

# DAU

# 15/093 B

## Documento de adecuación al uso

### Denominación comercial

# Casa Hormipresa

### Tipo genérico y uso

Estructura y cerramientos de la casa industrializada  
Casa Hormipresa basada en paneles de hormigón.

### Titular del DAU

## HORMIPRESA NEC SL

Picot 1. Polígono Industrial  
ES43810 El Pla de Santa Maria (Tarragona)  
Tel. 977 63 11 39  
www.hormipresa.com

### Planta de producción

Picot 1. Polígono Industrial  
ES43810 El Pla de Santa Maria (Tarragona)

### Edición vigente y fecha

B 24.03.2020

### Validez (condicionada a seguimiento anual [\*])

Desde: 24.03.2020  
Hasta: 23.03.2025

### Fecha de concesión inicial del DAU

24.03.2015

[\*] La validez del DAU 15/093 está sujeta a las condiciones del *Reglamento del DAU*. La edición vigente de este DAU es la que figura en el registro que mantiene el ITeC (accesible en [itec.es](http://itec.es) y a través del siguiente código QR).



Este documento consta de 40 páginas.  
Queda prohibida su reproducción parcial.

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

**ITeC**

## Control de ediciones

Edición	Fecha	Apartados en los que se han producido cambios respecto a la edición anterior
A	24.03.2015	<p data-bbox="454 371 1481 443">El precedente del presente DAU 15/093 es el DAU 02/005, inicialmente concedido a Hormipresa SA en el año 2002 para el sistema Casa Tradixalet, y cuya última vigencia fue en octubre de 2012. Los cambios más significativos han sido:</p> <ul data-bbox="454 450 1437 573" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="454 450 1214 472">- Cambios de tipo formal: nuevo nombre comercial del sistema y nuevo titular</li> <li data-bbox="454 483 1374 506">- Cambios de contenido técnico: se ha realizado la adaptación al marco reglamentario vigente:                             <ul data-bbox="491 517 1437 573" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="491 517 879 539">• DB-HE edición de septiembre 2013.</li> <li data-bbox="491 551 1437 573">• Normas europeas armonizadas para el mercado CE de elementos prefabricados de hormigón.</li> </ul> </li> </ul>
B	24.03.2020	<p data-bbox="454 600 1433 651">Revisión y actualización técnica del DAU de acuerdo con las ediciones vigentes de los documentos de referencia (actualizaciones CTE y de otras normas de referencia).</p> <p data-bbox="454 658 959 678">Extensión de la validez del DAU hasta el 23.03.2025.</p>

# Índice

1.	Descripción del sistema y usos previstos	5
1.1.	Definición del sistema	5
1.2.	Usos previstos	7
2.	Componentes del sistema Casa Hormipresa	8
2.1.	Paneles de fachada	8
2.2.	Paneles hastiales	10
2.3.	Paneles medianeros	11
2.4.	Paneles de antepecho de cubierta	11
2.5.	Placas alveolares para forjados	11
2.6.	Pilares	12
2.7.	Jácenas y riostras de soporte del forjado sanitario	12
2.8.	Piezas de esquina	13
2.9.	Cornisas	14
2.10.	Escaleras	14
2.11.	Chimeneas	14
2.12.	Tolerancias dimensionales de los componentes prefabricados	14
3.	Fabricación de la estructura y cerramientos de la Casa Hormipresa	15
3.1.	Materias primas	15
3.2.	Proceso de fabricación	15
3.2.1.	Introducción	15
3.2.2.	Diseño del proyecto	15
3.2.3.	Diseño de los componentes industrializados	16
3.2.4.	Fabricación de los componentes a la planta de Hormipresa	16
3.3.	Etiquetado de los productos	18
4.	Control de la producción de la estructura y cerramientos de la Casa Hormipresa	18
4.1.	Control de materias primas utilizadas en la fabricación	18
4.2.	Controles de fabricación	18
4.2.1.	Controles en el diseño del proyecto	18
4.2.2.	Controles en el diseño de los componentes industrializados	19
4.2.3.	Controles en la fabricación de los componentes en la planta de Hormipresa	19
4.2.4.	Control de recepción en obra de los materiales	19
4.2.5.	Control de la ejecución de los componentes de la obra ejecutados in situ	19
5.	Almacenamiento, transporte y manipulación	20
6.	Criterios de proyecto y ejecución del sistema	20
6.1.	Criterios de proyecto	20
6.2.	Criterios de puesta en obra	22
6.2.1.	Maquinaria y herramientas necesarias	22
6.2.2.	Preparación del terreno	22
6.2.3.	Ejecución del forjado sanitario	22
6.2.4.	Colocación de los paneles verticales	23
6.2.5.	Ejecución de las juntas verticales y horizontales	24
6.2.6.	Ejecución del forjado de piso	26
6.2.7.	Ejecución del forjado de cubierta	26
6.2.8.	Ejecución de elementos estructurales auxiliares	27
6.2.9.	Ejecución de chimenea	27
6.2.10.	Trabajos de acabado de la estructura y cerramientos de la Casa Hormipresa	27
6.2.11.	Trabajos de reparación	28
6.2.12.	Ejecución de los aislamientos térmicos	28
6.2.13.	Trabajos de ejecución de la obra menor	28
6.2.14.	Fijación de elementos	28

7.	Referencias de utilización	29
8.	Visitas de obra	29
9.	Evaluación de ensayos y cálculos	30
9.1.	Resistencia mecánica y estabilidad (RE 1)	30
9.1.1.	Resistencia mecánica y estabilidad frente a esfuerzos estáticos	30
9.1.2.	Resistencia mecánica y estabilidad frente a esfuerzos horizontales y dinámicos	30
9.2.	Seguridad en caso de incendio (RE 2)	31
9.2.1.	Reacción al fuego	31
9.2.2.	Resistencia al fuego	31
9.3.	Higiene, salud y medio ambiente (RE 3)	31
9.3.1.	Humedades del terreno: muros y tierras	31
9.3.2.	Impermeabilidad al agua de lluvia: fachadas y cubiertas	32
9.3.3.	Condensaciones en la envolvente térmica	32
9.3.4.	Condensaciones en el forjado sanitario	32
9.4.	Seguridad de uso (RE 4)	33
9.4.1.	Aspectos de seguridad durante la construcción	33
9.5.	Protección frente al ruido (RE 5)	33
9.5.1.	Aislamiento al ruido aéreo	33
9.5.2.	Aislamiento al ruido de impacto	34
9.6.	Ahorro de energía y aislamiento térmico (RE 6)	34
9.7.	Aspectos de durabilidad (RE 7)	34
9.7.1.	Deformación de forjados y compatibilidad con los tabiques	34
9.7.2.	Durabilidad	34
9.7.3.	Mantenimiento	35
10.	Comisión de Expertos	35
11.	Documentos de referencia	36
12.	Evaluación de la adecuación al uso	37
13.	Seguimiento del DAU	38
14.	Condiciones de uso del DAU	38
15.	Lista de modificaciones de la presente edición	39

# 1. Descripción del sistema y usos previstos

## 1.1. Definición del sistema

El sistema constructivo objeto de este DAU es la estructura y cerramientos de la casa industrializada Casa Hormipresa ejecutada con paneles estructurales de hormigón armado verticales, placas de hormigón pretensado horizontales y otros componentes resistentes auxiliares, como jácenas, pilares, cornisas y paneles hastiales de diferentes dimensiones (véanse las figuras 1.1 y 1.2).

El sistema permite la concepción a medida del proyecto, ya que todos los componentes se diseñan y se fabrican a medida para cada proyecto, salvo las placas alveolares pretensadas de los forjados, que son modulares en anchura y con cantos estándar.

Estas placas se fabrican en una anchura (120 cm) y en tres posibles cantos (16, 20 y 25 cm) y han sido concebidas para construir los forjados sin capa de compresión y sin que sea necesario su apuntalamiento.

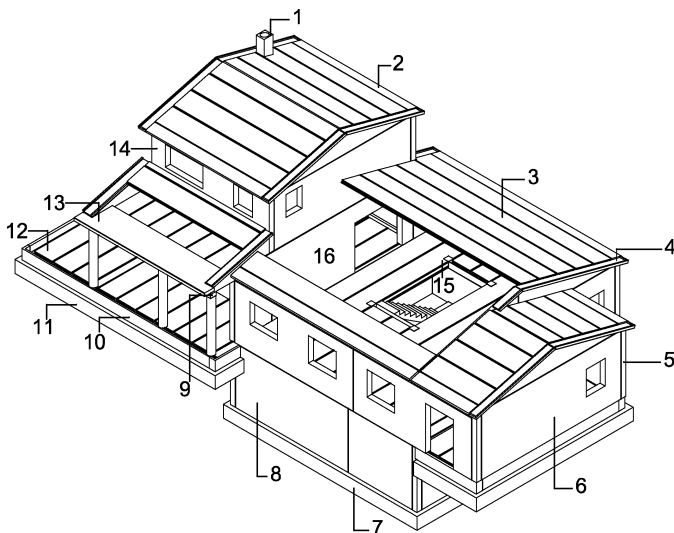
Los paneles verticales de hormigón armado tienen siempre funciones portantes y se diferencian en paneles exteriores o de fachada y paneles interiores o medianeros. Los primeros siempre incorporan una capa aligerante de poliestireno expandido que, complementariamente, contribuye al aislamiento del

cerramiento, mientras que los segundos pueden llevar o no esta capa. Los paneles verticales se fabrican de la altura de una planta e incorporan las aperturas moduladas establecidas en el proyecto. La carpintería se fabrica a la medida real de las aberturas y se incorpora en obra una vez acoplados los componentes; mientras que las cajas de persiana se incorporan al panel en fábrica.

Todos los componentes prefabricados tienen una cara con acabado fino, que es la que está en contacto con el molde metálico durante la fabricación, y una cara rugosa, que es la cara contraria y que se acaba por maestreado. La cara fina siempre se coloca en obra como paramento exterior, de forma que la cara rugosa queda en el lado interior no visto (posteriormente trasdosado).

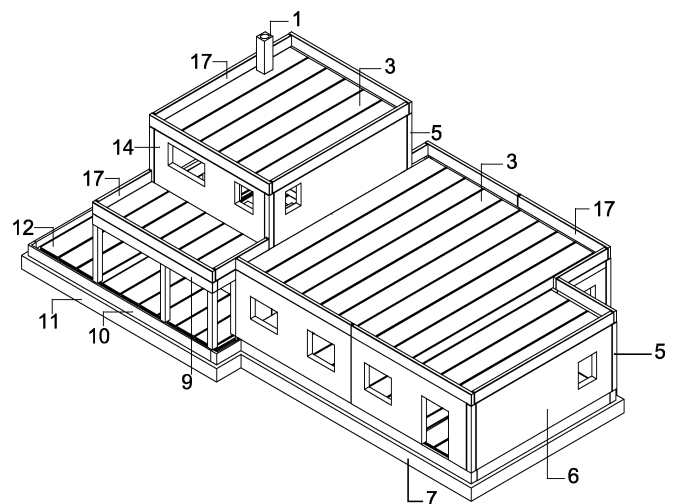
Los componentes se montan y se acoplan en obra por medio de diferentes sistemas de fijación mecánica y armaduras; las juntas entre los diferentes componentes se completan con hormigón armado, cuyo tamaño de áridos y consistencia son función de las dimensiones de la junta. Las juntas horizontales a pie de los paneles, que generalmente son estrechas, se llenan con mortero preparado de baja retracción.

De esta manera el sistema presenta juntas horizontales a nivel de cada forjado y juntas verticales en las esquinas y entre los paneles de fachada en tramos rectos, cada 7,5 m como máximo, ya que esta es la máxima longitud de fabricación de los paneles.



- |   |   |   |
|---|---|---|
| 1. Chimenea                             | 7. Hormigón armado HA-25                      | 13. Cornisa de terminación (lateral pl. baja) |
| 2. Cornisa de terminación (frontal)     | 8. Muro de contención de tierras (pl. sótano) | 14. Panel de fachada (pl. primera)            |
| 3. Forjado de cubierta (placa alveolar) | 9. Jácena de porche                           | 15. Forjado intermedio (placa alveolar)       |
| 4. Cornisa de terminación (lateral)     | 10. Riostra de soporte del forjado sanitario  | 16. Panel de interior                         |
| 5. Pieza de esquina                     | 11. Hormigón en masa HM-20                    | 17. Panel remate de cubierta plana            |
| 6. Panel de fachada (pl. baja)          | 12. Forjado sanitario (placa alveolar)        |   |

**Figura 1.1:** Vista general de la estructura y cerramientos de la Casa Hormipresa con cubierta inclinada.



**Figura 1.2:** Vista general de la estructura y cerramientos de la Casa Hormipresa con cubierta plana.

La construcción se reviste interiormente con un aislamiento térmico y tabiques de yeso laminado, en lo referente a los paramentos verticales, y con un falso techo y un pavimento, en lo referente a los techos y a los suelos, respectivamente (véase la figura 1.3).

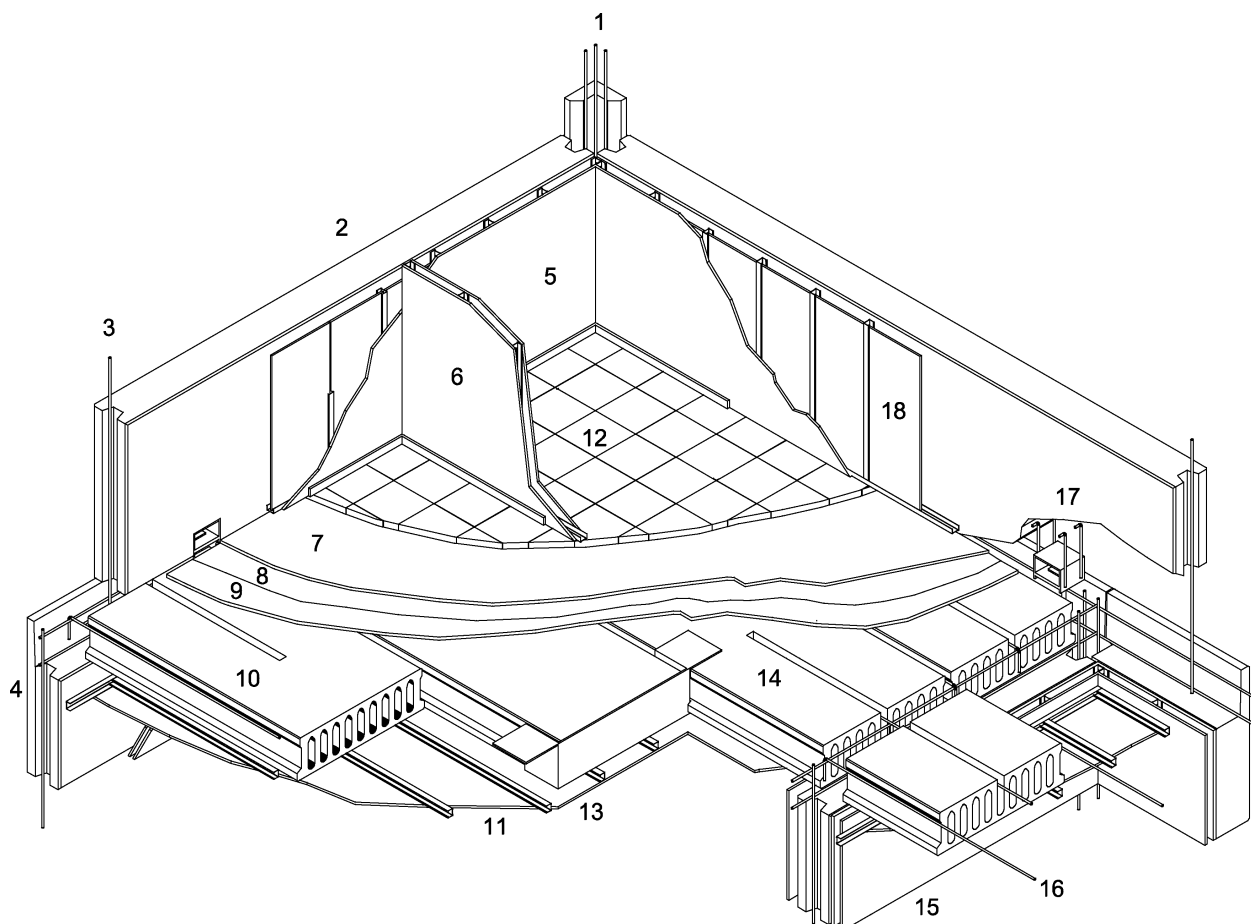
La casa se reviste exteriormente con un revestimiento continuo no rígido que garantice una impermeabilidad adecuada y que tenga la suficiente elasticidad para hacer frente a los movimientos del soporte, en particular sobre las juntas entre paneles. La planeidad y la baja rugosidad de la cara exterior de los paneles permite el acabado del sistema con revestimientos relativamente finos: Hormipresa Nec SL, Hormipresa en adelante, utiliza un revestimiento de 2 mm de grosor, de pintura con áridos.

La cimentación queda constituida por una de las dos soluciones siguientes:

- Cimientos de hormigón en masa HM-20, sobre los que se colocan las riostras de soporte de las placas del forjado sanitario. Estas riostras tienen funciones de soporte de las placas, pero no tienen las funciones resistentes propias de la cimentación, las cuales recaen fundamentalmente en el hormigón en masa.
- Cimientos de hormigón armado ejecutados in situ (HA-25), cuando la casa disponga de garaje subterráneo. El sótano se completa con paneles verticales dimensionados para hacer funciones de contención de tierras y con una solera de grava y hormigón.

En cualquier caso el componente prefabricado (riostra o panel vertical) no está en contacto directo con el terreno. Si el panel vertical constituye un muro de sótano, ha de ser impermeabilizado en obra.

Todos los componentes industrializados de la Casa Hormipresa son fabricados por Hormipresa en su planta del Pla de Santa Maria.



- |                                  |                             |                        |                              |
|----------------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------------|
| 1. Armadura vertical             | 6. Tabique de yeso laminado | 11. Falso techo        | 16. Armadura negativa        |
| 2. Panel de fachada              | 7. Mortero de unión         | 12. Pavimento          | 17. Caja de nivelación       |
| 3. Armadura de la junta vertical | 8. Capa de separación       | 13. Barca metálica     | Poliestireno expandido (EPS) |
| 4. Armado perimetral             | 9. Base de arena            | 14. Alvéolos ranurados |                              |
| 5. Trasdosado de yeso laminado   | 10. Placa alveolar          | 15. Panel medianero    |                              |

**Figura 1.3:** Constitución de los elementos verticales y horizontales de la Casa Hormipresa.

Cada casa unifamiliar ejecutada con el sistema Casa Hormipresa es objeto de un proyecto arquitectónico que contempla las particularidades de cada caso, firmado por un técnico responsable, que en general pertenece a Hormipresa o desarrolla el proyecto de acuerdo con Hormipresa. Por lo tanto el sistema no está pensado para ser comercializado por un tercero, ajeno a Hormipresa, que actúe como diseñador o constructor de una casa ejecutada con este sistema.

Hormipresa interviene en las fases de concepción de la construcción, de diseño y cálculo de los elementos estructurales, de fabricación de los componentes, de su transporte a obra y de la ejecución de la estructura y cerramientos de la Casa Hormipresa.

Hormipresa también puede actuar en la ejecución de los acabados de la construcción, hasta la entrega final al cliente, aunque estos trabajos también pueden ser realizados por un tercero. El presente documento no abarca las soluciones y los trabajos de acabado de la casa.

## 1.2. Usos previstos

El sistema constructivo objeto de este documento está destinado a la construcción de casas unifamiliares, aisladas, pareadas o adosadas, de dos o tres plantas (PB+1 o PB+2), construidas sobre sótano, porche o forjado sanitario.

Las casas pareadas comparten el muro medianero y el forjado, excepto cuando el terreno es inclinado. En este caso es necesario doblar el muro medianero y apoyar el forjado de forma independiente en cada uno de los dos paneles que forman el muro medianero doble. El sistema se destina generalmente a la construcción de casas de planta ortogonal, ya que la unión entre paneles verticales está concebida para encuentros en ángulo recto. No obstante, el sistema puede aceptar los encuentros entre paneles en ángulos no rectos; en este caso no se emplea la pieza de esquina de la junta vertical (véase la figura 6.3) sino que la junta se encofra y se hormigona en obra, con la sección de armadura que en cada caso se calcule.

Los paneles verticales (y las paredes resultantes de su ensamblaje) y las placas horizontales, han de cumplir algunas de las funciones siguientes:

- Funciones resistentes.
- Funciones de protección frente a la acción del fuego (en el caso de paredes y forjados interiores).
- Funciones complementarias de impermeabilidad al agua –la impermeabilidad principal la debe aportar el revestimiento exterior– (en el caso de los cerramientos exteriores).
- Funciones de aislamiento acústico.
- Funciones complementarias de aislamiento térmico (el trasdosado interior y el elemento aligerante interior de los paneles han de aportar el aislamiento térmico principal).

Además, estos paneles deben estar calculados para resistir las solicitaciones que se derivan de su manipulación y transporte, en la planta de producción y en obra, teniendo en cuenta la resistencia del hormigón en función de la edad.

## 2. Componentes del sistema Casa Hormipresa

El sistema está constituido por los siguientes componentes:

a) Componentes fabricados en planta:

- Paneles de fachada
- Paneles hastiales (piñones)
- Paneles medianeros
- Paneles antepecho de cubierta
- Placas alveolares para forjados
- Pilares
- Jácenas y riostras de soporte del forjado sanitario
- Cornisas
- Escaleras

b) Otros constituyentes del sistema:

- Hormigón de la cimentación: HM-20 o HA-25, en función del tipo de cimentación
- Hormigón fluido y de árido fino para la ejecución de las juntas resistentes verticales entre paneles: HA-25 / consistencia F / tamaño máximo de árido 12 mm: HA-25 / F / 12 / clase de exposición del proyecto
- Hormigón de consistencia blanda (B), para el relleno de los zunchos: HA-25 / B / TM / clase de exposición del proyecto
- Morteros de baja retracción para la ejecución de las juntas resistentes horizontales
- Productos para el relleno exterior de las juntas verticales: cordón de silicona y masilla acrílica elástica
- Armaduras de las juntas verticales entre paneles
- Armaduras de las juntas horizontales de los forjados
- Morteros de reparación
- Placas de yeso laminado para tabiques
- Chimenea metálica

Los detalles gráficos y las descripciones que constan en el presente documento describen las tipologías estándar de los componentes y de las uniones entre ellos, que caracterizan el sistema. Las secciones y longitudes de armaduras que se mencionan en el DAU y que aparecen en los detalles gráficos no son estándares, sino que se incluyen a modo de ejemplo. Estas armaduras se dimensionan de forma específica para cada proyecto.

Los componentes indicados en el punto a) son los fabricados por Hormipresa con los materiales que constan en el apartado 3.1 de este documento.

En aplicación del Reglamento Europeo de Productos de Construcción (UE) 305/2011, los componentes del sistema fabricados por Hormipresa Nec SL cuentan con el marcado CE en base a las normas europeas armonizadas de obligado cumplimiento.

El fabricante es responsable del marcado de cada uno de los productos siguiendo las indicaciones del anexo ZA de la norma que le corresponda y de la emisión de la consiguiente Declaración de Prestaciones.

A continuación se presentan las características nominales de cada uno de estos componentes.

### 2.1. Paneles de fachada

Son componentes de hormigón armado de 25 cm de espesor aligerados con placas de poliestireno expandido de 10 cm de espesor centradas en el panel, y que cubren toda el área central de los paneles, hasta 21,5 cm y 15,0 cm del perímetro exterior (véase la figura 2.2). Las prestaciones del panel, según la Declaración de Prestaciones con arreglo a la norma UNE-EN 14992, se indican en la tabla 2.1.

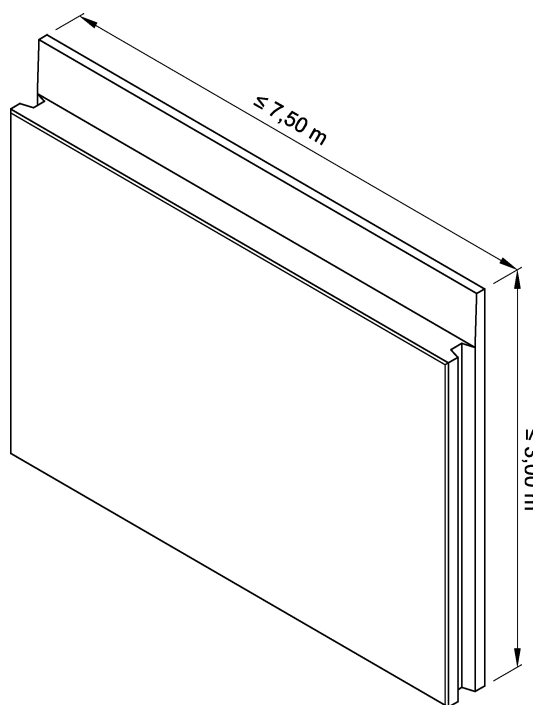


Figura 2.1: Panel de fachada.



Las caras verticales del panel son acanaladas, de manera que entre dos paneles contiguos queda un vacío interior en forma de rombo, en el cual se ejecuta el nudo para la conexión de las armaduras verticales con los anclajes Pfeifer de los dos paneles y el posterior hormigonado en obra (véase la figura 6.3). Estos anclajes constituyen una prolongación de las armaduras horizontales de los paneles, y la unión de estas a las armaduras verticales de las juntas.

La cara horizontal superior del panel dispone de una aleta exterior de altura variable en función del canto del forjado y sección trapezoidal (8 cm en la base y 6 cm en la coronación), que actúa como encofrado a la hora de hormigonar el zuncho horizontal del forjado superior ejecutado en obra (véase la figura 1.3).

La altura y longitud máximas de los paneles de fachada (de igual modo que las de los paneles hastial y medianeros) son, respectivamente, 3 m y 7,5 m. Los cantos de todos los paneles son biselados de 10 mm x 10 mm, para evitar roturas en los cantos durante su manipulación.

Los paneles disponen de las siguientes armaduras y elementos metálicos auxiliares (véase la figura 2.2):

- Armadura perimetral montada sobre un perfil metálico en U (un redondo a cada lado del perfil). Esta armadura ocupa todo el perímetro del panel y el de las aberturas, si las hay; en paneles de longitud considerable, forma nervios rigidizadores verticales centrales en el panel.
- Mallazos colocados sobre cada una de las caras de los perfiles Eco, que permanecen unidos por ganchos de acero inoxidable que se clavan en el hormigón, con una densidad mínima de 4 ganchos por m<sup>2</sup>. La superposición del mallazo con el perfil ocupa los 20 cm centrales del espesor de cada panel de 25 cm. Esto significa que el recubrimiento nominal de estas armaduras es de 25 mm.
- Este armado se puede completar con armaduras transversales soldadas al perfil perimetral donde sean necesarias, por ejemplo, en los vértices de los paneles y en los vértices de las aberturas.
- Elementos metálicos con funciones de elevación y manipulación de los paneles: generalmente dos anclajes por panel, situados a  $\frac{1}{4}$  y a  $\frac{3}{4}$  de su longitud, sobre la cara superior que penetran unos 40 cm en el panel, atravesando la armadura perimetral.

El sistema dispone de los siguientes elementos de elevación, en función del espesor y de la masa de los paneles a elevar:

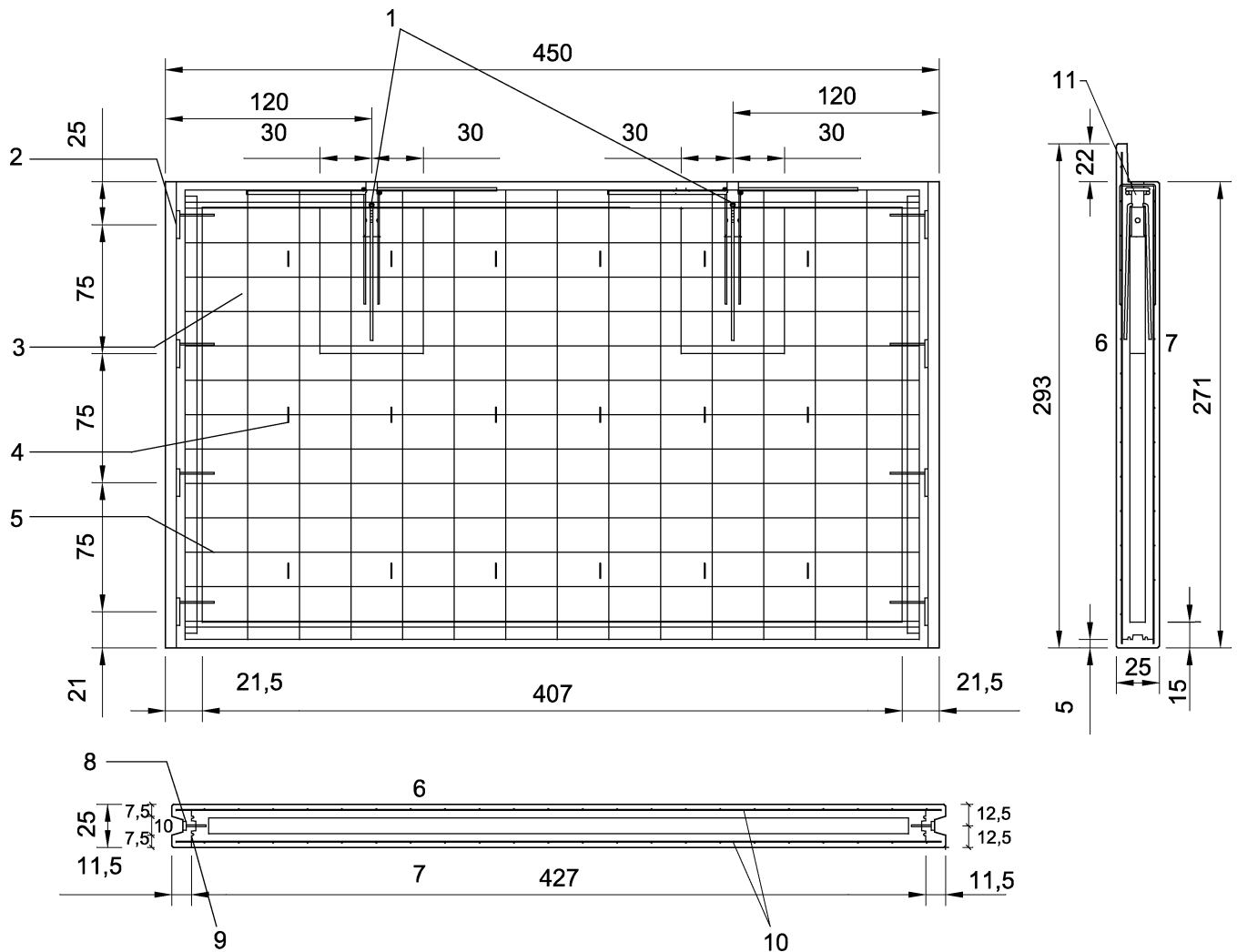
- gancho de elevación Ancora, de 4 o 6 toneladas, usados en los paneles de 25 cm de espesor,
- gancho de elevación Frimeda, de 2,5 o de 5 toneladas, usados en los paneles de 15 cm de espesor.

- Anclajes Pfeifer Vs-Box 120 de unión a los componentes contiguos: cuatro anclajes en forma de lazo (pueden ser más, en función de las necesidades de cada caso), situados en cada cara vertical del panel, y también en las caras superiores inclinadas de los paneles hastiales. Estos anclajes están destinados a enlazarse con los anclajes del panel contiguo y a actuar como estribos de las armaduras verticales de la junta entre paneles.
- Elementos de posicionamiento y unión con el panel superior (casquillos): penetran aproximadamente 10 cm en el panel, y allí se aloja un bulón roscado que conectará con la caja de nivelación del panel superior. La función exclusiva de estos bulones es la de nivelar los paneles verticales y contribuir a sostenerlos durante el montaje; en el cálculo de la unión definitiva se considera que estos bulones no contribuyen a la resistencia. Los tres elementos (anclajes de elevación, casquillos y anclajes Pfeifer) se colocan centrados en el espesor del panel.
- Cajas de nivelación de acero no galvanizado situadas en la base de la cara interior del panel, ubicadas en un cajón de 15 cm de altura x 20 cm de ancho y 18 cm de profundidad. Las cajas permiten ajustar la posición de los paneles para conseguir que la cara superior de los paneles, sobre la que se apoyan los forjados, quede perfectamente nivelada.

Las cajas de nivelación PSK-20E presentan tres variantes, en función de si se sitúan centradas o excéntricas en un panel de 25 cm, o centradas en un panel de 15 cm (con cargas mayoritariamente centradas).

Las cajas se sitúan en un tramo macizo de panel de unos 40 cm de anchura y 85 cm de altura, con armaduras verticales específicas. Si la altura de la pieza es inferior a la altura del armado aquí indicada, se utilizan dos armaduras suplementarias en forma de U invertida. El perímetro del tramo macizo que envuelve la caja de nivelación se refuerza con el mismo perfil Eco que recorre todo el perímetro exterior e interior (de aberturas) de los paneles.

Cuando el panel incluye aberturas, estas se implementan en fábrica sobre el panel, mediante contramoldes de las dimensiones de la abertura, la cual puede incorporar de fábrica la caja de persiana. Generalmente, y en función de la luz de las aberturas, el panel dispone de armaduras diagonales sobre los vértices de las aberturas, o de un tramo macizo al pie de las aberturas en el caso de las puertas, con objeto de afrontar las tensiones de tracción que se producen durante el transporte y manipulación de los componentes.



- |  |   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Anclaje de elevación del panel</li> <li>1. 4 anclajes Pfeifer Vs-box</li> <li>2. Planchas de EPS de 10 cm de espesor con 3 cm de espacio hasta el perfil Eco, excepto en los nervios centrales, donde se atesta el perfil.</li> <li>3. Ganchos tipo forcelle Eco Forc 25 L-200</li> <li>4. Un mallazo sobre cada cara del panel</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Cara fina</li> <li>6. Cara rugosa</li> <li>7. 4 anclajes Pfeifer Vs-box</li> <li>8. Armadura realizada con perfil Eco</li> <li>9. Un mallazo sobre cada cara del perfil Eco</li> <li>10. Armadura realizada con perfil Eco</li> </ol> |
|--|---|

(\*) Las cotas de todas las figuras de este documento están expresadas en cm.

**Figura 2.2:** Ejemplo del armado de un panel de fachada.

## 2.2. Paneles hastiales

Tienen la misma estructura que los paneles de fachada, aligeramiento de poliestireno incluido. Se diferencian por el hecho que no presentan la aleta exterior en la cara superior, ya que disponen de unas armaduras específicas en función de su geometría (en algunos casos presentan vértices agudos que requieren una densidad de armado más grande) y porque tienen un orificio rectangular para la ventilación de la cubierta<sup>1</sup>.

Hay dos tipos de paneles hastiales: los interiores, de 15 cm de espesor y sin capa interior de poliestireno, y

los exteriores, de 25 cm de espesor y con capa de poliestireno. Los primeros no tienen elementos de posicionamiento y unión a las placas de cubierta, mientras que los paneles exteriores disponen de anclajes Pfeifer Vs-Box o casquillos Philip a los que se sujetan las armaduras horizontales que se sitúan en las juntas entre las placas de cubierta. Las prestaciones del panel, según la Declaración de Prestaciones con arreglo a la norma UNE-EN 14992, se indican en la tabla 2.1 para los paneles aligerados y en la tabla 2.2 para los paneles macizos.

<sup>1</sup> Cuando la casa se diseña con cubierta no ventilada (espacio habitable bajo cubierta), los paneles no disponen de orificios de ventilación.

### 2.3. Paneles medianeros

Tienen la misma estructura que los paneles de fachada, aligeramiento de poliestireno incluido, y sólo se diferencian por el hecho de no presentar la aleta exterior en la cara superior. Si el proyecto lo requiere, pueden ser paneles macizos (sin aligeramiento interior) de 15 cm de espesor. Las prestaciones del panel, según la Declaración de Prestaciones con arreglo a la norma UNE-EN 14992, se indican en la tabla 2.1 para los paneles con poliestireno y en la tabla 2.2 para los paneles macizos.

### 2.4. Paneles de antepecho de cubierta

Son componentes de hormigón armado de 15 cm de espesor con una altura y longitud variable en función de cada proyecto. Las prestaciones del panel, según la Declaración de Prestaciones con arreglo a la norma UNE-EN 14992, se indican en la tabla 2.2.

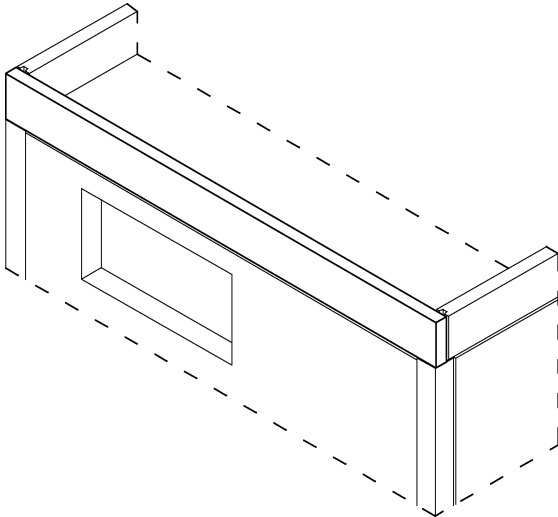


Figura 2.3: Panel antepecho de cubierta.

Característica	Valor declarado
Resistencia a compresión del hormigón $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	35
Resistencia última a tracción acero $f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	575 (B 500 SD) 550 (B 500 T)
Límite elástico del acero $f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	500
Reacción al fuego	A1
Aislamiento al ruido aéreo (dB)	62
Resistencia térmica (m <sup>2</sup> ·K/W)	2,25 (zonas con EPS) 0,13 (zonas sin EPS)
Permeabilidad al vapor de agua (kg/m <sup>2</sup> ·s·Pa)	0,9·10 <sup>-10</sup> (zonas con EPS) 0,6·10 <sup>-10</sup> (zonas sin EPS)
Durabilidad	I, IIa o IIb según proyecto

Tabla 2.1: Prestaciones de los paneles aligerados.

Característica	Valor declarado
Resistencia a compresión del hormigón $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	35
Resistencia última a tracción acero $f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	575 (B 500 SD) 550 (B 500 T)
Límite elástico del acero $f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	500
Reacción al fuego	A1
Aislamiento al ruido aéreo (dB)	54
Durabilidad	I, IIa o IIb según proyecto

Tabla 2.2: Prestaciones de los paneles macizos.

### 2.5. Placas alveolares para forjados

Son componentes planos autoportantes con alvéolos para aligerar el peso, fabricados con hormigón pretensado con cordones de acero tipo UNE 36094. La anchura de las placas es modular 120 cm y el canto puede ser, en función de la luz y del uso, de 16, 20 y 25 cm. Se usan en los forjados sanitarios, forjados de piso y cubiertas. Las prestaciones de las placas alveolares, según la Declaración de Prestaciones con arreglo a la norma UNE-EN 1168, se indican en la tabla 2.3.

La junta lateral entre placas presenta un canal cerrado por la cara inferior y abierto por la cara superior, lo cual permite la colocación de las armaduras de unión del forjado con el zuncho de los muros y de unión entre dos placas de forjado contiguas. El diseño del canal ha sido concebido para conseguir una correcta distribución transversal de las cargas.

Además, si el proyecto lo requiere, se puede romper la cara superior de los alvéolos de las placas del forjado para posibilitar la inserción de armaduras suplementarias de unión del forjado a los muros verticales. Estas ranuras, una vez colocada la armadura en la posición deseada, se rellenan en la obra con hormigón de resistencia característica a compresión de 25 N/mm<sup>2</sup>.

La geometría de los alvéolos y de las juntas horizontales entre placas, así como el número, la posición y la tensión de las armaduras, dan lugar a 10 variantes de placa para cada canto.

Característica		Valor declarado		
Resistencia a compresión del hormigón $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )		50		
Resistencia última a tracción acero $f_{pk}$ (N/mm <sup>2</sup> )		1.860		
Límite elástico del acero $f_{p0,1k}$ (N/mm <sup>2</sup> )		1.710		
Aislamiento al ruido aéreo	Canto (cm)	16	20	25
	dB	49	50	55
Transmisión del ruido por impacto	Canto (cm)	16	20	25
	dB	80	79	74
Durabilidad		Ia, II o IIb según proyecto		

**Tabla 2.3:** Prestaciones de las placas alveolares.

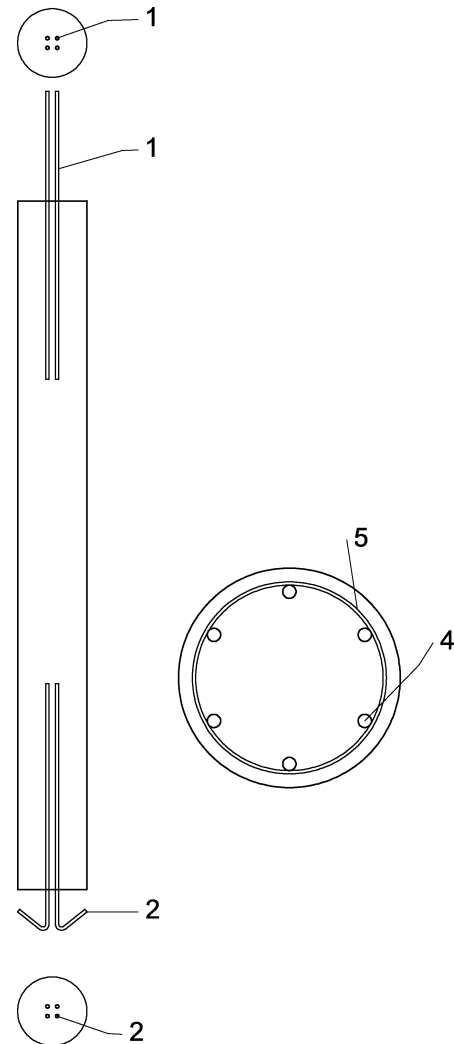
## 2.6. Pilares

Son componentes de hormigón armado de diferentes secciones (cuadrada o circular), fabricados con hormigón armado, y cantos biselados de 10 mm x 10 mm. Disponen de armaduras salientes por los extremos superior e inferior a fin de conectarlos con los elementos horizontales. Las prestaciones de los pilares, según la Declaración de Prestaciones con arreglo a la norma UNE-EN 13225, se indican en la tabla 2.4.

Característica		Valor declarado		
Resistencia a compresión del hormigón $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )		35		
Resistencia última a tracción acero $f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )		575 (B 500 SD)		
Límite elástico del acero $f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )		500		
Durabilidad		I, IIa o IIb según proyecto		

**Tabla 2.4:** Prestaciones de los componentes lineales.

La armadura perimetral del pilar se dimensiona teniendo en cuenta el pandeo al que está sometido el pilar, considerando que se trata de un elemento que trabaja articulado en cabeza y pie.

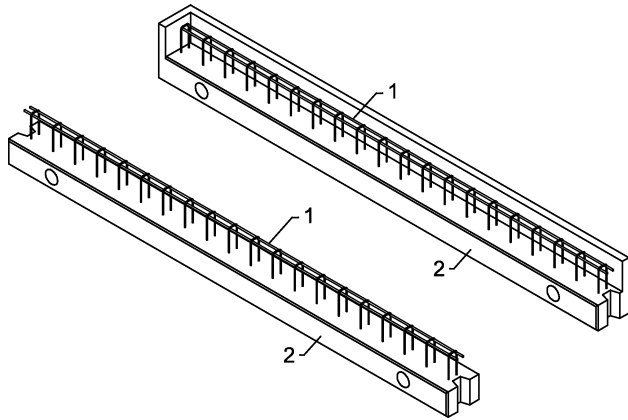


- 1. 4 armaduras de 105 cm
- 2. 4 armaduras de 100 cm
- 3. Armado del pilar
- 4. 6 armaduras verticales
- 5. Espiral

**Figura 2.4:** Ejemplo de armado de un pilar.

## 2.7. Jácenas y riostras de soporte del forjado sanitario

Las jácenas son componentes de hormigón armado de sección en L (JL) o de sección cuadrada (JC, también utilizada como riostra), con dimensiones variables en función de las luces y de las cargas. Las prestaciones de las jácenas y riostras, según la Declaración de Prestaciones con arreglo a la norma UNE-EN 13225, se indican en la tabla 2.4.



1. Armadura de unión
2. Jácena de hormigón

**Figura 2.5:** Jácenas tipo.

Disponen de los correspondientes anclajes de unión entre sí, a las paredes o a los forjados. Si un pilar incide por la parte inferior de una jácena, la armadura del pilar se hace pasar a la jácena a través de un orificio preparado en fábrica (véase la figura 6.7).

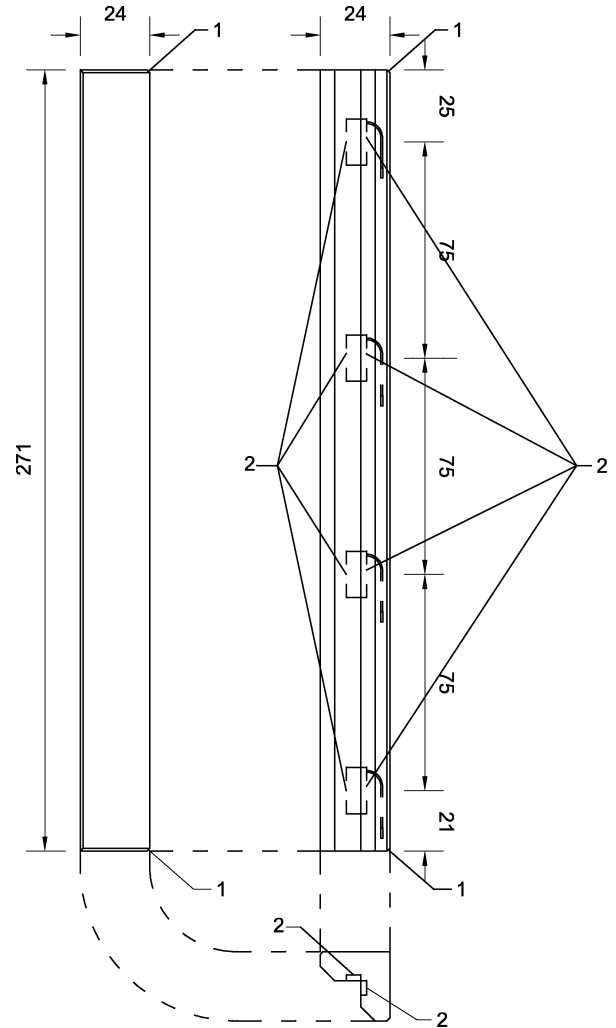
La altura de las riostras (sin contar la aleta exterior) es de 40 cm, lo que permite la construcción de forjados sanitarios de esta altura. Estas riostras sirven exclusivamente como soporte del forjado y no tienen funciones de cimentación resistente.

Las riostras perimetrales disponen de una aleta exterior, que actúa como encofrado del zuncho, y orificios de Ø110 mm para la ventilación del forjado sanitario. Cuando estos orificios quedan por debajo de la rasante del terreno exterior, debe hacerse una arqueta enrejada que garantice que este orificio no se tape con tierra.

## 2.8. Piezas de esquina

Son componentes lineales verticales que, una vez unidos a los paneles de fachada incidentes en los vértices de la casa, constituyen las esquinas de ésta. La función principal de las piezas de esquina, aparte de constituir el acabado arquitectónico de la esquina, es la de ligar horizontalmente los dos paneles que inciden en cada esquina de la casa, ya que los dos tienen pandeo en su plano y, por tanto, se produce una tendencia a abrir la junta vertical de la esquina. Las armaduras horizontales integradas en las piezas de esquina y en los paneles (estribos o anclajes Pfeifer), atravesadas verticalmente por armaduras colocadas en obra, están destinadas a resistir las tensiones de tracción de la junta.

Las piezas de esquina se fabrican con hormigón armado, de altura de planta y con sección en forma de ángulo recto; cada ala mide 24 cm de longitud y 10 cm de espesor. Los cantos de la pieza son biselados de 10 mm. Las prestaciones de las piezas de esquina, según la Declaración de Prestaciones con arreglo a la norma UNE-EN 13225, se indican en la tabla 2.4.



1. Galce 10 mm x 10 mm
2. 4 anclajes Pfeifer Vs-box

**Figura 2.6:** Pieza de esquina.

La altura de las piezas de esquina es generalmente igual a la altura total de los paneles de fachada (incluida su ala exterior), cosa que permite que estas piezas actúen como elementos de encofrado del zuncho de la planta superior.

Cuando la altura de la pieza de esquina no llega a la aleta exterior de encofrado de los paneles contiguos, debe hacerse un encofrado en obra que cubra una longitud aproximada de 30 cm sobre cada cara de la pieza de esquina, con objeto de hormigonar el tramo de esquina del zuncho de la planta superior.

Las piezas de esquina disponen, en general y para una altura de planta estándar, de cuatro pares de anclajes Pfeifer, que se unen en obra con los anclajes de los paneles incidentes y con tres barras de acero verticales pasantes para cada una de las tres intersecciones que se forman entre cada par de anclajes (véase la figura 6.3).

## 2.9. Cornisas

Son componentes de hormigón armado de diferentes dimensiones. En la cara inferior, una vez colocadas, disponen de un goterón. Las prestaciones de las cornisas, según la Declaración de Prestaciones con arreglo a la norma UNE-EN 13225, se indican en la tabla 2.4.

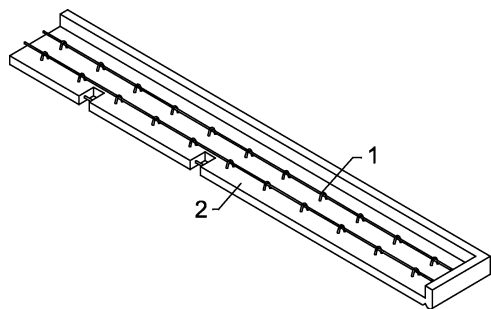
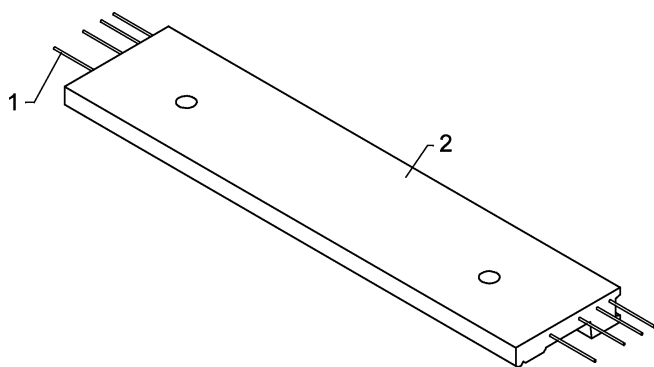


Figura 2.7: Cornisa horizontal de cubierta inclinada mixta.



1. Armadura de unión con acero B 500 SD
2. Cornisa de hormigón

Figura 2.8: Cornisa inclinada de cubierta inclinada.

El armado de las cornisas tiene en cuenta su voladizo, el apoyo de elementos sobre ellas y la clase de exposición a que son sometidas, teniendo en cuenta que se trata de elementos particularmente expuestos a la acción del viento y de la lluvia.

## 2.10. Escaleras

Las escaleras son un elemento recto prefabricado de hormigón armado, con unas dimensiones e inclinaciones según las especificaciones de cada proyecto. Disponen de armaduras de espera en los extremos para conectarlos con las otras partes de la estructura.

La anchura de las escaleras oscila entre 1,00 m y 1,40 m, escalones con huella de 28 cm y contrahuella de 17,7 cm. La longitud de las escaleras prefabricadas puede variar entre 4,00 m y 7,00 m, dependiendo de la altura a salvar (como máximo 3,00 m de altura). Las prestaciones de las escaleras, según la Declaración de Prestaciones con arreglo a la norma UNE-EN 14843, se indican en la tabla 2.5.

Característica	Valor declarado
Resistencia a compresión del hormigón $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	35
Resistencia última a tracción acero $f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	575 (B 500 SD)
Límite elástico del acero $f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	500
Durabilidad	I, IIa o IIb según proyecto

Tabla 2.5: Prestaciones las escaleras.

## 2.11. Chimeneas

La chimenea de la casa Hormipresa es metálica y se proyecta en función de los requisitos de cada obra.

## 2.12. Tolerancias dimensionales de los componentes prefabricados

Las tolerancias dimensionales de fabricación de los componentes prefabricados en la planta de Hormipresa cumplen con los requisitos de las normas de producto correspondientes.

## 3. Fabricación de la estructura y cerramientos de la Casa Hormipresa

### 3.1. Materias primas

Los materiales que se indican en la tabla 3.1 constituyen las materias primas de entrada al proceso de producción de los componentes prefabricados en planta y de los elementos ejecutados en la obra:

Material genérico	Elementos constructivos	Valor declarado
Hormigón	Componentes prefabricados armados	$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$
	Placas alveolares pretensadas	$f_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$
	Juntas y nudos ejecutados en obra	HA-25
Áridos	Componentes prefabricados armados	Árido fino 0/2, árido 6/12
	Placas alveolares	Árido fino 0/2, árido fino 0/4, árido 6/12
	Cimentación	Árido de tamaño máximo de 25 mm
	Juntas verticales entre placas (ejecutadas en obra)	Árido de tamaño máximo de 12 mm
Cementos	Cemento de fabricación del hormigón para los componentes prefabricados (armados / pretensados)	CEM I 52,5 R
	Cemento usado en obra	CEM II 32,5 R
Aditivos	Componentes prefabricados	Acelerante, superfluidificante
Aceros	Armaduras de los elementos componentes prefabricados	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ $f_{tk} = 575 \text{ N/mm}^2$
	Nudos ejecutados in situ	B 500 SD
	Mallazos soldados	Mallazo 15 x 15 & 6-6 B500T
	Alambres y cordones de acero en las placas alveolares pretensadas	Cordones de Ø5, Ø9,3, Ø13, Ø15,2 $f_{pk} = 1.710 \text{ N/mm}^2$ $f_{pk} = 1.860 \text{ N/mm}^2$
Material aligerante-aislante	Poliestireno expandido	Placas de 10 cm de espesor y coeficiente de conductividad térmica $\lambda = 0,046 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ según declaración de prestaciones del fabricante.
Placas de yeso laminado	Tabiques interiores	Placas de yeso laminado

**Tabla 3.1:** Materias primas usadas en la construcción de la estructura y cerramientos de la casa industrializada Casa Hormipresa.

### 3.2. Proceso de fabricación

#### 3.2.1. Introducción

El proceso de fabricación de la casa industrializada Casa Hormipresa, comprende las siguientes etapas:

- Diseño de la casa
- Diseño de los componentes industrializados
- Fabricación de los componentes en la planta de Hormipresa
- Transporte de los componentes a obra

- Montaje de los componentes en la obra: ejecución de los nudos y otros trabajos de acabado del sistema estructural.

#### 3.2.2. Diseño del proyecto

El proceso de diseño de la estructura y cerramientos de la casa industrializada se realiza de acuerdo con las exigencias de la reglamentación vigente en el ámbito de la construcción de hormigón armado, la *Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08* y el *Código Técnico de la Edificación* (en adelante CTE). Entre todos los aspectos de diseño que deben tenerse en cuenta, se destacan los siguientes requisitos:

- Requisitos habituales que deben considerarse en el diseño de cualquier proyecto:
  - Plano deseado por el cliente
  - Requisitos de resistencia mecánica derivados de los pesos propios de la construcción y de las cargas de uso.
  - Requisitos de resistencia mecánica derivados de la localización geográfica: zona sísmica, acciones de viento, cargas de nieve
  - Requisitos de aislamiento, estanqueidad y confort térmico derivados de la localización geográfica: zona climática, altitud, orientación
  - Características geológicas del terreno: resultados del estudio geológico previo
  - Acciones del terreno en el caso de construcciones subterráneas o semisubterráneas
  - Ordenanzas municipales que limiten ciertos aspectos del diseño: pendientes de cubiertas, dimensiones de aberturas, etc.
  - Clase de exposición: requisitos de protección de las armaduras de los elementos armados.
  - Nivel del control en la fabricación de los componentes prefabricados
  - Nivel del control de ejecución previsto para la ejecución de la obra
  - Otros
- Requisitos específicos que deben tenerse en cuenta en función de la naturaleza prefabricada del proyecto:
  - Características de accesibilidad de la parcela: dificultades de transporte, descarga y manipulación de los componentes prefabricados
  - Requisitos y acciones derivadas de la manipulación de los componentes: sistemas de anclaje, armaduras específicas de tracción
  - Requisitos de impermeabilidad al agua de las juntas entre los componentes, en función de las características de exposición
  - Requisitos de monolitismo en función de las acciones sísmicas previstas
  - Diseño adecuado de los elementos de fachada y de sus detalles: cornisas, aleros, goterones, etc.
  - Naturaleza de las superficies de los paneles prefabricados: rugosidad, planeidad compatibilidad con revestimientos
  - Otros

### 3.2.3. Diseño de los componentes industrializados

La oficina técnica de Hormipresa, en función de los requisitos de diseño anteriores, diseña cada uno de los componentes prefabricados que constituyen el proyecto. En el plano de cada componente, que pasa a constituir la ficha de fabricación, consta la información siguiente:

- Dimensiones de los componentes, incluidas las aberturas (generalmente acotadas sobre dos o tres vistas)
- Posicionamiento de las armaduras, de los perfiles, de los anclajes de nivelación y unión, de las cajas de nivelación, de los anclajes Pfeifer, de los anclajes de manipulación y de las placas aislantes
- Indicación de las características de cada uno de estos elementos de armado y de anclaje
- Tipo de hormigón que debe utilizarse
- Masa aproximada del componente
- Observaciones o comentarios específicos
- Escala de representación
- Tipo genérico de componente
- Código del componente
- Número de unidades que se han de fabricar
- Referencia y localización de la obra
- Edición del documento

Este documento constituye la ficha de fabricación del componente y es el documento de referencia que utilizan los operarios en la obra durante el montaje de la casa. El resto de características del producto que no constan en las fichas son estándares.

### 3.2.4. Fabricación de los componentes a la planta de Hormipresa

#### 3.2.4.1. Hormigón

El proceso de fabricación del hormigón autocompactante se realiza a cubierto en una central automática. Se dispone de dos amasadoras, una para el hormigón de las placas alveolares y otra para el resto de componentes prefabricados. En la primera las dosificaciones de los distintos materiales y aditivos se hacen por peso, en la segunda la dosificación del agua es por volumen y el resto de materiales por peso. El hormigón se adiciona con diferentes cantidades de acelerantes, plastificantes y superfluidificantes según las necesidades productivas y condiciones ambientales, finalmente, es llevado en pocos minutos, por medio de cubilotes, a los puntos de hormigonado.

#### 3.2.4.2. Fabricación de las armaduras

Las armaduras de los componentes prefabricados son encargadas a proveedores externos. Las armaduras suministradas disponen de marca de calidad.



### 3.2.4.3. Paneles de fachada, hastiales, medianeros y antepecho de cubierta

La fabricación se lleva a cabo a temperatura ambiente en naves cubiertas, cerradas y diseñadas para su fabricación, sobre unas mesas metálicas de 12 m x 15 m que avanzan a través de un circuito de carriles, denominado sistema carrusel.

Después de preparar los laterales de las mesas de acuerdo con las dimensiones especificadas en la ficha de fabricación, las mesas se pulverizan con un aceite sintético desencofrante, se colocan las armaduras de fondo, todas ellas con los correspondientes separadores de plástico para garantizar los recubrimientos prefijados, se hormigona esta capa, si procede, se coloca el poliestireno expandido y a continuación se completa el hormigonado, previa colocación de la armadura superior. Seguidamente se maestrea la cara superior.

Una vez las mesas se han hormigonado, pasan al interior de un túnel de curado, donde quedan almacenadas durante el tiempo mínimo para su curado, con temperaturas medias que oscilan entre 40 °C y 45 °C, y con un nivel de humedad necesario para evitar la deshidratación superficial del hormigón<sup>2</sup>.

Se han incorporado también al componente la totalidad de piezas auxiliares que constan en la ficha de fabricación: anclajes de elevación, anclajes de posicionamiento y cajas de nivelación y anclajes Pfeifer; el proceso debe garantizar que el vertido del hormigón no perjudica el posicionamiento nominal. Igualmente, si el panel dispone de aberturas, deben incorporarse los contramoldes correspondientes y, si es necesario, también la caja de persiana.

Cuando el ciclo finaliza, se hace bascular la mesa mediante un puente grúa para sacar la pieza en posición vertical, con el fin de evitar que se curve, y llevarla al almacén, donde debe pasar el control interno de calidad. Una vez aceptada la pieza, queda en stock hasta que se traslada a obra.

Los paneles de geometría “especial”, como los paneles hastiales, se fabrican en las mismas mesas, que disponen de dos laterales móviles y reclinables.

### 3.2.4.4. Placas alveolares

Las placas alveolares pretensadas se fabrican sobre pistas metálicas de longitud superior a 100 m, que disponen de máquinas vibrofinadoras.

Las pistas metálicas se limpian y se pulverizan con desencofrante y posteriormente se estiran los cables de pretensado a lo largo de toda la pista. Cuando los cables están estirados, se empieza a tensarlos mediante tesadoras hidráulicas debidamente calibradas. Las pistas se encuentran a temperatura ambiente, aunque

disponen de un sistema de calefacción que permite mantener una temperatura constante de 40°C. Una vez que la pista está totalmente hormigonada y el hormigón endurecido, al cabo de unas 16 a 18 horas, las placas se cortan con sierras mecánicas a la longitud que indican las fichas de fabricación.

Las fichas de fabricación marcan la posición de las armaduras activas y las tensiones de tesado.

### 3.2.4.5. Pilares, jácenas y riostras del forjado sanitario

Se fabrican en mesas metálicas horizontales con caras laterales accionadas hidráulicamente, lo que permite el desplazamiento con objeto de fabricar diferentes alturas y secciones de pieza. Se pueden añadir, según el tipo de pieza, unos complementos que permiten conseguir muchas secciones diferentes. También se puede incorporar unos separadores para delimitar la pieza en sentido longitudinal.

Después de preparar las mesas a las dimensiones indicadas en la ficha de fabricación, la mesa se pulveriza con aceite desencofrante sintético y se colocan las armaduras con los correspondientes separadores de plástico con objeto de garantizar los recubrimientos prefijados. Cuando toda la armadura del pilar está colocada, se hormigona y se enlucce la cara superior de forma manual.

Estos componentes se curan de forma natural, a temperatura ambiente. Cuando el hormigón se ha endurecido, si procede, previo a la apertura de la mesa, los componentes se cortan con sierras mecánicas para obtener la longitud que indiquen las fichas de fabricación. A continuación se retira la pieza del molde por medio de un puente grúa que la traslada en posición horizontal hasta el almacén, donde pasa el control interno de calidad, tras el cual la pieza permanece en stock a la espera de su traslado a la obra.

### 3.2.4.6. Escaleras

La fabricación de escaleras se realiza en vertical. Primeramente se adaptan los moldes a las dimensiones y geometría de los escalones y al ángulo de las plataformas. Se limpia la superficie del molde con aire y/o disolvente y se aplica desencofrante. Seguidamente se colocan las armaduras con los correspondientes separadores, las vainas antivuelco y los cabezales metálicos.

A continuación se hormigona la pieza y cuando el hormigón ha endurecido – al cabo de 16 a 18 horas a temperatura ambiente- se extrae y se pulen las rebabas y si es necesario se alisa la superficie con mortero de reparación.

<sup>2</sup> Cuando el elemento deba trabajar en condiciones especiales de exposición (situaciones de elevada humedad o de exposición a la lluvia), el proceso de aceleración del endurecimiento del hormigón, de acuerdo con la norma EN 13369, deberá moderarse

(temperaturas máximas de 65 °C, con mayor duración del proceso) y durará hasta que la resistencia a compresión en el desmoldeo sea de 15 N/mm<sup>2</sup>.

### 3.3. Etiquetado de los productos

El etiquetado de los componentes prefabricados que disponen de norma armonizada presenta la información indicada en el anexo ZA de la norma en cuestión además de la información siguiente:

- Identificación del fabricante
- Nombre del cliente
- Situación de la obra
- Referencia de la pieza
- Fecha de fabricación del componente

## 4. Control de la producción de la estructura y cerramientos de la Casa Hormipresa

El sistema de calidad de fabricación de los componentes industrializados incluidos en este DAU, desarrollado y aplicado por Hormipresa en la planta del Pla de Santa Maria, ha sido auditado por el ITeC con resultado satisfactorio.

Hormipresa ha obtenido la certificación ISO-9001 para sus actividades de diseño, producción y montaje de elementos estructurales prefabricados de hormigón armado y pretensado, elementos no estructurales prefabricados de hormigón y la edificación de viviendas llevadas a cabo en la planta del Pla de Santa Maria. La certificación ha estado concedida por AENOR, con referencia ER-0097/2013.

La aplicación continuada del sistema de calidad que Hormipresa lleva a cabo permite garantizar que las características de los componentes industrializados son las que se indican en el apartado 3 del presente documento. En el apartado 4 se muestra la relación de los controles de producción que aplica Hormipresa en cada una de las fases de la fabricación.

### 4.1. Control de materias primas utilizadas en la fabricación

Las frecuencias establecidas en el plan de control de las materias primas corresponden a un nivel de control normal. En caso que se detecten anomalías, pasa a aplicarse, de forma temporal, el nivel de control intenso.

### 4.2. Controles de fabricación

#### 4.2.1. Controles en el diseño del proyecto

Inicialmente se recogen todos los requisitos (reglamentarios, de urbanismo, del cliente y técnicos de todo tipo) que son el punto de partida para preparar el proyecto básico. Posteriormente, en el proceso de preparación del proyecto ejecutivo y de obra se producen modificaciones que se documentan. Previamente a la aprobación final del proyecto, se controla que todas las modificaciones hayan quedado consignadas en el proyecto.

#### 4.2.2. Controles en el diseño de los componentes industrializados

Se preparan los planos de cada uno de los componentes, que constituyen las fichas de fabricación. Después se contrasta con el responsable del proyecto que las fichas respondan efectivamente a todas las especificaciones del proyecto y que contengan toda la información necesaria para la correcta fabricación.

#### 4.2.3. Controles en la fabricación de los componentes en la planta de Hormipresa

Los componentes prefabricados de hormigón de la Casa Hormipresa disponen de marcado CE bajo el sistema 2+ con lo que se dispone de un certificado de conformidad del control de producción en fábrica.

Componente constructivo	Norma	Código de la declaración de prestaciones
Paneles aligerados	UNE-EN 14992	Hormipresa/14992/1170/CPR/PH.01808
Paneles macizos		
Placas alveolares	UNE-EN 1168	Hormipresa/1168/1170/CPR/PH.01808
Pilares		
Jácnas		
Riostras	UNE-EN 13225	Hormipresa/13225/1170/CPR/PH.01808
Piezas de esquina		
Cornisas		
Escaleras	UNE-EN 14843	Hormipresa/14843/1170/CPR/PH.01808

**Tabla 4.1:** Relación de componentes y sus Declaraciones de Prestaciones.

#### 4.2.4. Control de recepción en obra de los materiales

El técnico responsable de la obra se encarga de aceptar o de rechazar los componentes y materiales que llegan, de acuerdo con las características del desperfecto y de su repercusión potencial en las prestaciones de la casa. Respecto a los componentes, se controla:

- La coincidencia del marcado de los componentes con las referencias indicadas en el dossier de planos
- El estado externo: fisuras, roturas de cantos, etc.

Para los materiales suministrados en la obra (áridos, cementos, armaduras, etc.) se aplican los controles de recepción habituales en las obras tradicionales.

De acuerdo con el artículo 91 de la EHE-08, en el momento de recepción en obra deben comprobarse las categorías o valores declarados en la documentación que acompañe al marcado CE de los componentes, en relación con los valores calculados del proyecto.

Para el resto de componentes, la Dirección de Obra es responsable de aplicar, en cada caso, los controles de recepción preceptivos sobre los aceros, agua, hormigón y cualquier otro producto utilizado en la obra.

#### 4.2.5. Control de la ejecución de los componentes de la obra ejecutados in situ

Una vez verificado que los materiales y componentes recibidos en la obra corresponden a los del proyecto, los controles diferenciales respecto a los de una obra de hormigón armado ejecutada in situ están destinados a comprobar los aspectos siguientes:

- Ubicación de cada componentes en su posición de proyecto
- Colocación de cada componente: aplomado, nivelación y, si hace falta, apuntalamiento
- Coincidencia entre los componentes macho-hembra de posicionamiento de las piezas (cuando los haya) y correcta conexión entre ellos
- Aparición de fisuras u otros defectos como consecuencia de la manipulación de las piezas: reparación, si hace falta, de los defectos
- Ejecución de juntas entre piezas: dimensiones nominales, correcta ubicación de armaduras, hormigonado

## 5. Almacenamiento, transporte y manipulación

Los componentes industrializados se transportan y almacenan en obra a la intemperie; las placas se apilan horizontalmente sobre listones de madera y los paneles verticales se transportan y almacenan en obra sobre bastidores verticales (ligeramente inclinados). La manipulación de los componentes en obra se hace con una grúa, en la misma posición de almacenamiento.

Las placas alveolares se deben apilar en pilas de una altura inferior a 1,5 m, cuidando que todas las placas queden alineadas según la vertical, y se han de manipular de manera que no queden longitudes de más de 0,5 m en voladizo en los extremos. Esto debe tenerse en cuenta en las siguientes situaciones:

- Al colocar las placas apiladas en el camión o el suelo de la obra, sobre los listones de madera.
- Al manipular las placas con la pinza<sup>3</sup>. La longitud de esta pinza debe ser suficiente para las longitudes de placas alveolares de la obra.

Los paneles verticales que disponen de abertura deben manipularse con cuidado, de manera que, en especial los dinteles y los vértices de las aberturas, no estén excesivamente traccionados. Cuando la luz de la abertura es grande, Hormipresa incluye un tramo macizo en el extremo inferior de la abertura, que se corta cuando el componente ya se ha colocado en la obra.

## 6. Criterios de proyecto y ejecución del sistema

### 6.1. Criterios de proyecto

El técnico responsable debe diseñar la obra teniendo en cuenta cuáles son los diferentes requisitos, indicados en el apartado 3.2.2, y considerando los criterios generales siguientes, que caracterizan el sistema constructivo Casa Hormipresa:

- La ausencia de capa de compresión en los forjados, la limitada sección de los zunchos, las luces de hasta 10 m que pueden conseguirse con placas alveolares, la unión por fricción de las riostras del forjado sanitario a los cimientos in situ y las discontinuidades entre componentes estructurales hacen que se trate de un sistema estructural isostático. En aquellos casos en que existan solicitaciones sísmicas o de viento elevadas, es necesario que el proyecto implemente las medidas constructivas que sean necesarias para hacer frente a estas solicitaciones, como disponer de componentes portantes en las dos direcciones de la planta a intervalos menores que los estándares con objeto de conseguir el necesario arriostramiento.
- En las situaciones más comunes, cuando no existen requisitos elevados de sismo o de viento, la distancia máxima entre elementos de arriostramiento es de 7,5 m.
- Cuando la casa dispone de muros subterráneos, deben dimensionarse en función de los empujes previstos del terreno, que dependerán, entre otros factores, del hecho que la casa disponga o no de un sistema de drenaje de aguas pluviales. Dado que generalmente se trata de casas con jardín, es necesario que los muros de los sótanos estén impermeabilizados exteriormente.
- Los componentes prefabricados deben cumplir las cuantías mínimas de armado establecidas por la instrucción EHE-08, destinadas a evitar que su fisuración por retracción del hormigón<sup>4</sup>.
- Los cantos de los forjados deben cumplir la condición de canto mínimo del art. 50.2.2.1 de la EHE-08.
- La selección de los elementos resistentes horizontales debe tener en cuenta la presencia de elementos singulares que modifiquen la distribución de esfuerzos sobre los forjados, como los pasos de escalera o, en general, todos los orificios que superen los 25 cm, así como el apoyo de cargas puntuales, como una chimenea o los muros que se apoyan sobre el forjado fuera del eje del muro inferior que lo sustenta.

<sup>3</sup> Pinza específicamente diseñada para la manipulación de placas.

<sup>4</sup> El Eurocódigo 2 (UNE-ENV 1992-1-3: *Proyecto de estructuras de hormigón*. Parte 1-3: *Reglas generales. Elementos y estructuras*

*prefabricados de hormigón*) específica, para paneles sandwich de hormigón, una armadura mínima de 1,3 cm<sup>2</sup>/m en cada una de las direcciones, horizontal y vertical.

- El apoyo de un muro sobre un forjado fuera del eje respecto al muro de la planta inferior no es, como criterio general, una buena práctica constructiva. No obstante, si se lleva a cabo queda sujeto a los criterios siguientes:
  - Sólo se hace cuando se trata del último forjado y, por tanto, por encima solo hay, como máximo, una planta.
  - Se trata de un punto singular que requiere un dimensionado específico del forjado inferior y una ejecución específica que garantice la nivelación del muro superior, ya que este encuentro no dispone de la caja de nivelación que contempla el sistema constructivo para el resto de encuentros entre un forjado y un panel vertical.
  - De acuerdo con los criterios constructivos preconizados por la norma de resistencia sísmica NCSE-02, esta solución no es adecuada en zonas con requisitos sísmicos.
- Los orificios en los elementos horizontales de la estructura para permitir el paso de los elementos pasantes entre plantas pueden realizarse en la obra o en fábrica, de acuerdo con los criterios siguientes:
  - Los orificios de hasta 25 cm de lado (o de diámetro) pueden realizarse en la obra empleando perforadoras rotativas adecuadas.
  - Los orificios mayores de 25 cm de lado (o de diámetro) se implementan en fábrica.

En ambos casos anteriores el proyectista de la obra debe considerar el dimensionado de las placas de forjado teniendo en cuenta las dimensiones, la forma y la localización de los orificios sobre las placas en cuestión, así como las necesidades de protección de la sección de placa cortada en función de la clase de exposición del componente (el corte habitualmente se produce en situación interior).

- La distribución de las instalaciones se hace de manera que los puntos de agua y de electricidad se sitúen preferentemente sobre las paredes perimetrales de la casa, ya que la presencia del trasdosado de fachada y del falso techo permite pasar las instalaciones sin afectar a los paneles de hormigón.
- El buen comportamiento estructural de la casa prefabricada reside en una adecuada ejecución de la cimentación, de manera que no se produzcan asentamientos diferenciales superiores a 1/1.000 (1 cm por cada 10 m).
- El hormigón que se vierte en la obra en las juntas verticales entre los componentes prefabricados debe tener la resistencia, la consistencia y el tamaño máximo de árido definidas en el capítulo 2.1 del presente DAU, con objeto de que tenga la fluidez adecuada para ser vertido en una junta armada y

estrecha, ocupando homogéneamente todo el volumen.

- El nivel de control de las propiedades del hormigón vertido en la obra en las juntas verticales y los zunchos de los forjados, así como el hormigón de los cimientos, será el previsto en el proyecto, de acuerdo con las especificaciones de control definidas por la EHE-08.
- Los componentes resistentes deberán incorporar sistemas de aislamiento para cumplir con los requisitos de aislamiento acústico y térmico.

Por este motivo es necesario que el proyectista dimensione en cada caso los materiales de aislamiento, con objeto de cumplir las exigencias mínimas reglamentarias aplicadas en función de la ubicación de la obra y las exigencias particulares del proyecto.

- Las dimensiones estándar de los componentes del sistema están concebidas para garantizar los recubrimientos correspondientes a las clases de exposición I, IIa y IIb para una vida útil de proyecto de 50 años. Cuando la clase de exposición es la IIIa (elementos de estructuras marinas por encima del nivel del mar o elementos situados a menos de 5 km de la costa), el recubrimiento mínimo son 30 mm para CEM II/A-D pero deberá comprobarse para cada proyecto.
- Las juntas entre los paneles de fachada son juntas llenas de hormigón armado, que no pueden considerarse como juntas de movimiento. Cuando los tramos rectos de paredes sean de dimensiones considerables, deberán disponerse las juntas de dilatación necesarias en cada caso, teniendo en cuenta la insolación en cada fachada, las condiciones ambientales en el momento de la ejecución de los elementos y las propiedades de deformación del hormigón (retracción por humedad y dilatación térmica definidas por la EHE-08).

También serán necesarias juntas de movimiento siempre que haya una discontinuidad importante del edificio o de las acciones actuantes que pueda originar comportamientos estructurales diferentes y, por tanto, deformaciones diferenciales entre partes de la estructura. Es el caso, por ejemplo, de las casas con una parte de la planta con sótano y el resto de la planta sin sótano.

En función del tipo de movimiento que deba admitir esta junta, y del nivel de colaboración entre las dos partes de la estructura divididas por la junta, se seleccionará la tipología y capacidad de los elementos de unión. Finalmente, la junta se rellenará y se sellará de acuerdo con las funciones del elemento constructivo (cerramiento exterior, interior, etc.). En el caso de las fachadas, el revestimiento exterior queda interrumpido a nivel de la junta, que se sella con un material elástico e impermeable.

## 6.2. Criterios de puesta en obra

### 6.2.1. Maquinaria y herramientas necesarias

En la ejecución de la estructura y cerramientos de la casa industrializada Casa Hormipresa, debe disponerse en la obra de las herramientas y maquinaria siguientes:

- Grúa apta para levantar los pesos de los paneles, a la altura y a la distancia requeridas (en función de las características del solar y de donde se ubica la grúa).
- Pinza de manipulación de las placas alveolares de longitud suficiente en función de las longitudes máximas y mínimas de las placas.
- Sierra de corte adecuada para hacer cortes en los componentes de hormigón armado (fundamentalmente las placas alveolares).
- Perforadora rotativa para hacer orificios de hasta 25 cm en los componentes de hormigón armado.
- Soporte para la colocación y almacenamiento de los paneles descargados del camión, con suficiente base y rigidez para garantizar la estabilidad.
- Puntales “diagonales” de apuntalamiento de elementos verticales.
- Escuadras de esquina.
- Otros utensilios de trabajo habituales en una obra ejecutada con hormigón armado.

### 6.2.2. Preparación del terreno

Se realizan los movimientos de tierras y excavaciones requeridas por el proyecto y se prepara, si es necesario, la zona donde se ubica el camión que suministra los componentes, la zona donde se coloca la grúa que los manipula y la zona donde se ubica el soporte de los componentes descargados.

Se replantean los cimientos y se mejora el terreno con una base de hormigón pobre con árido de 20 mm. Se ejecutan los cimientos con hormigón en masa o, si se trata de una casa con sótano, con hormigón armado. En el primer caso, la superficie superior de la cimentación debe recibir la riostra de soporte del forjado sanitario, mientras que en el segundo debe recibir el panel vertical de sótano. En ambos casos se ha de intentar conseguir la máxima planeidad posible de las superficies de apoyo. Esta superficie se acaba de rectificar y corregir una vez colocado el componente prefabricado, llenando con mortero de baja retracción la junta entre la cimentación y el componente.

### 6.2.3. Ejecución del forjado sanitario

El mismo día que se hormigonan los cimientos, se colocan las riostras de soporte del forjado sanitario, perimetrales e interiores de la casa, se nivelan y se

comprueban las escuadras de las esquinas, se corrigen los pequeños desniveles con cuñas y, finalmente, se hormigona con objeto de regularizar el apoyo de las riostras sobre los cimientos.

Una vez colocadas las riostras, se realiza la red horizontal de saneamiento, dejando las arquetas, los tubos y un paso para poder realizar posteriormente las conexiones de la instalación. Las placas alveolares se perforan para el paso de las instalaciones; se hacen pasos circulares de hasta 25 cm de diámetro con una perforadora rotativa para hormigón, o bien pasos más pequeños realizados practicando diversos agujeros y rompiendo el trozo de hormigón que quede en el centro.

Sobre las riostras se colocan las placas alveolares (con un apoyo mínimo de 7 cm) que conforman el forjado sanitario de la casa, situado a unos 40 cm del terreno. El apoyo de las placas alveolares sobre las riostras es directo, sin interposición de ninguna capa de regularización. Esto es posible gracias a la elevada planeidad de las dos superficies en contacto, porque tanto la cara inferior de la placa de forjado como la cara superior del elemento de soporte son lisas (en contacto con el molde en la fabricación). Cuando alguna de las caras no sea una cara lisa de molde, deberán aplicarse las soluciones de regularización que propone la instrucción EHE-08<sup>5</sup>.

Se incorporan las armaduras a las juntas entre placas alveolares, que van unidas al zuncho perimetral que, a su vez, está unido a las armaduras verticales, las cuales se ubican posteriormente en las juntas verticales, y se hormigonan con hormigón tipo HA-25 el zuncho del forjado sanitario y las juntas entre placas, utilizando un vibrador adecuado a las dimensiones de la junta.

Los orificios de ventilación del forjado sanitario pueden quedar situados por encima o por debajo de la rasante final del terreno. En este segundo caso, debe hacerse, durante la ejecución de los trabajos finales de la casa, una arqueta enrejada que garantice que este orificio no queda tapado de tierra.

La suficiencia de la superficie de ventilación de estos orificios se comprobará de forma específica para cada proyecto.

<sup>5</sup> Art. 59.2.3 EHE-08: apoyo sobre una capa de mortero fresco de cómo mínimo 15 mm de espesor, o bien sobre un material elastomérico.

### 6.2.4. Colocación de los paneles verticales

Se atornillan los bulones de colocación de los paneles verticales a las riostras, hasta que han entrado totalmente en el orificio. Antes de la colocación de los paneles (y de las piezas de esquina), debe arrancarse totalmente el plástico de protección de los anclajes Pfeifer para evitar que quede embebido en la junta vertical de hormigón.

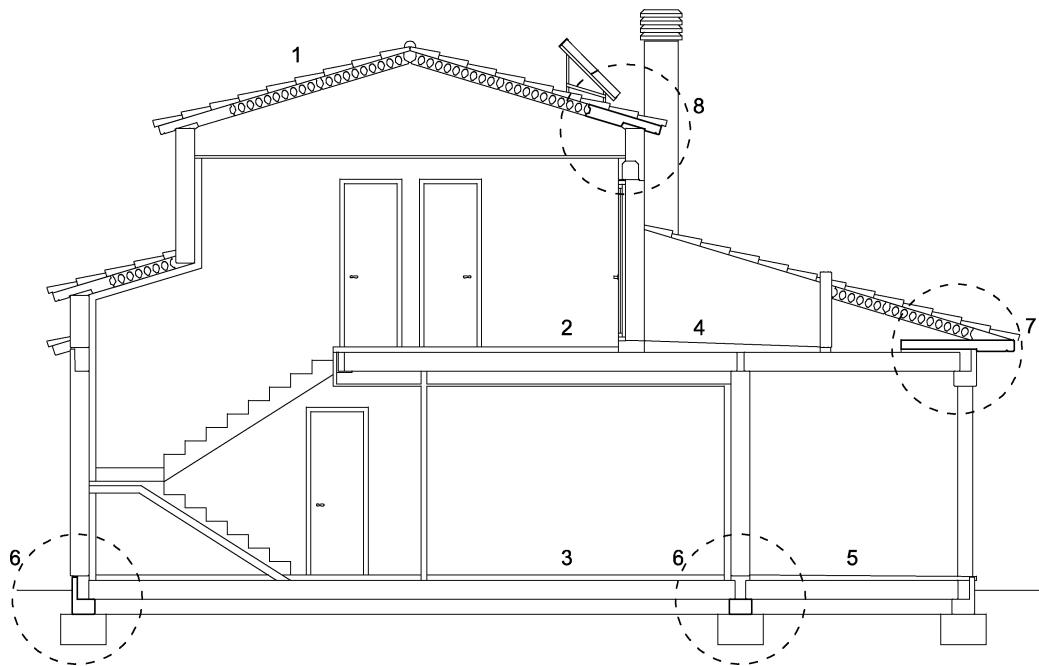
El orden de ejecución de los cerramientos verticales es el siguiente: se colocan los dos paneles incidentes en una esquina de la obra, sujetos por una escuadra inferior y por puntales diagonales, se incorpora la pieza de esquina entre los dos paneles y se unen los tres componentes con una escuadra superior; se continúa la construcción por una de las alas, hasta llegar a la siguiente esquina. Es conveniente arriostrar cada panel con otro que incida perpendicularmente.

La colocación de cada panel se hace en fase de montaje gracias a las cajas de nivelación, que tienen la función de nivelar el panel y de contribuir a sujetarlo. En algunos casos se deben enderezar los bulones con objeto que tengan la dirección correcta para poder entrar en el componente superior.

Una vez están colocados todos los paneles verticales de la planta, piezas de esquina incluidas, es el momento de aplomarlos y nivelarlos, con el objetivo de que la cara superior de los paneles, sobre la cual apoyarán las placas de forjado, quede perfectamente nivelada y los paneles aplomados. Esto se consigue por medio de los puntales diagonales regulables y de las cajas de nivelación.

Excepcionalmente, los paneles verticales pueden apoyar, a diferencia del caso habitual de apoyo sobre otro panel vertical, fuera del eje del muro inferior. En este caso se usarían pletinas metálicas en el apoyo para conseguir la nivelación deseada, y se debería esperar como mínimo dos días desde el hormigonado de las juntas del forjado y la colocación de este panel. Esta solución queda limitada por los criterios indicados en el apartado 6.1.

En general el encuentro entre dos paneles se hace siempre con una pieza de esquina. Sólo se puede hacer el encuentro sin esta pieza cuando uno de los paneles que deben unirse es corto. En este caso el panel más corto presenta sobre la cara lateral que recibe al otro panel la geometría trapezoidal y los anclajes Pfeifer necesarios para ejecutar la unión.

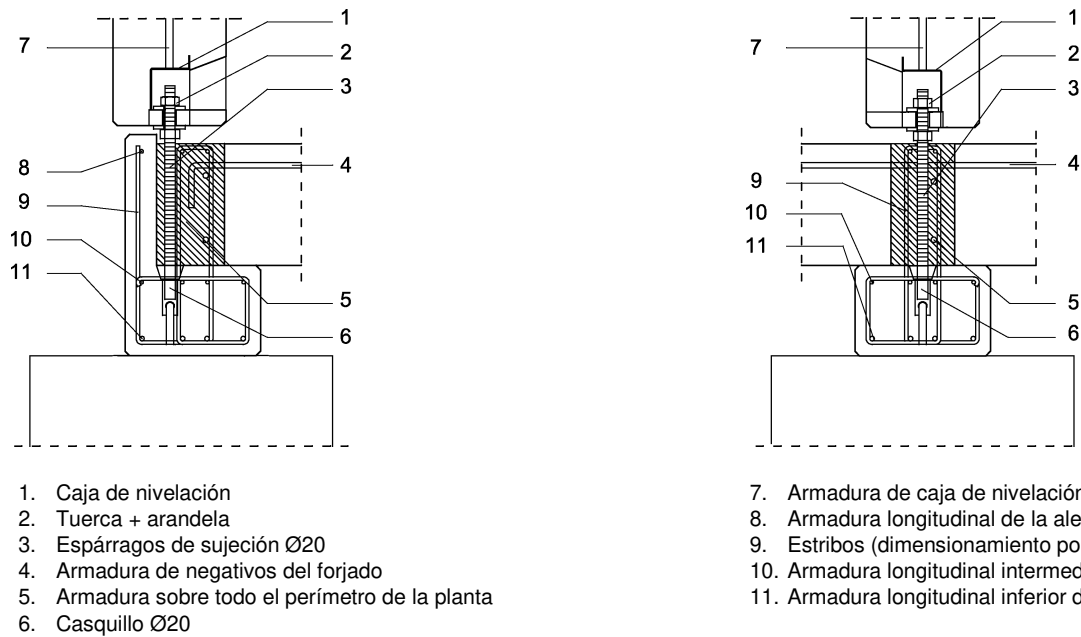


- 1. Cubierta de pendiente 30%
- 2. Planta primera
- 3. Planta baja

- 4. Terraza
- 5. Porche
- 6. Véase la figura 6.2

- 7. Véase la figura 6.6
- 8. Véase la figura 6.7

**Figura 6.1:** Sección vertical de la estructura de la casa industrializada Casa Hormipresa.



**Figura 6.2:** Sección del apoyo del forjado sanitario.

### 6.2.5. Ejecución de las juntas verticales y horizontales

Las juntas verticales entre paneles se ejecutan de la siguiente manera: se pasan las armaduras verticales a través de las armaduras Pfeifer de los paneles y de las piezas de esquina, y a través de los estribos triangulares en el caso de las uniones en T de 3 paneles. La distancia entre paneles contiguos y la disposición de las uniones son, en cada caso, las que se indican en las figuras 6.3, en función de si se trata de un encuentro entre paneles en esquina, en T o en tramo recto.

De esta manera las dimensiones nominales de las juntas verticales entre paneles son:

- 20 mm entre paneles de fachada
- 20 mm entre paneles medianeros
- 10 mm en el encuentro entre una pieza de esquina y un panel de fachada
- 10 mm entre los paneles de fachada y un panel medianero incidente perpendicularmente (encuentro en T)

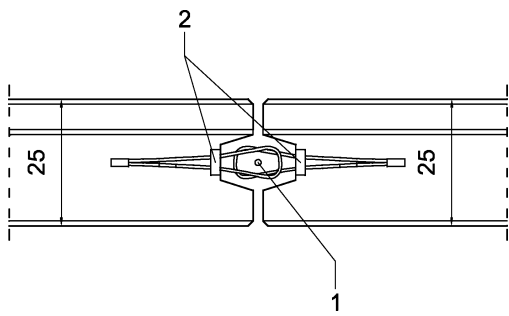
Una vez colocadas y trabadas todas las armaduras de la planta que se construye, y dispuestos los listones de encofrado que hacen que el hormigón de la junta quede enrasado con el paramento interior y deje un espacio de 7 cm con respecto al paramento exterior, se hormigonan las juntas verticales, vertiendo el hormigón con cubilote.

Debe comprobarse que el hormigón llene correctamente todo el volumen de junta que se está hormigonando y que no se disgregue.

El vacío exterior de la junta vertical no se hormigona, ya que se llena posteriormente con una masilla que aporta la elasticidad y la estanqueidad adecuadas al paramento exterior de la junta.

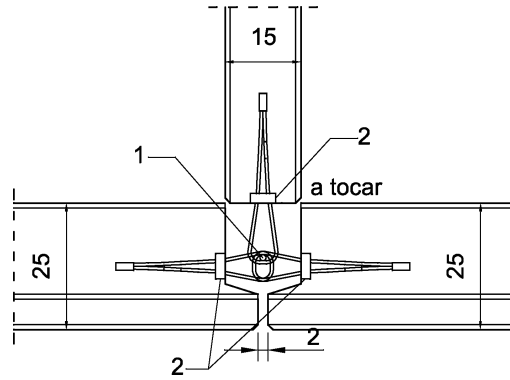
La junta horizontal inferior que queda entre los paneles verticales y el forjado sanitario, así como las cajas de nivelación, se retacan con un mortero de baja refracción. El mortero se aplica, con consistencia fluida, haciendo una barrera de contención con arena por la cara interior del muro. Debe comprobarse que el mortero haya llenado adecuadamente la junta hasta la cara exterior del muro; si no es así, debe acabarse de llenar la junta por la cara exterior del muro.





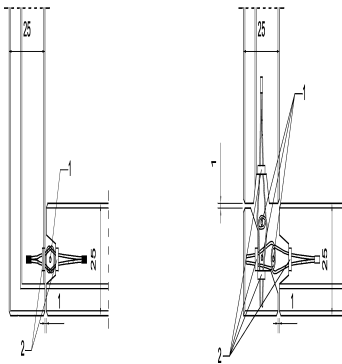
a) Encuentro de dos paneles de fachada

1. Una armadura vertical
2. Anclaje Pfeifer Vs-box 120



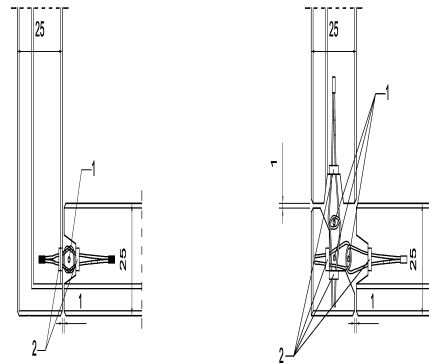
b) Encuentro en T de dos paneles de fachada y un panel interior

1. Una armadura vertical
2. Anclaje Pfeifer Vs-box 120



c.1) Encuentro de dos paneles de fachada sin pieza de esquina

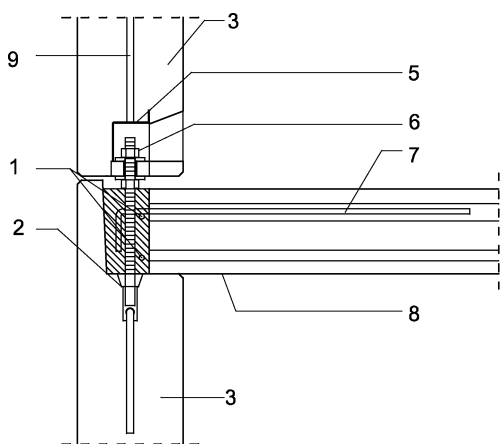
1. Una armadura vertical
2. Anclaje Pfeifer Vs-box 120



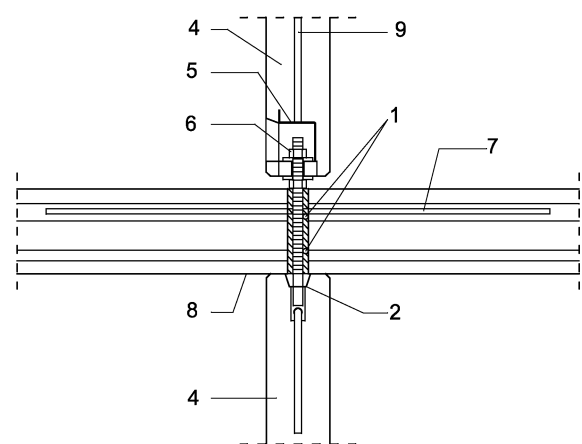
c.2) Encuentro de dos paneles de fachada con pieza de esquina

1. 3 armaduras verticales
2. Anclaje Pfeifer Vs-box 120

**Figura 6.3:** Detalles de los encuentros entre paneles.



1. Armaduras longitudinales en todo el perímetro (zuncho)
2. Casquillo
3. Panel de cerramiento
4. Panel medianero
5. Caja de nivelación



6. Tornillo de nivelación
7. Armadura de negativos del forjado
8. Placa alveolar
9. Armadura de caja de nivelación

**Figura 6.4:** Detalle del encuentro del forjado con los paneles verticales.

### 6.2.6. Ejecución del forjado de piso

El forjado de piso se ejecuta de la misma forma que el forjado sanitario (véase 6.2.3), una vez que el hormigón de las juntas verticales de la planta inferior se ha endurecido. El apoyo mínimo de las placas es de 7 cm; las placas se colocan atestadas, dejando una junta en la cara superior del forjado.

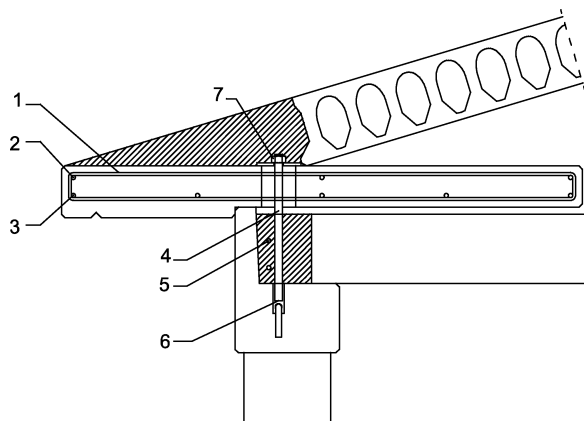
La única diferencia es que, en este caso, el zuncho perimetral se fabrica en obra, mientras que en el caso del forjado sanitario el zuncho ya estaba incorporado a las riostras de cimentación prefabricadas.

Una vez colocadas todas las armaduras y los bulones de conexión entre el panel inferior y el superior, se hormigona el conjunto y se procede a la instalación de las escaleras. Las escaleras penetran en el forjado superior a través de un orificio en el forjado que se origina al colocar una placa de forjado más corta que el resto. Se diseña la casa de forma que este orificio afecte a una sola placa. De este modo, la solución para el apoyo de esta placa corta es que permanezca apoyada en las placas adyacentes mediante una plancha metálica “en omega”. Las placas adyacentes se calculan para soportar las cargas adicionales transmitidas por esta placa vecina. A continuación se construye la planta siguiente según el procedimiento ya descrito para la planta anterior.

### 6.2.7. Ejecución del forjado de cubierta

Para la colocación de los paneles que dan la inclinación de la cubierta y sobre los cuales se apoyan las placas alveolares de la cubierta existen diferentes soluciones en función del proyecto:

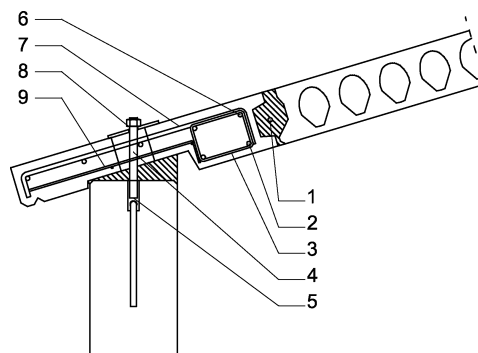
- Solución a) (véase figura 6.5) Cubierta apoyada sobre un forjado horizontal de cubierta: por ejemplo, pueden utilizarse paneles triangulares a una agua y paneles rectangulares colocados debajo de la cumbre, unidos por medio de piezas de esquina. El apoyo de la cubierta sobre el forjado se hace mediante un componente de cornisa.
- Solución b) (véase figura 6.6) Cubierta apoyada sobre los paneles verticales de la planta inferior y sin forjado intermedio. Pueden utilizarse paneles triangulares a dos aguas, con las inclinaciones requeridas por el proyecto. Estos paneles, que hacen la función de jácenas de la cubierta, cuando son exteriores tienen 25 cm de espesor y están aligerados con poliestireno; cuando son interiores, tienen 15 cm de espesor. Los interiores se apoyan sobre los paneles de fachada (que en este último piso no tienen la aleta exterior de encofrado) en un cajón cúbico que se corta en obra en el mismo panel de fachada.



1. Estribos (\*)
2. Armadura superior de la cornisa (\*)
3. Armadura inferior de la cornisa (\*)
4. Espárrago de sujeción Ø20
5. Armadura longitudinal en todo el perímetro (zuncho)
6. Casquillo Ø20
7. Tuerca + arandela

(\*) Dimensionamiento por cálculo.

**Figura 6.5:** Solución a) Encuentro de cubierta y fachada con forjado intermedio y cornisa horizontal.



1. Negativo Ø12
2. Armadura inferior (\*)
3. Estribos (\*)
4. Espárrago de sujeción Ø20
5. Casquillo Ø20
6. Armadura superior (\*)
7. Estribos (\*)
8. Tuerca + arandela Ø20
9. Mallado Ø5 de 15 cm x 15 cm

(\*) Dimensionamiento por cálculo.

**Figura 6.6:** Solución b) Encuentro de cubierta y fachada sin forjado intermedio y cornisa inclinada.

Hecha la estructura de cubierta, se colocan las placas alveolares de cubierta perpendicularmente a la pendiente de ésta. El perímetro de la cubierta lo ocupan las piezas de cornisa, que en la solución a) se coloca horizontal sobre el forjado de la última planta; por encima acaba el forjado de cubierta y en la solución b), tiene la misma inclinación que la cubierta y dan continuidad al forjado inclinado formado por placas alveolares.

## 6.2.8. Ejecución de elementos estructurales auxiliares

### 6.2.8.1. Ejecución de porches

Los porches y otras partes de la casa no cerradas se ejecutan con pilares y jácenas (figuras 2.4 y 2.5). La losa sobre la cual arrancan los pilares dispone de armaduras de espera que se conectan a las armaduras inferiores del pilar gracias a su forma de gancho. La unión se hormigona.

El nudo entre el pilar y la jácena se hace a través de orificios de paso existentes en la jácena, implementados en fábrica. Las armaduras superiores del pilar pasan a través de este orificio y se sujetan a las armaduras horizontales del zuncho de la planta superior. Finalmente, se hormigona el encuentro.

### 6.2.8.2. Ejecución de balcones

Generalmente, la casa prefabricada Casa Hormipresa no dispone de balcones, sino que dispone de terrazas *solárium* en la cubierta. En los casos en que la casa contemple balcones, hay que distinguir las dos situaciones siguientes:

- El balcón vuela como prolongación de las placas de forjado: en este caso, las placas van armadas negativamente en uno de los extremos. Es necesario tapar los alvéolos de la sección antes de la ejecución de los revestimientos del balcón previstos, que son necesarios para proteger las armaduras de la placa alveolar de la acción de la intemperie.
- El balcón vuela lateralmente a las placas de forjado: el balcón se construye con una placa hecha a medida que se apoya sobre dos vigas que vuelan perpendicularmente a la fachada en la que se ubica el balcón.

## 6.2.9. Ejecución de chimenea

El paso de la chimenea se puede cortar en obra una vez construido el forjado con una sierra radial para hormigón, o se puede dejar utilizando una placa de menor luz, especialmente cuando la sección del paso es considerable (véanse los criterios del apartado 6.1). En cualquier caso, es preferible que la chimenea caiga sobre una junta entre dos placas, de forma que el orificio realizado quede repartido entre las dos.

La chimenea se apoya sobre el forjado correspondiente, se complementa con un tramo inferior de otro material y se acaba convenientemente: se sellan las juntas y se pone el sombrerete metálico de recubrimiento superior.

## 6.2.10. Trabajos de acabado de la estructura y cerramientos de la Casa Hormipresa

Estos trabajos incluyen fundamentalmente dos aspectos: tratamiento de juntas y preparación de los pasos de las instalaciones.

### 6.2.10.1. Tratamiento de juntas

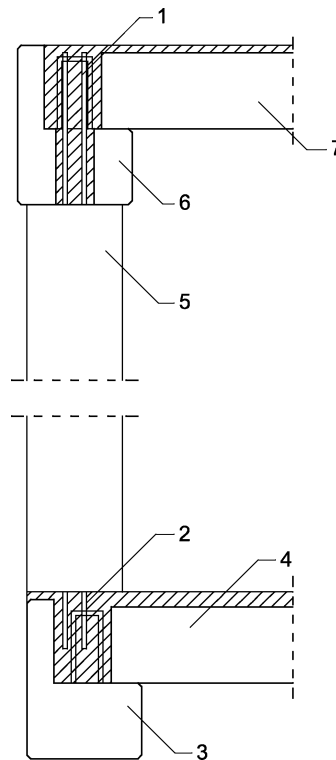
Tratamiento de las juntas verticales exteriores de fachada: se coloca un cordón de silicona en el interior de la junta, que se rellena con una masilla elástica que ha de quedar enrasada con el paramento exterior de fachada, a fin de que ésta se pueda acabar con un revestimiento continuo de pintura de 2 mm de espesor.

Tratamiento de todas las juntas verticales interiores: se rejuntan por el lado interior con mortero cola.

### 6.2.10.2. Preparación de los pasos de las instalaciones

Si esta operación no se ha realizado antes, se perforan en las placas alveolares los pasos de las canalizaciones de agua, eléctricas y salidas de humos, siempre que no superen los 25 cm de lado (véase 6.1).

Se considera que no es admisible recortar en la obra los elementos resistentes verticales; por ejemplo, hacer una regata para alojar una bajante de agua, ya que debilita el elemento en aquel punto y, sobre todo, perjudica el recubrimiento nominal de las armaduras.



1. Esperas superiores del pilar (rectas de 35 cm) a la jácena del porche.
2. Esperas inferiores del pilar (gancho 25 cm de longitud) al zuncho de la planta baja.
3. Jácena de cimentación (riosta perimetral)
4. Forjado sanitario de placas alveolares
5. Pilar
6. Jácena del porche
7. Forjado de placas alveolares

**Figura 6.7:** Unión de un pilar de porche a los elementos horizontales.

### 6.2.11. Trabajos de reparación

Los pequeños desperfectos de los elementos causados por su manipulación y transporte, como roturas en los cantos, pequeñas fisuras superficiales, etc. se pueden reparar en obra. El sistema contempla la posibilidad de reparar estos desperfectos estéticos empleando hormigones comerciales de reparación.

Con estos trabajos finaliza la ejecución de la estructura y cerramientos de la casa industrializada y comienzan las tareas de acabado, que llevan a cabo los correspondientes industriales. Estas tareas se describen brevemente a continuación, con carácter informativo. El presente DAU no abarca esta obra auxiliar y, por tanto, no evalúa su adecuación.

Para proceder a la aplicación del revestimiento exterior continuo, es necesario que la superficie exterior esté completamente lisa. Por tanto, se han de haber hecho las reparaciones de los pequeños desperfectos que puedan haber sufrido los elementos de fachada, hay que haber enrasado perfectamente las juntas entre paneles y hay que haber eliminado los posibles residuos de mortero seco o cualquier otra suciedad superficial de la fachada que se pueda haber acumulado durante la construcción de la casa.

### 6.2.12. Ejecución de los aislamientos térmicos

El sistema incorpora una capa de aislamiento térmico por la parte interior en cada uno de los elementos de cerramiento de la casa: forjado sanitario (o forjado de separación con sótano no calefactado), paneles de fachada y cubiertas.

El aislamiento del suelo se sitúa encima del forjado y por debajo del pavimento de la planta baja de la casa. Ha de aportar los niveles de aislamiento térmico exigidos en cada proyecto. Este material ha de tener la rigidez suficiente para soportar las acciones que transmita el pavimento y ha de disponer de una capa separadora (generalmente una lámina geotextil) que proteja y desolidarice la capa de aislamiento respecto del pavimento.

El aislamiento térmico de las fachadas se incorpora entre el revestimiento interior de yeso laminado y los paneles. A fin de evitar los puentes térmicos horizontales a través de los forjados, es necesario aplicar una banda de aislamiento térmico sobre todo el perímetro inferior de cada forjado. El ancho de esta banda se ha de calcular en función de las exigencias de cada proyecto y de las características del material aislante. Esta banda queda finalmente oculta por el falso techo técnico.

Por último, se aísla la cubierta con los sistemas y métodos habituales.

### 6.2.13. Trabajos de ejecución de la obra menor

Estos trabajos, no evaluados en este DAU, se realizan en cada caso de acuerdo con los sistemas constructivos tradicionales.

- Colocación de las tejas.
- Realización y conexión de la red de saneamiento.
- Colocación del pavimento interior: este pavimento ha de ser independiente de los movimientos de la sobre una capa de arena; por otra, dejando un juego perimetral en el encuentro con los elementos verticales estructurales.
- Ejecución del trasdosado de fachada: se coloca una capa aislante térmica de poliestireno expandido y a continuación se ejecuta el tabique de trasdosado de yeso laminado, que se levanta sobre una estructura de perfiles metálicos. Este trasdosado tiene la función de revestimiento interior de la estructura y de contribución al aislamiento térmico de las fachadas, que por su constitución, presentarían por sí solas puentes térmicos en todas las uniones entre los elementos constitutivos de la fachada (véase 6.2.12).
- Preparación de las instalaciones que pasan por el interior de los tabiques de yeso laminado y por encima de los falsos techos.
- Acabado de los tabiques y de los falsos techos y rematado de las instalaciones.
- Alicatado de los baños, cocina y cámaras húmedas: las baldosas pueden ser de cualquier tipo; se pegan al pavimento rugoso de hormigón con cemento cola para hormigón, o bien a los tabiques de yeso laminado, con un mortero cola adecuado.
- Medición de las dimensiones de las aberturas y posterior colocación de la carpintería, que puede ser de PVC, madera, aluminio, etc.
- Colocación de los sanitarios, muebles de cocina y resto de complementos.
- Revestimiento y acabado de balcones y terrazas transitables.
- Realización de los trabajos de pintura interiores y exteriores.
- Puesta a tierra de los diferentes elementos metálicos expuestos de la casa.

### 6.2.14. Fijación de elementos

- Elementos ligeros sobre los tabiques: deben seguirse las recomendaciones y utilizarse el utillaje del fabricante de las placas de yeso laminado.
- Elementos pesados (toldos, calderas, aparatos de aire acondicionado, muebles de cocina, etc.): se fijan preferentemente a las paredes interiores de hormigón y, si es necesario, se pueden colgar sobre los tabiques de yeso laminado, perforando sobre los montantes y/o los travesaños metálicos.

## 7. Referencias de utilización

Las casas industrializadas Casa Hormipresa se comercializan y construyen desde el año 1970, con un diseño y concepción de la estructura y cerramientos que ha ido evolucionando ligeramente desde entonces hasta el diseño actual descrito en el presente DAU.

Como referencias de utilización, de la solución de cubierta inclinada se presenta la siguiente relación de obras:

- 12 casas en Santa Coloma de Queralt
- 10 casas en Matadepera
- 5 casas en Igualada
- 5 casas en Sant Fruitós de Bages
- 2 casas en Teià
- 2 casas en Sant Joan de Mediona
- 2 casas en La Garriga
- 2 casas en Begues

Como referencias de utilización, de la solución de cubierta plana se presenta la siguiente relación de obras:

- 2 casas en Sant Cugat del Vallès
- 1 casa en Igualada
- 2 casas en Vic
- 1 casa en Sitges
- 1 casa en Tarragona
- 1 casa en Rellinars
- 1 casa en Vallfogona de Ripollès
- 1 casa en Carme
- 1 casa en Huesca
- 1 casa en Salou
- 1 casa a Vilaller

## 8. Visitas de obra

Se ha efectuado un muestreo de obras de las casas industrializadas Casa Hormipresa, ejecutadas y en proceso de ejecución. Las obras seleccionadas fueron inspeccionadas por personal del ITeC dando lugar al Informe de visitas de obras recogido en el *Dossier Técnico del DAU* y constatando que:

- El sistema constructivo propuesto por Hormipresa puede ser ejecutado correctamente de acuerdo con las instrucciones de ejecución y con los medios técnicos definidos en el DAU.
- Las patologías menores derivadas de la naturaleza prefabricada y transportable del sistema (roturas en los cantos, pequeñas fisuras) son reparables con los medios de reparación definidos; una vez reparadas, no afectan al comportamiento final del sistema.
- Los forjados sanitarios pueden presentar, pese a estar ventilados, condensación en la cara inferior cuando se encuentran a poca distancia de un terreno con alta capacidad de retención de agua. Es preciso por tanto tener siempre en cuenta, en la fase de proyecto, las condiciones locales del terreno (su capacidad de retención de agua y la posible presencia de vías subterráneas de agua próximas), a fin de diseñar sistemas adicionales de ventilación y, si procede, prescribir recubrimientos de las armaduras del forjado sanitario superiores a los nominales.
- El revestimiento continuo de las fachadas puede acusar, con el tiempo, el contorno de los paneles de fachada, sin que esto suponga ningún perjuicio de las prestaciones funcionales y reglamentarias del edificio.

## 9. Evaluación de ensayos y cálculos

### 9.1. Resistencia mecánica y estabilidad (RE 1)

#### 9.1.1. Resistencia mecánica y estabilidad frente a esfuerzos estáticos

Las prestaciones resistentes de cada uno de los componentes de hormigón armado se pueden calcular de acuerdo con los métodos de cálculo establecidos en la instrucción EHE-08, a partir de los valores característicos de los materiales que intervienen (hormigón, acero, adherencia hormigón-acero, etc.), que son controlados y caracterizados por Hormipresa.

El análisis de la resistencia mecánica de la estructura constituida por los paneles portantes unidos en obra mediante juntas armadas ejecutadas in situ y forjados de placas alveolares pretensadas puede abordarse también a partir de los métodos establecidos en la EHE-08, en condiciones de acciones estáticas.

De este modo, se considera que la estructura y cerramientos de la Casa Hormipresa, si está diseñada por un técnico cualificado en colaboración con Hormipresa y ejecutada por Hormipresa, y si los componentes y sus uniones en obra están dimensionados de acuerdo con las especificaciones de la EHE-08 y de acuerdo con los requisitos particulares del proyecto, puede cumplir los requisitos mecánicos derivados de las acciones estáticas para edificios de tipo residencial que contempla la norma DB-SE, DB-SE-AE.

El cálculo y ejecución de los forjados se hacen de acuerdo con las especificaciones de la instrucción EHE-08.

El uso de luces considerables (hasta 10 m), que permite la eliminación de los muros portantes interiores y, por tanto, una mayor flexibilidad del diseño de la planta, lleva a estructuras en las cuales la rotación de los forjados sobre los muros exteriores es un factor a tener en cuenta, especialmente porque por un lado hay que mantener este nudo muro-forjado como un nudo no rígido (en caso contrario, los muros de la fachada entrarían a trabajar a flexión a causa del momento transmitido por el forjado), y, por otro lado, hay que garantizar la continuidad del revestimiento exterior de impermeabilización.

Esta circunstancia se resuelve gracias al uso de placas alveolares pretensadas, que se caracterizan por tener una elevada rigidez y, como consecuencia, una baja rotación sobre las paredes de apoyo (véase la tabla 9.1).

Canto de la placa (cm)	Luz (m)	Rigidez – EI – (m <sup>2</sup> ·kg x 10 <sup>6</sup> )	Rotación en los extremos (rad) <sup>6</sup>
16	6,4	1,213	3,16 x 10 <sup>-6</sup>
20	8,0	2,173	3,92 x 10 <sup>-6</sup>
25	10,0	4,438	3,75 x 10 <sup>-6</sup>

**Tabla 9.1:** Características de deformabilidad de las placas alveolares pretensadas Hormipresa.

- La disposición estándar de anclajes Pfeifer de unión de paneles verticales contiguos (cuatro anclajes por planta) conduce a una separación aproximada entre estribos de 75 cm. De este modo, el elemento vertical de hormigón armado que se forma en la junta entre paneles constituye un elemento de pequeña sección, confinado y con una densidad de estribos menor que la prescrita por la EHE-08 para elementos portantes verticales que trabajen a compresión. En este caso, se trata de un elemento complementario a los mismos muros portantes, sobre los cuales incide el grueso de las acciones de compresión; por lo tanto, la función principal de la junta no es la de soportar los esfuerzos de compresión, sino la de aportar continuidad a la estructura de paredes. En este sentido, se considera suficiente una densidad de cuatro anclajes Pfeifer por planta de altura estándar.

#### 9.1.2. Resistencia mecánica y estabilidad frente a esfuerzos horizontales y dinámicos

En lo referente a las prestaciones del sistema constructivo frente a las acciones dinámicas de sismo, es necesario cumplir la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02). De acuerdo con esta norma, se establecen, entre otros criterios a tener en cuenta, los siguientes:

- Las casas unifamiliares Casa Hormipresa, dado que se destinan a usos residenciales, se clasifican como construcciones de importancia normal.
- En las zonas sísmicas españolas en las que la aceleración sísmica básica  $a_b$  es inferior a 0,04·g, no es obligatoria la aplicación de la norma NCSE-02.
- En construcciones de importancia normal con paredes bien arriostradas entre sí en las dos direcciones principales de la planta, no es obligatoria la aplicación de la norma NCSE-02 en las zonas sísmicas españolas en las que la aceleración sísmica básica  $a_b$  es inferior a 0,08·g.

El proyectista de cada obra es responsable de comprobar, en función de las dimensiones de la Casa Hormipresa que se haya de proyectar, si esta

las juntas entre placas de forjado, las cuales se atan a la armadura del zuncho.

<sup>6</sup> Rotación calculada por Hormipresa con una carga propia de edificación: cargas permanentes de 100 daN/m<sup>2</sup> + sobrecargas de uso de 300 daN/m<sup>2</sup>; no se tiene en cuenta el pequeño empotramiento que aportan al nudo las armaduras de refuerzo de

estructura puede considerarse bien arriostrada en las dos direcciones principales y, por tanto, puede acogerse a la consideración anterior. En este sentido, hay que tener en cuenta que se trata de una estructura isostática, tal como se indica en el apartado 6.1.

- En las zonas sísmicas españolas en las que la aceleración sísmica básica  $a_b$  es mayor o igual que 0,08·g, se harán las comprobaciones de cálculo que prescribe la norma NCSE-02 y, en función de los resultados obtenidos, se aplicarán, si procede, las medidas constructivas y de diseño adecuadas a cada caso. Estas medidas pueden consistir en modificaciones del diseño de la casa o del diseño de las conexiones entre los elementos estructurales.
  - Modificaciones del diseño de la casa: deben aplicarse las reglas generales de la norma NCSE-02 (apartado 4.2) en lo referente a la forma del edificio, disposición de las masas, disposición de los elementos estructurales y de arriostramiento, etc.
  - Modificaciones del diseño de las conexiones encaminadas a aumentar la resistencia a cortante de las juntas entre paneles, como por ejemplo, la fabricación de paneles que incorporen entrantes y salientes de forma trapezoidal en las caras verticales, etc.
- Las soluciones consistentes en muros no alineados verticalmente en las diferentes plantas de la casa no son adecuadas en zonas con requisitos sísmicos, ni tampoco ninguna otra disposición de los componentes de la estructura que provoque cambios de rigidez importantes.

## 9.2. Seguridad en caso de incendio (RE 2)

El sistema constructivo permite garantizar el cumplimiento de la reglamentación vigente aplicable a los usos propuestos, tanto desde el punto de vista de la resistencia como de la reacción al fuego.

### 9.2.1. Reacción al fuego

La reacción al fuego de los componentes prefabricados constituidos únicamente por hormigón armado es clase A1.

La reacción al fuego del EPS declarada en el mercado CE del fabricante de este componente es clase E.

La reacción al fuego de los elementos del sistema que incorporan aislamiento de EPS (paneles de fachada, paneles hastiales y paneles medianeros) declarada por el fabricante es clase A1.

La reacción al fuego de las soluciones constructivas que se proyecten, incluyendo los posibles trasdosados y revestimientos adoptados en cada proyecto, deberán justificarse para cada caso.

### 9.2.2. Resistencia al fuego

Los valores de resistencia al fuego de los diferentes elementos estructurales, se deben comprobar para cada proyecto a partir del apartado 5 del anexo 6 de la EHE-08 y el apartado C.2 del anexo C del DB-SI del CTE.

La tabla 9.2 recoge los valores estimados de resistencia al fuego<sup>7</sup> para algunos de los componentes prefabricados.

Componente prefabricado	Resistencia al fuego
Paneles aligerados	REI 90
Paneles macizos	REI 90
Placas alveolares	REI 120
Pilares	REI 90
Jácenas	REI 90

**Tabla 9.2:** Resistencia al fuego estimada de los elementos estructurales del sistema Casa Hormipresa.

En el caso de casas unifamiliares pareadas situadas al mismo nivel, éstas comparten, en general, un muro macizo de 15 cm de espesor, lo cual permite garantizar el valor de RF exigido por la reglamentación vigente. Si estas casas no están situadas al mismo nivel, es necesario doblar el muro medianero, lo cual incrementa el valor de RF aportado por el muro medianero doble.

Las juntas entre componentes, rellenas de hormigón armado, no representan puntos débiles en lo referente a las prestaciones de resistencia al fuego del elemento constructivo que constituyen (forjado o muro), ya que tanto los recubrimientos nominales de las armaduras de las juntas como los espesores de las juntas son adecuados.

## 9.3. Higiene, salud y medio ambiente (RE 3)

### 9.3.1. Humedades del terreno: muros y tierras

El grado de impermeabilidad exigible a los muros de sótano es función de la presencia de agua en el terreno y del coeficiente de permeabilidad del terreno, según el apartado 2.1.1 de la sección HS1 del DB-HS del CTE. La tabla 2.2 del DB establece las condiciones de las soluciones aptas para muros de contención que deberán comprobarse para cada proyecto.

<sup>7</sup> Resistencia al fuego calculada por Hormipresa con un recubrimiento mínimo de 35 mm y una carga propia de edificación de cargas permanentes de 800 daN/m<sup>2</sup> + sobrecargas de uso de 100 daN/m<sup>2</sup>

para pilares y cargas permanentes de 100 daN/m<sup>2</sup> y sobrecargas de uso de 300 daN/m<sup>2</sup> para paneles y jácenas.

La construcción de la casa sobre un forjado sanitario es una solución adecuada para hacer frente a los posibles problemas de ascenso de humedad del terreno por capilaridad, sin embargo, el proyectista deberá comprobar las condiciones exigidas a cada solución constructiva de acuerdo con la tabla 2.4 de la sección HS1 del DB-HS del CTE.

Respecto a las soluciones constructivas que se proyecten, se deberá observar que la resolución de los puntos singulares de muros de sótano y tierras debe cumplir las condiciones de los apartados 2.1.3 y 2.2.3 de la sección HS1 del DB-HS del CTE respectivamente.

### 9.3.2. Impermeabilidad al agua de lluvia: fachadas y cubiertas

El grado de impermeabilidad al agua de lluvia exigible a los cerramientos verticales es función de la zona pluviométrica y del grado de exposición al viento, según el apartado 2.3.1 de la sección HS1 del DB-HS del CTE. La tabla 2.7 de este DB establece las condiciones de las soluciones de fachada para cada combinación de estos dos factores.

En el caso de la Casa Hormipresa, la impermeabilidad al agua de lluvia de los cerramientos de fachada recae, en primer término, en el revestimiento continuo exterior, realizado con una pintura gruesa y elástica (2 mm de espesor), impermeable al agua, proporcionada por Hormipresa y, secundariamente, en el cerramiento de hormigón.

Hormipresa garantiza la impermeabilidad de las fachadas revestidas con esta pintura, siempre y cuando se respete el espesor definido y se conserve a lo largo del tiempo la continuidad (ausencia de fisuras que afecten al espesor del revestimiento). Desde este punto de vista, el sistema no admite el uso de revestimientos monocapa, que son excesivamente rígidos para este sistema constructivo y, por tanto, presentan el riesgo de fisurarse, ni de ningún otro revestimiento continuo de rigidez semejante.

Por su parte, los prefabricados de hormigón de la Casa Hormipresa pueden alcanzar funciones complementarias de impermeabilidad porque aparte del espesor, cuentan con un acabado pulido en la cara exterior y se fabrican en un proceso industrial que controla la dosificación, compactación y curado del hormigón.

El grado de impermeabilidad de las cubiertas es único e independiente de los factores climáticos. Para asegurar que se alcanza el grado de impermeabilidad exigido, el proyectista deberá comprobar que se cumplen las condiciones del apartado 2.4.2 de la sección HS1 del DB-HS del CTE.

En relación con las soluciones constructivas que se proyecten, deberá observarse que la resolución de los puntos singulares en fachada y cubierta cumpla con las condiciones de los apartados 2.3.3 y 2.4.4 de la sección HS1 del DB-HS del CTE respectivamente.

### 9.3.3. Condensaciones en la envolvente térmica

El proyectista debe comprobar que la posible ocurrencia de condensaciones intersticiales en la envolvente térmica de la obra cumpla con el apartado 3.3 de la sección HE1 del DB-HE del CTE.

Las características higrotérmicas de los materiales necesarias para la realización de los cálculos higrotérmicos se incluyen en la tabla 9.3 y provienen de la declaración de prestaciones del EPS, de valores genéricos definidos en el *Catálogo de elementos constructivos* del CTE y de la norma UNE-EN 10456.

### 9.3.4. Condensaciones en el forjado sanitario

En los forjados sanitarios poco ventilados sobre terrenos húmedos o con alta capacidad de retención de agua (como por ejemplo, en los suelos arcillosos) se producen atmósferas saturadas en vapor de agua que conducen a condensaciones en la cara inferior de las placas del forjado sanitario.

Para hacer frente a esta situación, es preciso dimensionar las aberturas de ventilación del forjado sanitario de acuerdo con las condiciones locales de humedad del terreno de cada proyecto y, asimismo, dimensionar el recubrimiento de las armaduras del forjado sanitario de acuerdo con la clase de exposición correspondiente a estas condiciones de humedad.

Material	Conductividad térmica equivalente $\lambda$ (W/m·K)	Densidad material (kg/m <sup>3</sup> )	Factor de resistencia al vapor de agua, $\mu$ (en seco / húmedo)	Calor específico $c_p$ (kJ/kg·K)
Hormigón armado	1,90	2.400	120 / 70	1,00
Poliestireno expandido (EPS)	0,046	10	60 / 60	1,45

**Tabla 9.3:** Características físicas de los materiales.



## 9.4. Seguridad de uso (RE 4)

El sistema constructivo de la estructura y cerramientos permite garantizar la seguridad de los usuarios finales de la casa. La selección e incorporación de los materiales de acabado final de la obra deben hacerse teniendo en cuenta que no quede comprometida esta seguridad de utilización.

Para la fijación de elementos de las paredes de la casa deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- Los elementos pesados, como calderas de agua caliente, aparatos de aire acondicionado, estanterías de mucho peso, etc., se fijarán preferentemente sobre las paredes de hormigón.
- Los elementos ligeros, como radiadores de calefacción, estanterías ligeras, etc., se pueden fijar sobre los tabiques de yeso laminado, utilizando los accesorios de fijación que el fabricante del tabique recomienda y dentro de los límites de carga que define.

### 9.4.1. Aspectos de seguridad durante la construcción

Para garantizar las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores en la fase de construcción deben tenerse en cuenta, además de las condiciones establecidas por la reglamentación vigente en materia de seguridad y salud, los aspectos específicos de la construcción prefabricada siguientes:

- Es necesario planificar previamente al inicio de la obra, teniendo en cuenta las pendientes y el tipo de suelo, la distribución en el solar de las actividades que se llevarán a cabo en el mismo: zona de aparcamiento de los camiones, ubicación de la grúa y ubicación del soporte de almacenamiento de los paneles verticales. Esta planificación debe ser aprobada por el jefe de obra y ha de quedar consignada en un plano que formará parte del expediente de la obra. Cuando el espacio disponible sea limitado, el jefe de obra establecerá las acciones necesarias para evitar posibles accidentes causados, por ejemplo, por la colisión del camión con los paneles colocados en el soporte.
- Los camiones habrán de ser adecuados a la carga a transportar (en peso y dimensiones). Antes de la salida de fábrica del camión, un responsable de Hormipresa deberá revisar las fijaciones de los paneles sobre el remolque.
- Necesidad de apuntalar los paneles verticales. El desapuntalamiento no se producirá hasta que los paneles estén arriostrados por el forjado y el hormigón de las juntas del zuncho del forjado haya alcanzado una resistencia suficiente. Los puntales se fijan a los forjados mediante fijaciones metálicas si están en el lado interior de la construcción; si están en el lado exterior, se fijan al suelo de forma adecuada.

El sistema constructivo y los dispositivos de construcción propuestos por Hormipresa cumplen las condiciones adecuadas para garantizar la seguridad y la salud de los ocupantes de la obra de construcción.

## 9.5. Protección frente al ruido (RE 5)

### 9.5.1. Aislamiento al ruido aéreo

Los parámetros acústicos de los diferentes componentes prefabricados del sistema Casa Hormipresa deberán estar dentro de los límites indicados en el DB-HR del CTE, en función de los usos como elementos de separación que deban alcanzar.

Para cada proyecto se deberá comprobar el cumplimiento de las exigencias dentro de los diferentes recintos del edificio siguiendo la metodología de:

- La opción simplificada: comprobando que se adopta alguna de las soluciones de aislamiento propuestas en el apartado 3.1.2 del DB-HR del CTE.
- La opción general: aplicando métodos de cálculo específicos para cada tipo de ruido, de acuerdo con el apartado 3.1.3 del DB-HR del CTE.

Siguiendo esta metodología, los valores  $D_{nt,A}$  de los recintos del edificio se calculan utilizando el índice global de reducción acústica ponderado  $A$ ,  $R_A$ , de cada elemento mostrado en la tabla 9.4. En este cálculo se tendrán en cuenta las dimensiones de los recintos del edificio y se considerarán todos los caminos de transmisión acústica entre los recintos separados por los elementos en cuestión.

En ambos casos, los elementos constructivos deben disponerse según las condiciones de diseño y ejecución de las uniones entre elementos definidas en los apartados 3.1.4 y 5 del DB-HR del CTE.

En la tabla 9.4 se muestran los parámetros acústicos de los componentes del sistema Casa Hormipresa calculados a partir de la masa superficial declarada por el titular y la expresión A.16 del DB-HR del CTE.

Componente prefabricado	Masa superficial (kg/m <sup>2</sup> )	Índice de reducción acústica ponderada - $R_A$ (dBA)
Paneles aligerados	602	62
Paneles macizos	361	54
Placas alveolares	16 cm	49
	20 cm	50
	25 cm	55

**Tabla 9.4:** Características de aislamiento al ruido aéreo de los componentes del sistema Casa Hormipresa.

Cuando proceda deberá completarse el sistema con materiales adicionales de aislamiento al ruido aéreo que permitan alcanzar los requisitos indicados en el DB-HR del CTE.

### 9.5.2. Aislamiento al ruido de impacto

El apartado 2.1.2 del DB-HR del CTE, establece que los elementos horizontales, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, deben cumplir con un determinado nivel global de presión de ruido de impactos según sea el uso de los espacios adyacentes.

La tabla siguiente muestra los valores de aislamiento al ruido de impacto de los componentes de la estructura horizontal del sistema Casa Hormipresa calculados a partir de la masa superficial declarada por el titular según la expresión A.26 del DB-HR del CTE.

Componente prefabricado	Masa superficial (kg/m <sup>2</sup> )	Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado L <sub>n,w</sub> (db)
Placas	16 cm	245
alveolares	20 cm	271
	25 cm	369

**Tabla 9.5:** Características de aislamiento al ruido de impacto de los componentes constructivos horizontales del sistema Casa Hormipresa.

### 9.6. Ahorro de energía y aislamiento térmico (RE 6)

El consumo y la demanda energética de las obras ejecutadas con el sistema Casa Hormipresa deben cumplir con las exigencias de las secciones HE0 y HE1 del DB-HE del CTE. El consumo energético de la obra queda limitado por las exigencias del apartado 3 de la sección HE0 del DB-HE del CTE mientras que la demanda energética queda limitada por las exigencias del apartado 3.1.1 de la sección HE1 del DB-HE del CTE.

A partir de los parámetros térmicos de los materiales de la tabla 9.3, se han calculado los valores de resistencia térmica de los componentes de la Casa Hormipresa que pueden formar parte de la envolvente térmica, según la UNE-EN ISO 6946 y UNE-EN 1168 (esta última para placas alveolares).

Los valores calculados de resistencia térmica se muestran en la tabla 9.6.

Componente prefabricado	Espesor total (cm)	R <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W)
Paneles de fachada <sup>(1)</sup>	Tramo central	25
Paneles medianeros <sup>(1)</sup>		
Paneles hastiales <sup>(1)</sup>	Perímetro	25
Paneles medianeros	15	0,08
Paneles hastiales		
Placas alveolares <sup>(2)</sup>	20	0,16
	25	0,18

(1) Paneles con una capa de EPS de 10 cm.

(2) Resistencia térmica estimada en base al apartado 4.3.6 de UNE-EN 1168, que excluye los paneles con canto < 20 cm.

**Tabla 9.6:** Valores de resistencia térmica de componentes de la Casa Hormipresa que pueden formar parte de la envolvente térmica.

Debe asimismo tenerse en cuenta la contribución al aislamiento térmico de la envolvente de las capas de aislamiento exterior e interior (trasdosados) que se escojan en cada proyecto.

Para realizar el cálculo de la transmitancia térmica de cerramientos y particiones interiores, debe considerarse que los distintos tramos de la envolvente térmica de la Casa Hormipresa son elementos de edificación constituidos por capas homogéneas y heterogéneas.

En cuanto a limitación de descompensaciones, la transmitancia térmica de las particiones interiores (horizontales y verticales) no superará los valores de la tabla 3.2-HE1 de la sección HE1 del DB-HE del CTE, en función del uso asignado a las distintas unidades de uso que delimiten.

### 9.7. Aspectos de durabilidad (RE 7)

#### 9.7.1. Deformación de forjados y compatibilidad con los tabiques

En general, es sabido que la deformación de las placas alveolares es menor que la de otras tipologías habituales de forjado, en iguales condiciones de luz, canto y carga soportada.

La instrucción EHE-08 (art. 50.2) establece los valores límites del canto por encima de los cuales no es necesaria la comprobación de la flecha máxima. Se considera recomendable no superar estos límites.

En cualquier caso, será necesario que la solución y ejecución de las divisorias interiores sea compatible con las deformaciones previstas de los forjados.

#### 9.7.2. Durabilidad

Los materiales que constituyen el sistema constructivo no presentan problemas intrínsecos de durabilidad. La durabilidad general del sistema puede considerarse equivalente a la de los sistemas constructivos convencionales hechos con materiales equivalentes. Será satisfactoria si se respetan, en función de las condiciones de cada proyecto, las especificaciones del artículo 37, "Durabilidad", de la EHE-08.

Los recubrimientos nominales de las armaduras de las placas alveolares, de los paneles verticales y de las armaduras colocadas in situ son suficientes para garantizar una durabilidad adecuada para las clases de exposición I, IIa y IIb, tal como se definen en la EHE-08. El proceso de fabricación garantiza que se cumplan los valores nominales de los recubrimientos.

En el caso de las cajas de nivelación, quedan vistas -sin recubrir- en la superficie del panel que, una vez colocado en la obra, será el lado interior del cerramiento. Se considera que esta circunstancia no es problemática, ya que estas cajas de nivelación no realizan ninguna función final en la obra, excepto la función de nivelación propia de la fase de ejecución. No obstante, se recomienda pintarlas con una pintura que las proteja de

la corrosión, a fin de evitar que sean un foco de inicio de corrosión que pueda afectar también a las armaduras del panel.

A fin de resolver las condensaciones que se puedan producir en algunos casos sobre la cara inferior del forjado sanitario, es necesario que el proyectista analice caso por caso las condiciones del terreno (existencia de corrientes de agua subterráneas próximas, características de retención de agua en el terreno, etc.) en la fase de diseño de la casa, a fin de implementar las medidas constructivas necesarias: aumento de la superficie de los orificios de ventilación del forjado sanitario, protección de los forjados, etc.

### 9.7.3. Mantenimiento

Como con cualquier otro sistema constructivo, la Casa Hormipresa ha de ser objeto de inspecciones periódicas de mantenimiento, realizadas por un técnico cualificado. Las inspecciones han de estar dirigidas, en particular, a comprobar los extremos siguientes:

- El estado del revestimiento exterior: continuidad y adherencia del revestimiento al soporte. Se recomiendan, como en otros sistemas de revestimientos análogos, inspecciones bienales.
- El relleno de las juntas entre paneles, que ha de estar en buen estado y no presentar fisuras, porque ha de garantizar la estanqueidad de la junta. En el caso en que la junta presente algún desperfecto, será preciso sustituir el material de relleno siguiendo las indicaciones de Hormipresa.
- En caso de que la casa disponga de terraza plana en la cubierta (solárium), se habrán de llevar a cabo las tareas habituales de revisión y mantenimiento que estas soluciones constructivas requieren.
- En caso de que el forjado sanitario sea accesible, se revisará el estado de las placas alveolares y de las aberturas de ventilación para comprobar que no estén obturadas.

## 10. Comisión de Expertos

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

La Comisión de Expertos la forman representantes de distintos organismos e instituciones, seleccionados en función de sus conocimientos, independencia e imparcialidad para emitir una opinión técnica respecto al ámbito cubierto por este DAU.

La relación general de los expertos que han constituido las comisiones de expertos de los DAU puede ser consultada en la página web del ITeC [itec.es](http://itec.es).

Los comentarios y observaciones relevantes de la Comisión de Expertos han sido incorporados al texto del presente DAU.

## 11. Documentos de referencia

- Código Técnico de la Edificación (CTE), 17 marzo de 2006. Documentos básicos del CTE: DB-SE, DB-SI, DB-HS, DB-SUA, DB-HR y DB-HE y sus actualizaciones.
- EHE-08 Instrucción del hormigón estructural
- NCSE-02 Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación.
- RD 842/2013 de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Reglamento Europeo de Productos de Construcción (UE) nº 305/2011 de 9 marzo de 2011 por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.
- Decisión 96/603/CE de la Comisión de 4 de octubre de 1996 por la que se establece la lista de productos clasificados en la clase A «sin contribución al fuego» previsto en la Decisión 94/611/CE por la que se aplica el artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo sobre los productos de construcción.
- UNE-EN 197-1. Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los elementos comunes.
- UNE-EN 206-1. Hormigón. Parte 1: Especificaciones, prestaciones, producción y conformidad. (anulada por UNE-EN 206).
- UNE-EN 206-9. Hormigón. Parte 9: Requisitos adicionales para el hormigón autocompactante. (anulada por UNE-EN 206).
- UNE-EN 206. Hormigón. Especificaciones, prestaciones, producción y conformidad
- UNE-EN 1168. Productos prefabricados de hormigón. Placas alveolares.
- UNE-EN 1992-1-1 Eurocódigo 2. Proyecto de estructuras de hormigón.
- UNE-EN 10080. Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.
- UNE-EN ISO 10456 Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrotérmicas. Valores tabulados de diseño y procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño.
- UNE-EN 12524. Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrotérmicas. Valores de diseño tabulado. (Anulada por UNE-EN ISO 10456).
- UNE-EN 13055-1. Áridos ligeros. Parte 1: Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado.
- UNE-EN 13139. Áridos para morteros.
- UNE-EN 13225. Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales.
- UNE-EN 13501-1. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.
- UNE-EN 14843. Productos prefabricados de hormigón. Escaleras.
- UNE-EN 14992. Productos prefabricados de hormigón. Elementos para muros.
- UNE 36094. Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado.
- UNE-EN ISO 6946. Componentes y elementos para la edificación. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de cálculo

## 12. Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 15/093 siguiendo los criterios definidos en el *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU 15/093*, elaborada por el ITeC:

- características auditadas del control que aplica Hormipresa en el diseño y la fabricación de la estructura y cerramientos de la casa industrializada Casa Hormipresa,
- visitas de obra,
- control de producción en fábrica,
- instrucciones para el montaje y ejecución del sistema,
- criterios de proyecto y ejecución del sistema,

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

tiene evidencias para declarar que el sistema constructivo de la estructura y cerramientos de la casa industrializada Casa Hormipresa fabricado en la planta de producción del Pla de Santa Maria (Tarragona) y puesta en obra por Hormipresa de acuerdo con las instrucciones que constan en este DAU, es adecuado para la construcción de:

- casas unifamiliares, aisladas, apareadas, o adosadas, de PB+1 o PB+2,

puesto que cumple con los requisitos reglamentarios relevantes en materia de resistencia mecánica y estabilidad, protección contra incendios, aislamiento acústico y térmico, seguridad de uso, salud e higiene, así como los requisitos de durabilidad y servicio.

En consecuencia, y una vez sometido este documento a la consideración de la Comisión de Expertos y recogidos los comentarios realizados por la Comisión, el ITeC otorga el DAU al sistema constructivo de la estructura y cerramientos de la casa industrializada Casa Hormipresa.

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

(\*) El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU (BOE 94, 19 abril 2002) para productos de construcción (edificación e ingeniería civil) y está inscrito en el Registro General del CTE: [www.codigotecnico.org/index.php/menu-04-registro-general-organismos/menu-organismos-autorizados](http://www.codigotecnico.org/index.php/menu-04-registro-general-organismos/menu-organismos-autorizados).

**DAU** 15/093  
Documento  
de adecuación al uso



El Director Técnico del ITeC



## 13. Seguimiento del DAU

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

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

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

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

## 14. Condiciones de uso del DAU

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

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

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

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

## 15. Lista de modificaciones de la presente edición

La versión informática del DAU recoge, si las hubiera, las actualizaciones, modificaciones y correcciones de la edición B del DAU 15/093, indicando para cada una de ellas su fecha de incorporación a la misma, de acuerdo con el formato de la tabla siguiente. Los cambios recogidos en la tabla se incorporan también al texto del DAU, que se encuentra disponible en la página web del Instituto, [itec.es](http://itec.es).

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

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



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

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

