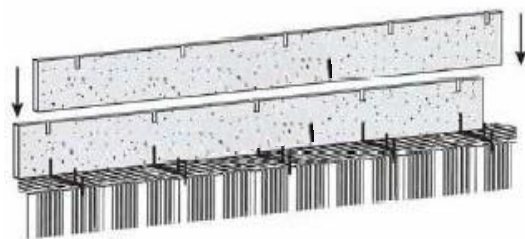
Clips de colocación-5 piezas por tablero = 2mL
Clip unilateral-5 piezas por tablero = 2mL



1.-Se colocan los clips bilaterales en la parte inferior de la parte exterior del tablero de zuncho, 5 piezas por cada 2 metros del muro y se coloca todo directamente al muro



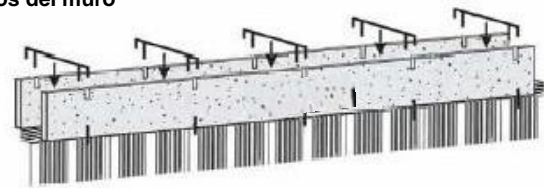
2.-A los broches bilaterales se les coloca el tablero interior. Los cortes en los tableros se harán siempre en la parte superior del tablero



3.-Se forma el armado del zuncho rígido entre los encofrados de tabicas



4.-Se colocan los clips unilaterales de terminación dentro de los cortes ya preparados previamente en la parte superior de los tableros, 5 piezas por cada 2 metros del muro



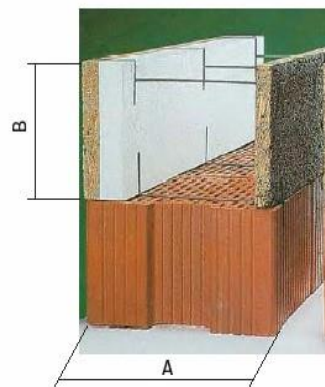
5.-El encofrado del muro se nivela y se hormigona con el hormigón requerido según el tipo de ordenanza



Suministro: Los paneles de zuncho se entregan con unas tablillas reutilizables. Los clips con tratamiento superficial se empaquetan y se entregan en 3 paquetes de 5 piezas para 6 metros de los paneles de tabica.

Los datos para el pedido de los paneles de tabica ECO HAUS (A/B): A) grosor del muro perimetral en mm. (sin enlucido) B) altura del panel exterior de tabica en mm (estándar hasta 250 mm.).

Cantidad estándar de los paneles de tabica en el paquete: ECO HAUS WS 35 – 80 piezas ECO HAUS WS-EPS 115 – 20 piezas Ejemplo: A/B/ – 440/250



28 ACABADOS INTERIORES

28.1 Placas de cartón yeso

El muro **Eco haus** proporciona una superficie sólida y continua para los acabados interiores. Los tableros de cartón yeso se pueden aplicar directamente en cualquier punto del muro. El duro y sólido material del que se componen los paneles proporciona un soporte ideal para el cartón yeso quedando un acabado duradero y resistente al impacto. Esto no es posible con la mayoría de sistemas de construcción, donde el cartón yeso se aplica sobre marcos, quedando la superficie tras las placas de yeso hueca, proporcionando poco soporte para las placas y existiendo riesgo de rotura.

En un muro **Eco haus**, normalmente, el tablero de cartón yeso se trata con adhesivo convencional y es atornillado al muro con los mismos tornillos del sistema de cartón yeso.

Se recomienda atornillar las placas directamente a la pared con tornillos para sistemas de cartón yeso de 50 mm de longitud, cumpliendo las siguientes condiciones:

- Máxima separación entre tornillos en el cuerpo del tablero 40 cm.
- Máxima separación entre tornillos en el perímetro del tablero 20 cm.
- Adhesivo convencional utilizado en las cuatro esquinas y en el centro del tablero.
- Se ha de tomar la precaución de no pasar de rosca el tornillo sobre la madera cemento.

Cuando se seleccione el adhesivo, se debe asegurar de que es compatible con el conglomerado madera cemento, por lo que es recomendable consultar al fabricante o realizar un ensayo de la aplicación.

28.2 Yeso

La textura del panel **Eco haus** proporciona un sustrato ideal para el estucado y el yeso. Dos o tres capas de yeso funcionan bien sobre el material sin ningún tratamiento especial. Cuando existe una transición entre diferentes materiales, es necesario un refuerzo adicional. En caso de duda, se ha de consultar al proveedor de yeso acerca de los tipos y cantidades de fibra a utilizar.

Es importante tener en cuenta que debido a la rugosidad y naturaleza porosa del material, a la hora de estimar las cantidades finales de yeso a emplear, en la primera capa el consumo es un 25 % superior a la necesaria en paredes convencionales. El resto de las capas utilizan la misma cantidad de material.

29 ACABADOS EXTERIORES

El material que compone los paneles **Eco haus** es muy duradero, resistente a las heladas y al agua, por tanto puede quedar expuesto sin que este se deteriore. Sin embargo, debido a la porosidad del material, es importante proporcionar una barrera adecuada en la cara exterior del muro en aquellas construcciones en las que el espacio interior deba estar protegido completamente de la humedad.

29.1 Muros enterrados

Existen multitud de productos impermeabilizantes para muros de sótano o enterrados. Cualquier sistema convencional de impermeabilización funciona en el muro **Eco Haus**.

Se recomienda aplicar una capa de mortero simple previa a la impermeabilización, con esto se sella completamente la cara exterior del muro y se proporciona un soporte liso para la capa de impermeabilización. Usando esta capa, se reduce el consumo de material impermeabilizante, ya que el mortero es mucho más económico.

Dependiendo de las condiciones del terreno, es posible prescindir de la capa de mortero, aunque estas decisiones han de ser tomadas por el proyectista.

Eco haus recomienda dar una capa de mortero lavando la superficie exterior del muro, y sobre ella utilizar láminas bituminosas o láminas de drenaje.

29.2 Morteros

El mortero es el revestimiento ideal para los muros **Eco haus**, ya que proporciona resistencia mecánica ligada químicamente a la superficie de los muros (ambos materiales tienen una base de cemento). Sin embargo, el acabado de mortero depende enormemente de tres factores:

- Las condiciones climatológicas durante su aplicación.
- Una correcta aplicación por parte de los aplicadores del mortero.
- Las condiciones climatológicas durante el proceso de curado del mortero.

No se recomienda el uso de morteros convencionales, salvo en el caso de que los aplicadores sean muy experimentados, conocedores de las implicaciones de los tres factores antes mencionados sobre el acabado exterior final.

29.3 Características generales de los morteros

El mortero utilizado como sistema constructivo de revestimiento debe cumplir las siguientes características:

a. Impermeabilidad al agua de lluvia.

La impermeabilidad al agua de lluvia viene definida por dos condiciones esenciales: ausencia de fisuración y grado de capilaridad.

Ausencia de fisuración:

Queda definida por los aspectos siguientes:

- Baja capacidad de retracción: Se obtiene con una adecuada dosificación de ligantes hidráulicos. Un exceso de cemento va acompañado de más presencia de agua y, por tanto, de mayor riesgo de fisuras por retracciones de fraguado. Los retenedores de agua y las fibras de celulosa evitan la posibilidad de retracción.
- Bajo módulo de elasticidad: Evita las fisuras, además de posibilitar una mayor deformación y soportar mejor los movimientos estructurales o térmicos.
- Buena resistencia a la tracción: Reduce la aparición de fisuras. La resistencia a la tracción aumenta con la incorporación de resinas.

Grado de capilaridad.

Se entiende por grado de capilaridad, la cantidad de agua de lluvia que puede absorber el revoco y posteriormente evaporar en el ciclo siguiente de secado. Contribuyen notablemente a su mejora la incorporación de hidrofugantes, plastificantes y aireantes.

Los morteros se clasifican según el grado de capilaridad en:

- Morteros de muy débil capilaridad: $< 1,5 \text{ g/dm}^2 \cdot \text{min}^{1/2}$
- Morteros de débil capilaridad: $1,5 - 4,0 \text{ g/dm}^2 \cdot \text{min}^{1/2}$
- Morteros de fuerte capilaridad: $> 4,0 \text{ g/dm}^2 \cdot \text{min}^{1/2}$

b. Permeabilidad al vapor de agua.

La permeabilidad al vapor de agua permite que éste pueda salir hacia el exterior a través de los capilares del mortero. Cuanto mayor sea la permeabilidad, menor posibilidad de condensación intersticial tendrá el muro de cerramiento.

c. Adherencia.

El grado de adherencia está determinado por la dosificación de cemento, áridos, resinas y aditivos, que refuerzan la penetración en los capilares, su proceso químico y cristalización. Esta cualidad está muy relacionada con la succión, rugosidad del soporte y capacidad de retención de agua del mortero. Así mismo es fundamental para la vida útil del material.

d. Durabilidad.

La durabilidad del mortero viene determinada por todos los elementos que lo componen, su dosificación y elaboración, así como por las condiciones de puesta en obra.

Como norma general deben respetarse las siguientes indicaciones en la colocación de revestimientos continuos:

- Debe llaguearse el muro adecuadamente evitando huecos y resaltes respecto del plano exterior de la fachada.
- Debe cuidarse el tipo de árido, la granulometría y la dosificación del mortero con objeto de evitar su cuarteo.
- Debe realizarse el revestimiento en una o dos capas, siendo la primera de regularización y agarre.
- Debe humedecerse adecuadamente el plano de la fachada si es necesario.
- Debe operarse en buenas condiciones climáticas, que no sean extremas en cuanto a temperatura, humedad o velocidad de viento.
- Debe permitirse la correcta maduración de cada capa del revestimiento, antes de colocar la siguiente.
- Debe humedecerse el revestimiento tras su ejecución durante unos días si es necesario.

29.4 Revestimientos monocapa

Un mortero monocapa es un revestimiento compuesto de cemento, aditivos, resinas, fibras y cargas minerales. Una vez mezclado y aplicado de forma continua con un espesor de unos 10 ó 12 mm, confiere a la fachada un acabado decorativo e impermeable.

29.4.1 Preparación y puesta en obra.

La preparación de la pasta puede hacerse manual o mecánicamente, aunque se recomienda el segundo método por ser la mezcla mucho más homogénea y en consecuencia de mejor calidad.

El tiempo de amasado está comprendido entre 3 y 5 minutos, según el material y la época del año.

Una vez mezclado, se tendrá que dejar reposar durante un tiempo equivalente al anterior, antes de su utilización, con el fin de permitir las reacciones químicas de los aditivos contenidos en la masa. La calidad de la puesta en obra depende fundamentalmente del soporte y de las condiciones de aplicación.

El soporte debe tener las siguientes características:

- Estabilidad, es decir, debe haber realizado los movimientos previsibles de retracción, térmicos, mecánicos, etc.
- Resistencia, suficiente para recibir el revestimiento.
- Planeidad, para poder conseguir la planeidad final del revestimiento monocapa, teniendo en cuenta que el espesor mínimo de un mortero monocapa es de 8 mm y su espesor medio es de 15 mm.

- Limpieza y succión adecuada, para garantizar una buena adherencia del mortero.
- Rugosidad y porosidad, que son adecuadas en todos los materiales de arcilla cocida.

29.4.2 Aplicación de los morteros monocapa.

Una correcta aplicación de los morteros monocapa viene determinada por su puesta en la fachada y por las condiciones ambientales.

Antes de iniciar la puesta en fachada del mortero se deben marcar las juntas de trabajo, extendiendo una banda de mortero de 5 a 10 cm de ancho y 1 cm de espesor, sobre las que se asientan los junquillos realizando los despieces proyectados. Éstos no deben tener una separación mayor de 2,20 m entre juntas horizontales y 7 m entre juntas verticales.

Con el fin de resaltar las juntas, se emplean en ocasiones perfiles de aluminio lacado, que quedan incorporados a la fachada. Cuando existen soportes de distinta naturaleza que crean junta entre ellos, se debe armar el mortero. Para ello se extiende un tendido de mortero monocapa de 4 a 5 mm, sobre el que se coloca una malla, que deberá sobrepasar al menos 20 cm la junta existente. Una vez realizado este preparativo, se procede a la puesta en fachada del mortero, generalmente en una sola capa.

Si el soporte no es suficientemente regular puede extenderse una capa previa de 2 ó 3 mm de espesor. En cualquier caso, el espesor mínimo debe ser de 8 mm y el medio de 15 mm. Si por necesidades de la obra son necesarios espesores mayores, debe armarse una primera capa, no debiendo superarse en cualquier caso los 25 mm de espesor. El material no debe aplicarse con temperaturas del soporte inferiores a 5°C ni superiores a 30°C, ni cuando esté lloviendo o se prevean lluvias en 3 ó 4 horas.

29.4.3 Consideraciones de tipo general sobre morteros monocapa.

No se deben utilizar revestimientos monocapa en puntos en los que discurra el agua de lluvia, sin protección de goterones, vierteaguas, impostas o canalones; el mortero monocapa es un material impermeable al agua de lluvia, pero no estanco.

Su aplicación siempre debe hacerse sobre paramentos verticales, nunca sobre paramentos inclinados u horizontales.

En caso de humedad procedente del terreno, deberá crearse una barrera antihumedad que suponga un corte de capilaridad.

No es aconsejable el uso de colores oscuros, pues al tener mayor absorción solar, se incrementan las contracciones de origen térmico

29.4.4 Consideraciones particulares de morteros sobre conglomerado madera cemento

Se han de tener en cuenta las siguientes indicaciones con cualquier tipo de mortero de acabado sobre los muros **Eco haus** especialmente con los morteros convencionales:

-Cuando el conglomerado madera cemento se humedece, previamente a la aplicación del mortero, este se puede expandir hasta un máximo del 0,3 % (3 mm por metro). Cuando el material se seca, la contracción que se produce puede provocar fisuras en las juntas de los paneles. Este efecto es más notable en la cara exterior de los paneles con aislamiento adicional de poliestireno.

-Cuando se aplican morteros convencionales, esta fisuración se ha de permitir en la primera capa, dejando secar la capa fisurada totalmente, antes de aplicar las capas siguientes. La segunda y tercera capa se aplican sobre esta primera capa, humedeciéndola ligeramente, de modo que el material no se expande ni contrae de forma notable.

En cualquier caso, el mortero de la capa de acabado del muro debe ser hidrófugo.

Eco haus recomienda el uso de morteros elásticos y la utilización de una malla o la adición de fibras para prevenir la fisuración en los morteros monocapa. En cualquier caso se ha de consultar con el fabricante del mortero las condiciones de aplicación y la idoneidad de uso sobre el soporte de madera cemento.

30 DEPARTAMENTO TÉCNICO DE ECO HAUS

30.1 Supervisión de proyectos

Con el fin de ayudar a la concepción de los proyectos, el departamento técnico de **Eco Haus**, presta servicios de asesoramiento a sus clientes durante la elaboración del proyecto.

Entre estos servicios destacan:

- Ayuda en el cálculo de la resistencia estructural de los muros y forjados
- Cálculo de las armaduras necesarias
- Ayuda en los cálculos de aislamiento térmico y acústico de las construcciones
- Entrega de detalles constructivos
- Descripción de partidas presupuestarias y precios orientativos

30.2 Control de obras

El personal de **Eco Haus**, ofrece su supervisión en las obras en las que se utiliza su material

Estos servicios consisten en:

- Arranque de obra
- Asesoramiento durante las distintas fases de la obra
 - Replanteo
 - Colocación de panel
- Hormigonado y colocación de hierro

30.3 Formación de personal

Eco Haus, ofrece formación gratuita a los trabajadores que se inician en la utilización del sistema.

Esta formación consiste en:

- Conocimiento de la naturaleza del panel
- Conocimiento de los distintos tipos de panel
- Puesta del panel
- Manejo de la herramienta necesaria
- Técnicas de hormigonado
- Conocimiento del posicionamiento del hierro
- Técnicas para ahorro de tiempo y material durante la colocación



Eco Haus Ingeniería S.L.

CENTRO TECNOLÓGICO TIC XXI
Calle Bari 57, Planta 2ª Oficina 4
50.197 Zaragoza (ESPAÑA)
Tel: (+34) 876 716 979
info@eco-haus.es
www.eco-haus.es