

DAU

15/093 B

Document d'adequació a l'ús

Denominació comercial

Casa Hormipresa

Tipus genèric i ús

Estructura i obra grossa de la casa industrialitzada
Casa Hormipresa basada en panells de formigó

Titular del DAU

HORMIPRESA NEC SL

Picot 1. Polígon Industrial
ES-43810 El Pla de Santa Maria (Tarragona)
Tel. 977 63 11 39
www.hormipresa.com

Planta de producció

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

Edició vigent i data

B 24.03.2020

Validesa (condicionada a seguiment anual [*])

Des del: 24.03.2020
Fins al: 23.03.2025

Data de concessió inicial del DAU

24.03.2015

[*] La validesa del DAU 15/093 resta subjecta a les condicions del *Reglament del DAU*. L'edició vigent d'aquest DAU és la que figura al registre que manté l'ITeC (accessible a itec.es i a través del següent codi QR).



Aquest document consta de 40 pàgines.
És prohibit reproduir-lo parcialment.

L'ITeC és un organisme autoritzat per a la concessió del DAU ([BOE 94.19 d'abril de 2002](#)) i està inscrit al Registre General del CTE (Resolució de 3 de setembre de 2010 – Ministerio de Vivienda).

ITeC

Control d'edicions

Edició	Data	Apartats en els que s'han produït canvis respecte a l'edició anterior
A	24.03.2015	<p>El precedent del present DAU 15/093 és el DAU 02/005, inicialment concedit a Hormipresa SA a l'any 2002 pel sistema Casa Tradixalet, l'última vigència del qual va ser a l'octubre de 2012. Els canvis més significatius han estat:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Canvis de tipus formal: nou nom comercial del sistema i nou titular. – Canvis de contingut tècnic: s'ha realitzat l'adaptació al marc reglamentari vigent: <ul style="list-style-type: none"> • DB-HE edició de setembre de 2013 • Normes europees harmonitzades per al marcatge CE d'elements prefabricats de formigó.
B	24.03.2020	<p>Revisió i actualització tècnica del DAU d'acord a les edicions vigents dels documents de referència (actualitzacions CTE y altres normes de normes de referència).</p> <p>Extensió de la validesa del DAU fins al 23.03.2025.</p>

Índex

1.	Descripció del sistema i usos previstos	5
1.1.	Definició del sistema	5
1.2.	Usos previstos	7
2.	Components de la Casa Hormipresa	8
2.1.	Panells de façana	8
2.2.	Panells capcers	10
2.3.	Panells mitgers	11
2.4.	Panells d'ampit de coberta	11
2.5.	Plaques alveolars per a sostres	11
2.6.	Pilars	12
2.7.	Jàsseres i riostes de suport del sostre sanitari	12
2.8.	Cantones	13
2.9.	Cornises	14
2.10.	Escales	14
2.11.	Xemeneies	14
2.12.	Toleràncies dimensionals dels components prefabricats	14
3.	Fabricació de l'estructura i l'obra grossa de la Casa Hormipresa	15
3.1.	Matèries primes	15
3.2.	Procés de fabricació	15
3.2.1.	Introducció	15
3.2.2.	Disseny del projecte	15
3.2.3.	Disseny dels components industrialitzats	16
3.2.4.	Fabricació dels components a la planta d'Hormipresa	16
3.3.	Etiquetat dels productes	18
4.	Control de la producció de l'estructura i l'obra grossa de la Casa Hormipresa	18
4.1.	Control de matèries primes utilitzades en la fabricació	18
4.2.	Controls de fabricació	18
4.2.1.	Controls en el disseny del projecte	18
4.2.2.	Controls en el disseny dels components industrialitzats	19
4.2.3.	Control en la fabricació dels components a la planta d'Hormipresa	19
4.2.4.	Control de recepció a l'obra dels materials	19
4.2.5.	Control de l'execució dels components de l'obra executats in situ	19
5.	Emmagatzematge, transport i manipulació	20
6.	Criteris de projecte i de posada a l'obra	20
6.1.	Criteris de projecte	20
6.2.	Criteris de posada a l'obra	22
6.2.1.	Maquinària i eines necessàries	22
6.2.2.	Preparació del terreny	22
6.2.3.	Execució del sostre sanitari	22
6.2.4.	Col·locació dels panells verticals	23
6.2.5.	Execució dels junts verticals i horitzontals	24
6.2.6.	Execució del sostre de pis	26
6.2.7.	Execució del sostre de coberta	26
6.2.8.	Execució d'elements estructurals auxiliars	27
6.2.9.	Execució de la xemeneia	27
6.2.10.	Treballs d'acabament de l'estructura i l'obra grossa de la Casa Hormipresa	27
6.2.11.	Treballs de reparació	28
6.2.12.	Execució dels aïllants tèrmics	28
6.2.13.	Treballs d'execució de l'obra menor	28
6.2.14.	Fixació d'elements	28
7.	Referències d'utilització	29
8.	Visites d'obra	29
9.	Avaluació del sistema	30
9.1.	Resistència mecànica i estabilitat (RE 1)	30

9.1.1.	Resistència mecànica i estabilitat enfront d'esforços estàtics	30
9.1.2.	Resistència mecànica i estabilitat enfront d'esforços horitzontals i dinàmics	30
9.2.	Seguretat en cas d'incendi (RE 2)	31
9.2.1.	Reacció al foc	31
9.2.2.	Resistència al foc	31
9.3.	Higiene, salut i medi ambient (RE 3)	31
9.3.1.	Humitats del terreny: murs i terres	31
9.3.2.	Impermeabilitat a l'aigua de pluja: façanes i cobertes	32
9.3.3.	Condensacions a l'envolupant tèrmica	32
9.3.4.	Condensacions al sostre sanitari	32
9.4.	Seguretat d'utilització (RE 4)	33
9.4.1.	Aspectes de seguretat durant la construcció	33
9.5.	Protecció front al soroll (RE 5)	33
9.5.1.	Aïllament al soroll aeri	33
9.5.2.	Aïllament al soroll d'impacte	33
9.6.	Estalvi d'energia i aïllament tèrmic (RE 6)	34
9.7.	Aspectes de durabilitat (RE 7)	34
9.7.1.	Deformació dels sostres i compatibilitat amb els envans	34
9.7.2.	Durabilitat	34
9.7.3.	Manteniment	35
10.	Comissió d'Experts	35
11.	Documents de referència	36
12.	Avaluació de l'adequació a l'ús	37
13.	Seguiment del DAU	38
14.	Condicions d'ús del DAU	38
15.	Llista de modificacions de la present edició	39

1. Descripció del sistema i usos previstos

1.1. Definició del sistema

El sistema constructiu objecte d'aquest DAU és l'estructura i l'obra grossa de la casa industrialitzada Casa Hormipresa, executada amb panells estructurals de formigó armat verticals, plaques de formigó pretensat horitzontals i altres components resistents auxiliars, com jàsseres, pilars, cornises i panells capcers, de diferents dimensions (vegeu les figures 1.1 i 1.2).

El sistema permet la concepció a mida del projecte, ja que tots els components es dissenyen i es fabriquen a les dimensions requerides del projecte, llevat de les plaques alveolars pretensades dels sostres, que són modulars d'amplada, amb cantells estàndard.

Les plaques alveolars es fabriquen en una amplada (120 cm) i en tres possibles cantells (16, 20 i 25 cm) i han estat concebudes per construir els sostres sense capa de compressió i sense que calgui apuntalament.

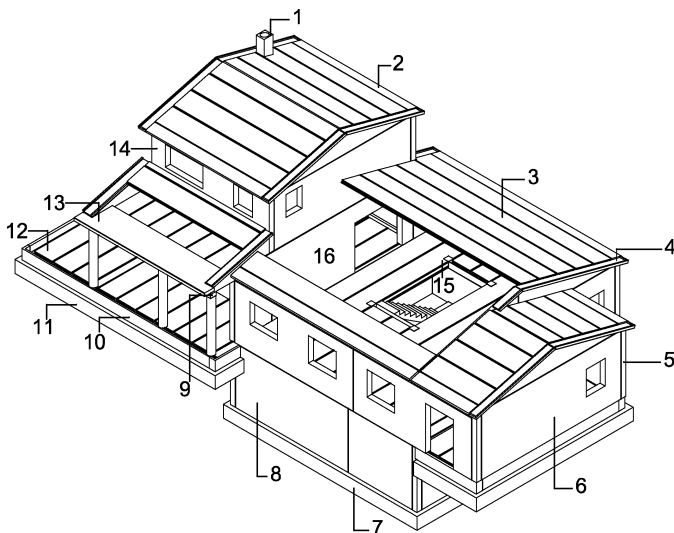
Els panells verticals de formigó armat tenen sempre funcions portants i es diferencien en panells exteriors o de façana i panells interiors o mitgers. Els primers sempre incorporen un nucli alleugerit de poliestirè expandit que, complementàriament, contribueix a l'aïllament del tancament, mentre que els segons poden dur o no dur aquesta capa. Els panells verticals

es fabriquen d'una alçada de planta i incorporen les obertures modulades establertes al projecte. Les fusteries es fabriquen a la mida real de les obertures i s'incorporen a l'obra una vegada acoblats els components; les caixes de persiana s'incorporen al panell a fàbrica.

Tots els components prefabricats tenen una cara amb acabat fi, que és la que es troba en contacte amb el motlle metàl·lic durant la fabricació, i una cara rugosa, que és la cara contrària i que s'acaba per reglejat. La cara fina sempre es col·loca a l'obra com a parament exterior, de manera que la cara rugosa resta al costat interior no vist (posteriorment extradossat).

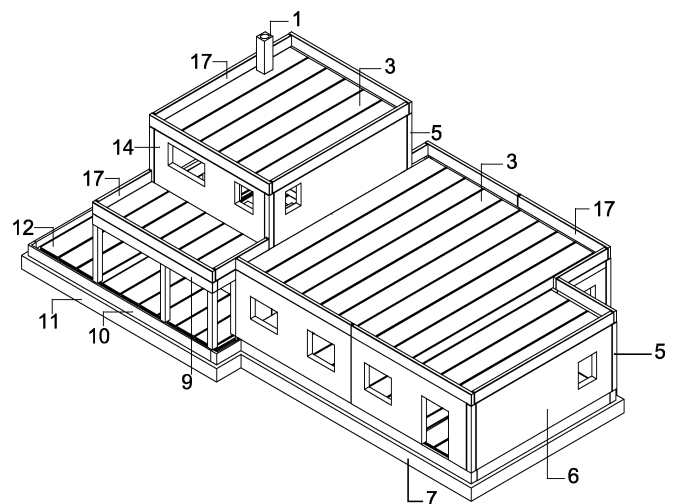
Els components es munten i s'acoblen a l'obra per mitjà de diferents sistemes de fixació mecànica i armadures; els junts entre els diferents components es completen amb formigó armat, la grandària d'àrid i la consistència del qual són funció de les dimensions del junt. Els junts horitzontals al peu dels panells, que generalment són estrets, s'omplen amb morters preparats de baixa retracció.

D'aquesta manera el sistema presenta junts horitzontals al nivell de cada sostre i junts verticals a les cantonades i entre els panells de façana en trams rectes, cada 7,5 m com a màxim, ja que aquesta és la màxima longitud de fabricació dels panells.



- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. Xemeneia | 7. Formigó armat HA-25 |
| 2. Cornisa d'acabament (frontal) | 8. Mur de contenció de terres (pl. soterrani) |
| 3. Sostre de coberta (placa alveolar) | 9. Jàssera de porxo |
| 4. Cornisa d'acabament (lateral) | 10. Riosta de suport del sostre sanitari |
| 5. Cantonera | 11. Formigó en massa HM-20 |
| 6. Panell de façana (pl. baixa) | 12. Sostre sanitari (placa alveolar) |

Figura 1.1: Vista general de l'estructura i l'obra grossa de la casa Hormipresa amb coberta inclinada.



- | |
|---|
| 13. Cornisa d'acabament (lateral pl. baixa) |
| 14. Panell de façana (pl. primera) |
| 15. Sostre intermedi (placa alveolar) |
| 16. Panell d'interior |
| 17. Panell remat de coberta plana |

Figura 1.2: Vista general de l'estructura i l'obra grossa de la casa Hormipresa amb coberta plana.

La construcció es revesteix interiorment amb un aïllament tèrmic i envans de guix laminat, pel que fa als paraments verticals, i amb un fals sostre i un paviment, pel que fa als sostres i als terres, respectivament (vegeu la figura 1.3).

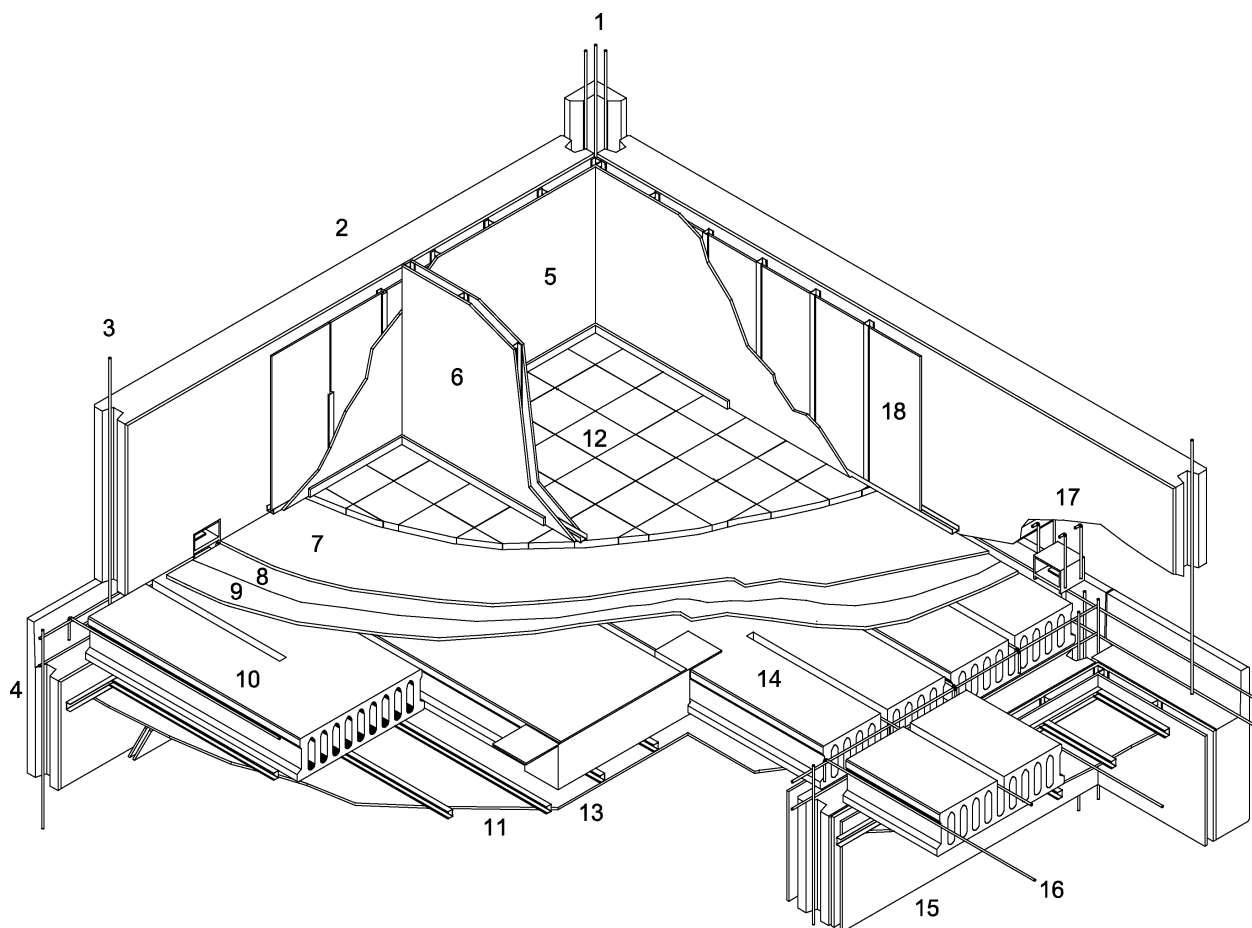
La casa es revesteix exteriorment amb un revestiment continu no rígid que garanteixi una adequada impermeabilitat i que tingui prou elasticitat per fer front als moviments del suport, en particular sobre els junts entre panells. La planor i baixa rugositat de la cara exterior dels panells permet l'acabat del sistema amb revestiments relativament prims: Hormipresa Nec SL, Hormipresa d'ara endavant, utilitza un revestiment de 2 mm de gruix, aproximadament, de pintura amb àrids.

La fonamentació queda constituïda per una de les dues solucions següents:

- Fonaments de formigó en massa HM-20, sobre els quals es col·loquen les riostes de suport de les plaques del sostre sanitari. Aquestes riostes tenen funcions de suport de les plaques, però no tenen les funcions resistents pròpies de la fonamentació les quals recauen fonamentalment en el formigó en massa.
- Fonaments de formigó armat executats in situ (HA-25), quan la casa disposa de garatge soterrani. El soterrani es completa amb murs de contenció de terres i amb una solera de grava i formigó.

En qualsevol cas el component prefabricat (riosta o panell vertical) no està en contacte directe amb el terreny. Si el panell vertical constitueix un mur de soterrani, ha de ser impermeabilitzat a l'obra.

Tots els components industrialitzats de la Casa Hormipresa són fabricats per Hormipresa a la planta d'Hormipresa del Pla de Santa Maria.



- | | | | |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------|
| 1. Armadura vertical | 6. Envà de guix laminat | 11. Fals sostre | 16. Armadura negativa |
| 2. Panell de façana | 7. Morter d'unió | 12. Paviment | 17. Caixa d'anivellació |
| 3. Armadura del junt vertical | 8. Capa de separació | 13. Barca metàl·lica | 18. Polièstirè expandit (EPS) |
| 4. Armat perimetral | 9. Base de sorra | 14. Alvèols ranurats | |
| 5. Extradossat de guix laminat | 10. Placa alveolar | 15. Panell mitger | |

Figura 1.3: Constitució dels elements verticals i horitzontals de la Casa Hormipresa.

Cadascuna de les cases unifamiliars executades amb el sistema de Casa Hormipresa és objecte d'un projecte arquitectònic que contempla les particularitats de cada cas, signat per un tècnic responsable, que generalment pertany a Hormipresa o desenvolupa el projecte d'acord amb Hormipresa. El sistema no està pensat, doncs per ser comercialitzat per un tercer, aliè a Hormipresa, que actuï com a dissenyador o constructor d'una casa executada amb aquest sistema.

Hormipresa intervé en les fases de concepció de la construcció, de disseny i càlcul dels elements estructurals, de fabricació d'aquests components, del seu transport a l'obra i de l'execució de l'estructura i l'obra grossa de la Casa Hormipresa.

Hormipresa també pot actuar en l'execució dels acabats de la construcció, fins al lliurament final al client, tot i que aquestes feines també poden ser realitzades per un tercer. El present document no abasta les solucions i els treballs d'acabat de la casa.

1.2. Usos previstos

El sistema constructiu objecte d'aquest document està destinat a la construcció de cases unifamiliars, aïllades, aparellades o adossades, de dues o tres plantes (PB+1 o PB+2), construïdes sobre soterrani, sobre porxo o sobre sostre sanitari.

Les cases aparellades comparteixen el mur mitger i el sostre, excepte quan el terreny és inclinat. En aquest cas cal doblar el mur mitger i recolzar el sostre de forma independent en cada un dels dos panells que forma el mur mitger doble. El sistema es destina generalment a la construcció de cases de planta ortogonal, ja que la unió entre panells verticals està concebuda per a acords en angle recte. No obstant això, el sistema pot acceptar els acords entre panells en angles no rectes; en aquest cas no s'empra l'element de cantonera del junt vertical (vegeu la figura 6.3) sinó que el junt s'encofra i es formigona a l'obra, amb la secció d'armadura que en cada cas es calculi.

Els panells verticals (i les parets que en resulten de l'acoblament) i les plaques horitzontals, han de complir algunes de les funcions següents:

- Funcions resistents.
- Funcions de protecció enfront de l'acció del foc (en el cas de parets i sostres interiors).
- Funcions complementàries d'impermeabilitat a l'aigua –la impermeabilitat principal l'ha d'aportar el revestiment exterior– (en el cas dels tancaments exteriors).
- Funcions d'aïllament acústic.
- Funcions complementàries d'aïllament tèrmic (l'extradossat interior i l'element alleugeridor interior dels panells han d'aportar l'aïllament tèrmic principal).

A més, aquests panells han d'estar calculats per resistir les sol·licitacions que es deriven de la seva manipulació i el transport, a la planta de producció i a l'obra, tenint en compte la resistència del formigó en funció de l'edat.

2. Components de la Casa Hormipresa

El sistema queda constituït pels següents components:

a) Components fabricats en planta:

- Panells de façana
- Panells capcers (pinyons)
- Panells mitgers
- Panells ampit de coberta
- Plaques alveolars per a sostres
- Pilars
- Jàsseres i riostes de suport del sostre sanitari
- Cantoneres
- Cornises
- Escales

b) Altres constituents de la Casa Hormipresa

- Formigó de la fonamentació: HM-20 o HA-25, en funció del tipus de fonamentació.
- Formigó fluid i d'àrid fi per a l'execució dels junts resistents verticals entre panells: HA-25 / consistència F / grandària màxima d'àrid 12 mm: HA-25 / F / 12 / classe d'exposició del projecte.
- Formigó de consistència tova (B), per a l'ompliment dels cercols: HA-25 / B / TM / classe d'exposició del projecte.
- Morters de baixa retracció per a l'execució dels junts resistents horitzontals.
- Productes per al rebliment exterior dels junts verticals: cordó de silicona i massilla acrílica elàstica.
- Armadures dels junts verticals entre panells.
- Armadures dels junts horitzontals dels sostres.
- Morters de reparació.
- Plaques de guix laminat per a envans.
- Xemeneia metàl·lica.

Els detalls gràfics i les descripcions que consten al present document descriuen les tipologies estàndard dels components i de les unions entre ells, que caracteritzen el sistema. Les seccions i longituds d'armadures que s'esmenten al DAU i que apareixen als detalls gràfics no són estàndards, sinó que s'inclouen a tall d'exemple. Aquestes armadures es dimensionen de forma específica per a cada projecte.

Els components indicats al punt a) són fabricats per Hormipresa amb els materials que consten a l'apartat 3.1 d'aquest document.

En aplicació del Reglament Europeu de Productes de Construcció (UE) 305/2011, els components del sistema fabricats per Hormipresa compten amb marcatge CE en base a les normes europees harmonitzades d'obligat compliment.

El fabricant és responsable del marcatge de cadascun dels productes seguint les indicacions de l'annex ZA de la norma que li correspongui i de l'emissió de la Declaració de Prestacions.

A continuació es presenten les característiques nominals de cada un d'aquests components.

2.1. Panells de façana

Són components de formigó armat de 25 cm de gruix, alleugerits amb planxes de poliestirè expandit de 10 cm de gruix, centrades en el gruix del panell, i que cobreixen tota l'àrea central dels panells, fins a 21,5 cm i 15,0 cm del perímetre exterior (vegeu la figura 2.2). Les prestacions del panell, segons la Declaració de Prestacions d'acord amb la norma UNE-EN 14992, s'indiquen a la taula 2.1.

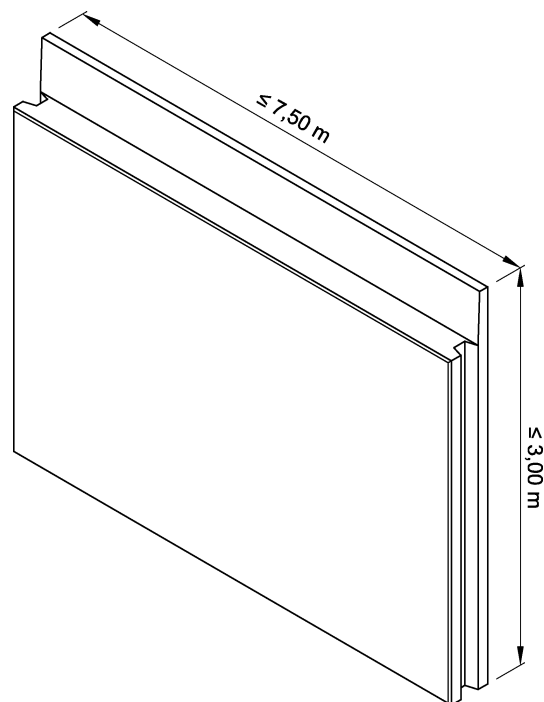


Figura 2.1: Panell de façana.

Les cares verticals del panell són acanalades, de manera que entre dos panells contigus queda un buit interior en forma de rombe, en el qual s'executa el nus per a la connexió de les armadures verticals amb els ancoratges Pfeifer dels dos panells i el posterior formigonat a l'obra (vegeu la figura 6.3). Aquests ancoratges constitueixen una prolongació de les armadures horitzontals dels panells, i la unió d'aquestes a les armadures verticals dels junts.

La cara horitzontal superior del panell disposa d'una aleta exterior d'alçada variable en funció del cantell del sostre i amb secció trapezoidal (8 cm a la base i 6 cm a la coronació), que actua com a encofrat a l'hora de formigonar l'encadenat horitzontal del sostre superior executat a l'obra (vegeu la figura 1.3).

L'alçada i longitud màximes dels panells de façana (i igualment la dels panells capcers i mitgers) són, respectivament, 3 m i 7,5 m. Els cantells de tots els panells són bisellats de 10 mm x 10 mm, per evitar-ne l'escantonament durant la manipulació.

Els panells disposen de les següents armadures i elements metàl·lics auxiliars (vegeu la figura 2.2):

- Armadura perimetral muntada sobre un perfil metàl·lic en U (un rodó a cada banda del perfil). Aquesta armadura ocupa tot el perímetre del panell i el de les obertures, si n'hi ha; en panells de longitud considerable forma nervis rigiditzadors verticals centrals al panell.
- Mallats col·locats sobre cadascuna de les cares dels perfils Eco, que resten units per ganxets d'acer inoxidable que es claven al formigó, amb una densitat mínima de 4 ganxets per m². La superposició del mallat amb el perfil ocupa els 20 cm centrals del gruix de cada panell de 25 cm. Això significa que el recobriment nominal d'aquestes armadures són 25 mm.
- Aquest armat es pot completar amb armadures transversals soldades al perfil perimetral allà on siguin necessàries, per exemple als vèrtexs dels panells i als vèrtexs de les obertures.
- Elements metàl·lics amb funcions d'elevació i manipulació dels panells: generalment 2 ancoratges per panell, situats a $\frac{1}{4}$ i a $\frac{3}{4}$ de la seva longitud sobre la cara superior que penetren uns 40 cm en el panell, travessant l'armadura perimetral.

El sistema disposa dels següents elements d'elevació, en funció del gruix i de la massa del panell a elevar:

- ganxos d'elevació Ancora, de 4 o de 6 tones, usats en els panells de 25 cm de gruix,
- ganxos d'elevació Frimeda, de 2,5 o de 5 tones, usats en els panells de 15 cm de gruix.

- Ancoratges Pfeifer Vs-Box 120 d'unió als components contigus: quatre ancoratges en forma de llaç (poden ser més, en funció de les necessitats de cada cas), situats a cada cara vertical del panell, també a les cares superiors inclinades dels panells capcers. Aquests ancoratges estan destinats a enllaçar-se amb els ancoratges del panell contigu i a fer d'estreps de les armadures verticals del junt entre panells.

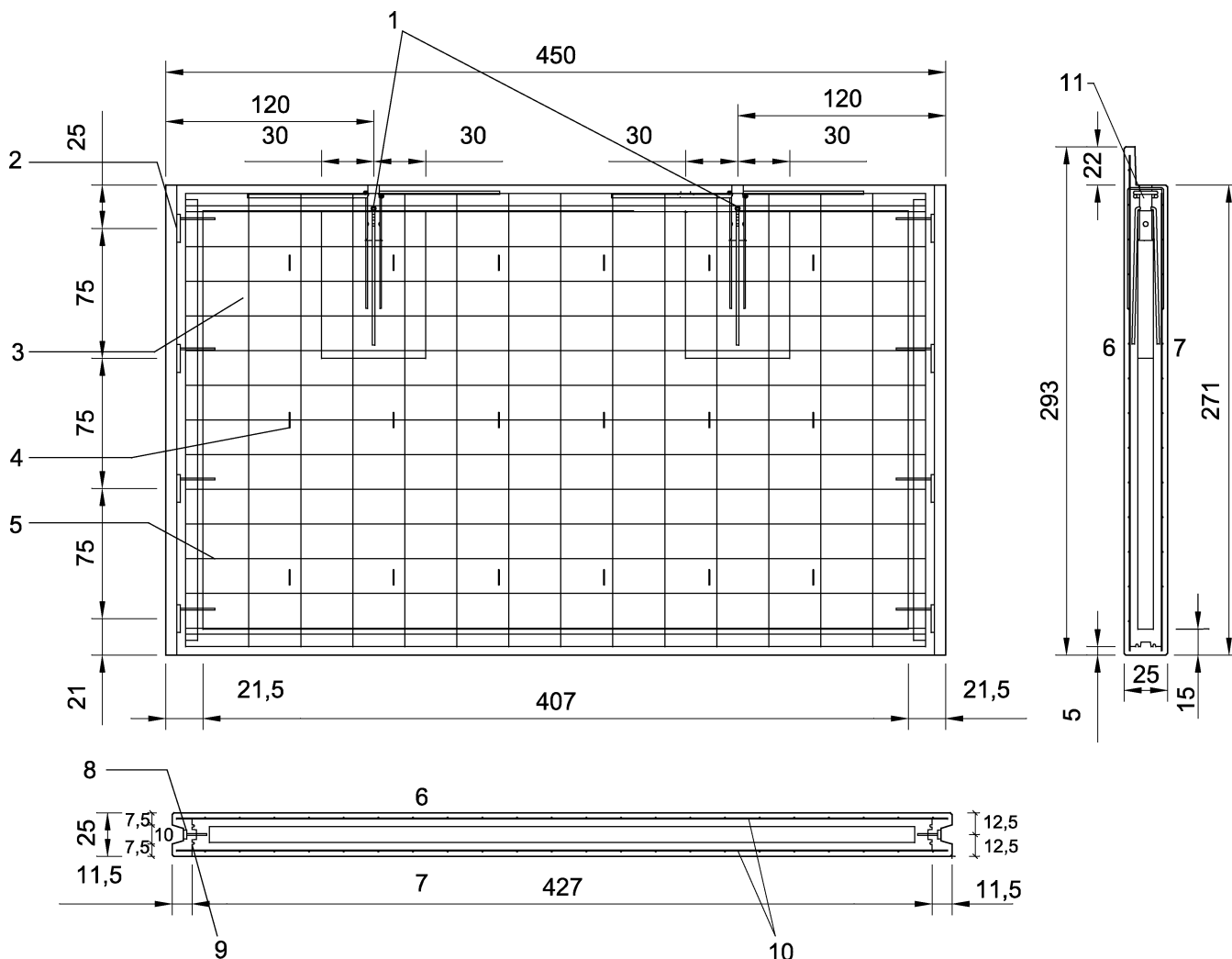
- Elements de posicionament i d'unió amb el panell superior (casquets): penetren aproximadament 10 cm en el panell, i s'hi allotja una clavilla roscada que connectarà amb la caixa d'anivellament del panell superior. La funció exclusiva d'aquestes clavilles és la d'anivellar els panells verticals i contribuir a sustentar-los durant el muntatge; en el càlcul de la unió definitiva es considera que aquestes clavilles no contribueixen a la resistència. Tots tres elements (ancoratges d'elevació, casquets i ancoratges Pfeifer) es col·loquen centrats en el gruix del panell.

- Caixes d'anivellament d'acer no galvanitzat situades a la base de la cara interior del panell, ubicades en un calaix de 15 cm d'alçada x 20 cm d'amplada i 18 cm de profunditat. Les caixes permeten ajustar la posició dels panells per tal d'aconseguir que la cara superior dels panells, sobre la qual recolzen els sostres, quedi perfectament anivellada.

Les caixes d'anivellament PSK-20E presenten 3 variants, en funció de si se situen centrades o excèntriques en un panell de 25 cm, o centrades en un panell de 15 cm (amb càrregues majoritàriament centrades).

Les caixes se situen en un tram massís de panell d'uns 40 cm d'amplada i 85 cm d'alçada, amb armadures verticals específiques. Si l'alçada de la peça és inferior a l'alçada d'armat aquí indicada, s'usen dues armadures suplementàries en forma d'U invertida. El perímetre del tram massís que envolta la caixa d'anivellament es reforça amb el mateix perfil Eco que recorre tot el perímetre exterior i interior (d'obertures) dels panells.

Quan el panell inclou obertures, aquestes s'implementen en fàbrica sobre el panell, mitjançant contramotlles de les dimensions de l'obertura, la qual pot incorporar de fàbrica la caixa de persiana. Generalment, i en funció de la llum de les obertures, el panell disposa d'un tram massís al peu de l'obertura en el cas de les portes, per tal de fer front a les tensions de tracció que es produeixen durant el transport i la manipulació dels components.



- | | |
|--|--|
| 1. Ancoratge d'elevació del panell | 6. Cara fina |
| 2. 4 ancoratges Pfeifer Vs-box | 7. Cara rugosa |
| 3. Planxes d'EPS de 10 cm de gruix amb 3 cm d'espai fins al perfil Eco, excepte als nervis centrals, on va a tocar el perfil | 8. 4 ancoratges Pfeifer Vs-box |
| 4. Ganxets tipus forcelle Eco Forc 25 L-200 | 9. Armadura realitzada amb perfil Eco |
| 5. Un mallat sobre cada cara del panell | 10. Un mallat sobre cada cara del perfil Eco |
| | 11. Armadura realitzada amb perfil Eco |

(*) Les cotes de totes les figures d'aquest document estan expressades en cm.

Figura 2.2: Exemple de l'armat d'un panell de façana.

2.2. Panells capcers

Tenen la mateixa estructura que els panells de façana, l'alleugeriment de poliestirè inclòs. Se'n diferencien pel fet que no presenten l'aleta exterior a la cara superior, atès que disposen d'unes armadures específiques en funció de la seva geometria (en alguns casos presenten vèrtexs aguts que requereixen una densitat d'armat més gran), i perquè tenen un orifici rectangular per a la ventilació de la coberta¹.

Hi ha dos tipus de panells capcers: els interiors, de 15 cm de gruix i sense capa interior de poliestirè, i els

exterior, de 25 cm de gruix i amb capa de poliestirè. Els primers no tenen element de posicionament i unió a les plaques de coberta, mentre que els panells exteriors disposen d'ancoratges Pfeifer Vs-Box o casquets Philip als quals s'agafen les armadures horitzontals que se situen als junts entre les plaques de coberta. Les prestacions del panell, segons la Declaració de Prestacions d'acord amb la norma UNE-EN 14992, s'indiquen a la taula 2.1 pels panells alleugerits i a la taula 2.2 pels panells massissos.

¹ Quan la casa es dissenya amb coberta no ventilada (espai habitable sota coberta), els panells no disposen d'orificis de ventilació.

2.3. Panells mitgers

Tenen la mateixa estructura que els panells de façana, l'alleugeriment de poliestirè inclòs, i només se'n diferencien pel fet que no presenten l'aleta exterior a la cara superior. Si el projecte ho requereix, poden ser panells massissos (sense alleugeriment interior) de 15 cm de gruix. Les prestacions del panell, segons la Declaració de Prestacions d'acord amb la norma UNE-EN 14992, s'indica a la taula 2.1 pels panells alleugerits i a la taula 2.2 pels panells massissos.

2.4. Panells d'ampit de coberta

Són components de formigó armat de 15 cm de gruix amb una alçada i longitud variable en funció de cada projecte. Les prestacions del panell, segons la Declaració de Prestacions d'acord amb la norma UNE-EN 14992, s'indiquen a la taula 2.2.

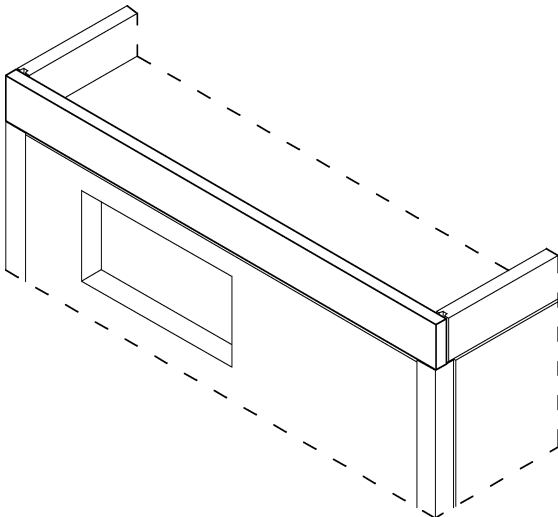


Figura 2.3: Panell d'ampit de coberta.

Característica	Valor declarat
Resistència a compressió del formigó f_{ck} (N/mm ²)	35
Resistència última a tracció de l'acer f_{tk} (N/mm ²)	575 (B 500 SD) 550 (B 500 T)
Límit elàstic de l'acer f_{yk} (N/mm ²)	500
Reacció al foc	A1
Aïllament al soroll aeri (dB)	62
Resistència tèrmica (m ² ·K/W)	2,25 (zones amb EPS) 0,13 (zones sense EPS)
Permeabilitat al vapor d'aigua (kg/m ² ·s·Pa)	0,9·10 ⁻¹⁰ (zones amb EPS) 0,6·10 ⁻¹⁰ (zones sense EPS)
Durabilitat	I, IIa o IIb segons projecte

Taula 2.1: Prestacions dels panells alleugerits.

Característica	Valor declarat
Resistència a compressió del formigó f_{ck} (N/mm ²)	35
Resistència última a tracció de l'acer f_{tk} (N/mm ²)	575 (B 500 SD) 550 (B 500 T)
Límit elàstic de l'acer f_{yk} (N/mm ²)	500
Reacció al foc	A1
Aïllament al soroll aeri (dB)	54
Durabilitat	I, IIa o IIb segons projecte

Taula 2.2: Prestacions dels panells massissos.

2.5. Plaques alveolars per a sostres

Són components plans autoportants amb alvèols per alleugerir-ne el pes, fabricats amb formigó HP-50 i pretesats amb cordons d'acer tipus UNE 36094. L'amplada de les plaques és de 120 cm i el cantell pot ser, en funció de la llum i de l'ús, de 16, 20 i 25 cm. S'usen als sostres sanitaris, als sostres de pis i a les cobertes. Les prestacions de les plaques alveolars, segons la Declaració de Prestacions d'acord amb la norma UNE-EN 1168, s'indiquen a la taula 2.3.

El junt lateral entre plaques presenta una canaladura tancada per la cara inferior i oberta per la cara superior, que permet la col·locació de les armadures d'unió del sostre amb l'encadenat dels murs i d'unió entre dues plaques de sostre contigües. El disseny de la canaladura s'ha concebut per aconseguir una distribució transversal correcta de les càrregues.

A més a més, si el projecte ho requereix, es pot trencar la cara superior dels alvèols de les plaques de sostre per fer possible la inserció d'armadures suplementàries d'unió del sostre als murs verticals. Aquestes ranures, una vegada col·locada l'armadura en la posició desitjada, s'omplen a l'obra amb formigó de resistència característica a compressió de 25 N/mm².

La geometria dels alvèols i dels junts horitzontals entre plaques, així com el nombre, la posició i la tensió de les armadures, donen lloc a 10 variants de placa per cada cantell.

Característica	Valor declarat			
Resistència a compressió del formigó f_{ck} (N/mm ²)	50			
Resistència última a tracció de l'acer f_{tk} (N/mm ²)	1.860			
Límit elàstic de l'acer f_{yk} (N/mm ²)	1.710			
Aïllament al soroll aeri (dB)	Cantell (cm)	16	20	25
	dB	49	50	55
Transmissió del soroll per impacte	Cantell (cm)	16	20	25
	dB	80	79	74
Durabilitat	I, IIa o IIb segons projecte			

Taula 2.3: Prestacions de les plaques alveolars.

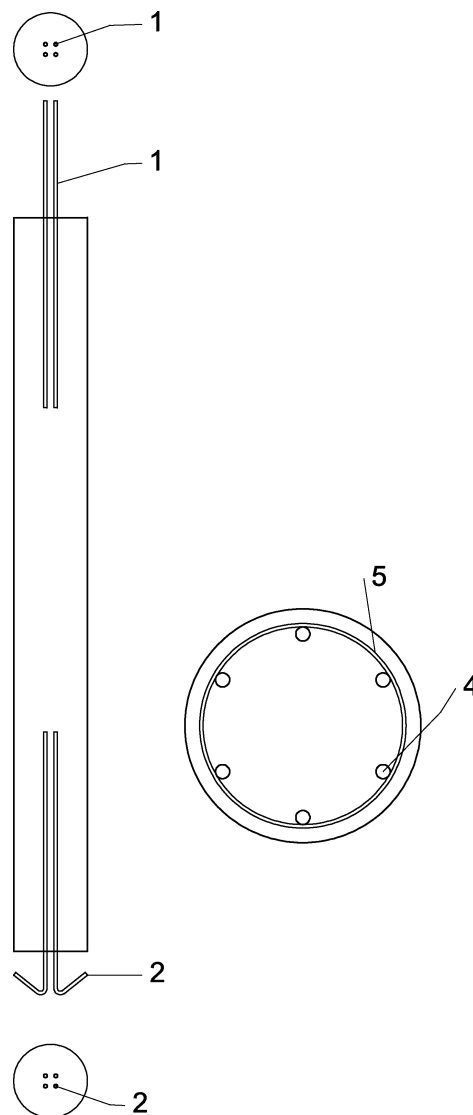
2.6. Pilars

Són components de formigó armat de diferents seccions (quadrada o circular), fabricats amb formigó armats, i cantells bisellats de 10 mm x 10 mm. Disposen d'armadures sortints pels extrems superior i inferior a fi de connectar-los amb els elements horitzontals. Les prestacions dels pilars, segons la Declaració de Prestacions d'acord amb la norma UNE-EN 13225, s'indiquen a la taula 2.4.

Característica	Valor declarat		
Resistència a compressió del formigó f_{ck} (N/mm ²)	35		
Resistència última a tracció de l'acer f_{tk} (N/mm ²)	575 (B 500 SD)		
Límit elàstic de l'acer f_{yk} (N/mm ²)	500		
Durabilitat	I, IIa o IIb segons projecte		

Taula 2.4: Prestacions dels components lineals.

L'armadura perimetral del pilar es dimensiona tenint en compte el vinclament al qual està sotmès el pilar, considerat que es tracta d'un element que treballa articulat en cap i peu.

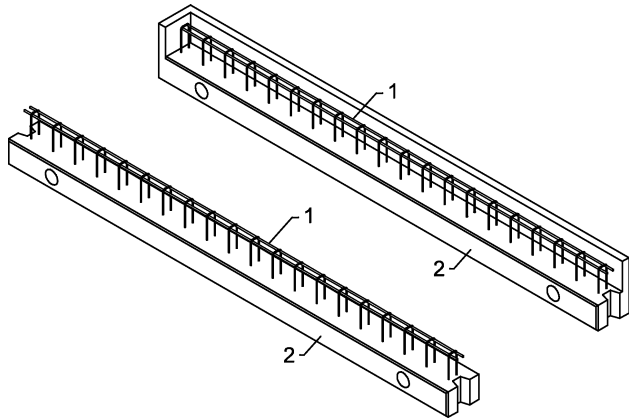


- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. 4 armadures de 105 cm | 4. 6 armadures verticals |
| 2. 4 armadures de 100 cm | 5. Espiral |
| 3. Armat del pilar | |

Figura 2.4: Exemple d'armat d'un pilar.

2.7. Jàsseres i riostes de suport del sostre sanitari

Las jásseres són components de formigó armat de secció en L (JL) o de secció quadrada (JC, també utilitzada com a riosta), amb dimensions variables en funció de les llums i de les càrregues. Les prestacions de les jásseres i riostes, segons la Declaració de Prestacions d'acord amb la norma UNE-EN 13225, s'indiquen a la taula 2.4.



1. Armadura d'unió
2. Jàssera de formigó

Figura 2.5: Jàssera tipus.

Disposen dels corresponents ancoratges d'unió entre sí, a les parets o als sostres. Si un pilar incideix per la part inferior d'una jàssera, l'armadura del pilar es fa passar a la jàssera a través d'un orifici preparat en fàbrica (vegeu la figura 6.7).

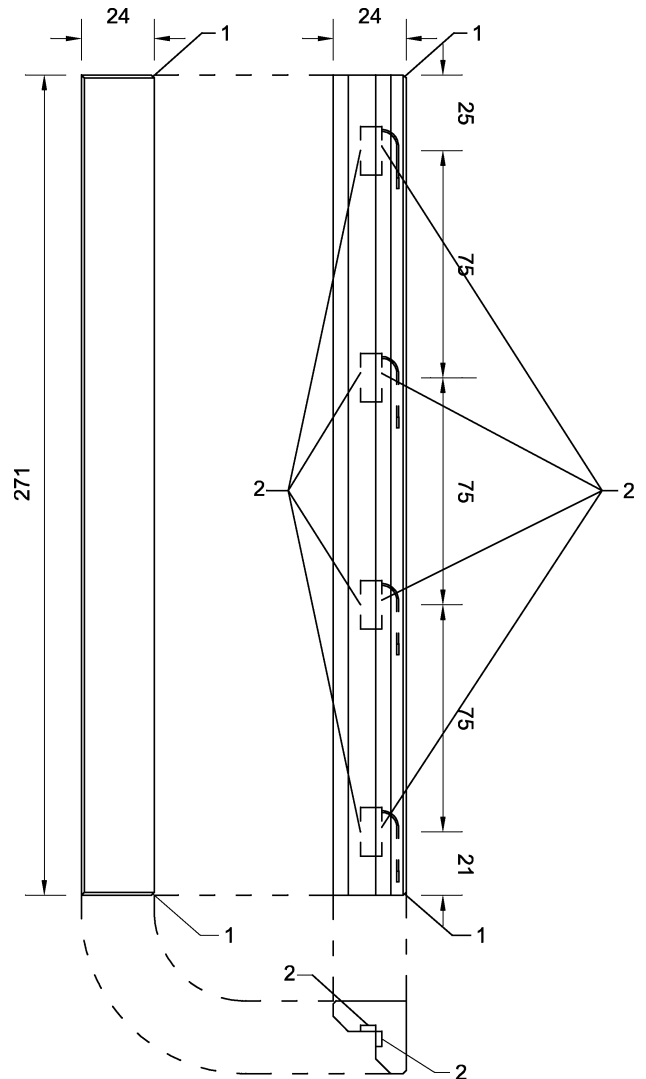
L'alçada de les riostes (sense comptar l'aleta exterior) és de 40 cm, cosa que permet la construcció de sostres sanitaris d'aquesta alçada. Aquestes riostes serveixen exclusivament com a suport del sostre i no tenen funcions de fonamentació resistent.

Les riostes perimetrals duen una aleta exterior, que actua com a encofrat de l'encadenat, i orificis de Ø110 mm per a la ventilació del sostre sanitari. Quan aquests orificis queden per sota de la rasant del terreny exterior, cal fer una arqueta enreixada que garanteixi que aquest orifici no es colgui de terra.

2.8. Cantoneres

Són components lineals verticals que, una vegada units als panells de façana incidents als vèrtexs de la casa, en constitueixen les cantonades. La funció principal de les peces cantoneres, a banda de constituir l'acabat arquitectònic de la cantonada, és la de lligar horitzontalment els dos panells que incideixen en cada cantonada, ja que tots dos tenen vinclament en el seu pla i, per tant, es produeix una tendència a obrir el junt vertical de la cantonada. Les armadures horitzontals integrades a les cantoneres i als panells (estreps o ancoratges Pfeifer), travessades verticalment per armadures col·locades a l'obra, estan destinades a resistir les tensions de tracció del junt.

Les cantoneres es fabriquen amb formigó armat, d'alçada de planta i amb secció en forma d'angle recte; cada ala fa 24 cm de longitud i 10 cm de gruix. Els cantells de la peça són bisellats a 10 mm. Les prestacions de les cantoneres, segons la Declaració de Prestacions d'acord amb la norma UNE-EN 13225, s'indiquen a la taula 2.4.



1. Galze 10 mm x 10 mm
- 2-1,4 ancoratges Pfeifer Vs-box

Figura 2.6: Cantonera.

L'alçada de les cantoneres és generalment igual a l'alçada total dels panells de façana (inclosa la seva ala exterior), cosa que permet que la cantonera actuï d'element d'encofrat del cercol de la planta superior.

Quan l'alçada de la cantonera no arriba a l'aleta exterior d'encofrat dels panells contigus, cal fer un encofrat a l'obra que cobreixi una longitud aproximada de 30 cm sobre cada cara de la cantonera, per tal de formigonar el tram de cantonada de cercol de la planta superior.

Les cantoneres disposen, en general i per a una alçada de planta estàndard, de quatre parells d'ancoratges Pfeifer, que s'uneixen a l'obra amb els ancoratges dels panells incidents i amb tres barres d'acer verticals passants per cadascuna de les tres interseccions que es formen entre cada parell d'ancoratges (vegeu la figura 6.3).

2.9. Cornises

Són components de formigó armat de diferents dimensions. A la cara inferior, una vegada col·locades, disposen d'un galze trencaaigües. Les prestacions de les cornises, segons la Declaració de Prestacions d'acord amb la norma UNE-EN 13225, s'indiquen a la taula 2.4.

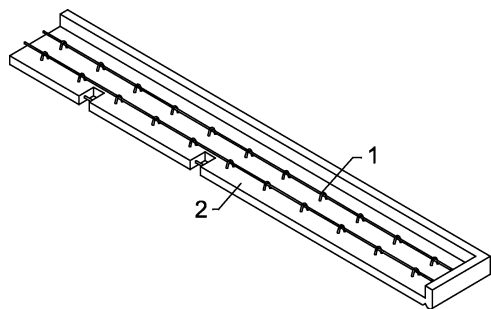
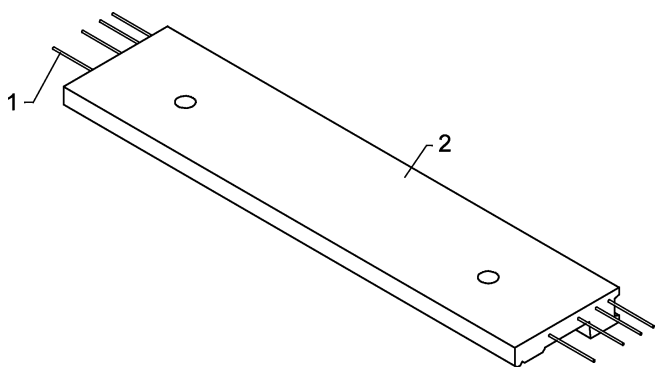


Figura 2.7: Cornisa horitzontal de coberta inclinada mixta.



1. Armadura d'unió amb acer B 500 SD
2. Cornisa de formigó

Figura 2.8: Cornisa inclinada de coberta inclinada.

L'armat de les cornises té en compte el seu vol, el recolzament d'elements sobre elles i la classe d'exposició a què són sotmeses, tenint en compte que es tracta d'elements particularment exposats a l'acció del vent i de la pluja.

2.10. Escales

Les escales són un element recte prefabricat de formigó armat, amb unes dimensions i inclinacions segons les especificacions de cada projecte. Disposen d'armadures sortints pels extrems a fi de connectar-los amb la resta de l'estructura.

L'amplada de les escales oscil·la entre 1,00 m i 1,40 m, graons amb petja de 28 cm i contrapetja de 17,7 cm. La longitud de les escales prefabricades pot variar entre 4,00 m i 7,00 m, depenent de l'altura a salvar (com a màxim 3,00 m d'altura). Les prestacions de les escales, segons la Declaració de Prestacions d'acord amb la norma UNE-EN 14843, s'indiquen a la taula 2.5.

Característica	Valor declarat
Resistència a compressió del formigó f_{ck} (N/mm ²)	35
Resistència última a tracció de l'acer f_{tk} (N/mm ²)	575 (B 500 SD)
Límit elàstic de l'acer f_{yk} (N/mm ²)	500
Durabilitat	I, IIa o IIb segons projecte

Taula 2.5: Prestacions de les escales.

2.11. Xemeneies

La xemeneia de la casa Hormipresa és metàl·lica i es projecta en funció dels requisits de cada obra.

2.12. Toleràncies dimensionals dels components prefabricats

Les toleràncies dimensionals de fabricació dels components prefabricats a la planta d'Hormipresa, compleixen amb els requisits de les normes de producte corresponents.

3. Fabricació de l'estructura i l'obra grossa de la Casa Hormipresa

3.1. Matèries primes

Els materials que s'indiquen a la taula 3.1 constitueixen les matèries primeres d'entrada al procés de producció dels components prefabricats en planta i dels elements executats a l'obra:

Material genèric	Elements constructius	Valor declarat
Formigó	Components prefabricats armats	$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$
	Plaques alveolars pretesades	$f_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$
	Junts i nusos executats a l'obra	HA-25
Àrids	Components prefabricats armats	Àrid fi 0/2, àrid 6/12
	Plaques alveolars	Àrid fi 0/2, àrid fi 0/4 , àrid 6/12
	Fonamentació	Àrid de grandària màxima de 25 mm
	Junts verticals entre plaques (executats a l'obra)	Àrid de grandària màxima de 12 mm
Ciments	Ciment de fabricació del formigó per als components prefabricats (armats / pretesats)	CEM I 52,5 R
	Ciment usat a l'obra	CEM II 32,5 R
Additius	Components prefabricats armats	Accelerant, superfluidificant
Acers	Armatures dels components prefabricats	$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ $f_{tk} = 575 \text{ N/mm}^2$
	Nusos executats in situ	B 500 SD
	Mallats soldats	Malla 15 x 15 &6-6 B500T
	Filferros i cordons d'acer a les plaques alveolars pretesades	Cables de Ø5, Ø9,3, Ø13, Ø15,2 $f_{pk} = 1.710 \text{ N/mm}^2$ $f_{pk} = 1.860 \text{ N/mm}^2$
Material alleugeridor-aïllant	Poliestirè expandit	Planxes de 10 cm de gruix i coeficient de conductivitat tèrmica $\lambda = 0,046 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ segons declaració de prestacions del fabricant
Plaques de guix laminat	Envans interiors	Plaques de guix laminat

Taula 3.1: Matèries primeres usades en la construcció de l'estructura i l'obra grossa de la casa industrialitzada Casa Hormipresa.

3.2. Procés de fabricació

3.2.1. Introducció

El procés de fabricació de la casa industrialitzada Casa Hormipresa, consta de les següents etapes:

- Disseny de la casa.
- Disseny dels components industrialitzats.
- Fabricació dels components a la planta d'Hormipresa.
- Transport dels components a l'obra.

- Muntatge dels components a l'obra: execució dels nusos i altres treballs d'acabament del sistema estructural.

3.2.2. Disseny del projecte

El procés de disseny de l'estructura i l'obra grossa de la casa industrialitzada es realitza d'acord amb les exigències de la reglamentació vigent a l'àmbit de la construcció de formigó armat, la *Instrucció de Formigó Estructural EHE-08* i el *Codi Tècnic de l'Edificació* (en endavant CTE). Entre tots els aspectes de disseny que cal tenir en compte, es destaquen els següents requisits:

- Requisits habituals que cal considerar en el disseny de qualsevol projecte:
 - Plànol desitjat pel client.
 - Requisits de resistència mecànica derivats dels pesos propis de la construcció i de les càrregues d'ús.
 - Requisits de resistència mecànica derivats de la localització geogràfica: zona sísmica, accions de vent, càrregues de neu.
 - Requisits d'aïllament, estancitat i confort tèrmic derivats de la localització geogràfica: zona climàtica, altitud, orientació.
 - Característiques geològiques del terreny: resultats de l'estudi geològic previ.
 - Accions del terreny en cas de construccions soterrades o semisoterrades.
 - Ordenances municipals que limitin certs aspectes del disseny: pendents de cobertes, dimensions d'obertures, etc.
 - Classe d'exposició: requisits de protecció de les armadures dels elements armats.
 - Nivell del control en la fabricació dels components prefabricats.
 - Nivell de control d'execució previst per a l'execució a l'obra
 - Altres
- Requisits específics que s'han de tenir en compte en funció de la naturalesa prefabricada del projecte:
 - Característiques d'accessibilitat de la parcel·la: dificultats de transport, descàrrega i manipulació dels components prefabricats.
 - Requisits i accions derivades de la manipulació dels components: sistemes d'ancoratge, armadures específiques de tracció.
 - Requisits d'impermeabilitat a l'aigua dels junts entre els components, en funció de les característiques d'exposició.
 - Requisits de monolitisme en funció de les accions sísmiques previstes.
 - Disseny adequat dels elements de façana i dels seus detalls: cornises, ràfecs, trencaigües, etc.
 - Naturalesa de les superfícies dels panells prefabricats: rugositat, planor, compatibilitat amb revestiments.
 - Altres

3.2.3. Disseny dels components industrialitzats

L'oficina tècnica d'Hormipresa, en funció dels requisits de disseny anteriors, dissenya cadascun dels components prefabricats que constitueixen el projecte.

Al plànol de cada component, que passa a constituir-ne la fitxa de fabricació, hi consta la informació següent:

- Dimensions dels components, incloses les obertures (generalment acotades sobre 2 o 3 vistes).
- Posicionament de les armadures, dels perfils, dels ancoratges d'anivellament i unió, de les caixes d'anivellament, dels ancoratges Pfeifer, dels ancoratges de manipulació i de les planxes aïllants.
- Indicació de les característiques de cadascun d'aquests elements d'armat i d'ancoratge.
- Tipus de formigó que cal utilitzar.
- Massa aproximada del component.
- Observacions o comentaris específics.
- Escala de representació.
- Tipus genèric de component.
- Codi del component.
- Nombre d'unitats que s'han de fabricar.
- Referència i localització de l'obra.
- Edició del document.

Aquest document constitueix la fitxa de fabricació del component i és el document de referència que utilitzen els operaris a l'obra en el muntatge de la casa. La resta de característiques del producte que no consten a les fitxes són estàndards.

3.2.4. Fabricació dels components a la planta d'Hormipresa

3.2.4.1. Formigó

El procés de fabricació del formigó autocompactant es realitza a cobert en una central automàtica. Es disposa de dues amassadores, una pel formigó de les plaques alveolars i una altre per la resta de components. En la primera les dosificacions dels diferents materials i additius es fan per pes, a la segona la dosificació de l'aigua és per volum i la resta de components per pes. El formigó s'addiciona amb diferents quantitats d'accelerants, plastificants i superfluidificants segons les necessitats productives i condicions ambientals, finalment, és dut en pocs minuts, per mitjà de cubilots, als punts de formigonat.

3.2.4.2. Fabricació de les armadures

Les armadures dels elements prefabricats s'encarreguen a proveïdors externs. Les armadures subministrades disposen de marca de qualitat.

3.2.4.3. Panells de façana, capcers, mitgers i amplit de coberta

La fabricació es duu a terme a temperatura ambient en naus cobertes, tancades i dissenyades per a la seva fabricació, sobre unes taules metàl·liques de 12 m x 15 m que avancen a través d'un circuit de carrils, anomenat sistema carrusel.

Després de preparar els laterals de les taules d'acord amb les dimensions especificades a la fitxa de fabricació, les taules es polvoritzen amb un oli sintètic desencofrant, es col·loquen les armadures de fons, totes amb els corresponents separadors de plàstic per garantir els recobriments prefixats, es formigona aquesta capa, si procedeix, es col·loca el poliestirè expandit i a continuació es completa el formigonat, prèvia col·locació de l'armadura superior. Seguidament es regleja la cara superior.

Una vegada les taules han estat formigonades, passen a l'interior d'un túnel de curat, on queden emmagatzemades durant el temps mínim per al seu curat, amb temperatures mitjanes que oscil·len entre 40 °C i 45 °C, i amb un nivell d'humitat necessari per evitar la deshidratació superficial del formigó².

S'han incorporat també al component la totalitat de peces auxiliars que consten a la fitxa de fabricació: ancoratges d'elevació, ancoratges de posicionament i caixes d'anivellament i ancoratges Pfeifer; el procés ha de garantir que l'abocament del formigó no en perjudica el posicionament nominal. Igualment, si el panell disposa d'obertures, s'hi han d'incorporar els contramoltes corresponents i, si cal, també la caixa de persiana.

Quan el cicle finalitza, la taula es fa bascular mitjançant una grua pont per treure la peça en posició vertical, a fi d'evitar-ne el seu corbament, i dur-la al magatzem, on ha de passar el control intern de qualitat. Un cop acceptada la peça, queda en estoc fins que es trasllada a l'obra.

Els panells de geometria "especial", com els panells capcers, es fabriquen a les mateixes taules, que disposen de dos laterals mòbils i inclinables.

3.2.4.4. Plaques alveolars

Les plaques alveolars pretesades es fabriquen sobre pistes metàl·liques, de longitud superior als 100 m, que disposen de màquines vibrofinadores.

Les pistes metàl·liques es netegen i es polvoritzen amb desencofrant i posteriorment s'estiren els cables de pretesat al llarg de tota la pista. Quan els cables estan estirats, es comença a tesar-los mitjançant tesadores hidràuliques degudament calibrades. Les pistes estan a temperatura ambient, tot i que disposen d'un sistema de

calefacció que permeten mantenir-les a una temperatura constant de 40°C. Un cop la pista està totalment formigonada i el formigó endurit, al cap d'unes 16-18 hores, les plaques es tallen amb serres mecàniques a la longitud que indiquen les fitxes de fabricació.

Les fitxes de fabricació marquen la posició de les armadures actives i les tensions de tesat.

3.2.4.5. Pilars, jàsseres i riestes de sostre sanitari

Es fabriquen en taules metàl·liques horitzontals amb laterals accionats hidràulicament, el que permet aconseguir les diferents alçades i seccions de les peces. S'hi poden afegir, segons el tipus de peça, uns complements que permeten aconseguir moltes seccions diferents. També s'hi poden incorporar uns separadors per delimitar la peça en el sentit longitudinal.

Després de preparar els laterals de les taules a les dimensions indicades a la fitxa de fabricació, la taula es polvoritza amb oli desencofrant sintètic i s'hi col·loquen les armadures amb els corresponents separadors de plàstic a fi de garantir els recobriments prefixats. Quan tota l'armadura està col·locada, es formigona i es regleja la cara superior de forma manual.

Aquests components es curen de forma natural, a temperatura ambient. Quan el formigó ha endurit, si procedeix, previ a l'obertura de la taula, els components es tallen amb serres mecàniques per tal d'obtenir la longitud que s'indica a la fitxa de fabricació. A continuació, es retira la peça del motlle per mitjà d'una grua pont que la trasllada en posició horitzontal fins al magatzem, on passa el control intern de qualitat, després del qual la peça resta en estoc a l'espera del trasllat a l'obra.

3.2.4.6. Escales

La fabricació d'escaleres es realitza en vertical. Primer s'adapten els motlles a les dimensions i geometria dels graons i a l'angle de les plataformes. Es neteja la superfície del motlle amb aire i/o dissolvent i s'aplica desencofrant. Seguidament s'hi col·loquen les armadures amb els corresponents separadors, les baines antibolcada i els capçals metàl·lics.

A continuació es formigona la peça i un cop el formigó ha endurit, al cap de 16-18 hores a temperatura ambient, s'extreu del motlle i es poleixen les rebaves i si s'escau s'allisa la superfície amb morter de reparació.

² Quan l'element hagi de treballar en condicions especials d'exposició (situació d'elevada humitat o d'exposició a la pluja), el procés d'acceleració de l'enduriment del formigó, d'acord amb la norma EN 13369, s'haurà de moderar (temperatures màximes de 65°C,

amb major durada del procés) i durarà fins que la resistència a compressió en el desemmoltatge no sigui de 15 N/mm².

3.3. Etiquetat dels productes

L'etiqueta dels components prefabricats que disposen de norma harmonitzada presenta la informació indicada a l'annex ZA de la norma en qüestió a més de la informació següent:

- Identificació del fabricant.
- Nom del client.
- Situació de l'obra.
- Referència de la peça.
- Data de fabricació del component.

4. Control de la producció de l'estructura i l'obra grossa de la Casa Hormipresa

El sistema de qualitat de fabricació dels elements industrialitzats inclosos en aquest DAU, desenvolupat i aplicat per Hormipresa a la planta del Pla de Santa Maria, ha estat auditat per l'ITeC amb resultat satisfactori.

Hormipresa ha obtingut la certificació ISO-9001 per a les seves activitats de disseny, producció i muntatge d'elements estructurals prefabricats de formigó armat o pretesat, d'elements no estructurals prefabricats de formigó i l'edificació d'habitatges realitzades a la planta del Pla de Santa Maria. La certificació ha estat concedida per AENOR, amb referència ER-0097/2013.

L'aplicació continuada que Hormipresa duu a terme respecte del sistema de qualitat permet garantir que les característiques dels components industrialitzats són les que s'indiquen a l'apartat 3 del present document. A l'apartat 4 es mostra la relació dels controls de producció que aplica Hormipresa en cadascuna de les fases de la fabricació.

4.1. Control de matèries primes utilitzades en la fabricació

Les freqüències establertes al pla de control de les matèries primeres corresponen a un nivell de control normal. En cas que es detectin anomalies, es passa a aplicar, de forma temporal, el nivell de control intens.

4.2. Controls de fabricació

4.2.1. Controls en el disseny del projecte

Inicialment es recullen tots els requisits (reglamentaris, d'urbanisme, del client i tècnics de tota mena) que són el punt de partida per preparar el projecte bàsic. Posteriorment, en el procés de preparació del projecte executiu i d'obra es produeixen modificacions que es documenten. Prèviament a l'aprovació final del projecte, es controla que totes les modificacions hagin quedat consignades al projecte.

4.2.2. Controls en el disseny dels components industrialitzats

Es preparen els plànols de cadascun dels components, els quals constitueixen les fitxes de fabricació. Després es contrasta amb el responsable del projecte que les fitxes responguin efectivament a totes les especificacions del projecte i que continguin tota la informació necessària per a la correcta fabricació.

4.2.3. Control en la fabricació dels components a la planta d'Hormipresa

Els components prefabricats de formigó de la Casa Hormipresa disposen de marcatge CE sota el sistema 2+ amb el que es disposa d'un certificat de conformitat del control de producció en fàbrica.

Component constructiu	Norma	Codi de la declaració de prestacions
Panells alleugerits	UNE-EN 14992	Hormipresa/14992/1170/CPR/PH.01808
Panells massissos		
Plaques alveolars	UNE-EN 1168	Hormipresa/1168/1170/CPR/PH.01808
Pilars		
Jàsseres		
Riostes	UNE-EN 13225	Hormipresa/13225/1170/CPR/PH.01808
Cantoneres		
Cornises		
Escales	UNE-EN 14843	Hormipresa/14843/1170/CPR/PH.01808

Taula 4.1: Relació de components i les seves Declaracions de Prestacions.

4.2.4. Control de recepció a l'obra dels materials

El tècnic responsable de l'obra s'encarrega d'acceptar o de rebutjar els components i materials que hi arriben, d'acord amb les característiques del desperfecte i de la seva repercussió potencial en les prestacions de la casa. Respecte dels components, es controla:

- La coincidència del marcatge dels components amb les referències indicades al dossier de plànols.
- L'estat extern: fissures, escantonaments, etc.

Per als materials subministrats a l'obra (àrids, ciments, armadures, etc.) s'apliquen els controls de recepció habituals a les obres tradicionals.

Segons indica l'article 91 de l'EHE-08, en el moment de la recepció a l'obra caldrà comprovar les categories o valors declarats a la documentació que acompanyi el marcatge CE dels components en relació amb els valors calculats del projecte.

Per a la resta de components, la Direcció d'Obra és responsable d'aplicar, en cada cas, els controls de recepció preceptius sobre els acers, aigua, formigó i qualsevol altre producte utilitzat a l'obra.

4.2.5. Control de l'execució dels components de l'obra executats in situ

Una vegada verificat que els materials i components rebuts a l'obra es corresponen amb els del projecte, els controls diferencials respecte als d'una obra de formigó armat executada in situ estan adreçats a comprovar els aspectes següents:

- Ubicació de cada component en la seva posició de projecte.
- Col·locació de cada component: aplomat, anivellació i, si cal, apuntament.
- Coincidència entre els component mascle-femella de posicionament de les peces (quan en tinguin) i correcta connexió entre ells.
- Aparició de fissures o altres defectes com a conseqüència de la manipulació de les peces: reparació, si cal, dels defectes.
- Execució dels junts entre peces: dimensions nominals, correcta ubicació d'armadures, formigonat.

5. Emmagatzematge, transport i manipulació

Els components industrialitzats es transporten i s'emmagatzemen a l'obra a la intempèrie; les plaques s'apilen horitzontalment sobre llistons de fusta i els panells verticals es transporten i s'emmagatzemen a l'obra sobre bastidors verticals (lleugerament inclinats). La manipulació dels components a l'obra es fa amb una grua, en la mateixa posició d'emmagatzematge.

Les plaques alveolars s'han d'apilar en piles d'alçada inferior a 1,5 m, tenint cura que totes les plaques quedin alineades segons la vertical, i s'han de manipular de manera que no quedin longituds de més de 0,5 m en voladís als extrems. Això s'ha de tenir en compte en les següents situacions:

- A l'hora de col·locar les plaques apilades en el camió o al terra de l'obra, sobre els llistons de fusta.
- A l'hora de manipular les plaques amb la pinça³. La longitud d'aquesta pinça ha de ser suficient per a les longituds de plaques alveolars de l'obra.

Els panells verticals que disposen d'obertures s'han de manipular amb cura, de manera que, en especial en les llindes i en els vèrtexs de les obertures, no estiguin excessivament traccionats. Quan la llum de l'obertura és gran, Hormipresa inclou un tram massís a l'extrem inferior de l'obertura, que es talla quan el component ja s'ha col·locat a l'obra.

³ Pinça específicament dissenyada per a la manipulació de plaques.

⁴ L'Eurocodi 2 (UNE-ENV 1992-1-3: *Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-3: Reglas generales. Elementos y estructuras*

6. Criteris de projecte i de posada a l'obra

6.1. Criteris de projecte

El tècnic responsable ha de dissenyar l'obra tenint en compte quins són els diferents requisits, indicats a l'apartat 3.2.2, i considerant els criteris generals següents, que caracteritzen el sistema constructiu Casa Hormipresa:

- L'absència de capa de compressió als sostres, la limitada secció dels cercols, les llums de fins a 10 m que es poden assolir amb plaques alveolars, la unió per fricció de les riostes del sostre sanitari als fonaments in situ i les discontinuïtats entre components estructurals fan que es tracti d'un sistema estructural isostàtic. En aquells casos en què existeixin sol·licitacions sísmiques o de vent elevades, cal que el projecte implementi les mesures constructives que calgui per tal de fer front a aquestes sol·licitacions, com ara disposar components portants en les dues direccions de la planta a intervals menors que els estàndards, per tal d'aconseguir la necessària trava.
- En les situacions més comunes, quan no existeixen requisits elevats de sisme o de vent, la distància màxima entre elements de travada és de 7,5 m.
- Quan la casa disposa de murs soterranis, s'han de dimensionar en funció de les empremtes previstes del terreny, les quals dependran, entre d'altres factors, del fet que la casa disposi o no disposi d'un sistema de drenatge d'aigües pluvials. Atès que generalment es tracta de cases amb jardí, cal que els murs de soterrani estiguin impermeabilitzats exteriorment.
- Els components prefabricats han de complir les quanties mínimes d'armat establertes per la instrucció EHE-08, destinades a evitar la fissuració per retracció del formigó⁴.
- Els cantells dels sostres han de complir la condició de cantell mínima de l'art. 50.2.2.1 de l'EHE-08
- La selecció dels elements resistents horitzontals ha de tenir en compte la presència d'elements singulars que modifiquen la distribució d'esforços sobre els sostres, com els passos d'escala o, en general, tots els forats que superen els 25 cm, així com el recolzament de càrregues puntuals, com ara una xemeneia o els murs que recolzen sobre el sostre fora de l'eix del mur inferior que el sustenta.
- El recolzament d'un mur sobre un sostre fora de l'eix respecte del mur de la planta inferior no és, com a

prefabricados de hormigón) específica, per a panells sandvitx de formigó, una armadura mínima de 1,3 cm²/m en cadascuna de les direccions, horitzontal i vertical.

criteri general, una bona pràctica constructiva. No obstant això, si es duu a terme resta subjecte als criteris següents:

- Només es fa quan es tracta de l'últim sostre i, per tant, per sobre només hi ha, com a màxim, una planta.
- Es tracta d'un punt singular que requereix un dimensionat específic del sostre inferior i una execució específica que garanteixi l'anivellament del mur superior, ja que l'acord no disposa de la caixa d'anivellament que contempla el sistema constructiu per a la resta d'unions entre un sostre i un panell vertical.
- D'acord amb els criteris constructius preconitzats per la norma de resistència sísmica NCSE-02, aquesta solució no és adequada en zones amb requisits sísmics.
- Els forats als elements horitzontals de l'estructura per permetre el pas dels elements passants entre plantes poden realitzar-se a l'obra o en fàbrica, d'acord amb els criteris següents:
 - Els forats de fins a 25 cm de costat (o de diàmetre) poden realitzar-se a l'obra emprant perforadores rotatives adequades.
 - Els forats més grans de 25 cm de costat (o de diàmetre) s'implementen en fàbrica.

En tots dos casos anteriors el projectista de l'obra ha de considerar el dimensionat de les plaques de sostre tenint present les dimensions, la forma i la localització dels forats sobre les plaques en qüestió, així com les necessitats de protecció de la secció de placa tallada en funció de la classe d'exposició del component (el tall habitualment es produeix en situació interior).

- La distribució de les instal·lacions es fa de manera que els punts d'aigua i d'electricitat se situïn preferentment sobre les parets perimetrals de la casa, ja que la presència de l'extradossat de façana i del fals sostre permeten passar les instal·lacions sense afectar els panells de formigó.
- El bon comportament estructural de la casa prefabricada resideix en una adequada execució de la fonamentació, de manera que no es produeixin assentaments diferencials superiors a 1/1.000 (1 cm per cada 10 m).
- El formigó que s'aboca a l'obra en els junts verticals entre els components prefabricats ha de tenir la resistència, la consistència i la grandària màxima d'àrid definides al capítol 2.1 del present DAU, per tal que tingui la fluïdesa adequada per ser abocat en un junt armat i estret, ocupant-ne homogèniament tot el volum.
- El nivell de control de les propietats del formigó abocat a l'obra als junts verticals i als cercols dels sostres, així com el formigó dels fonaments, serà el

previst al projecte, d'acord amb les especificacions de control definides per l'EHE-08.

- Els components resistents caldrà que incorporin sistemes d'aïllament per tal de complir amb els requisits d'aïllament acústic i tèrmic.
Per aquest motiu cal que el projectista dimensioni en cada cas els materials d'aïllament per tal de complir les exigències mínimes reglamentàries aplicades en funció de la ubicació de l'obra i les exigències particulars del projecte.
- Les dimensions estàndard dels components del sistema estan concebudes per garantir els recobriments corresponents a les classe d'exposició I, IIa i IIb per a una vida útil de projecte de 50 anys. Quan la classe d'exposició és la IIIa (elements d'estructures marines per sobre el nivell del mar o elements situats a menys de 5 km de la costa), el recobriment mínim són 30 mm per CEM II/A-D però a cada projecte caldrà comprovar la seva suficiència.
- Els junts entre panells de façana són junts plens de formigó armat, que no es poden considerar com junts de moviment. Quan els trams rectes de parets siguin de dimensions considerables, caldrà disposar els junts de dilatació que en cada cas siguin necessaris, tenint en compte la insolació de cada façana, les condicions ambientals en el moment de l'execució dels elements i les propietats de deformació del formigó (retracció per humitat i dilatació tèrmica definides per l'EHE-08).

També caldran junts de moviments sempre que hi hagi una discontinuïtat important de l'edifici o de les accions actuant que pugui originar comportaments estructurals diferents i, per tant deformacions diferencials entre parts de l'estructura. És el cas, per exemple, de les cases amb una part de la planta amb soterrani i la resta de la planta sense soterrani.

En funció del tipus de moviment que hagi d'admetre aquest junt, i del nivell de col·laboració entre les dues parts de l'estructura dividides pel junt, se seleccionarà la tipologia i capacitat dels elements d'unió. Finalment, el junt es reblirà i se segellarà d'acord amb les funcions de l'element constructiu (tancament exterior, interior, etc.). En el cas de les façanes, el revestiment exterior queda interromput a nivell del junt que se segella amb un material elàstic i impermeable.

6.2. Criteris de posada a l'obra

6.2.1. Maquinària i eines necessàries

En l'execució de l'estructura i l'obra grossa de la casa industrialitzada Casa Hormipresa, cal disposar a l'obra de les eines i maquinària següents:

- Grua apta per aixecar els pesos dels panells, a l'alçada i a la distància requerides (en funció de les característiques del solar i d'on s'hi ubica la grua).
- Pinça de manipulació de les plaques alveolars de longitud suficient en funció de les longituds màximes i mínimes de les plaques.
- Serra de tall adequada per fer tall als components de formigó armat (fonamentalment les plaques alveolars).
- Perforadora rotativa per fer forats de fins a 25 cm als components de formigó armat.
- Suport per a la col·locació i emmagatzematge dels panells descarregats del camió, amb prou base i rigidesa per garantir-ne l'estabilitat.
- Puntals "diagonals" d'apuntament d'elements verticals.
- Escaires de cantonada.
- Altres estris de treball habituals en una obra executada amb formigó armat.

6.2.2. Preparació del terreny

Es realitzen els moviments de terres i excavacions requerides pel projecte i es prepara, si cal, la zona on s'ubica el camió que subministra els components, la zona on es col·loca la grua que els manipula i la zona on s'ubica el suport dels components descarregats.

Es replantegen els fonaments i es millora el terreny amb una base de formigó pobre amb àrid de 20 mm. Es fa el fonament amb formigó en massa o, si es tracta d'una casa amb soterrani, amb formigó armat. En el primer cas la superfície superior del fonament ha de rebre la riosta de suport del sostre sanitari, mentre que en el segon ha de rebre el panell vertical de soterrani. En ambdós casos s'ha d'intentar aconseguir la màxima planor possible de les superfícies de recolzament. Aquesta superfície s'acaba de rectificar i de corregir una vegada col·locat el component prefabricat, omplint amb morter de baixa retracció al junt entre el fonament i l'element.

6.2.3. Execució del sostre sanitari

El mateix dia de formigonar els fonaments, es col·loquen les riostes de suport del sostre sanitari, perimetrals i interiors de la casa, s'anivellen i es comproven els escaires de les cantonades, es corregeixen els petits desnivells amb falques i, finalment, es formigona per tal

de regularitzar el recolzament de les riostes sobre els fonaments.

Un cop col·locades les riostes, es realitza la xarxa horitzontal del sanejament, deixant les arquetes, els tubs i un pas per poder realitzar posteriorment les connexions de la instal·lació. Les plaques alveolars es perforen per al pas de les instal·lacions; s'hi fan passos circulars de fins a 25 cm de diàmetre amb una perforadora rotativa per a formigó, o bé passos més petits realitzats practicant diversos forats i trencant el tros de formigó que en quedi al centre.

Sobre les riostes es col·loquen les plaques alveolars (amb un recolzament mínim de 7 cm) que conformen el sostre sanitari de la casa, situat a uns 40 cm del terreny. El recolzament de les plaques alveolars sobre les riostes és directe, sense interposició de cap capa de regularització. Això és possible gràcies a l'elevada planor de les dues superfícies en contacte, perquè tant la cara inferior de la placa de sostre com la cara superior de l'element de suport són llises (en contacte amb el motlle en la fabricació). Quan alguna de les cares no sigui una cara llisa de motlle, caldrà aplicar les solucions de regularització que proposa la instrucció EHE-08⁵.

S'incorporen les armadures als junts entre plaques alveolars, que van unides al cercol perimetral que, al seu torn, està unit a les armadures verticals, les quals s'ubiquen posteriorment en els junts verticals, i es formigonen amb formigó tipus HA-25 el cercol del sostre sanitari i els junts entre plaques, utilitzant un vibrador adequat a les dimensions del junt.

Els forats de ventilació del sostre sanitari poden quedar situats per sobre o per sota de la rasant final del terreny. En aquest segon cas, cal fer durant l'execució dels treballs finals de la casa, una arqueta enreixada que garanteixi que aquest orifici no quedi colgat de terra.

La suficiència de la superfície de ventilació d'aquests forats es comprovarà de forma específica per a cada projecte.

⁵ Art. 59.2.3 EHE-08: recolzament sobre una capa de morter fresc d'almenys 15 mm de gruix, o bé sobre un material elastomèric.

6.2.4. Col·locació dels panells verticals

Es cargolen les clavilles de col·locació dels panells verticals a les riostes, fins que han entrat totalment a l'orifici. Abans de la col·locació dels panells (i de les cantoneres), cal arrencar totalment el plàstic de protecció dels ancoratges Pfeifer per evitar que quedi embegut en el junt vertical de formigó.

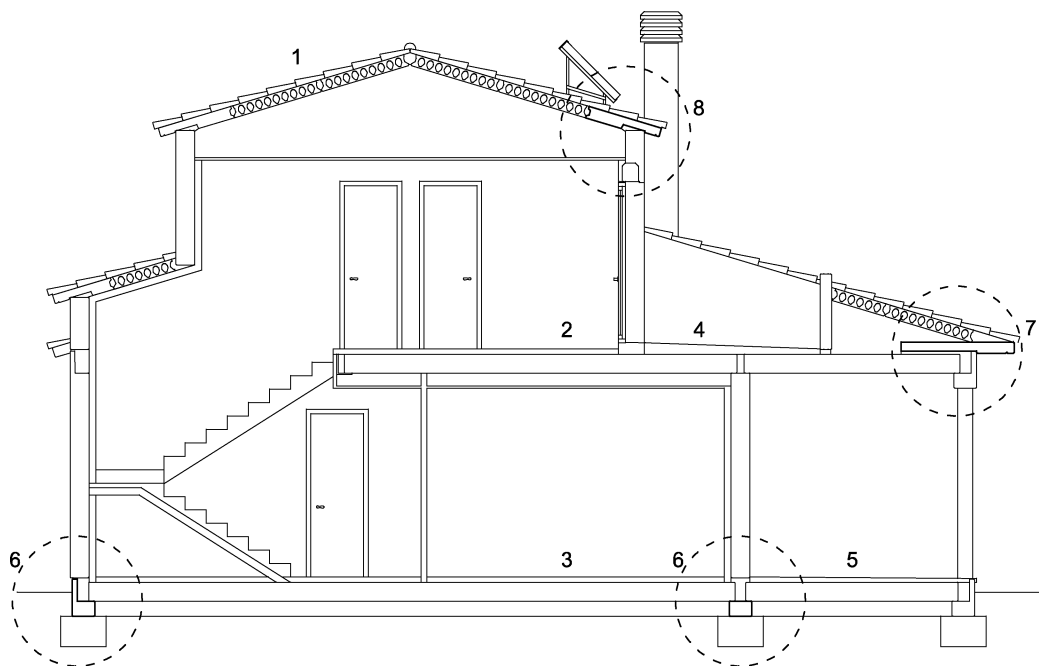
L'ordre d'execució dels tancaments verticals és el següent: es col·loquen els dos panells incidents a una cantonada de l'obra, subjectats per un escaire inferior i per puntals diagonals, s'incorpora la cantonera entre els dos panells i es lliguen els tres components amb un escaire superior; es continua la construcció per una de les ales, fins arribar a la següent cantonera. És convenient riostar cada panell amb un altre que hi incideixi perpendicularment.

La col·locació de cada panell es fa en fase de muntatge gràcies a les caixes d'anivellament, les quals tenen la funció d'anivellar el panell i de contribuir a subjectar-lo. En alguns casos cal redreçar les clavilles a fi que tinguin la direcció correcta per poder entrar en el component superior.

Una vegada estan col·locats tots els panells verticals de la planta, les cantoneres incloses, és el moment d'aplomar-los i anivellar-los, amb l'objectiu que la cara superior dels panells, sobre la qual recolzaran les plaques de sostre, quedi perfectament anivellada i els panells aplomats. Això s'aconsegueix per mitjà dels puntals diagonals regulables i de les caixes d'anivellament.

Excepcionalment, els panells verticals poden recolzar, a diferència del cas habitual de recolzament sobre un altre panell vertical, fora de l'eix del mur inferior. En aquest cas s'usarien platines metàl·liques en el recolzament per aconseguir l'anivellament desitjat, i caldria esperar com a mínim dos dies des del formigonat dels junts del sostre i la col·locació d'aquest panell. Aquesta solució queda limitada pels criteris indicats en 6.1.

En general l'acord entre dos panells es fa sempre amb un element de cantonera. Només es pot fer l'acord sense cantonera quan un dels panells que cal unir és curt. En aquest cas el panell més curt presenta sobre la cara lateral que rep l'altre panell la geometria trapezoidal i els ancoratges Pfeifer necessaris per executar la unió.

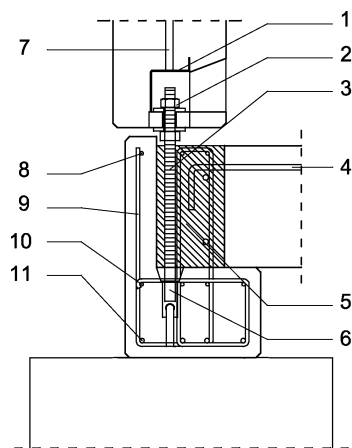


- 1. Coberta de pendent 30%
- 2. Planta primera
- 3. Planta baixa

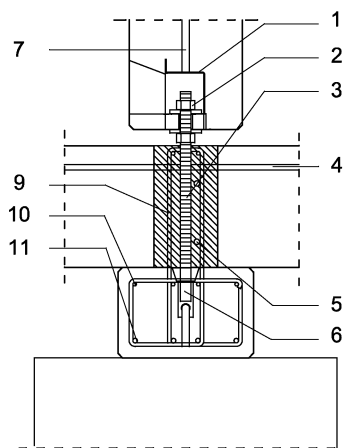
- 4. Terrassa
- 5. Porxo
- 6. Vegeu la figura 6.2

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

Figura 6.1: Secció vertical de l'estructura de la casa industrialitzada Casa Hormipresa.



1. Caixa d'anivellament
2. Femella + volandera
3. Espàrrecs de subjecció Ø20
4. Armadura de negatiu del sostre
5. Armadura sobre tot el perímetre de la planta
6. Casquet Ø20



7. Armadura de caixa d'anivellament
8. Armadura longitudinal de l'aleta exterior de la riosta
9. Estreps (dimensionament per càlcul)
10. Armadura longitudinal intermèdia de la riosta
11. Armadura longitudinal inferior de la riosta

Figura 6.2: Secció del recolzament del sostre sanitari.

6.2.5. Execució dels junts verticals i horitzontals

Els junts verticals entre panells s'executen de la següent manera: es passen les armadures verticals a través de les armadures Pfeifer dels panells i de les cantoneres, i a través dels estreps triangulars en el cas dels acords en T de 3 panells. La distància entre panells contigus i la disposició dels acords són les que s'indiquen a les figures 6.3, en funció de si es tracta d'un acord entre panells en cantonada, en T o en tram recte.

D'aquesta manera les dimensions nominals dels junts verticals entre panells són:

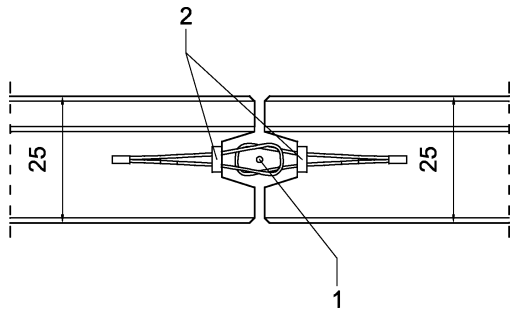
- 20 mm entre panells de façana.
- 20 mm entre panells mitgers.
- 10 mm en l'acord entre una cantonera i un panell de façana.
- 10 mm entre els panells de façana i un panell mitger incident perpendicularment (acord en T).

Una vegada col·locades i travades totes les armadures de la planta que es construeix, i disposats els llistons d'encofrat que fan que el formigó del junt quedi enrasat amb el parament interior i deixi un espai de 7 cm respecte del parament exterior, es formigonen els junts verticals, abocant el formigó amb cubilot.

Cal comprovar que el formigó ompli correctament tot el volum de junt que s'està formigonant i que no es disgregui.

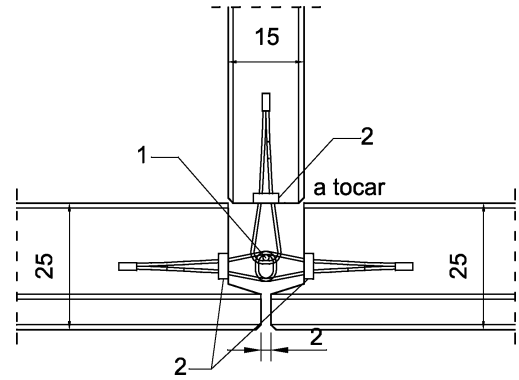
El buit exterior del junt vertical no es formigona, ja que s'omple posteriorment amb una massilla que aporta l'elasticitat i l'estanquitat adequades al parament exterior del junt.

El junt horitzontal inferior que queda entre els panells verticals i el sostre sanitari, així com les caixes d'anivellament, s'ataconen amb un morter de baixa retracció. El morter s'aplica, amb consistència fluïda, fent una barrera de contenció amb sorra per la cara interior del mur. Cal comprovar que el morter hagi omplert adequadament el junt fins a la cara exterior del mur; si no és així, cal acabar d'omplir el junt per la cara exterior del mur.



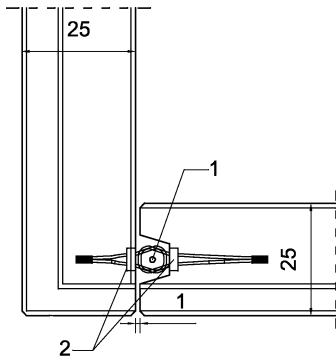
a) Acord de dos panells de façana

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



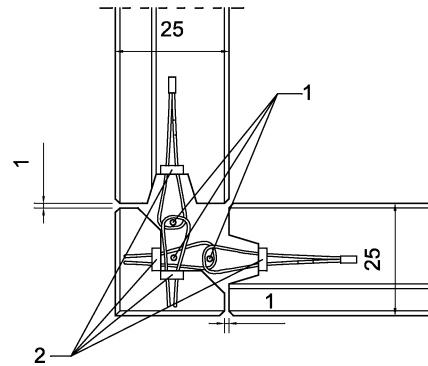
b) Acord en T de dos panells de façana i un panell interior

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



c.1) Acord de dos panells de façana sense peça cantonera

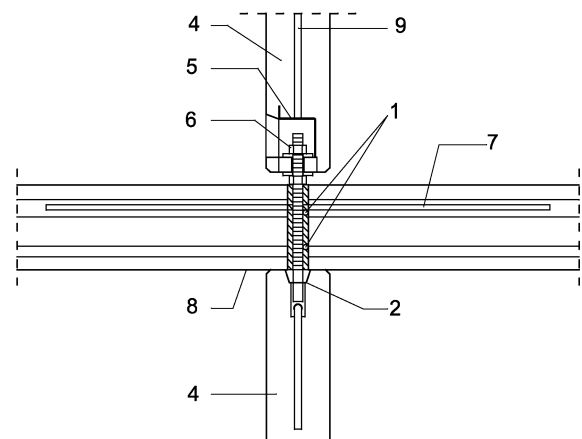
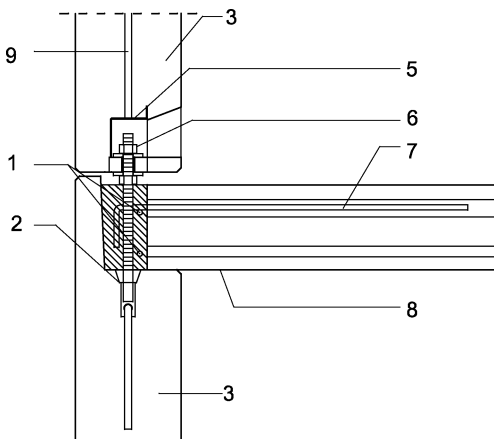
1. Una armadura vertical
2. Ancoratge Pfeifer Vs-box 120



c.2) Acord de dos panells amb peça cantonera

1. Tres armadures verticals
2. Ancoratge Pfeifer Vs-box 120

Figura 6.3: Detalls de l'acord entre panells.



1. Armadures longitudinals a tot el perímetre (cèrcol)
2. Casquet
3. Panell de tancament
4. Panell de mitgera
5. Caixa d'anivellament

6. Cargol d'anivellament
7. Armadura de negatius del sostre
8. Placa alveolar
9. Armadura de caixa d'anivellament

Figura 6.4: Detall de l'acord del sostre de pis amb panells verticals.

6.2.6. Execució del sostre de pis

El sostre de pis s'executa de la mateixa manera que el sostre sanitari (vegeu 6.2.3), una vegada que el formigó dels junts verticals de la planta inferior ha endurit. El recolzament mínim de les plaques és de 7 cm; les plaques es col·loquen a tocar entre elles, deixant un junt en la cara superior del sostre.

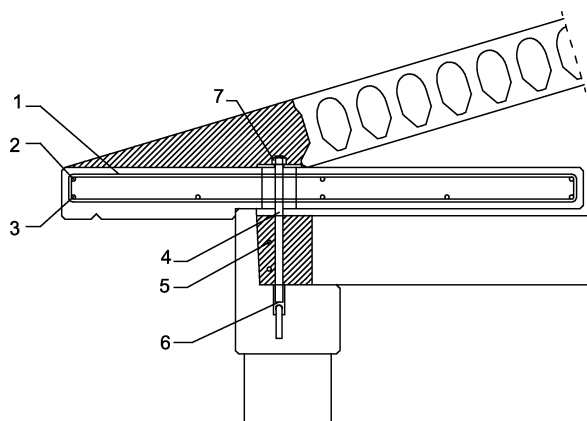
L'única diferència és que en aquest cas el cercol perimetral es fabrica a l'obra, mentre que en el cas del sostre sanitari el cercol ja estava incorporat a les riostes de fonament prefabricades.

Un cop col·locades totes les armadures i les clavilles de connexió entre el panell inferior i el superior, es formigona el conjunt i es procedeix a la instal·lació de les escales. Les escales penetren en el sostre superior a través d'un buit en el sostre que s'origina en col·locar una placa de sostre més curta que la resta. Es dissenya la casa per tal que aquest buit afecti a una sola placa. D'aquesta manera la solució de recolzament d'aquesta placa curta és que romangui recolzada en les plaques adjacents a través d'una planxa metàl·lica "en omega". Les plaques adjacents es calculen per suportar les càrregues addicionals transmèses per aquesta placa veïna. Seguidament es construeix la planta següent segons el procediment ja descrit per a la planta anterior.

6.2.7. Execució del sostre de coberta

Per a la col·locació dels panells que fan la inclinació de la coberta i sobre els quals recolzen les plaques alveolars de coberta, existeixen diferents solucions en funció del projecte:

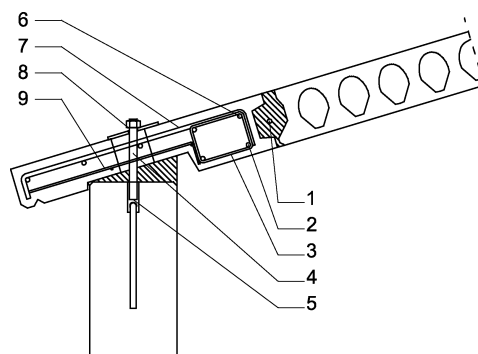
- Solució a): coberta recolzada sobre un sostre horitzontal de coberta a on, per exemple, poden emprar-se panells triangulars a una aigua, i panells rectangulars col·locats sota del carener, units per mitjà de cantoneres. El recolzament de la coberta sobre el sostre es fa a través d'un component de cornisa.
- Solució b): coberta recolzada sobre els panells verticals de la planta inferior i sense sostre intermedi. Poden emprar-se panells triangulars, a dues aigües, amb les inclinacions requerides pel projecte. Aquests panells, que fan la funció de jàsseres de la coberta, quan són exteriors tenen 25 cm de gruix i estan alleugerits amb poliestirè; quan són interiors, tenen 15 cm de gruix. Els interiors es recolzen sobre els panells de façana (que a l'últim pis no tenen l'aleta exterior d'encofrat) en un calaix cúbic que es talla en obra en el propi panell de façana.



1. Estreps (*)
2. Armadura superior de la cornisa (*)
3. Armadura inferior de la cornisa (*)
4. Espàrrec de subjecció Ø20
5. Armadura longitudinal en tot el perímetre (cercol)
6. Casquet Ø20
7. Femella + volandera

(*) Dimensionament per càlcul.

Figura 6.5: Solució a) Acord de coberta i façana amb sostre intermedi i cornisa horitzontal.



1. Negatiu Ø12
2. Armadura inferior (*)
3. Estreps (*)
4. Espàrrec de subjecció Ø20
5. Casquet Ø20
6. Armadura superior (*)
7. Estreps (*)
8. Femella + volandera Ø20
9. Mallat Ø5 de 15 cm x 15 cm

(*) Dimensionament per càlcul.

Figura 6.6: Solució b) Acord de coberta i façana sense sostre intermedi i cornisa inclinada.

Feta l'estructura de coberta, es col·loquen plaques alveolars de coberta perpendiculars al pendent. El perímetre de la coberta es remata amb peces de cornisa, que a la solució a) es disposen horitzontals sobre el sostre de l'última planta i a la solució b) prenen la mateixa inclinació de la coberta i donen continuïtat al sostre inclinat format per plaques alveolars.

6.2.8. Execució d'elements estructurals auxiliars

6.2.8.1. Execució de porxos

Els porxos i d'altres parts de la casa no tancades s'executen amb pilars i jàsseres (figures 2.4 i 2.5). La llosa sobre la qual arrenquen els pilars disposa d'armadures d'espera que es connecten a les armadures inferiors del pilar gràcies a la seva forma de ganxo. La unió es formigona.

El nus entre el pilar i la jàssera es fa a través de forats passants existents a la jàssera implementats en fàbrica. Les armadures superiors del pilar passen a través d'aquest forat i es lliguen a les armadures horitzontals del cercol de la planta superior. Finalment es formigona la unió.

6.2.8.2. Execució de balcons

Generalment, la casa prefabricada Casa Hormipresa no disposa de balcons, sinó que disposa de terrasses solàrium a la coberta. En els casos en què la casa contempli balcons, es distingeixen les dues situacions següents:

- El balcó vola com a prolongació de les plaques de sostre: en aquest cas, les plaques van armades negativament en un dels extrems. Cal tapar els alvèols de la secció abans de l'execució dels revestiments previstos del balcó, els quals són necessaris per tal de protegir les armadures de la placa alveolar de l'acció de la intempèrie.
- El balcó vola lateralment a les plaques de sostre: el balcó es construeix amb una placa feta a mida que recolza sobre dues bigues que volen perpendicularment a la façana en la què s'ubica el balcó.

6.2.9. Execució de la xemeneia

El pas de la xemeneia es pot tallar a obra una vegada construït el sostre amb una serra radial per a formigó, o es pot deixar utilitzant una placa de menor llum, especialment quan la secció del pas és considerable (vegeu els criteris de l'apartat 6.1). En qualsevol cas, és preferible que la xemeneia caigui sobre un junt entre dues plaques, de manera que el forat executat quedi repartit entre totes dues.

La xemeneia es recolza sobre el sostre corresponent, es complementa amb un tram interior d'un altre material i s'acaba convenientment: se segellen els junts i s'hi posa un barret metàl·lic de recobriment superior.

6.2.10. Treballs d'acabament de l'estructura i l'obra grossa de la Casa Hormipresa

Aquests treballs inclouen fonamentalment dos aspectes: tractament de junts i preparació dels passos de les instal·lacions.

6.2.10.1. Tractament de junts

Tractament dels junts verticals exteriors de façana: es col·loca un cordó de silicona a l'interior del junt, que es

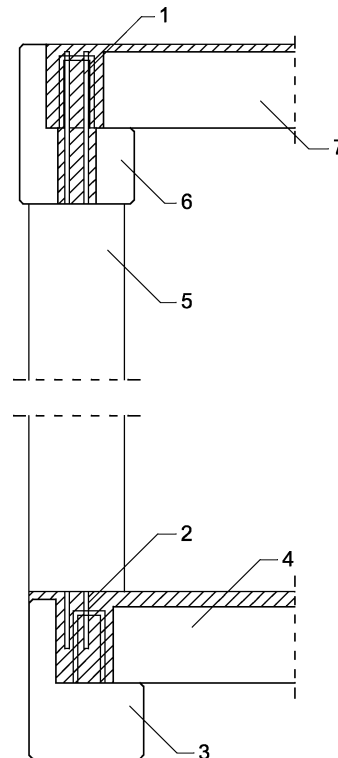
rebleix amb una massilla elàstica que ha de quedar enrasada amb el parament exterior de façana per tal que aquesta es pugui acabar amb un revestiment continu de pintura de 2 mm de gruix.

Tractament de tots els junts verticals interiors: es rejunten pel seu costat interior amb morter cola.

6.2.10.2. Preparació dels passos de les instal·lacions

Si aquesta operació no s'ha realitzat abans, es perforen a les plaques alveolars els passos de les canalitzacions d'aigua, elèctriques i sortides de fums, sempre que no superin els 25 cm de costat (vegeu 6.1).

Es considera que no és admissible retallar a l'obra els elements resistents verticals; per exemple, fer un solc per allotjar-hi una baixant d'aigua, ja que debilita l'element en aquell punt i, sobretot, en malmet el recobriment nominal de les armadures.



1. Esperes superiors del pilar (rectes de 35 cm) a la jàssera del porxo
2. Esperes inferiors del pilar (ganxo 25 cm de longitud) al cercol de la planta baixa.
3. Jàssera de fonament (riosta perimetral)
4. Sostre sanitari de plaques alveolars
5. Pilar
6. Jàssera del porxo
7. Sostre de plaques alveolars

Figura 6.7: Unió d'un pilar de porxo als elements horitzontals.

6.2.11. Treballs de reparació

Els petits desperfectes dels elements causats per la seva manipulació i transport, com els escantonaments, petites fissures superficials, etc., poden ser reparats a l'obra. El sistema contempla la possibilitat de reparar aquests desperfectes estètics emprant formigons comercials de reparació.

Amb aquests treballs finalitza l'execució de l'estructura i l'obra grossa de la casa industrialitzada i comencen les feines d'acabat, dutes a terme pels corresponents industrials. Aquestes feines es descriuen breument a continuació, amb caràcter informatiu. El present DAU no abasta aquesta obra auxiliar i, per tant, no n'avalua l'adequació.

Per a procedir a l'aplicació del revestiment exterior continu, cal que la superfície exterior sigui perfectament llisa. Cal haver fet, doncs, les reparacions dels petits desperfectes que puguin haver patit els elements de façana, haver enrasat perfectament els junts entre panells i haver eliminat les possibles restes de morter sec o qualsevol altra brutícia superficial de la façana que s'hi pugui haver acumulat durant la construcció de la casa.

6.2.12. Execució dels aïllants tèrmics

El sistema incorpora una capa d'aïllament tèrmic per l'interior en cadascun dels elements de tancament de la casa: sostre sanitari (o sostre de separació amb soterrani no calefactat), panells de façana i cobertes.

L'aïllament del terra se situa damunt del sostre i per sota del paviment de la planta baixa de la casa. Ha d'aportar els nivells d'aïllament tèrmic exigits en cada projecte. Aquest material ha de tenir prou rigidesa per suportar les accions que hi transmet el paviment i ha de disposar d'una capa separadora (generalment una làmina geotèxtil) que protegeixi i desolidaritzi la capa d'aïllament respecte del paviment.

L'aïllament tèrmic de les façanes s'incorpora entre el revestiment interior de guix laminat i els panells. Per tal d'evitar els ponts tèrmics horitzontals a través dels sostres, cal aplicar una banda d'aïllament tèrmic sobre tot el perímetre interior de cada sostre. L'amplada d'aquesta banda s'ha de calcular en funció de les exigències de cada projecte i de les característiques del material aïllant. Aquesta banda queda finalment oculta pel fals sostre tècnic.

Per últim, s'aïlla la coberta amb els sistemes i mètodes habituals.

6.2.13. Treballs d'execució de l'obra menor

Aquests treballs, no avaluats en el present DAU, es realitzen en cada cas d'acord amb els sistemes constructius tradicionals.

- Col·locació de les teules.
- Realització i connexió de la xarxa de sanejament.

- Col·locació del paviment interior: aquest paviment ha de ser independent dels moviments de l'estructura. Això s'aconsegueix amb dos procediments: per una banda, col·locant-lo sobre una capa de sorra; per l'altra, deixant un joc perimetral a l'acord amb els elements verticals estructurals.
- Execució de l'extradossat de façana: es col·loca una capa aïllant tèrmica de poliestirè expandit i a continuació s'executa l'envà d'extradossat de guix laminat, el qual s'aixeca sobre una estructura de perfils metàl·lics. Aquest extradossat té la funció de revestiment interior de l'estructura i de contribució a l'aïllament tèrmic de les façanes, que per la seva constitució presentarien per si soles ponts tèrmics en tots els acords entre els elements constitutius de la façana (vegeu 6.2.12).
- Preparació de les instal·lacions, que passen per l'interior dels envans de guix laminat i per sobre dels falsos sostres.
- Acabament dels envans i dels falsos sostres i rematat de les instal·lacions.
- Enrajolat dels banys, cuina i cambres humides: les rajoles poden ser de qualsevol tipus; s'agafen al parament rugós de formigó amb ciment cola per a formigó, o bé als envans de guix laminat, amb un morter cola adequat.
- Amidament de les dimensions de les obertures i posterior col·locació de les fusteries, que poden ser de PVC, de fusta, d'alumini, etc.
- Col·locació dels sanitaris, mobles de cuina i la resta de complements.
- Revestiment i acabat de balcons i terrasses transitables.
- Realització dels treballs de pintura interiors i exteriors.
- Posada a terra dels diferents elements metàl·lics exposats de la casa.

6.2.14. Fixació d'elements

- Elements lleugers sobre els envans: cal seguir les recomanacions i l'utilatge del fabricant de les plaques de guix laminat.
- Elements pesants (tendals, calderes, aparells d'aire condicionat, mobles de cuina, etc.): es fixen preferentment a les parets interiors de formigó i, si cal, es poden penjar sobre els envans de guix laminat, perforant sobre els muntants i o travessers metàl·lics.

7. Referències d'utilització

Les cases industrialitzades Casa Hormipresa es comercialitzen i es construeixen des de l'any 1970, amb un disseny i concepció de l'estructura i l'obra grossa que ha anat evolucionant lleugerament des d'aleshores fins al disseny actual descrit al present DAU.

Com a referències d'utilització de la solució de coberta inclinada es presenta la següent relació d'obres:

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

Com a referències d'utilització, de la solució de coberta plana es presenta la següent relació d'obres:

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

8. Visites d'obra

S'ha realitzat un mostreig d'obres de cases industrialitzades Casa Hormipresa, executades i en execució. Les obres seleccionades han estat inspeccionades per personal de l'ITeC donant lloc a l'Informe de visites d'obres recollit al *Dossier Tècnic* del DAU i s'ha constatat que:

- El sistema constructiu proposat per Hormipresa pot ser executat correctament d'acord amb les instruccions d'execució i amb els mitjans tècnics definits en el DAU
- Les patologies menors derivades de la naturalesa prefabricada i transportable del sistema (escantonaments, petites fissures) són reparables amb els mitjans de reparació definits; una vegada reparades, no afecten el comportament final del sistema
- Els sostres sanitaris poden presentar, malgrat ser ventilats, condensació en la cara inferior quan es troben a poca distància d'un terreny amb alta capacitat de retenció d'aigua. Cal, doncs, tenir sempre en compte, en la fase de projecte, les condicions locals del terreny (la seva capacitat de retenció d'aigua i la possible presència de vies subterrànies d'aigua pròximes), per tal de dissenyar sistemes addicionals de ventilació i, si cal, prescriure recobriments de les armadures del sostre sanitari superiors als nominals.
- El revestiment continu de les façanes pot acusar, amb el temps, el contorn dels panells de façana, sense que això suposi cap perjudici de les prestacions funcionals i reglamentàries de l'edifici.

9. Avaluació del sistema

9.1. Resistència mecànica i estabilitat (RE 1)

9.1.1. Resistència mecànica i estabilitat enfront d'esforços estàtics

Les prestacions resistents de cadascun dels components de formigó armat es poden calcular d'acord amb els mètodes de càlcul establerts en la instrucció EHE-08 i a partir dels valors característics dels materials que hi intervenen (formigó, acer, adherència formigó-acer, etc.), que són controlats i caracteritzats per Hormipresa.

L'anàlisi de la resistència mecànica de l'estructura constituïda pels panells portants units a l'obra a través de junts armats executats in situ i sostres de plaques alveolars pretesades pot abordar-se també a partir dels mètodes establerts a l'EHE-08, en condicions d'accions estàtiques.

D'aquesta manera, es considera que l'estructura i l'obra grossa de la Casa Hormipresa, si és dissenyada per un tècnic qualificat en col·laboració amb Hormipresa i executada per Hormipresa, i si els components i les seves unions a l'obra estan dimensionats d'acord amb les especificacions de l'EHE-08 i d'acord amb els requisits particulars del projecte, pot complir els requisits mecànics derivats de les accions estàtiques per a edificis de tipus residencial que contemplen els documents del Codi Tècnic de l'Edificació: DB-SE, DB-SE-AE.

El càlcul i l'execució dels sostres es fan d'acord amb les especificacions de la instrucció EHE-08.

L'ús de llums considerables (fins a 10 m), que permet l'eliminació dels murs portants interiors i, per tant, una major flexibilitat del disseny de la planta, duu a estructures en les quals la rotació dels sostres sobre els murs exteriors és un factor que cal tenir en compte, en especial perquè per una banda cal mantenir aquest nus mur-sostre com un nus no rígid (en cas contrari, els murs de façana entrarien a treballar a flexió a causa del moment transmès pel sostre), i per altra banda s'ha de garantir la continuïtat del revestiment exterior d'impermeabilització.

Aquesta circumstància es resol gràcies a l'ús de plaques alveolars pretesades, que es caracteritzen per tenir una elevada rigidesa i, com a conseqüència, una baixa rotació sobre les parets de recolzament (vegeu la taula 9.1).

Cantell de la placa (cm)	Llum (m)	Rigidesa – EI – (m ² ·kg x 10 ⁶)	Rotació als extrems (rad) ⁶
16	6,4	1,213	3,16 x 10 ⁻⁶
20	8,0	2.173	3,92 x 10 ⁻⁶
25	10,0	4,438	3,75 x 10 ⁻⁶

Taula 9.1: Característiques de deformabilitat de les plaques alveolars pretesades Hormipresa.

- La disposició estàndard d'ancoratges Pfeifer d'unió de panells verticals contigus (quatre ancoratges per planta) condueix a una separació aproximada entre estreps de 75 cm. D'aquesta manera l'element vertical de formigó armat que es forma al junt entre panells constitueix un element de petita secció, confinat, i amb una densitat d'estreps menor que la prescrita per l'EHE-08 per a elements portants verticals que treballen a compressió. En aquest cas, es tracta d'un element complementari als mateixos murs portants, sobre els quals incideix el gros de les accions de compressió; per tant, la seva funció principal no és la de suportar els esforços de compressió, sinó la d'aportar continuïtat a l'estructura de parets. En aquest sentit, es considera suficient una densitat de quatre ancoratges Pfeifer per planta d'alçada estàndard.

9.1.2. Resistència mecànica i estabilitat enfront d'esforços horitzontals i dinàmics

Pel que fa a les prestacions del sistema constructiu enfront de les accions dinàmiques de sisme, s'ha de complir la *Norma de Construcció Sismoresistent* (NCSE-02). D'acord amb aquesta norma, s'estableixen, entre d'altres criteris que cal tenir en compte, els següents:

- Les cases unifamiliars Casa Hormipresa, atès que es destinen a usos residencials, es classifiquen com a construccions d'importància normal.
- A les zones sísmiques espanyoles on l'acceleració sísmica bàsica a_b és inferior a 0,04·g, no és obligatòria l'aplicació de la norma NCSE-02.
- En construccions d'importància normal amb parets ben riostades entre si en les dues direccions principals de la planta, no és obligatòria l'aplicació de la norma NCSE-02 a les zones sísmiques espanyoles on l'acceleració sísmica bàsica a_b és inferior a 0,08·g.

El projectista de cada obra és responsable de comprovar, en funció de les dimensions de la Casa Hormipresa que s'hagi de projectar, si aquesta estructura pot considerar-se ben riostada en les dues direccions principals i, per tant, pot acollir-se a la consideració anterior. S'ha de tenir en compte, en

⁶ Rotació calculada per Hormipresa amb una càrrega pròpia d'edificació: càrregues permanents de 100 daN/m² + sobrecàrregues d'ús de 300 daN/m²; no s'hi té en compte el petit

encastament que aporten al nus les armadures de reforç dels junts entre plaques de sostre, les quals es lliguen a l'armadura del cercol.

aquest sentit, que es tracta d'una estructura isostàtica, tal com s'indica a l'apartat 6.1.

- A les zones sísmiques espanyoles on l'acceleració sísmica bàsica a_b és més gran o igual a 0,08-g, es faran les comprovacions de càlcul que prescriu la norma NCSE-02 i, en funció dels resultats que se'n derivin, s'aplicaran, si cal, les mesures constructives i de disseny adequades a cada cas. Aquestes mesures poden consistir en modificacions del disseny de la casa o del disseny de les connexions entre els elements estructurals:
 - Modificacions del disseny de la casa: cal aplicar les regles generals de la norma NCSE-02 (apartat 4.2) pel que fa a la forma de l'edifici, disposició de les masses, disposició dels elements estructurals i de travada, etc.
 - Modificacions del disseny de les connexions encaminades a augmentar la resistència al tallant dels junts entre panells, com per exemple la fabricació de panells que incorporin entrants i sortints de forma trapezoidal en les seves cares verticals, etc.
- Les solucions de murs no alineats verticalment a les diferents plantes de la casa no són adequades en zones amb requisits sísmics, ni tampoc cap altra disposició dels components de l'estructura que hi provoqui canvis importants de rigidesa.

9.2. Seguretat en cas d'incendi (RE 2)

El sistema constructiu permet garantir la reglamentació vigent aplicable als usos proposats, tant des del punt de vista de la resistència com de la reacció al foc.

9.2.1. Reacció al foc

La reacció al foc dels components prefabricats constituïts únicament per formigó armat es classe A1.

La reacció al foc de l'EPS declarada al marcatge CE del fabricant d'aquest component és classe E.

La reacció al foc dels elements del sistema que incorporen aïllament d'EPS (panells de façana, panells capcers i panells mitgers) declarat pel fabricant és A1.

La reacció al foc de les solucions constructives que es projectin, incloent els possibles extradossats i revestiments adoptats a cada projecte, en cada cas hauran de justificar-se.

9.2.2. Resistència al foc

Els valors de resistència al foc dels diferents elements estructurals s'han de comprovar per a cada projecte a

partir de l'apartat 5 de l'annex 6 de l'EHE-08 i l'apartat C.2 de l'annex C del DB-SI del CTE.

La taula 9.2 recull valors estimats de resistència al foc⁷ per a alguns dels components prefabricats:

Component prefabricat	Resistència al foc
Panells alleugerits	REI 90
Panells massissos	REI 90
Plaques alveolars	REI 120
Pilars	REI 90
Jàsseres	REI 90

Taula 9.2: Resistència al foc estimada dels elements estructurals dels sistema Casa Hormipresa.

En el cas de cases unifamiliars aparellades situades al mateix nivell, aquestes comparteixen, en general, un mur massís de 15 cm de gruix, la qual cosa permet garantir el valor de RF exigít per la reglamentació vigent. Si aquestes cases no estan situades al mateix nivell, cal doblar el mur mitger, fet que incrementa el valor de RF ofert pel mur mitger doble.

Els junts entre components, reblerts de formigó armat, no representen punts dèbils pel que fa a les prestacions de resistència al foc de l'element constructiu que constitueixen (sostre o mur), ja que tant els recobriments nominals de les armadures dels junts com els seus gruixos són adequats.

9.3. Higiene, salut i medi ambient (RE 3)

9.3.1. Humitats del terreny: murs i terres

El grau d'impermeabilitat exigible als murs de soterrani és funció de la presència d'aigua al terreny i del coeficient de permeabilitat del terreny, d'acord amb l'apartat 2.1.1 de la secció HS1 del DB-HS del CTE. La taula 2.2 del DB estableix les condicions de solucions aptes per a murs de contenció que caldrà comprovar per a cada projecte.

La construcció de la casa sobre un sostre sanitari és una solució adequada per fer front als possibles problemes d'ascens d'humitat del terreny per capillaritat, tot i això, el projectista haurà de comprovar les condicions exigides a cada solució constructiva segons la taula 2.4 de la secció HS1 del DB-HS del CTE.

En relació amb les solucions constructives que es projectin cal observar que la resolució dels punts singulars a murs de soterrani i terres ha de complir les condicions dels apartats 2.1.3 i 2.2.3 de la secció HS1 del DB-HS del CTE respectivament.

⁷ Resistència al foc calculada per Hormipresa amb recobriment mínim de 35 mm i una càrrega pròpia d'edificació: càrregues permanents de 800 daN/m² + sobrecàrregues d'ús de 100 daN/m² per a pilars i

càrregues permanents de 100 daN/m² i sobrecàrregues d'ús de 300 daN/m² per a panells i jásseres.

9.3.2. Impermeabilitat a l'aigua de pluja: façanes i cobertes

El grau d'impermeabilitat a l'aigua de pluja exigible als tancaments verticals és funció de la zona pluviomètrica i el grau d'exposició al vent, d'acord amb l'apartat 2.3.1 de la secció HS1 del DB-HS del CTE. La taula 2.7 d'aquest DB estableix les condicions de les solucions de façana per a cada combinació d'aquests dos factors.

En el cas del sistema Casa Hormipresa, la impermeabilitat a l'aigua de pluja dels tancaments de façana recau, en primer terme, en el revestiment continu exterior, realitzat amb una pintura gruixuda i elàstica (2 mm de gruix), impermeable a l'aigua, proporcionada per Hormipresa i, secundàriament, en el tancament de formigó.

Hormipresa garanteix la impermeabilitat de les façanes revestides amb aquesta pintura, sempre i quan es respecti el gruix definit i se'n conservi la continuïtat al llarg del temps (absència de fissures que afectin el gruix del revestiment). Des d'aquest punt de vista, el sistema no admet l'ús de revestiments monocapes, que són excessivament rígids per a aquest sistema constructiu i, per tant, presenten el risc de fissurar-se, o qualsevol altre revestiment continu de rigidesa similar.

Per la seva banda, els prefabricats de formigó de la Casa Hormipresa poden assolir funcions complementàries d'impermeabilitat perquè, a més del gruix, compten amb un acabat polit a la cara exterior i es fabriquen en un procés industrial que controla la dosificació, compactació i curat del formigó.

El grau d'impermeabilitat de les cobertes és únic i independent dels factors climàtics. Per assegurar que s'assoleix el grau d'impermeabilitat exigent, caldrà que el projectista comprovi que es compleixen les condicions de l'apartat 2.4.2 de la secció HS1 del DB-HS.

En relació amb les solucions constructives que es projectin cal observar que la resolució dels punts singulars a façanes i cobertes ha de complir les condicions dels apartats 2.3.3 i 2.4.4 de la secció HS1 del DB-HS del CTE respectivament.

9.3.3. Condensacions a l'envolupant tèrmica

El projectista ha de comprovar que la possible ocurrència de condensacions intersticials a l'envolupant tèrmica de l'obra compleix amb l'apartat 3.3 de la secció HE1 del DB-HE del CTE.

Les característiques higrotèrmiques dels materials necessàries per a la realització dels càlculs higrotèrmics s'inclouen a la taula 9.3 i provenen del marcatge CE en el cas de l'EPS, de valors genèrics definits al *Catálogo de elementos constructivos* del CTE i de la norma UNE-EN 10456.

9.3.4. Condensacions al sostre sanitari

Als sostres sanitaris poc ventilats, sobre terrenys humits o amb alta capacitat de retenció d'aigua (com per exemple els sòls argilosos) es produeixen atmosferes saturades en vapor d'aigua que condueixen a condensacions a la cara inferior de les plaques del sostre sanitari.

Per fer front a aquesta situació, cal dimensionar les obertures de ventilació del sostre sanitari d'acord amb les condicions locals d'humitat del terreny de cada projecte i, igualment, dimensionar el recobriments de les armadures del sostre sanitari d'acord amb la classe d'exposició corresponent a aquestes condicions d'humitat.

Material	Conductivitat tèrmica equivalent λ (W/m·K)	Densitat material (kg/m ³)	Factor de resistència al vapor d'aigua, μ (en sec / humit)	Calor específica c_p (kJ/kg·K)
Formigó armat	1,90	2.400	120 / 70	1,00
Poliestirè expandit (EPS)	0,046	10	60 / 60	1,45

Taula 9.3: Característiques físiques dels materials.

9.4. Seguretat d'utilització (RE 4)

El sistema constructiu de l'estructura i l'obra grossa permet garantir la seguretat per als usuaris finals de la casa. La selecció i incorporació dels materials d'acabat final de l'obra s'han de fer tenint en compte que no es compromet aquesta seguretat d'ús.

Per a la fixació d'elements de les parets de la casa, s'haurà de tenir en compte el següent:

- Els elements pesats, com calderes d'aigua calenta, aparells d'aire condicionat, prestatgeries de molt de pes, etc, es fixaran preferentment sobre les parets de formigó.
- Els elements lleugers, com radiadors de calefacció, prestatgeries lleugeres, etc. es poden fixar sobre els envans de guix laminat, utilitzant els accessoris de fixació que el fabricant de l'envà recomana i dins dels límits de càrrega que defineixi.

9.4.1. Aspectes de seguretat durant la construcció

Per garantir les condicions de seguretat i salut dels treballadors en la fase de construcció s'han de tenir en compte, a més de les condicions establertes per la reglamentació vigent en matèria de seguretat i salut, els aspectes específics de la construcció prefabricada següents:

- Cal planificar prèviament a l'inici de l'obra, tenint en compte els pendents i el tipus de sòl, la distribució en el solar de les activitats que s'hi duran a terme: zona d'aparcament dels camions, ubicació de la grua i ubicació del suport d'emmagatzematge dels panells verticals. Aquesta planificació ha de ser aprovada pel cap d'obra i ha de quedar consignada en un plànol que formarà part del dossier de l'obra. Quan l'espai disponible sigui limitat, el cap d'obra establirà les accions necessàries per evitar possibles accidents causats, per exemple, per la col·lisió del camió amb els panells col·locats al suport.
- Els camions hauran de ser adequats a la càrrega transportada (en pes i dimensions). Caldrà que abans de la sortida de fàbrica del camió les fixacions dels panells sobre el remolc siguin revisades per un responsable d'Hormipresa.
- Necessitat d'apuntalar els panells verticals. El desapuntament no es produirà fins que els panells no estiguin riostats pel sostre i el formigó dels junts del cercol dels sostres no hagi assolit una resistència suficient. Els puntals es fixen als sostres per mitjà de fixacions metàl·liques si es troben pel costat interior de la construcció; si es troben pel costat exterior, es fixen al terra de forma adequada.

El sistema constructiu i els dispositius de construcció proposats per Hormipresa tenen les condicions adequades per garantir la higiene i salut dels ocupants de l'obra de construcció.

9.5. Protecció front al soroll (RE 5)

9.5.1. Aïllament al soroll aeri

Els paràmetres acústics dels diferents components prefabricats del sistema Casa Hormipresa hauran d'estar dins els límits indicats al DB-HR del CTE, en funció dels usos com a elements de separació que hagin d'assolir.

Per a cada projecte caldrà comprovar el compliment de les exigències dins els diferents recintes de l'edifici seguint la metodologia de:

- L'opció simplificada: comprovant que s'adopta alguna de les solucions d'aïllament proposades a l'apartat 3.1.2 del DB-HR del CTE.
- L'opció general: aplicant mètodes de càlcul específics per a cada tipus de soroll, d'acord amb l'apartat 3.1.3 del DB-HR del CTE.

Seguint amb aquesta metodologia, els valors $D_{nt,A}$ dels recintes de l'edifici es calculen emprant l'índex global de reducció acústica ponderat A , R_A , de cada element mostrat a la taula 9.4. En aquest càlcul es tindran en compte les dimensions dels recintes de l'edifici i es consideraran tots els camins de transmissió acústica entre els recintes separats pels elements en qüestió.

En ambdós casos, els elements constructius han de disposar-se d'acord amb les condicions de disseny i execució d'unions entre elements definides als apartats 3.1.4 i 5 del DB-HR del CTE.

A la taula 9.4 es mostren els paràmetres acústics dels components del sistema Casa Hormipresa calculats a partir de la massa superficial declarada pel titular i l'expressió A.16 del DB-HR del CTE.

Component prefabricat	Massa superficial (kg/m ²)	Índex global de reducció acústica ponderada - R_A (dBA)
Panells alleugerits	602	62
Panells massissos	361	54
Plaques alveolars	16 cm: 245 20 cm: 271 25 cm: 369	49 50 55

Taula 9.4: Característiques d'aïllament al soroll aeri dels components del sistema Casa Hormipresa.

Quan s'escaigui caldrà completar el sistema amb materials addicionals d'aïllament al soroll aeri per tal d'assolir els requisits indicats al DB-HR del CTE.

9.5.2. Aïllament al soroll d'impacte

L'apartat 2.1.2 del DB-HR del CTE, estableix que els elements horitzontals, en conjunció amb els elements constructius adjacents, han de complir amb un determinat nivell global de pressió de soroll d'impactes depenent de l'ús dels espais adjacents.

La taula següent mostra els valors d'aïllament al soroll d'impacte dels components de l'estructura horitzontal del sistema Casa Hormipresa calculats a partir de la massa superficial declarada pel titular segons l'expressió A.26 del DB-HR del CTE:

Component prefabricat		Massa superficial (kg/m ²)	Nivell global de pressió de soroll d'impactes normalitzat L _{n,w} (db)
Plaques alveolars	16 cm	245	80
	20 cm	271	79
	25 cm	369	74

Taula 9.5: Característiques d'aïllament al soroll d'impacte dels components constructius horitzontals del sistema Casa Hormipresa.

9.6. Estalvi d'energia i aïllament tèrmic (RE 6)

El consum i la demanda energètica de les obres executades amb el sistema Casa Hormipresa han de complir amb les exigències de les seccions HE0 i HE1 del DB-HE del CTE. El consum energètic de l'obra queda limitat per les exigències de l'apartat 3 de la secció HE0 del DB-HE del CTE, mentre que la demanda energètica queda limitada per les exigències de l'apartat 3.1.1 de la secció HE1 del DB-HE del CTE.

A partir dels paràmetres tèrmics de la taula 9.3, s'han calculat els valors de resistència tèrmica dels components de la Casa Hormipresa que poden formar part de l'envolupant tèrmica, d'acord amb la UNE-EN ISO 6946 i UNE-EN 1168 (aquesta última per a les lloses alveolars).

Els valors calculats de resistència tèrmica es mostren a la taula 9.6.

Component prefabricat		Gruix total (cm)	R _T (m ² ·K/W)
Panells de façana ⁽¹⁾	Tram central	25	2,25
Panells capcers ⁽¹⁾	Perímetre	25	0,13
Panells mitgers		15	0,08
Plaques alveolars ⁽²⁾		20	0,16
		25	0,18

(1) Panells amb una capa d'EPS de 10 cm.

(2) **Resistència tèrmica estimada en base a l'apartat 4.3.6 de UNE-EN 1168, que exclou els panells amb cantell < 20 cm.**

Taula 9.6: Valors de resistència tèrmica dels components de la Casa Hormipresa que poden formar part de l'envolupant tèrmica.

També caldrà tenir en compte la contribució a l'aïllament tèrmic de l'envolupant de les capes d'aïllament exterior i interior (extradossat) que s'escullin en cada projecte.

Per al càlcul de la transmitància tèrmica de tancaments i divisions interiors, s'ha de considerar que els diferents trams de l'envolupant tèrmica de la casa Hormipresa

són elements constituïts per capes homogènies i heterogènies.

Pel que fa a la limitació de descompensacions, la transmitància tèrmica de les particions interiors (horitzontals i verticals) no superarà els valors de la taula 3.2-HE1 de la secció HE1 del DB-HE del CTE, en funció de l'ús assignat a les diferents unitats d'ús que delimitin.

9.7. Aspectes de durabilitat (RE 7)

9.7.1. Deformació dels sostres i compatibilitat amb els envans

En general és conegut que la deformació de les plaques alveolars és inferior a la d'altres tipologies habituals de sostre, a igualtat de condicions de llum, cantell i càrrega suportada.

La instrucció EHE 08 (art 50.2) estableix els valors límits del cantell per sobre dels quals no és necessària la comprovació de fletxa màxima. Es considera recomanable no superar aquests límits.

En qualsevol cas, caldrà que la solució i execució de les divisòries interiors sigui compatible amb les deformacions previstes dels sostres.

9.7.2. Durabilitat

Els materials pels quals és constituït el sistema constructiu no presenten problemes intrínsecs de durabilitat. La durabilitat general del sistema pot considerar-se equivalent a la dels sistemes constructius convencionals fets amb materials equivalents. Serà satisfactòria si es respecten, en funció de les condicions de cada projecte, les especificacions de l'article 37 *Durabilitat*, de l'EHE-08.

Els recobriments nominals de les armadures de les plaques alveolars, dels panells verticals i de les armadures col·locades in situ són suficients per garantir una adequada durabilitat per a les classes d'exposició I, IIa i IIb, tal com es defineixen a l'EHE-08. El procés de fabricació garanteix que es compleixin els valors nominals dels recobriments.

En el cas de les caixes d'anivellament, queden vistes -sense recobrir- a la superfície del panell que, una vegada col·locat a l'obra, serà el costat interior del tancament. Es considera que aquesta circumstància no és problemàtica, ja que aquestes caixes d'anivellament no fan cap funció final a l'obra, tret de la funció d'anivellament pròpia de la fase d'execució. No obstant això, es recomana pintar-les amb una pintura que les protegeixi de la corrosió, per tal d'evitar que siguin un focus d'inici de corrosió que pugui afectar també les armadures del panell.

Per tal de resoldre les condensacions que es poden produir en alguns casos sobre la cara inferior del sostre sanitari, cal que el projectista analitzi cas per cas les condicions del terreny (existència de corrents d'aigua subterranis pròxims, característiques de retenció

d'aigua del terreny, etc.) en la fase de disseny de la casa, a fi d'implementar les mesures constructives necessàries: augment dels orificis de ventilació del sostre sanitari, protecció dels sostres, etc.

9.7.3. Manteniment

Com qualsevol altre sistema constructiu, la Casa Hormipresa ha de ser objecte d'inspeccions periòdiques de manteniment, realitzades per un tècnic qualificat. Les inspeccions s'han d'adreçar, en particular, a comprovar els extrems següents:

- L'estat del revestiment exterior: continuïtat i adherència del revestiment al suport. Es recomana, com en d'altres sistemes de revestiments anàlegs, fer les inspeccions cada dos anys.
- L'estat del reblliment dels junts entre panells, que ha d'estar en bon estat i no presentar fissures, perquè ha de garantir l'estanquitat del junt. En cas que el junt presenti algun defecte, caldrà substituir el material de reblliment seguint les indicacions d'Hormipresa.
- En cas que la casa disposi de terrassa plana a la coberta (solàrium), s'hauran de dur a terme les tasques habituals de revisió i de manteniment que aquestes solucions constructives requereixen.
- En cas que el sostre sanitari sigui accessible, es revisarà l'estat de les plaques alveolars i de les obertures de ventilació per comprovar que no estan obturades.

10. Comissió d'Experts

Aquest DAU ha estat sotmès a la consideració d'una Comissió d'Experts, tal com s'indica al Reglament del DAU i a la Instrucció de treball per a l'elaboració del DAU.

La Comissió d'Experts ha estat constituïda per representants de diferents organismes i institucions, que han estat seleccionats en funció dels seus coneixements, independència i imparcialitat per emetre una opinió tècnica respecte de l'àmbit cobert per aquest DAU.

La relació general dels experts que han constituït les comissions d'experts dels DAU pot ser consultada a la pàgina web de l'ITeC, itec.cat.

Els comentaris i observacions realitzats pels membres d'aquesta Comissió han estat incorporats al text del present DAU.

11. Documents de referència

- Código Técnico de la Edificación (CTE), 17 de març de 2006. Documents bàsics del CTE: DB-SE, DB-SI, DB-HS, DB-SUA, DB-HR i DB-HE, i les seves actualitzacions
- EHE-08 Instrucció del hormigón estructural.
- NCSE-02 Norma de construcción sismorresistente.
- RD 842/2013 de 31 d'octubre, pel que s'aprova la classificació dels productes de construcció i dels elements constructius en funció de les seves propietats de reacció i de resistència al foc.
- Reglament Europeu de Productes de la Construcció (UE) nº 305/2011 de 9 de març de 2011 pel que s'estableixen les condicions harmonitzades per a la comercialització de productes de la construcció.
- Decisió 96/603/CE de la Comissió de 4 d'octubre de 1996 per la que s'estableix la llista de productes classificats amb classe A <<sense contribució al foc>> previst a la Decisió 94/611/CE per la que s'aplica l'article 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consell sobre els productes de la construcció.
- 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. (Anul·lada per UNE-EN 206).
- UNE-EN 206-9. Hormigón. Parte 9: Requisitos adicionales para el hormigón autocompactante. (Anul·lada per UNE-EN 206).
- UNE-EN 206. Hormigón. Especificaciones, prestaciones, producción y conformidad.
- UNE-EN 1168. Productos prefabricados de hormigón. Placas alveolares.
- UNE-ENV 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 higrótérmicas. 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 higrótérmicas. Valores de diseño tabulado. (Anul·lada per 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. Avaluació de l'adequació a l'ús

Vistes les següents evidències tècniques experimentals obtingudes durant l'elaboració del DAU 15/093 d'acord amb el que s'estableix al *Procediment Particular d'Avaluació del DAU 15/093*, elaborat per l'ITeC:

- característiques auditades del control que aplica Hormipresa en el disseny i la fabricació de l'estructura i obra grossa de la casa industrialitzada Casa Hormipresa,
- visites d'obra,
- control de producció a fàbrica,
- instruccions per al muntatge i execució del sistema,
- criteris de projecte i execució del sistema,

i tenint en compte la metodologia prescrita pel *Reglament del DAU*, l'autorització i registre de l'ITeC per a la concessió del DAU* i el que s'indica a l'apartat 5.2 de l'article 5 del *Código Técnico de la Edificación*, per a l'avaluació dels productes i sistemes innovadors, es considera que l'ITeC té evidències per declarar que el

sistema constructiu de l'estructura i l'obra grossa de la casa industrialitzada Casa Hormipresa fabricat a la planta de producció del Pla de Santa Maria (Tarragona) i que siguin posades a l'obra per Hormipresa d'acord amb les instruccions que consten en aquest DAU, és adequat per a la construcció de:

- cases unifamiliars, aïllades, aparellades, o adossades, de PB+1 o PB+2,

atès que compleix els requisits reglamentaris rellevants del CTE en matèria de resistència mecànica i estabilitat, protecció contra incendis, aïllament acústic i tèrmic, seguretat d'ús, salut i higiene, així com els requisits de durabilitat i servei.

En conseqüència, i una vegada sotmès aquest document a la consideració de la Comissió d'Experts i recollits els seus comentaris, l'ITeC atorga el DAU al sistema constructiu de l'estructura i obra grossa de la casa industrialitzada Casa Hormipresa-

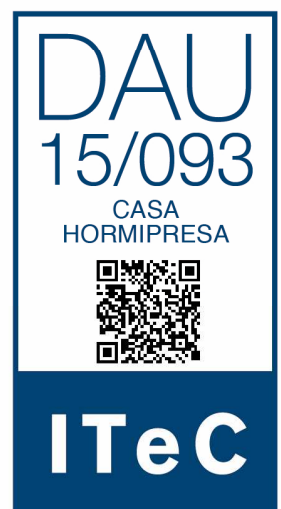
La validesa del DAU queda subjecta a les accions i condicions de seguiment que s'especifiquen al capítol 13 i a les condicions d'ús del capítol 14.

(*) L'ITeC és un organisme autoritzat per a la concessió del DAU (BOE 94, 19 abril 2002) per a productes de construcció (edificació i enginyeria civil) i està inscrit al Registre General del CTE: www.codigotecnico.org/index.php/menu-04-registro-general-organismos/menu-organismos-autorizados.

DAU 15/093
Document
d'adequació a l'ús



El Director Tècnic de l'ITeC



13. Seguiment del DAU

El present DAU queda subjecte a les accions de seguiment que periòdicament duu a terme l'ITeC, d'acord amb el que el *Reglament del DAU* estableix. L'objecte del seguiment és comprovar que les característiques del producte i del sistema constructiu, així com les condicions de posada a l'obra i de fabricació, són encara vàlides per als usos a què el sistema està destinat.

En cas que existeixin canvis rellevants que afectin la validesa del DAU, aquests donaran lloc a una nova edició del DAU que anul·larà l'anterior (aquesta nova edició prendrà el mateix número de codi del DAU al que anul·la i una nova lletra d'edició).

Quan les modificacions siguin menors i no afectin la validesa del DAU, aquestes quedaran recollides en una llista de modificacions que s'incorporarà com a capítol 15 del DAU: a més, aquestes modificacions s'inclouran al text del DAU.

L'usuari del DAU ha de consultar sempre la versió informàtica del DAU disponible en format pdf a la pàgina web de l'ITeC itec.cat, per així assegurar-se de les possibles revisions del mateix que hagin pogut ocórrer durant la seva vigència. Aquest document també es accessible a través del codi QR que consta al segell de DAU.

14. Condicions d'ús del DAU

La concessió del DAU no suposa que l'ITeC sigui responsable de:

- La possible presència o absència de patents, propietat intel·lectual o drets similars existents al producte objecte del DAU o en altres productes, ni de drets que afectin terceres parts o el compliment d'obligacions envers aquestes terceres parts.
- El dret del titular del DAU per fabricar, distribuir, instal·lar o mantenir el producte objecte de DAU.
- Les obres reals o partides individuals en què s'instal·li, s'usi i es mantingui el producte; tampoc és responsable de la seva naturalesa, disseny o execució.

Així mateix, el DAU mai no podrà interpretar-se com una garantia, compromís o responsabilitat de l'ITeC respecte de la viabilitat comercial, patentabilitat, registrabilitat o novetat dels resultats derivats de l'elaboració del DAU. És, doncs, responsabilitat del titular del DAU la comprovació de la viabilitat, patentabilitat i registrabilitat del producte.

L'avaluació del DAU no suposa la conformitat del producte amb els requisits previstos per la normativa de seguretat i salut o de prevenció de riscos laborals, en relació amb la fabricació, distribució, instal·lació, ús i manteniment del producte. L'ITeC, per tant, no es responsabilitza de les pèrdues o danys personals que puguin produir-se a conseqüència d'un incompliment de requisits propis del marc normatiu esmentat.

15. Llista de modificacions de la present edició

La versió informàtica del DAU recull, si n'hi hagués, les actualitzacions, modificacions, i correccions de la present edició B del DAU 15/093, indicant en cada cas la data d'incorporació, d'acord amb el format de la taula següent. Els canvis recollits a la taula s'incorporaran també al text del DAU, que es troba disponible a la pàgina web de l'Institut, itec.cat.

L'usuari del DAU ha de consultar sempre aquesta versió informàtica del DAU per així assegurar les possibles revisions del mateix que hagin pogut donar-se durant la seva vigència.

Número	Pàgina i capítol	On hi deia...	Hi diu...
---------------	-------------------------	----------------------	------------------



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

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

