

DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: N.º 681/23

Publicación emitida por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Prohibida su reproducción sin autorización.

Área genérica/Uso previsto:	Sistema portante de paneles de hormigón armado con núcleo de poliestireno expandido (EPS)
Nombre comercial:	Sistema Xpanel Building Technologies
Beneficiario:	XPANEL BUILDING TECHNOLOGIES EUROPE, S.L.
Sede social:	Av. del Golf CC Bulevar 5 2 C Urbanización Altoreal 30506 Molina de Segura (Murcia) e-mail: spain@xpaneltechnologies.com Web: https://xpaneltechnologies.com
Lugar de fabricación:	c/ Aragón, 5 Polígono Industrial de Antequera 29200 Antequera (Málaga)
Validez. Desde:	3 de noviembre de 2023
Hasta:	3 de noviembre de 2028 (Condicionada a seguimiento anual)

Este Documento consta de 25 páginas



MIEMBRO DE:

UNIÓN EUROPEA PARA LA EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD TÉCNICA EN CONSTRUCCIÓN
UNION EUROPEENNE POUR L'AGREMENT TECHNIQUE DANS LA CONSTRUCTION
EUROPEAN UNION FOR TECHNICAL APPROVAL IN CONSTRUCTION
EUROPÄISCHE UNION FÜR DAS AGREMENT IN BAUWESEN



MUY IMPORTANTE

El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA constituye, por definición, una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, de la aptitud de empleo en construcción de materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales destinados a un uso determinado y específico. No tiene, por sí mismo, ningún efecto administrativo, ni representa autorización de uso, ni garantía. La responsabilidad del IETcc no alcanza a los aspectos relacionados con la Propiedad Intelectual o la Propiedad Industrial ni a los derechos de patente del producto, sistema o procedimientos de fabricación o instalación que aparecen en el DIT.

Antes de utilizar el material, sistema o procedimiento al que se refiere, es preciso el conocimiento íntegro del Documento, por lo que éste deberá ser suministrado, por el titular del mismo, en su totalidad.

La modificación de las características de los productos o el no respetar las condiciones de utilización, así como las observaciones de la Comisión de Expertos, invalida la presente evaluación técnica.

C.D.U.: 692.251
Sistema Constructivo
Systèmes de Construction
Building System

DECISIÓN NÚM. 681/23

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA,

- en virtud del Decreto n.º 3652/1963, de 26 de diciembre, de la Presidencia del Gobierno, por el que se faculta al Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, para extender el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA de los materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales de construcción utilizados en la edificación y obras públicas, y de la Orden n.º 1265/1988, de 23 de diciembre, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se regula su concesión,
- considerando el artículo 5.2, apartado 5, del Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE) sobre conformidad con el CTE de los productos, equipos y sistemas innovadores, que establece que un sistema constructivo es conforme con el CTE si dispone de una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto,
- considerando las especificaciones establecidas en el Reglamento para el Seguimiento del DIT del 28 de octubre de 1998,
- en virtud de los vigentes Estatutos de *l'Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction* (UEAtc),
- de acuerdo a la solicitud formulada por la X-PANEL BUILDING TECHNOLOGIES EUROPE, S.L. para la CONCESIÓN del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA al Sistema portante de paneles de hormigón armado con núcleo de poliestireno expandido (EPS) Xpanel Building Technologies,
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras y fábrica realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, los informes de los ensayos realizados en el IETcc n.º 22 758-22 370 – I, 22 370 – II, y 22 758-I del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc), los informes de ensayos realizados por CEMOSA en las instalaciones del fabricante (expediente O/2300343/1/01, actas 001-23/002086/1 y 001-23/007589/1, los informes n.º 4318T21 y 4787T23 del Laboratorio AFITI y el informe 23/36604486 de Applus-LGAI, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos, establecida conforme al Reglamento del DIT,

DECIDE:

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 681/23, al **Sistema portante de paneles de hormigón armado con núcleo de poliestireno expandido (EPS) Xpanel Building Technologies**, considerando que:

La evaluación técnica realizada permite concluir que el Sistema es **CONFORME CON EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE)**, siempre que se respete el contenido completo del presente Documento y en particular las siguientes condiciones:



CONDICIONES GENERALES

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA evalúa exclusivamente el Sistema constructivo propuesto por el beneficiario y tal y como se describe en el presente Documento, debiendo para cada caso, de acuerdo con la Normativa vigente, acompañarse del preceptivo proyecto técnico y llevarse a término mediante la oportuna dirección de obra.

El proyecto técnico citado anteriormente vendrá suscrito, en cada caso, por XPANEL BUILDING TECHNOLOGIES EUROPE, que aprobará la memoria de cálculo y la documentación gráfica en la que se detallen la geometría y tolerancias de todos y cada uno de los paneles y, especialmente, las condiciones de estudio de servicio de las losas.

En general, se tendrán en cuenta, tanto en el proyecto como en la ejecución de la obra, las prescripciones contenidas en las normativas vigentes: el Código Técnico de la Edificación (CTE), el «Código Estructural» y la «Norma de Construcción Sismorresistente» (NCSR-02).

CONDICIONES DE CÁLCULO

En cada caso, el beneficiario del DIT comprobará, de acuerdo con las condiciones de cálculo indicadas en el Informe Técnico de este DIT, la estabilidad, resistencia y deformaciones admisibles, justificando la adecuación del sistema para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan derivarse de las acciones correspondientes a los estados límite último y de servicio, en las condiciones establecidas por la Normativa en vigor y para la situación geográfica concreta.

CONDICIONES DE FABRICACIÓN Y CONTROL

El fabricante deberá mantener el autocontrol que realiza en la actualidad sobre las materias primas, proceso de fabricación y producto acabado conforme a las indicaciones del apartado 5 del presente Documento.

CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y DE PUESTA EN OBRA

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por el beneficiario del DIT o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por este, con su asistencia técnica. Dichas empresas garantizarán que la puesta en obra del Sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente Documento, respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos.

Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones durante el montaje, a los riesgos de caída de cargas suspendidas, de protección de personas y, en general, se tendrán en cuenta las disposiciones contenidas en los reglamentos vigentes de Seguridad y Salud en el Trabajo.

VALIDEZ

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA N.º 681/23 es válido durante un período de cinco años a condición de:

- que el fabricante no modifique ninguna de las características del producto indicadas en el presente Documento de Idoneidad Técnica Plus,
- que el fabricante realice un autocontrol sistemático de la producción tal y como se indica en el Informe Técnico,
- que anualmente se realice un seguimiento, por parte del Instituto, que constate el cumplimiento de las condiciones anteriores, visitando, si lo considera oportuno, alguna de las realizaciones más recientes.

Con el resultado favorable del seguimiento, el IETcc emitirá anualmente un certificado que deberá acompañar al DIT para darle validez.

Este Documento deberá, por tanto, renovarse antes del 3 de noviembre de 2028.

Madrid, 3 de noviembre de 2023

Ángel Castillo Talavera

DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA



INFORME TÉCNICO

1. OBJETO

Este documento evalúa el Sistema constructivo Xpanel Building Technologies basado en un conjunto de paneles estructurales de poliestireno expandido con una armadura básica adosada en sus caras, constituida por alambres lisos de acero galvanizado, vinculados entre sí por conectores electrosoldados del mismo material.

Estos paneles, colocados en obra según la disposición de muros, tabiques y forjados que presente su proyecto, son completados in situ mediante la aplicación de micro-hormigón a través de dispositivos de impulsión neumática o mediante el vertido utilizando sistemas de encofrado.

De esta manera, los paneles conforman los elementos estructurales de cerramiento vertical y horizontal de un edificio cuya capacidad portante será calculada según el modelo de cálculo descrito en el apartado 8 del presente Informe Técnico.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El Sistema constructivo Xpanel Building Technologies es de junta húmeda, puesto que la unión entre los diferentes elementos que integran el sistema es continua. No existe, por lo tanto, ninguna clase de juntas horizontales ni verticales una vez proyectado el micro-hormigón.

Xpanel Building Technologies es un sistema abierto, puesto que permite combinarse con otros sistemas constructivos tradicionales y no tradicionales.

Los elementos que componen el sistema Xpanel Building Technologies son:

- Paneles portantes verticales (XP):
Elementos de micro-hormigón armado formados por una placa de poliestireno expandido en su núcleo. Estos elementos trabajan verticalmente entre forjados y resisten cargas tanto verticales (peso propio, sobrecarga de uso, etc) como horizontales (viento, sismo, empujes de suelo, etc.). Además, en forjados, pueden trabajar a flexión como jácenas de gran canto, colocados verticalmente. Se fabrican para espesores de EPS de espesor entre 30 y 250 mm, con un ancho de 1220 mm y longitud variable (ver Figura 1 y Figura 2).
- Paneles para forjados (XP / XPH):
Elementos de hormigón armado con núcleo de poliestireno expandido que constituyen las placas de forjado, horizontales o inclinadas. Su ancho es de 1220 mm y su longitud estándar es de 2 metros, pudiéndose adaptar a condiciones de proyecto hasta 4 m. En los paneles XPH, el núcleo de EPS está formado por dos placas, dejando un espacio de 100 mm entre ellas, en el centro del panel (dirección longitudinal), que

quedará relleno durante la instalación por micro-hormigón.

Optativamente, pueden ser de placa entera (tipo XP) sin llevar calle de 100 mm, por lo que el procedimiento de instalación será distinto, al no colocarse en la misma etapa el micro-hormigón de la capa inferior y el de compresión (ver apartado 7.3).

Los paneles para forjados están destinados a soportar las cargas verticales que afectan al forjado de cada piso o a la cubierta. Cumplen también la función de transmitir y distribuir las cargas horizontales a los elementos verticales portantes. (ver Figura 3 y Figura 4).

El presente documento estudia y evalúa únicamente el sistema estructural de paneles portantes y forjados descritos hasta el momento, aunque el fabricante dispone de otros elementos que, utilizados simultáneamente con los anteriores, completan el sistema con cerramientos y particiones interiores, como son los paneles no portantes verticales, que serán paneles tipo XP, generalmente con los espesores menores del catálogo y que no tendrán función estructural.

2.1 Paneles

El panel de cerramiento estructural está constituido por una placa de poliestireno expandido, densidad igual o superior a 15 kg/m³, de un ancho estándar de 1220 mm, que lleva adosadas en sus caras, sendas mallas de acero vinculadas entre sí por conectores de acero electro-soldados (ver Figuras 1 a 4).

El espesor del poliestireno expandido puede variar desde 30 mm hasta 250 mm, en función de las necesidades del proyecto. Este más el espesor del micro-hormigón proyectado, que es de 46 mm como mínimo por cada cara para el panel vertical y 40 y 60 mm (zona de compresión) para el panel horizontal, conforman el espesor total del elemento muro o forjado.

Los mallazos de acero que se colocan en ambas caras de la placa de EPS están constituidos por alambres lisos de acero de diámetro 4 mm formando una cuadrícula de 100 x 100 mm.

Estos mallazos se encuentran unidos entre sí a través de 22 conectores de diámetro 4 mm por cada metro cuadrado de superficie de panel, que atraviesan la placa de EPS formando un ángulo de 75° con la superficie principal del panel, tanto en dirección longitudinal como transversal.

Para el encuentro de cerramientos que forman ángulo entre sí, la continuidad se resuelve mediante las mallas angulares (**AM**) que se suministran a tal fin.

Los paneles verticales, una vez instalados y tras su hormigonado, constituyen el muro portante del edificio ya que poseen capacidad suficiente para resistir esfuerzos de compresión (centradas y excéntricas), de flexión y de corte.



Estos paneles XP pueden utilizarse también como muros de contención de suelos o muros para sótanos con una altura de hasta 3 metros y para alturas superiores con necesidad de justificación por cálculo y con una cimentación adecuada para dichos muros de contención. Además, podrá suplementarse el sistema, disponiendo paneles verticales perpendiculares a modo de contrafuertes, reforzados con barras corrugadas según cálculo.

El espesor de recubrimiento del acero será, como mínimo, de 28 mm (desde la cara exterior del mallazo) en cada cara para los paneles verticales.

En los paneles de forjado, el espesor mínimo de recubrimiento del acero será 32 mm en la capa de compresión (60 mm de micro-hormigón) y 22 mm en la de capa inferior (espesor mínimo de micro-hormigón de 40 mm medido desde el EPS).

Para la solución de los forjados, dependiendo de las necesidades del proyecto, podrán tenerse en cuenta como elementos estructurales primarios vigas metálicas o de hormigón armado in situ que se replantean entre los paneles colocados horizontalmente sobre el encofrado, a lo que complementan las calles de micro-hormigón que se generan longitudinalmente en el centro de los paneles (en el caso de emplear paneles XPH) y la capacidad de los propios paneles con el microhormigón vertido en ambas caras (ver Figura 5). En este caso, el dimensionamiento y armado de las vigas principales será según criterios de cálculo de secciones de hormigón convencionales.

2.2 Uniones y refuerzos

2.2.1 Unión con la cimentación

La unión de los paneles con la cimentación se realiza con armadura de acero corrugado para el anclaje de diámetro 6 mm con disposición en tresbolillo, es decir, alternándose uniformemente en las caras del panel (ver Figura 6).

Tanto la armadura de montaje como el resto de armadura necesaria para el anclaje, se definirá por cálculo y según lo requerido en el punto 11.1 del presente Informe Técnico.

2.2.2 Unión vertical entre paneles

Los mallazos de acero de los paneles sobresalen 100 mm en caras opuestas, de modo que, al unir dos paneles, las mismas se solapan entre sí asegurando la continuidad lateral por superposición, sin necesidad de colocar elementos adicionales de empalme. La Figura 7 muestra la unión entre muros verticales vistos en planta.

2.2.3 Unión horizontal entre paneles de forjado

Los mallazos de acero de los paneles sobresalen igualmente 100 mm en caras opuestas. Optativamente pueden fabricarse paneles para forjado previstos para el solape frontal por lo que, en tal caso, los mallazos sobresaldrán 100 mm tanto en los laterales como en la parte superior e inferior de cada panel para que se produzca el

solape por superposición en las dos direcciones, sin necesidad de colocar elementos adicionales de empalme. Además, se deberá garantizar que los empalmes no se materialicen en el centro del vano.

El solape de mallas se realizará de modo que la posición de los alambres del mallazo de un panel y otro coincidan. Como máximo, la distancia libre entre mallazos solapados deberá ser $\leq 4\phi$ según Código Estructural, Anejo 19.

La unión por superposición de las mallas a ambos lados de los paneles horizontales se complementa con un atado con alambre en la cara superior del panel para evitar su movimiento durante la instalación, previa al hormigonado.

La Figura 8 muestra la unión entre paneles de forjado, vistos en sección vertical.

2.2.3 Mallazos de unión

Para la unión o refuerzo de otros puntos singulares, se utilizan los siguientes mallazos de unión:

- Para el encuentro de cerramientos que forman ángulo entre sí (ver Figura 7 y Figura 8), la continuidad se resuelve mediante las mallas angulares de (250 x 350 mm en sus alas) x 1300 mm de ancho estándar (tipo **AM**), fabricadas en el mismo acero que los mallazos de los paneles (acero liso galvanizado de diámetro 4 mm formando cuadrícula de 100 x 100 mm).
- Para asegurar la continuidad en los lados del panel sin solape y para reforzar las esquinas de huecos en los muros, se utilizan las mallas planas fabricadas en el mismo acero que los mallazos de los paneles con dimensiones 1300 x 300 mm (tipo **FM**).
- Las Mallas Especiales (**ME**). Son mallas planas de dimensión fija el largo (1300 mm) y un ancho mayor que las mallas FM, según necesidades de proyecto.

2.2.4 Unión de panel con forjado

Las uniones de los muros con los forjados se resuelven como se muestra en la Figura 10 (muro interior) y Figura 11 (muro exterior), mediante la colocación de mallas angulares inferiores y superiores y el macizado de, al menos, 100 mm en el encuentro de los paneles horizontales con el muro.

En el caso de que existan, como se indica opcionalmente en el apartado 2.1, vigas de hormigón armado entre las cuales se colocan los paneles horizontalmente, la unión de las vigas con los muros (armados, macizados perimetrales, etc.) estará justificada por cálculo y detallada en los planos de proyecto.

2.2.5 Unión con panel superior

La continuidad de un panel con el superior se resuelve mediante mallas planas y angulares,



según los detalles facilitados por el fabricante que se muestran en la Figura 8 y Figura 9.

3. MATERIALES Y COMPONENTES

Las piezas que componen los paneles del Sistema XPANEL BUILDING TECHNOLOGIES están fabricadas en poliestireno expandido (EPS), mallas de acero y micro-hormigón.

3.1 Poliestireno expandido

El poliestireno expandido (EPS) es un material termoplástico obtenido por la polimerización del estireno en unión con un agente expansivo. El EPS como material está constituido por la unión de multitud de perlas expandidas de poliestireno, producidas durante un proceso de moldeo con aporte de calor en forma de vapor de agua.

El poliestireno expandido contará con Declaración de Prestaciones (marcado CE) con, al menos, las siguientes características según UNE-EN 13163:2013+A2:2017⁽¹⁾:

- Densidad nominal: $\geq 15 \text{ kg/m}^3$
- Conductividad térmica: $0,039 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- Clase de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1:2019⁽²⁾: E
- Tensión de compresión al 10 % de deformación: $\sigma_{10} \geq 70 \text{ kPa}$.
- Resistencia a la flexión: $\sigma_B \geq 100 \text{ kPa}$.
- Estabilidad dimensional
- Dimensiones: DS(N)2 – T2 L3 W3 S5 P10

El espesor del núcleo de poliestireno expandido de los paneles deberá ser tal que el aislamiento térmico correspondiente al cerramiento obtenido cumpla los requisitos exigidos por el CTE DB-HE relativos al Ahorro de energía.

Dado que el poliestireno expandido es continuo en todos los muros de cerramiento, no se producen puentes térmicos. En el caso de que se realicen cajeados para el paso de instalaciones en los muros, los huecos se deben rellenar con espuma de poliuretano.

Considerando la conductividad térmica certificada según UNE-EN 13163:2013+A2:2017⁽¹⁾ para la densidad 15 kg/m^3 resultan los valores de transmitancia térmica «U», mostrados en la Tabla 1, según declara el fabricante.

Tabla 1. Transmitancia térmica de los paneles verticales

CERRAMIENTO VERTICAL	
FLUJO HORIZONTAL	
PANEL TIPO	U (W/m ² K)
XP-30	1,010
XP -40	0,802
XP-50	0,665
XP -60	0,568
XP -80	0,440
XP -100	0,359
XP -120	0,303
XP -140	0,262
XP -160	0,231
XP -180	0,207
XP -200	0,187
XP -220	0,171
XP -250	0,151

Nota: Estos valores han sido calculados según el CTE-DB-HE relativo al Ahorro Energético, habiéndose considerado una conductividad térmica del micro-hormigón proyectado de $1,8 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

3.2 Aceros

3.2.1 Barras de acero corrugado

Las barras corrugadas de acero para la armadura de montaje tendrán límite elástico de 500 MPa, alargamiento en rotura superior al 8 % y resistencia a tracción mayor de 550 MPa según UNE 36099:1996⁽³⁾.

3.2.2 Alambres de acero galvanizado

Las mallas se componen de alambres lisos de acero galvanizado, con límite elástico asociado (valor para el cálculo) mayor o igual de 500 MPa. La deformación unitaria característica a carga máxima será $\geq 5 \%$ y la relación resistencia última / límite elástico será $\geq 1,08$. En cuanto a composición química, cumplirá lo establecido en UNE-EN ISO 16120-2:2017⁽⁴⁾ para el tipo de acero C9D.

La capa mínima del galvanizado será de 60 g/m^2 , según establece la norma UNE-EN 10244-2:2010⁽⁵⁾ para el diámetro de 4 mm y cincado clase D.

3.3 Micro-hormigones

Se utilizarán micro-hormigones que cumplan las especificaciones marcadas en el Código Estructural, según la clase general de exposición ambiental en que se encuentre ubicada la obra.

Los componentes del micro-hormigón para proyectar cumplirán los requisitos recogidos en UNE-EN 14487-1:2023⁽⁶⁾.

En general, se emplearán morteros secos industriales que cuenten con Declaración de Prestaciones (marcado CE) según la norma UNE-

⁽¹⁾ UNE-EN 13163:2013+A2:2017. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación.

⁽²⁾ UNE-EN 13501-1:2019. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.

⁽³⁾ UNE 36099:1996. Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado.

⁽⁴⁾ UNE-EN ISO 16120-2:2017. Alambres de acero no aleado para la fabricación de alambre. Parte 2: Requisitos específicos del alambres de uso general. (ISO 16120-2:2017).

⁽⁵⁾ UNE-EN 10244-2:2010. Alambre de acero y productos de alambre. Recubrimientos metálicos no ferrosos sobre alambre de acero. Parte 2: Recubrimientos de cinc o de aleaciones de cinc. Que será sustituida por la traducción de la versión EN 10244-2:2023.

⁽⁶⁾ UNE-EN 14487-1:2023. Hormigón proyectado. Parte 1: Definiciones, especificaciones y conformidad.



EN 998-1:2018⁽⁷⁾, con prestaciones compatibles con lo requerido por el proyecto técnico y el correspondiente control de su relación agua/polvo y de aplicación, de acuerdo a la ficha técnica del fabricante y a los parámetros establecidos en este Documento o por la Dirección de Obra.

También podrá fabricarse el micro-hormigón in situ, con mayores controles a establecer por la Dirección de Obra. En tal caso, la dosificación del micro-hormigón proyectado, con la posible incorporación de aditivos, se realizará conforme al Código Estructural. Los cementos empleados serán CEM I o CEM II según UNE-EN 197-1:2011⁽⁸⁾, de clase resistente 32,5 MPa o 42,5 MPa, debiendo cumplir las especificaciones fijadas el Código Estructural. Los áridos podrán ser naturales o de machaqueo y deberán cumplir las prescripciones fijadas en el Código Estructural, con la única limitación de que para favorecer la impulsión neumática el tamaño del árido no sea mayor de 6 mm.

En cualquiera de los dos casos, la mezcla con que se realice la proyección neumática del micro-hormigón deberá cumplimentar los requisitos que se enumeran a continuación:

- Consistencia: debe poder ser aplicado en capas de alrededor 2 cm sin que se produzcan desprendimientos.
- Resistencia: a los fines de cálculo se considerará una resistencia a la compresión de 25 MPa.
- Baja retracción de fraguado: para evitar la fisuración provocada por la evaporación del exceso de agua de amasado, se podrán emplear en la dosificación fibras de vidrio (deben cumplir las especificaciones de la Norma UNE-EN 15422:2009⁽⁹⁾ y se recomienda que cuenten con Declaración de Prestaciones [marcado CE] según Evaluación Técnica Europea [ETE] basada en el Documento de Evaluación Europea 260002-00-0301⁽¹⁰⁾) o fibras de polipropileno (con Declaración de Prestaciones [marcado CE] según UNE-EN 14889-2:2008⁽¹¹⁾) de 12 mm de longitud, de modo que la retención sea inferior a 0,4 mm/m.

4. FABRICACIÓN

4.1 Lugar de fabricación

El Sistema Xpanel Building Technologies es fabricado por la empresa XPANEL BUILDING TECHNOLOGIES EUROPE, S.L., ubicada en c/ Aragón número 5, Polígono Industrial de Antequera (Málaga). La planta industrial cuenta con un

⁽⁷⁾ UNE-EN 998-1:2018. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 1: Morteros para revoco y enlucido.

⁽⁸⁾ UNE-EN 197-1:2011. Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.

sistema de aseguramiento de la calidad para la fabricación de sus productos.

4.2 Documentos para la fabricación

El documento *Orden de Pedido* es el documento específico que recoge los paneles a fabricar (tipo, cantidad, dimensiones, materiales requeridos, etc.) en el que se registra el ensamblaje de paneles en la paneladora, los controles dimensionales, acabados y conformidad final. En los documentos *Control de calidad EPS*, *Control peso acero* y *Control de stock*, se recogen las verificaciones que se realizan durante la recepción de los componentes del panel, como son: las dimensiones y densidad de las placas de EPS, el peso, estado y ubicación final de las bobinas de acero.

4.3 Proceso de fabricación

El proceso de fabricación de los paneles del Sistema Xpanel Building Technologies transcurre fundamentalmente en dos etapas:

4.3.1 Producción del mallazo de acero básico

A partir de bobinas de alambres de acero lisos de diámetro 4 mm, un equipo automático controlado por microprocesador realiza el ensamblaje de la malla electrosoldada que está compuesta por 14 alambres longitudinales, espaciados 10 cm, y alambres transversales espaciados también 10 cm en la dirección secundaria.

Esta máquina soldadora automática posee control total de la calidad de soldadura con actuadores regulables que operan sobre cada uno de los siguientes puntos:

- Precompresión de los alambres a soldar por las pinzas de soldadura.
- Intensidad de la corriente.
- Retención de las pinzas de soldadura.

De esta manera, se selecciona cada uno de los parámetros necesarios para la correcta soldadura de los diferentes aceros que integran los mallazos con la máxima penetración.

Una vez producida cada malla de la medida programada, se descarga y acopia.

4.3.3 Ensamblaje de paneles

Colocado en una mesa de entrada el conjunto formado por dos mallas de acero electrosoldadas con una placa de poliestireno expandido entre ellas y del espesor de producción requerido, una máquina automática procede a unir estos elementos por medio de conectores de acero de 4 mm de diámetro que atraviesan la placa de EPS formando un ángulo de 75° con la superficie

- ⁽⁹⁾ UNE-EN 15422:2009. Productos prefabricados de hormigón. Especificaciones para las fibras de vidrio destinadas al armado de morteros y hormigones.

- ⁽¹⁰⁾ EAD 260002-00-0301, Alkali resistant glass fibres containing zirconium dioxide for use in concrete.

⁽¹¹⁾ UNE-EN 14889-2:2008. Fibras para hormigón. Parte 2: Fibras poliméricas. Definición, especificaciones y conformidad.



principal del panel, tanto en dirección longitudinal y transversal.

En este caso, al igual que en la producción de las mallas, se controlan por microprocesador los tres parámetros completos de cada soldadura.

Esta máquina tiene un sincronismo de todas las tareas de manera tal que va colocando los conectores a medida que el panel es desplazado horizontalmente a lo largo de la máquina.

4.3.4 Producción de mallazos de unión

Para obtener las mallas planas (**FM y ME**) y de refuerzo angular (**AM**), descritas en el punto 2.2, se utiliza una máquina controlada por microprocesador que produce el corte simple o el corte y el plegado a 90° de tramos de malla entera.

5. CONTROL DE CALIDAD

XPANEL BUILDING TECHNOLOGIES EUROPE S.L. tendrá registrados y a disposición del IETcc todos los controles y certificados que a continuación se indican, para garantizar la calidad y trazabilidad de los productos.

5.1 Controles de recepción en fábrica

La recepción de los materiales queda registrada en los documentos «Control de calidad EPS», «Control peso acero» y «Control de stock» junto con los certificados de proveedor y la documentación del suministro.

5.1.1 Poliestireno expandido

El control de recepción del EPS consiste en la verificación de la correspondencia entre la especificación de compra y el producto recibido así como en la vigencia de la Declaración de Prestaciones (marcado CE) del producto, emitida por el proveedor según la norma UNE-EN 13163:2013+A2:2017⁽¹²⁾, que dé cumplimiento a las características requeridas en el apartado 4.1 del presente Informe Técnico.

Se controla desde los siguientes aspectos:

a) Visual

Sobre el 100 % del material recibido en Planta de producción se efectúa un control visual que implica:

- Integridad de las placas. Ausencia de defectos visibles.
- Correspondencia de Orden de compra con el Documento de Transporte.
- Verificación de Marcado de cada conjunto, que corresponda con el tipo de panel para el que van a emplearse las placas.

⁽¹²⁾ UNE-EN 13163:2013+A2:2017. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación.

b) Dimensional

De un paquete por cada camión que se recibe en Planta se efectúa un Control dimensional donde se procede a la medición con cinta métrica y verificados con una tolerancia dimensional de -0; + 2 cm.

c) Densidad

Una vez medido el paquete o conjunto de placas seleccionado al azar, se pesa con balanza electrónica, a los efectos de realizar el cociente entre su peso y volumen para determinar la densidad.

La densidad calculada a través del peso en báscula, no debe ser inferior al 95 % de la nominal de la partida.

5.1.2 Aceros

Los alambres de acero utilizado en la confección de los paneles deben ser acordes a lo indicado en el apartado 3.2.2 del presente Informe Técnico y contar con certificados, por lote, de acuerdo a las normas indicadas en el mismo apartado. Durante su recepción, se controlan los siguientes aspectos:

a) Visual

Sobre el 100 % del material recibido en Planta se efectúa un control visual que implica:

- Correspondencia de Orden de compra con documento de Transporte.
- Etiquetado.
- Estado de las bobinas.

b) Dimensional

Se controla 1 bobina de acero cada 5 recibidas, verificándose el diámetro con calibre y el peso de bobina con balanza Clase I.

5.2 Controles durante el proceso de fabricación

5.2.1 Producción del mallazo de acero básico

La conformación de mallazos se realiza de forma mecanizada en un equipo automático controlado por microprocesador. El principal control tiene que ver con la soldadura de las barras los alambres longitudinales y transversales; este control en los nudos se realiza de acuerdo a la norma UNE-EN 10080:2006⁽¹³⁾ para lo que se realiza:

- Control visual de nudos despegados.
- Ensayos de tracción: quincenalmente (o en cada cambio de configuración de la máquina), se toman muestras de nudos de la malla de acero para efectuar el ensayo de tracción de nudo soldado. Tales pruebas son realizadas internamente en Planta de producción sobre

⁽¹³⁾ UNE-EN 10080:2006. Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.



todos los tipos de malla de acero que se producen y según la norma UNE-EN ISO 15630-2:2019⁽¹⁴⁾ (Determinación del cortante en la soldadura). El registro de los resultados se efectúa en un acta interna del ensayo.

5.3 Panel terminado

Sobre el panel terminado se efectúan los siguientes controles sobre una mesa de inspección:

a) Dimensional.

Se verifica con cinta métrica las dimensiones de los paneles producidos con una tolerancia dimensional igual a L/500.

b) Visual.

Se verifica la integridad del conjunto comprobando que no ha habido pérdida de material EPS por arrancamiento durante el mecanizado o combustión durante la soldadura.

c) Soldaduras.

Se realiza una inspección visual (100 %) de las soldaduras de conectores a los fines de verificar el correcto soldado de los conectores, soldándose manualmente con soldadura de puntos aquellos conectores que no se hubieran soldado correctamente en la máquina automática.

Del 0,5 % de los paneles fabricados, se toma una muestra de malla de acero para efectuar pruebas a las soldaduras, tanto en los nudos del mallazo como en la unión mallazo-conector. Tales pruebas son realizadas según la norma UNE-EN ISO 15630-2:2019⁽¹⁷⁾ (Determinación del cortante en la soldadura y ensayo de doblado en intersección soldada).

Estos controles de fabricación quedan recogidos en los correspondientes registros de producción de mallas y paneles, así como en los informes de ensayo de despegue de nudos.

5.4 Control de calidad en obra

El fabricante aportará un Plan de Control de Obra, en cumplimiento del Código Estructural, que deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa. La Dirección Facultativa fijará los ensayos a realizar al micro-hormigón.

Este Plan de Control incluirá un control de recepción de materiales.

5.4.1 Micro-hormigones

En caso más común de utilización de morteros industriales, se aplicará lo establecido por la norma

UNE-EN 1015-2:1999/A1:2007⁽¹⁵⁾ para la toma de muestra total y preparación para ensayo.

Cuando el micro-hormigón o en su caso el mortero industrial sea suministrado desde una planta que esté en posesión de Sello de Calidad oficialmente reconocido, no será necesario realizar el control de recepción en obra de sus componentes.

En el caso de la fabricación in situ del micro-hormigón, deberá existir un control de calidad en la recepción de los materiales que asegure que se cumplen los requisitos de sus componentes recogidos en UNE-EN 14487-1:2023⁽¹⁶⁾ y los recogidos en el Código Estructural.

- Los áridos cumplirán las prescripciones fijadas en el Código Estructural y contarán con Declaración de Prestaciones (marcado CE), según lo especificado en la norma UNE-EN 12620:2003+A1:2009⁽¹⁷⁾.
- Los cementos seguirán la «Instrucción para la Recepción de Cementos» (RC) en vigor, y contarán con Declaración de Prestaciones (marcado CE) según lo especificado en la norma UNE-EN 197-1:2011⁽¹⁸⁾.
- El agua de amasado deberá cumplir las prescripciones fijadas en el Código Estructural.
- Los aditivos dispondrán de Declaración de Prestaciones (marcado CE), se encontrarán en proporción no superior al 5 % en peso de cemento y cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 934-2:2010+A1:2012⁽¹⁹⁾.
- Las adiciones deberán cumplir, además de lo marcado en el Código Estructural, los requisitos especificados en la norma UNE-EN 206:2013+A2:2021/1M:2022⁽²⁰⁾.

Los micro-hormigones, realizados in situ y los suministrados a obra desde una central de hormigón preparado, se controlarán según los criterios del Código Estructural para el control estadístico, en el número y cantidad que haya fijado la Dirección Facultativa, debiendo ser realizados los ensayos por un laboratorio externo acreditado.

5.4.2 Aceros

Las barras de acero corrugadas a colocar en obra se controlarán según los criterios establecidos en el Código Estructural-para el control a nivel normal.

⁽¹⁴⁾ UNE-EN ISO 15630-2:2019. Aceros para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 2: Mallas electrosoldadas y armaduras básicas. (ISO 15630-2:2010).

⁽¹⁵⁾ Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 2: Toma de muestra total de morteros y preparación de los morteros para ensayo.

⁽¹⁶⁾ UNE-EN 14487-1:2023. Hormigón proyectado. Parte 1: Definiciones, especificaciones y conformidad.

⁽¹⁷⁾ UNE-EN 12620:2003+A1:2009. Áridos para hormigón.

⁽¹⁸⁾ UNE-EN 197-1:2011. Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.

⁽¹⁹⁾ UNE-EN 934-2:2010+A1:2012. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado

⁽²⁰⁾ UNE-EN 206:2013+A2:2021/1M:2022. Hormigón. Especificaciones, prestaciones, producción y conformidad. Complemento nacional a la UNE-EN 206:2013+A2:2021.



- Los aceros cumplirán la norma UNE 36068:2011⁽²¹⁾ y estarán certificados por un sello o marca de calidad.
- Los mallazos cumplirán la norma UNE 36092:2014⁽²²⁾ y deberán estar certificados por un sello o marca de calidad.

En la recepción del acero se solicitarán los correspondientes certificados y se realizarán los ensayos por un Laboratorio externo acreditado. Para la realización del control se establecen los siguientes parámetros:

a) *Partida*

Material suministrado a obra de una sola vez, de la misma designación y procedencia.

b) *Lote*

Extensión del lote: 20 toneladas

En cada lote se realizarán los siguientes ensayos:

- Dos comprobaciones de sección equivalente.
- Dos comparaciones de características geométricas para verificar que se encuentran dentro de los límites establecidos en el certificado de adherencias o cumplen el correspondiente índice de corruga.
- Dos comprobaciones de doblado-desdoblado.
- Para cada uno de los diámetros empleados, comprobación de: tipo de acero, fabricante, límite elástico y carga de rotura y su relación, alargamiento de rotura y alargamiento bajo carga mínima.

5.4.3 *Controles tras el hormigonado de los paneles*

Además de los controles de resistencias del micro-hormigón que establezca la Dirección Facultativa, tras el hormigonado deben realizarse las verificaciones establecidas en el Manual de Instalación del fabricante, teniendo en cuenta de nuevo lo requerido por la Dirección Facultativa y lo establecido en el apartado 7.4 del presente Documento.

6. ETIQUETADO, EMBALAJE, TRANSPORTE, RECEPCIÓN EN OBRA, ACOPIO Y MANIPULACIÓN

Los paneles del Sistema Xpanel Building Technologies se rotulan en el lateral de la placa de EPS con el siguiente código:

- Código de la obra.
- Tipología de panel y espesor de EPS.
- Longitud del panel en metros.
- Planta de instalación.

Además, se hará un etiquetado por pila de paneles que incluya, como mínimo:

- Marca comercial e identificación del fabricante.
- Logotipo y número del DIT.
- Código de identificación de los paneles: lote, fecha de fabricación.
- Identificación de la obra de destino: proyecto, albarán, fecha de salida.

El acopio de paneles se realizará en pilas en horizontal, sobre tirantes de madera o EPS apoyados directamente sobre el terreno natural, evitando que se ensucien. Los tirantes o tablas de madera o EPS serán, como mínimo dos por cada pila y estarán separados un máximo de 2 metros entre sí. La altura de cada pila no será superior a 4 metros.

Se deberán proteger del viento, ya que debido a su peso ligero pueden volar e impactar con cualquier objeto de los alrededores.

No se mantendrán las piezas expuestas de forma prolongada a la acción solar.

El transporte de los paneles se hará en pilas horizontales apoyadas sobre tirantes distanciados un máximo de 2 m. La altura de cada pila podrá ser como máximo de 2,6 m.

La manipulación para carga y descarga podrá hacerse por medio de auto elevadores con dos uñas de enganche o mediante grúas u otros dispositivos de izado con dos puntos de sujeción hasta paneles de longitud de 6 m.

En todo caso, se tendrá siempre en cuenta lo establecido en el Plan de Seguridad de la obra.

7. PUESTA EN OBRA

7.1 **Replanteo y colocación de esperas**

Los paneles se colocan apoyándolos simplemente sobre una cimentación continua tal como una viga de cimentación o una solera de hormigón en masa u hormigón armado según cálculo convencional, dimensionada en función de la resistencia admisible del terreno.

Esta cimentación presentará una armadura básica de montaje estructural, consistente en barras de acero corrugadas de diámetro 6 mm y una armadura de anclaje en número que surja del cálculo estructural correspondiente de cada obra, con disposición en tresbolillo, es decir, alternándose en las caras del panel. La distancia entre las filas de esas barras será igual a la distancia entre los mallazos, es decir, el espesor del núcleo de poliestireno expandido más 28 mm.

Las armaduras de anclaje serán rectas y deberán empotrarse en la cimentación según marque el Código Estructural, no menos de 20 cm; deberán

⁽²¹⁾ UNE 36068:2011. Barras corrugadas de acero soldable para uso estructural en armaduras de hormigón armado.

⁽²²⁾ UNE 36092:2014. Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T.



sobresalir del plano superior de la cimentación en una longitud mínima de 35 cm. Se vincularán a las mallas del panel mediante simple atadura (ver Figura 6).

Las armaduras de anclaje también podrán colocarse perforando el hormigón de la solera con taladro rotopercurtor y fijando las barras al hormigón con un adhesivo epoxi, cuando el cálculo estructural así lo requiera.

Especialmente en el caso de los muros perimetrales que nacen en el borde de la cimentación o en el canto de un forjado, se recomienda que estas barras al tresbolillo se coloquen antes del hormigonado de la losa o forjado, a modo de esperas, de forma que se evite que el taladro para colocar posteriormente la armadura de montaje coincidiera con el armado del elemento horizontal (que, en ningún caso debe ser afectado por dicho taladro). Además, en este caso hay que tener en cuenta que la distancia entre el centro del taladro (o de la posición de la barra preinstalada) y el borde de la losa o forjado debe ser, como mínimo, de 40 mm y compatible con el recubrimiento mínimo de los aceros requerido por el proyecto para el armado de la losa o forjado.

7.2 Colocación de paneles

La sucesión de paneles vinculados entre sí materializa todos los planos de cerramiento de la construcción: paredes exteriores, muros interiores, losas de entrepiso o forjados y cubiertas (ver Figuras de 7 a 11).

Los paneles, cuando son coplanares, se unen entre sí a través del solape de 100 mm que presentan sus mallas en caras opuestas; estos solapes serán vinculados por medio de simples ataduras de alambre con una separación de aproximadamente entre 400 y 500 mm.

Las aristas horizontales y verticales del encuentro entre paneles deberán ser reforzadas mediante mallas angulares (AM) dispuestas a lo largo de las mismas y en cada una de sus caras (ver Figura 7 s Figura 11).

Mediante el corte del panel, se abren los vanos correspondientes a las aberturas, con la holgura mínima necesaria para evitar puentes térmicos (aproximadamente 10 a 20 mm) para la colocación de los marcos, cuyas grapas de fijación se atan a las mallas.

Las aberturas internas o aleros pueden reforzarse mediante mallas angulares AM, ajustadas a la anchura correspondiente a la del paramento, recercando los bordes de todo el hueco.

Asimismo, se reforzarán con este tipo de malla todos los bordes libres de paramentos, como por ejemplo voladizos (ver Figura 11).

Las aberturas deberán tener refuerzos a 45° en los vértices de las mismas y como armadura longitudinal la obtenida mediante cálculo.

Estos refuerzos podrán realizarse con mallas especiales (tipo AM) que se suministran conjuntamente con los paneles, para estos fines (ver Figuras de 11 a 14).

Cuando deban unirse paneles que se hayan cortado y que, por lo tanto, no posean los solapes de malla de caras opuestas, se emplearán para estas uniones las mallas tipo **FM** que permitirán un empalme por superposición, garantizando que los alambres sean coincidentes o que cumplan lo establecido en el Código Estructural con respecto al solape (máxima distancia libre $\leq 4\phi$). Estas mismas mallas especiales serán empleadas toda vez que por diferentes razones de obra, deban cortarse las mallas predispuestas de los paneles.

Debe asegurarse que los planos de cerramientos sean correctamente alineados y aplomados. Ello se realiza mediante el empleo del sistema de escuadras de aplomado y largueros de XPANEL BUILDING TECHNOLOGIES EUROPE, SL.

Seguidamente, podrán ejecutarse las canalizaciones en el poliestireno expandido que estuvieran contempladas desde el proyecto, mediante depresiones hechas con una pistola de aire caliente, en ellas se alojarán los conductos correspondientes.

La unión entre muros y forjados se resuelve según lo indicado en el punto 2.2.4 y las Figuras 9 y 10 del presente Informe Técnico, cuidando de dar continuidad vertical a los espesores de micro-hormigón proyectado aplicados en las caras de apoyo.

Para la realización de los planos horizontales debe disponerse un encofrado de puntales, sopandas y portasopandas.

En el tablero de encofrado, se replantearán los paneles (y, en su caso, las calles o vigas que se generarán y armarán entre ellos) según el proyecto, así como los huecos para pasos de instalaciones, compatibles con el análisis estructural del forjado en el que se haya tenido en cuenta dichos huecos en función del tamaño, posición, condiciones de contorno, cargas, etc.

Adicionalmente para los paneles de forjado tipo XPH, se instalarán fijaciones (o mallazos auxiliares) sobre el tablero de encofrado para atar los paneles al encofrado previo a la fase de hormigonado. De este modo se asegura la posición y fijación de los paneles tipo XPH. Los paneles apoyarán sobre separadores que mantengan el espesor de 30 mm de recubrimiento mínimo inferior.

En el caso que el forjado tenga refuerzos estructurales tales como vigas, antes de la colocación de los paneles, se habrá colocado el armado de dichas vigas calzándolas y dejando las mallas de refuerzo correspondientes según los detalles constructivos.

En caso de ser necesario, se colocarán los refuerzos en los bordes perimetrales del forjado



para generar el zuncho de hormigón, según lo previsto en el proyecto.

En la colocación de los paneles de forjado debe verificarse (al menos en el primer panel de cada forjado), la posición del sobrecanto de las mallas para el solape, de forma que, en la colocación de los siguientes paneles, la continuidad de los mismos se produzca por superposición, como está previsto en la concepción del panel.

También debe comprobarse que se han colocado los separadores de 10 mm entre el mallazo inferior y el EPS del propio panel, así como los separadores de 30 mm bajo la malla angular que generará la unión entre el muro y estos paneles horizontales y que servirá en esta fase de apoyo del panel horizontal.

7.3 Vertido o proyección del micro-hormigón

Una vez realizadas las operaciones descritas en cada caso (muros verticales y paneles horizontales), se procede a la puesta en obra del micro-hormigón, para lo que se tendrá en cuenta el Código Estructural y lo establecido en UNE-EN 14487-2:2008⁽²³⁾.

Para la proyección de los paneles verticales, en caso de emplear morteros industriales, se recomienda la utilización de máquinas de doble amasado con bombeo mediante rotor. Para los micro-hormigones elaborados in situ, son recomendables las máquinas de proyección neumática mediante pistón. También podrá utilizarse gunita impulsada por vía seca.

En el caso de emplearse máquinas de proyección continua deberá ajustarse la posición del hidrómetro en función de:

- 1) Tipo de camisa de bombeo.
- 2) Caudal de la misma.
- 3) Velocidad de giro del motor.
- 4) Peso aparente del mortero industrial.
- 5) Porcentaje de agua recomendado por el fabricante del mortero seco.

La aplicación del micro-hormigón convierte todos los cerramientos y forjados conformados por paneles, así como a sus uniones en elementos continuos y monolíticos.

La operación de proyección del micro-hormigón en los paneles verticales se inicia por la cara opuesta a las escuadras y aplomadores. El proyectado se realizará en dos fases, una primera cubrirá toda la malla del panel y la segunda completará hasta el espesor final mínimo⁽²⁴⁾ de 46 mm medidos desde la superficie del EPS. Esta segunda capa podrá aplicarse de manera consecutiva y directa, siempre

que la primera haya adquirido la consistencia suficiente y no haya finalizado su proceso de fraguado, para evitar en todo caso la creación de una junta fría. En el caso de que el fraguado haya concluido, se aplicará antes del inicio un puente de unión⁽²⁵⁾ para garantizar la adherencia entre ambas capas, respetando estrictamente los tiempos de trabajabilidad del producto de puente de unión.

Se recomienda que, una vez proyectada la segunda capa, se dé un acabado fratasado con el fin de cerrar el poro del hormigón.

Una vez terminado el proyectado de una de las caras y transcurrido entre 24 y 48 horas, dependiendo del momento estacional, se retiran las escuadras y aplomadores y, apeando la cara hormigonada, se procede al proyectado de la cara opuesta, siguiendo los pasos anteriores.

Posteriormente puede aplicarse sobre la superficie cualquier tipo de terminación, a elección del proyectista, con materiales convencionales: enlucido y pintura sobre superficies maestreadas, yeso, revestimientos cerámicos, etc.

Para ejecutar los planos horizontales (forjados o cubiertas), se prepara el micro-hormigón en una mezcladora convencional. Tras el hormigonado de los muros y la colocación del encofrado y los paneles horizontales descritos en el apartado anterior, el micro-hormigón se lleva al punto de vertido mediante una cuba o manguera.

En caso de que el proyecto disponga de vigas armadas en el forjado, su hormigonado deberá corresponderse con los hormigones y controles que establezca la Dirección Facultativa.

Los paneles de forjado XPH se suministran con calles para facilitar el hormigonado. De este modo, tanto la capa inferior como la superior se generan en la misma operación de vertido de micro-hormigón y se puede controlar en distintas secciones el nivel y la uniformidad del micro-hormigón que se está colocando.

Se comienza el vertido por una esquina del forjado, vertiendo 50 mm de micro-hormigón sobre el panel. El hormigón bosará por las calles y correrá por la parte inferior del forjado, con la ayuda de un vibrador. La capa de compresión, de 60 mm de espesor medido sobre el EPS, se terminará con regla vibradora.

Como procedimiento alternativo, en paneles de forjado XP, sobre un encofrado horizontal o inclinado con tableros se irá aplicando una capa de micro-hormigón fluido e inmediatamente el panel apoyado en unos dados separadores que mantengan el espesor de 30 mm de recubrimiento mínimo inferior; la cara inferior del panel se irá sumergiendo en la masa vertida. La tarea se continúa hasta completar toda la superficie de

reforzar esa capa de terminación con una malla de fibra de vidrio (Mallatex o similar de 200 g/m²); alternativamente también se podrá reforzar con malla ligera de triple torsión.

⁽²⁵⁾ Se recomienda que los puentes adherentes sean acrílicos. Se aplicarán siguiendo la ficha técnica del fabricante.

⁽²³⁾ UNE-EN 14487-2:2008. Hormigón proyectado. Parte 2: Ejecución.

⁽²⁴⁾ En obras ubicadas en zonas con ambiente marítimo, a una distancia menor de 5 km de la costa, se incrementará el espesor del proyectado de la cara exterior en 5 mm. Será conveniente



forjado. Deberá asegurarse la correcta compactación de la capa inferior. Una vez terminada esta tarea, se procederá al vertido de la capa de compresión de 60 mm de espesor.

7.4 Comprobaciones finales

El error de aplomado de cara (transversal) de un panel no debe ser superior a 5 mm en una planta.

El error de posición (descentrado) entre las caras colindantes de los paneles superpuestos debe ser inferior a 15 mm.

La superficie proyectada (paneles verticales) no tendrá defecto de planicidad superior a 3 mm medido con regla de 1 m.

La superficie terminada de los paneles horizontales (capa de compresión en los forjados) no tendrá defecto de planicidad superior a ± 12 mm⁽²⁶⁾.

Se considera como error de ejecución de carácter excepcional, cualquiera de los errores de aplomo y posición que no esté dentro de las tolerancias anteriores. Si tales defectos se presentan durante la ejecución, deberán repetirse los cálculos para la justificación de funcionamiento de los elementos afectados.

8. MEMORIA DE CÁLCULO

Los edificios construidos con el Sistema Xpanel Building Technologies se conciben como estructuras formadas por grandes elementos verticales y horizontales, que se constituyen al agruparse los paneles preindustrializados una vez hormigonados en obra.

Estos grandes elementos verticales y horizontales trabajan como secciones compuestas debido a la vinculación que les proporcionan los 22 conectores de acero de 4 mm de diámetro por cada metro cuadrado de superficie de panel, de manera tal que las dos capas de micro-hormigón proyectadas trabajan de manera solidaria como sección compuesta.

Una de las opciones para definir el modelo numérico que representará a la estructura en el diseño es utilizar modelos de elementos tipo placa definidos por capas. Los materiales que componen cada capa deben corresponder a aquellos materiales que forman el panel: micro-hormigón, acero y EPS, definidos únicamente por su módulo de elasticidad ya que se considera en todo caso cálculo lineal. Además, deberá comprobarse que, para las cargas aplicadas, los elementos se encuentran por debajo de su capacidad límite definida en punto 10.2.2.

En el modelo, la unión entre cada uno de los elementos –incluso con la cimentación– debe ser considerada como articulada de forma tal que la propia unión no aporte rigidez al sistema. No obstante, según se ha verificado por ensayo a las uniones entre paneles, existe un cierto grado de

empotramiento el cual se observa de forma indirecta relacionando los ensayos de flexión de paneles recogidos en la Tabla 3 con los ensayos de paneles en H recogidos en la Tabla 10 y, de forma directa, en el ensayo al nudo panel vertical-forjado recogido en la Tabla 13 y en el ensayo a la conexión entre muros verticales recogido en Tabla 12. Esto se traduce, por un lado, en un aumento de la seguridad frente al fallo de los forjados y, por otro lado, en la transmisión desfavorable de momentos desde los forjados hacia los paneles verticales.

Las solicitaciones a emplear sobre la estructura serán las definidas en el Documento Básico «Seguridad estructural. Acciones en la edificación» del CTE (DB-SE-AE) según corresponda y se dimensionarán las secciones con los resultados obtenidos según el Código Estructural. De tal manera que la capacidad mecánica de las secciones podrá ser calculada aplicando los principios básicos del diseño de elementos de Hormigón Armado (HA), considerando que las secciones se mantienen planas, antes y después de deformarse y utilizando los modelos recomendados en el Código Estructural para hormigón y acero.

8.1 Elementos verticales

Para dar estabilidad a los edificios es necesario que se dispongan paneles verticales XP en dos direcciones de forma tal que, además de recibir la carga de los forjados, proporcionen la estabilidad transversal del mismo, en dos direcciones, junto con los posibles arriostramientos necesarios en cada planta y estudiando, en cada caso, la transmisión de las cargas horizontales a través del forjado o de los posibles arriostramientos.

8.2 Elementos horizontales

Los paneles horizontales presentan una armadura de 14 alambres de diámetro 4 mm en cada cara y en ambas direcciones (los correspondientes a la malla galvanizada electrosoldada 100 x 100 x 4 mm). Podrán instalarse barras corrugadas cuando los esfuerzos determinen la necesidad de incrementar la capacidad mecánica de la sección.

9. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

El fabricante suministra, como referencia, la siguiente lista de obras:

Tabla 2 Referencias de utilización

Obra	Alturas	Año
QUANTUM 19 viviendas en Av. Valdemarin, 7 de Madrid	Sótano + 2	2023
Vivienda Unif. en c/ Centolla 344, Algeciras (Cadiz)	Baja + 1	2023
Vivienda Unif. en c/ N.ª Señora del Carmen 19, Torrelodones (Madrid)	Baja + 1	2023
Vivienda Unif. en Parcela 2 Polígono 27, Sandiche, Cándamo, Asturias	Baja	2023

⁽²⁶⁾ Manual de montaje 2023, rev.01



El IETcc ha realizado visitas a algunas de estas obras, así como encuestas a los usuarios, todo ello con resultado satisfactorio.

10. ENSAYOS

10.1 Caracterización de componentes

10.1.1 Cortante en la soldadura

Tales pruebas son realizadas según la norma UNE-EN ISO 15630-2:2011 (Determinación del cortante en la soldadura) y se ha obtenido un valor medio de 2687 N de resistencia de despegue del nudo de malla y 3749 N de resistencia de despegue del nudo conector-malla. Dichos resultados son conformes con lo establecido en el apartado 7.2.4.1 de la norma EN 10080, considerando un diámetro de 4 mm y límite elástico del acero de 500 MPa.

Estos ensayos se recogen en el informe de ensayos del IETcc 22 758-l.

10.1.2 Resistencia a compresión del micro-hormigón empleado en la fabricación de las probetas

Se determinó la resistencia a flexión y a compresión a 28 días (o fecha más cercana al ensayo mecánico correspondiente) del micro-hormigón empleado en la fabricación de los prototipos de ensayo, según norma UNE EN 196-1:2018:

- La resistencia media de compresión del micro-hormigón con el que se fabricaron los paneles – cuyos ensayos se recogen en el apartado 10.2.1 (caracterización a flexión del panel) de este Documento– fue 32,5 MPa.
- La resistencia media de compresión del micro-hormigón con el que se fabricaron los paneles – cuyos ensayos se recogen en el apartado 10.2.2 (caracterización a compresión del panel) de este Documento– fue 31,2 MPa.
- La resistencia media del micro-hormigón con el que se fabricaron los pórticos –cuyos ensayos se recogen en el apartado 10.3.1 y 10.3.2 (ensayos de flexión unidireccional y bidireccional de forjados) de este Documento– fue 33,5 MPa.

Se determinó la resistencia a flexión y a compresión mecánico del micro-hormigón empleado en la fabricación de los paneles cuyos ensayos se recogen en el apartado 10.3.3 (comportamiento del nudo) de este Documento, según norma UNE EN 1015-11:2022. La resistencia media fue 30,9 MPa (pieza en T) y 32,6 MPa (pieza en L).

Estos resultados son coherentes con una resistencia característica del hormigón de 25 MPa, tal como está definido en el Sistema.

10.2 Caracterización del panel hormigonado

Las características de los materiales, armadura, disposición y número de las mismas en los paneles ensayados, corresponden a lo definido en la sección 2.1 de este Informe.

14

10.2.1 Comportamiento a flexotracción

Las disposiciones de estos ensayos quedan reflejadas en el expediente de ensayos O/2300343/1/01 de CEMOSA.

a) Objeto del ensayo

Se trata de estudiar el comportamiento mecánico de los paneles XP sometidos a una serie de cargas verticales que producen esfuerzos de flexotracción.

b) Disposición de los ensayos

Se ensayaron los paneles XP-100, XP-140 y XP-200 con una capa de compresión superior de 6 cm y capa inferior de 4 cm, 1,22 m de anchura y 3,2 m de longitud y, 200 mm de macizado de micro-hormigón en toda su sección en los extremos del panel.

Los paneles se colocaron biapoyados, con una luz de ensayo de 2,9 m. La carga total se distribuía en dos cargas lineales a 85 cm de cada apoyo.

c) Resultados obtenidos

En la siguiente tabla se recogen las lecturas del aplicador de carga (por tanto, no está incluido el peso propio del panel) para el límite de servicio (por flecha) así como la carga de fin del ensayo.

Tabla 3. Resultados ensayos a flexión

	XP100		XP140		XP200	
	A	B	A	B	A	B
Espesor total (mm)	200		240		300	
Carga total (kN) en L/300	23,37	24,70	26,46	30,76	37,55	38,18
Carga de rotura (kN)	48,63	51,69	51,86	61,61	66,41	79,79

10.2.2 Comportamiento a compresión

Las disposiciones de estos ensayos quedan reflejadas en el expediente de ensayos 22 370 - II.

Ensayo 1

a) Objeto del ensayo

Se trata de estudiar el comportamiento frente a compresión centrada de la sección característica de paneles XP sometidos a las cargas verticales.

b) Disposición del ensayo

Se ensayaron dos paneles XP-80, de 1,0 m de altura, 1,22 m de anchura, y con un espesor de micro-hormigón de 46 mm a cada lado del panel.

c) Resultados obtenidos

Tabla 4. Resultados ensayos a compresión centrada en la sección del panel XP-80

Probeta	#1P 80 A	#1P 80 B
$F_{m\acute{a}x}$ (kN/m)	1510	1961
K_{ini} (kN/mm ²)	2,72	2,27
Fallo	compresión en cabeza	compresión en cabeza



Nota: F: Fuerza distribuida aplicada por unidad de ancho de panel y K_{ini} : Rigidez axial por ancho de panel

Ensayo 2

a) Objeto del ensayo

Se trata de estudiar el comportamiento frente a compresión la sección característica de paneles XP sometidos a las cargas verticales excéntricas

b) Disposición del ensayo

Se ensayaron dos paneles XP-80, de 1,0 m de altura, 1,22 m de anchura, y con un espesor de micro-hormigón de 46 mm a cada lado del panel.

c) Resultados obtenidos

Tabla 5. Resultados ensayos a compresión excéntrica en la sección del panel XP-80

Probeta	#2P 80 A	#2P 80 B
$F_{m\acute{a}x}$ (kN/m)	881	1159
Fallo	compresión en cabeza	compresión en zona central

Nota: F: Fuerza distribuida por unidad de ancho de panel

Ensayo 3

a) Objeto del ensayo

Se trata de estudiar el comportamiento frente a compresión diagonal de la sección característica de paneles XP sometidos a las cargas verticales.

b) Disposición del ensayo

Se ensayaron dos paneles XP-80, de 1,22 m de altura, 1,22 m de anchura, y con un espesor de micro-hormigón de 46 mm a cada lado del panel.

c) Resultados obtenidos

Tabla 6. Resultados ensayos a compresión diagonal en la sección del panel XP-80

Probeta	#XP 80 A N	#XP 80 B N
$F_{m\acute{a}x}$ (kN)	234,6	261,1
Fallo	En punto de aplicación de carga	

Nota: F: Fuerza puntual aplicada.

Ensayo 4

a) Objeto del ensayo

Se trata de estudiar el comportamiento a rasante entre láminas de la sección característica de paneles XP sometidos a carga horizontal en una lámina y apoyado en la otra lámina.

b) Disposición del ensayo

Se ensayó un panel XP-80 y un panel XP-200, de 1,0 m de altura, 1,22 m de anchura, y con un espesor de micro-hormigón de 46 mm a cada lado del panel.

c) Resultados obtenidos

Tabla 7. Resultados ensayos a rasante entre láminas

Probeta	#4P 80 A	#4P 200 A
$F_{m\acute{a}x}$ (kN/m)	65	31
K_{ini} (kN/mm ²)	0,033	0,014
Fallo	Rasante	Rasante

Nota: F: Fuerza distribuida aplicada por unidad de ancho de panel y K_{ini} : Rigidez a rasante por ancho de panel.

Ensayo 5

a) Objeto del ensayo

Se trata de estudiar el comportamiento frente a pandeo de los paneles XP sometidos a las cargas verticales centradas.

b) Disposición del ensayo

Se ensayaron los paneles XP-40 y XP-200, de 2,70 m de altura, 1,220 m de anchura, y con un espesor de micro-hormigón de 4,6 cm a cada lado del panel.

c) Resultados obtenidos

Tabla 8. Resultados ensayos a compresión centrada a paneles a escala real

Probeta	#5P 40 A	#5P 200 A
$F_{m\acute{a}x}$ (kN/m)	775	820
Fallo	Pandeo	Compresión en cabeza

Nota: F: Fuerza distribuida aplicada por unidad de ancho del panel.

Ensayo 6

a) Objeto del ensayo

Se trata de estudiar el comportamiento frente a pandeo de los paneles sometido a cargas verticales excéntricas.

b) Disposición del ensayo

Se ensayó un panel XP-40 y un panel XP-140 de 2,70 m de altura, 1,220 m de anchura, y con un espesor de micro-hormigón de 4,6 cm a cada lado del panel.

c) Resultados obtenidos

Tabla 9. Resultados ensayos a compresión excéntrica a paneles a escala real

Probeta	#5P 40 B	#5P 140 N B
$F_{m\acute{a}x}$ (kN/m)	632	727
Fallo	Pandeo	Compresión en tercio superior

Nota: F: Fuerza distribuida aplicada por unidad de ancho del panel.

10.3 Comportamiento mecánico del sistema estructural

10.3.1 Comportamiento de forjados en flexión unidireccional

Las disposiciones de estos ensayos quedan reflejadas en el expediente de ensayos O/2300343/1/01 de CEMOSA.

a) Objeto del ensayo

Se trata de estudiar el comportamiento a flexión de los paneles XPPanel sometidos a cargas verticales (2 cargas lineales situadas a 1,25 m de cada apoyo), en sus condiciones de unión –en dos de sus



extremos– con muros verticales constituidos por el mismo sistema constructivo (paneles en H).

b) Disposición del ensayo

Se ensayaron paneles XPanel de 4 m de largo, 1,22 m de anchura, con un espesor de micro-hormigón de 40 mm en la cara inferior y 60 mm en la cara superior. El encuentro con los paneles verticales se muestra en la Figura 11 y consistía en 100 mm de micro-hormigón en los extremos del forjado, coincidiendo con el recubrimiento de la cara interior de los muros. El espesor de EPS fue de 140 y 200 mm.

c) Resultados obtenidos

En la siguiente tabla se recogen las lecturas del aplicador de carga (por tanto, no está incluido el peso propio del panel) para el límite de servicio (por flecha) así como la carga de fin del ensayo.

Tabla 10. Resultados ensayos a flexión de paneles en H

	XP140 – último forjado		XP200 – forjado intermedio	
	A	B	A	B
Carga total (kN) en L/300	22,50	20,64	30,09	25,16
Carga de rotura (kN)	44,14	40,78	55,62	54,09

10.3.2 Comportamiento de forjados en flexión bidireccional

Las disposiciones de estos ensayos quedan reflejadas en el expediente de ensayos O/2300343/1/01 de CEMOSA.

a) Objeto del ensayo

Se trata de estudiar el comportamiento a flexión bidireccional de los paneles XPanel sometidos a cargas verticales repartidas en toda la superficie, en sus condiciones de unión en todo su perímetro con muros verticales constituidos por el mismo sistema constructivo.

b) Disposición del ensayo

Se ensayaron paneles XP-140 formando un forjado de 4 x 4 m unidos en sus 4 caras a paneles verticales XPanel según el detalle de la Figura 5 (izquierda). Una vez transcurridos 28 días del vertido de micro-hormigón en los paneles horizontales que conforman el forjado, se sitúa en la zona superior un depósito de agua de diámetro 3,66 metros y una altura de 1 metro.

El llenado con agua del depósito se realiza progresivamente y en 3 escalones de lámina de agua: altura 32 cm, 64 cm y 93 cm. La carga total equivalente es de 103 kN. Las deformaciones en los distintos escalones y tras 24 h, 21 días y 142 días con la carga total mantenida, se muestran en el apartado siguiente.

c) Resultados obtenidos

En la siguiente tabla se recoge la sobrecarga que supone el depósito de agua (por tanto, no está incluido el peso propio del forjado) sobre la superficie total de forjado (4 x 4 m).

Tabla 11. Resultados ensayos a flexión bidireccional y largo plazo

Carga - tiempo	Deformación en el punto central del forjado (mm)
2,2 kN/m ²	0,26
4,43 kN/m ²	1,48
6 kN/m ² – t ₀	3,55
6,4 kN/m ² – 24 h	4,34
6,4 kN/m ² – 21 días	5,42
6,4 kN/m ² – 142 días	7,48*

* Lectura del reloj comparador de desplazamiento en el centro del forjado, realizada por representantes del IETcc el día de la inspección a fábrica.

10.3.3 Comportamiento del nudo

Ensayo 1

a) Objeto del ensayo

El objeto del ensayo es el de evaluar el comportamiento de la unión entre paneles verticales en esquina.

b) Disposición del ensayo

El prototipo del ensayo consiste en dos partes de muro unidas a 90° según la solución habitual. La longitud de cada lado de la pieza era 1200 mm y el ancho 1220 mm. El espesor de EPS eran 100 mm complementados con el micro-hormigón en su espesor habitual (46 mm). Ambos extremos de la pieza formaban en el ensayo un triángulo rectángulo con base la hipotenusa y altura 700 mm. Además, los pies del triángulo contaban con un macizado en el cual se aplicaba la carga de manera horizontal. Finalmente, los muros transversalmente estaban confinados mediante placas atornilladas de modo que se les sometió a una pretensión equivalente a lo que sería una carga permanente de compresión en los muros de 34 kN/m.

La disposición de los ensayos queda reflejada en el informe de ensayos 23/36604486 de Applus.

Se establecieron distintos escalones de desplazamiento de la probeta, una vez alcanzado los cuales se repetía de forma cíclica (3 veces) la carga necesaria para obtener dicho desplazamiento.

c) Resultados obtenidos

Tabla 12. Resultados de carga máxima en los distintos escalones de desplazamiento (pieza en L)

Desplazamiento (mm)	Carga max + (kN)		Carga max – (kN)	
± 6	7,0	Sin daño	5,9	Sin daño
± 12	8,4	Sin daño	9,9	Sin daño
± 18	8,4	Fisuras	15,3	Sin daño
± 24	8,6	Fisuras	18,7	Sin daño



Desplazamiento (mm)	Carga max + (kN)		Carga max - (kN)	
± 30	8,7	Fisuras	20,9	Sin daño
± 40	8,5	Fisuras	22,5	Sin daño
± 50	8,2	Fisuras	22,8	Fisuras
± 60	7,9	Fisuras	22,4	Fisuras

Nota: La carga positiva (+) se refiere a la apertura de la L formando un ángulo >90°, mientras que la carga negativa (-) se refiere al cierre de la L formando un ángulo <90°.

Ensayo 2

a) Objeto del ensayo

El objeto del ensayo es el de evaluar el comportamiento de la unión entre paneles verticales y horizontales.

b) Disposición del ensayo

El prototipo del ensayo consiste en un muro vertical (tipo XP 100) de 3300 mm de longitud unido en su parte central a un panel de forjado (tipo XP 200) de 1310 mm de longitud según la solución habitual. Todos los extremos del espécimen contaban con un macizado de 150 mm. Sobre los paneles verticales se aplicó en su plano una carga permanente de 34 kN/m y se impusieron condiciones de articulación en sus extremos. Sobre el extremo libre del forjado se aplicaron las cargas cíclicas en dirección perpendicular al plano del forjado.

La disposición de los ensayos queda reflejada en el informe de ensayos 23/36604486 de Applus.

Se establecieron distintos escalones de desplazamiento del extremo del panel de forjado, una vez alcanzado los cuales se repetía de forma cíclica (3 veces) la carga necesaria para obtener dicho desplazamiento.

c) Resultados obtenidos

Tabla 13. Resultados de carga máxima en los distintos escalones de desplazamiento (pieza en T)

Desplazamiento (mm)	Carga max. +/- (kN)	Observaciones
± 6	6,0	Sin daño
± 12	8,24	Sin daño
± 18	9,7	Sin daño
± 24	10,62	Fisuras
± 30	9,5	Fisuras
± 40	7,0	Fisuras
± 50	6,0	Fisuras
± 60	5,0	Fisuras

10.4 Ensayos de comportamiento al fuego

Para la evaluación de la resistencia a fuego de los paneles verticales, se fabricó mediante paneles XP-80 un muro de 3 (altura) x 2,95 (anchura) m (dimensiones totales del conjunto), suplementado por ambas caras con 10 de guarnecido de yeso B1 (antes YG/L), con espesor total de 192 mm (10 mm

⁽²⁷⁾ UNE-EN 1365-2:2016. Ensayos de resistencia al fuego para elementos portantes. Parte 2: Suelos y cubiertas.

yeso + 46 mm micro-hormigón + 80 mm EPS + 46 mm de micro-hormigón + 10 mm yeso). El conjunto estaba macizado 80 mm en su extremo superior y unido a la cimentación mediante barras de acero corrugado Ø 6 mm y 400 mm de longitud, empotradas 100 mm en el bastidor de ensayo cada 400 mm en ambas caras. La carga vertical aplicada durante el ensayo fue de 34 kN/m.

Este ensayo se recoge en el informe n.º 4318T21 del laboratorio AFITI y se realizó de acuerdo a la norma UNE-EN 1365-1:2016 con resultado de Capacidad portante 240 min, Integridad 240 min, Aislamiento térmico 240 min, lo que da lugar a una Clasificación de la Resistencia al Fuego de REI240.

Para la evaluación de la resistencia a fuego de los paneles horizontales, se fabricó un forjado de superficie expuesta 4 x 4 m, mediante paneles XP 200, con espesor total de 360 mm (10 mm de yeso en capa inferior + 40 mm micro-hormigón en capa inferior + 200 mm EPS + 60 mm de micro-hormigón en capa superior + 50 mortero de nivelación). La cara expuesta fue la inferior. El ensayo se realizó con una carga repartida total de 78,5 kN.

Este ensayo se recoge en el informe 4787T23 del laboratorio AFITI y se realizó de acuerdo a la norma de acuerdo a la norma UNE-EN 1365-2:2016⁽²⁷⁾ con resultado de capacidad portante, integridad y aislamiento térmico de 144 min, lo que da lugar a una Clasificación de la Resistencia al Fuego de REI 120.

11. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

11.1 Cumplimiento de la reglamentación nacional

11.1.1 SE - Seguridad estructural

Los muros y forjados construidos con el Sistema X-PANEL BUILDING TECHNOLOGIES constituyen parte del cerramiento, los forjados y la estructura o parte de la estructura del edificio.

La presente evaluación técnica, con los ensayos realizados, ha permitido comprobar que el comportamiento estructural del Sistema es acorde con las hipótesis de cálculo del fabricante, según se describen en la sección 8 de este Informe. El IETcc comprobó que los resultados obtenidos de los ensayos fueron superiores a los previstos de en el cálculo teórico realizado con antelación a los ensayos.

Se limitará la carga vertical de los muros de cualquier espesor de EPS al valor mínimo de los ensayos mostrados en la Tabla 9 para evitar posibles fallos por pandeo, en ausencia de estudios más detallados que justifiquen subir dicha limitación.



Para dar estabilidad al edificio es necesario que se dispongan alineaciones de paneles en las dos direcciones para resistir los empujes de viento o sismo, si los hubiere, o bien recurrir a otro sistema de estabilización.

Particularmente, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- El proyecto del edificio deberá contar con su correspondiente anejo de cálculo de estructuras, donde se especifiquen los criterios de cálculo adoptados, que deberán ser conformes a lo establecido en el presente Documento y justificar el cumplimiento de los requisitos básicos de resistencia y estabilidad (SE 1) y de aptitud al servicio (SE 2) del CTE.

- La estructura global ha de dimensionarse, para justificar la adecuación del sistema para el cumplimiento de la estabilidad, resistencia y deformaciones admisibles que puedan derivarse de las acciones correspondientes a los estados límite último y de servicio, dentro de la zona de comportamiento elástico, en las condiciones establecidas por la Normativa en vigor y para la situación geográfica concreta.

- Se prestará especial atención a una verificación de las deformaciones previstas en la estructura, que deberán ser tales que no comprometan la integridad de los elementos constructivos previstos (en particular cerramientos, particiones y acabados).

11.1.2 SI - Seguridad en caso de incendio

Debe justificarse el cumplimiento del requisito básico de resistencia al fuego de la estructura (SI 6) en función del tipo de construcción prevista, debiendo establecerse los recubrimientos de armadura que garanticen la estabilidad y resistencia al fuego exigida (DB-SI 6, Anejo C).

El número de plantas sobre rasante estará limitado por la justificación (mediante cálculo o ensayos según UNE-EN 13501-2⁽²⁸⁾) de la resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales en relación con la altura de evacuación del edificio y su uso (SI 6).

Igualmente deberán disponerse los revestimientos necesarios para dar cumplimiento a la resistencia/reacción al fuego de paredes y techos que delimiten sectores de incendio (SI 1) y en relación con la propagación exterior (SI 2).

Se han realizado ensayos de resistencia a fuego del sistema con la configuración y los resultados mostrados en el apartado 10.4. Los límites de aplicabilidad de dichos resultados pueden encontrarse en los propios informes de clasificación.

⁽²⁸⁾ UNE-EN 13501-2. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 2: Clasificación a partir de

11.1.3 SUA - Seguridad de utilización y accesibilidad

Se tendrán en cuenta las exigencias básicas de del CTE-DB-SUA, relativo a la Seguridad de Utilización y Accesibilidad; en particular en lo relativo a aplicación de acabados (SUA 1).

11.1.4 HS - Salubridad

El procedimiento de instalación debe garantizar la estanquidad al agua de los paneles y juntas. De acuerdo a la experiencia del IETcc en ensayos con Sistemas similares, el comportamiento es satisfactorio, cuando la ejecución de la proyección de micro-hormigón se realiza correctamente.

En cualquier caso, deberá prestarse especial atención, en el diseño de las fachadas, a la incorporación de las ventanas y de los elementos de iluminación, así como la correcta solución de los puntos singulares, fijaciones exteriores, etc.

La ausencia de condensaciones de cualquier tipo en el interior de los muros formados con estos paneles será una condición de diseño. La comprobación de la limitación de humedades de condensación superficiales e intersticiales debe realizarse según lo establecido en la parte 2 del Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE 1 del Código Técnico de la Edificación (DA/2 DB-HE1, CTE), parte 2, en su epígrafe 4.

Debe considerarse la necesidad de realizar una correcta impermeabilización exterior de los muros y forjados, especialmente en sus conexiones, cuando corresponda.

Los componentes del sistema, según declara el fabricante del mismo, no contienen ni liberan sustancias peligrosas de acuerdo a la legislación nacional y europea.

11.1.5 HR - Protección frente al ruido

El Sistema permite la incorporación posterior de aislamiento acústico, para conseguir el aislamiento entre usuarios.

La solución completa de cerramiento y el resto de los elementos constructivos (particiones interiores, medianerías, forjados y cubierta) debe ser conforme con las exigencias del CTE-DB-HR, relativo a Protección frente al ruido.

11.1.6 HE - Ahorro de energía

El Sistema permite el trasdosado interior o exterior de los paneles, dando lugar a distintas soluciones de cerramiento.

La solución completa de cerramiento debe satisfacer las exigencias del Documento Básico del CTE DB-HE1, relativo a Condiciones para el control de la demanda energética, para la zona climática correspondiente en función de cada tipo de cerramiento.

datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación.



En la sección 3.1 del Informe Técnico se dan los coeficientes de la transmitancia térmica de cerramientos, particiones y forjados realizados con el Sistema.

11.2 Utilización del producto. Puesta en obra y limitaciones de uso

11.2.1 Puesta en obra

La idoneidad de este Sistema depende fundamentalmente de que la puesta en obra sea realizada por empresas cualificadas, reconocidas por el fabricante, con experiencia demostrable en la instalación del Sistema.

Dichas empresas garantizarán que la utilización del Sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente Documento, respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos, a partir de la emisión de un certificado de conformidad al final de la obra.

11.2.2 Limitaciones de uso

El presente Documento es válido para aplicaciones del Sistema hasta cuatro alturas; siendo la altura máxima por planta de 4 m, siempre que el cálculo lo admita.

Para edificaciones de mayor número de plantas, ante los posibles problemas de inestabilidad local y pandeo que pudieran producirse, deberá hacerse un análisis local con las diversas opciones de arriostramiento lateral y un análisis global de deformaciones de segundo orden. Igualmente, el nivel de control de ejecución en obra deberá ser adecuado a la solución que se proyecte.

Se prestará especial atención a la limitación de altura impuesta por la resistencia a fuego de la estructura, según lo indicado en 11.1.2.

En cualquier caso, la solución constructiva global adoptada deberá quedar justificada por cálculo recogido en el proyecto técnico a que aluden las condiciones generales de concesión del DIT.

11.2.3 Durabilidad, condiciones de servicio y mantenimiento

Se considera que el Sistema tiene un comportamiento satisfactorio conforme a las exigencias relativas a durabilidad, siempre que la solución concreta de cerramiento se haya diseñado de modo que se garantice la ausencia de condensaciones en el núcleo de los paneles y la protección contra el acceso de agua y agentes acelerantes de la corrosión al entorno de las armaduras debido al proceso de fisuración de las conexiones (ver 11.1.4). Además, el Sistema debe haber sido instalado conforme a lo descrito en el presente documento y debe estar sometido a un adecuado uso y mantenimiento, conforme a lo establecido en el CTE y a las instrucciones dadas por el fabricante.

11.3 Gestión de residuos

Para los residuos producidos durante los procesos de fabricación y puesta en obra del sistema se

seguirán las instrucciones dadas por el fabricante de los mismos de acuerdo a la normativa vigente para cada producto.

En general, se seguirán las especificaciones del Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición, así como las reglamentaciones autonómicas y locales que sean de aplicación. Para ello, XPANEL BUILDING TECHNOLOGIES EUROPE S.L. o el instalador se adherirá al Plan de Gestión de Residuos del contratista principal.

11.4 Condiciones de seguimiento

Para la concesión y validez del presente DIT, el fabricante deberá someterse a supervisiones del control de producción mediante ensayos y un mínimo de inspecciones anuales a fábrica, a realizar por el IETcc o Laboratorio reconocido por este, equivalentes a un Sistema de Evaluación y Verificación de Constancia de las Prestaciones 1+.

12. CONCLUSIONES

Considerando:

- que en el proceso de fabricación se realiza un control de calidad que comprende un sistema de autocontrol por el cual el fabricante comprueba la idoneidad de las materias primas, proceso de fabricación y producto final;
- que el proceso de puesta en obra está suficientemente contrastado por la práctica;
- los resultados obtenidos en los ensayos y las visitas a obras realizadas;

se estima favorablemente, con las observaciones de la Comisión de Expertos de este DIT, la idoneidad de empleo del Sistema propuesto por el fabricante.



13. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS⁽²⁹⁾

Las principales Observaciones de la Comisión de Expertos⁽³⁰⁾, fueron las siguientes:

- Para asegurar la viabilidad del Sistema será preciso aportar, para cada proyecto, una memoria técnica de cálculo estructural que incluya los análisis de Estados Límite Último y de Servicio. En dicha memoria deberá quedar adecuadamente justificada la correcta respuesta estructural de los distintos elementos y las uniones entre ellos. También se fijarán los coeficientes de seguridad exigibles según la normativa en vigor, las tolerancias aplicables y las soluciones a adoptar en caso de que hubiera juntas de dilatación. Además, se deberá prever la correcta unión de los forjados a los paneles verticales en las dos alineaciones o direcciones, para garantizar la transmisión de los empujes horizontales que se produjeran en el edificio a ambas alineaciones.
- El riesgo de condensaciones (conforme al CTE DB-HE) deberá ser evitado por el conjunto del cerramiento.
- Los recubrimientos mínimos de las armaduras se estudiarán y justificarán en cada caso, y, esencialmente, en situaciones ambientales agresivas o cuando sea necesaria una resistencia al fuego determinada. Se considerarán las protecciones complementarias (revestimientos, trasdosados, etc.) que sean necesarias para cumplir la resistencia al fuego necesaria de acuerdo a la normativa vigente.
- En términos de durabilidad, las conexiones deberán estar especialmente protegidas frente al tipo de exposición al que estén sometidas, teniendo en cuenta las posibles aperturas de las juntas o los posibles procesos de fisuración.
- Para las solicitaciones horizontales, ténganse en cuenta los incrementos de dichos empujes, por la consideración de la excentricidad adicional de la acción sísmica, poniendo atención a la baja ductilidad de estos tipos de edificios apantallados.
- Será necesario realizar un estudio específico del comportamiento sísmico cuando proceda.

⁽²⁹⁾ La Comisión de Expertos de acuerdo con el Reglamento de concesión del DIT (O.M. de 23/12/1988), tiene como función, asesorar sobre el plan de ensayos y el procedimiento a seguir para la evaluación técnica propuestos por el IETcc.

Los comentarios y observaciones realizadas por los miembros de la Comisión no suponen en sí mismos aval técnico o recomendación de uso preferente del sistema evaluado.

La responsabilidad de la Comisión de Expertos no alcanza los siguientes aspectos:

- a) Propiedad intelectual o derechos de patente del producto o sistema.
- b) Derechos de comercialización del producto o sistema.
- c) Obras ejecutadas o en ejecución en las cuales el producto o sistema se haya instalado, utilizado o mantenido, ni tampoco sobre su diseño, métodos de construcción ni capacitación de operarios intervinientes.

- No es recomendable la aplicación de cargas localizadas sobre los paneles. No es aconsejable que los paneles estén trabajando en ménsula, salvo para pequeños aleros y remates.
- En el caso de que las armaduras de espera de las cimentaciones no correspondan con las capas de micro-hormigón de los paneles, se replantearán nuevas esperas en concordancia con dichas capas.
- Cuando sea necesario incrementar el aislamiento acústico, se aumentará el espesor de la capa de mortero o se recurrirá a trasdosados, hasta alcanzar el valor de aislamiento acústico exigido por la normativa vigente.
- Se recomienda que las instalaciones estén previstas con sistemas ajenos a los paneles de modo que en obra no se retiren partes del núcleo de EPS para este fin. En caso de tener que deprimir el EPS puntualmente en alguna zona (como está previsto en el punto 7.2), se asegurará que la pérdida de aislante sea la menor posible.
- La colocación de pasatubos en los forjados debe estar prevista y el comportamiento de la sección de forjado afectada estará justificado con anterioridad o será evaluado específicamente.
- Con respecto a la puesta en obra del micro-hormigón para los forjados, será necesario comprobar durante la ejecución y tras desencofrar que la capa inferior está correctamente hormigonada, habiéndose evitado la aparición de coqueas por una compactación inadecuada.
- Se recomienda que una copia del presente Documento de Idoneidad Técnica se incorpore al Libro del Edificio. En el Libro del Edificio deberá quedar claramente definido qué paneles tienen función estructural y cuáles no. Asimismo, deberá indicarse que, para la modificación de cualquier elemento portante, incluida la apertura de huecos, deberá aportarse un proyecto que justifique el cálculo estructural de la nueva disposición, así como los detalles constructivos necesarios.

⁽³⁰⁾ La Comisión de Expertos estuvo integrada por representantes de los siguientes Organismos y Entidades:

- ACCIONA INFRAESTRUCTURAS. Dir. INGENIERÍA.
- Asociación Española de Normalización (UNE).
- Asociación para el Fomento de la Investigación y la Tecnología de la Seguridad contra Incendios (AFITI).
- Consejo General de la Arquitectura Técnica (CGATE).
- CPV
- DRAGADOS, S.A.
- Escuela Técnica Superior de Edificación (ETSEM-UPM).
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM).
- FCC Construcción, S.A.
- Instituto Técnico de Instalaciones y Construcción (ITIC, S.L.)
- M.º de Defensa
- Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).



Nota: Cotas en mm. Los recubrimientos se fijarán en función de las exigencias del Código Estructural

Figura 1. Sección transversal del panel de muro portante (XP)

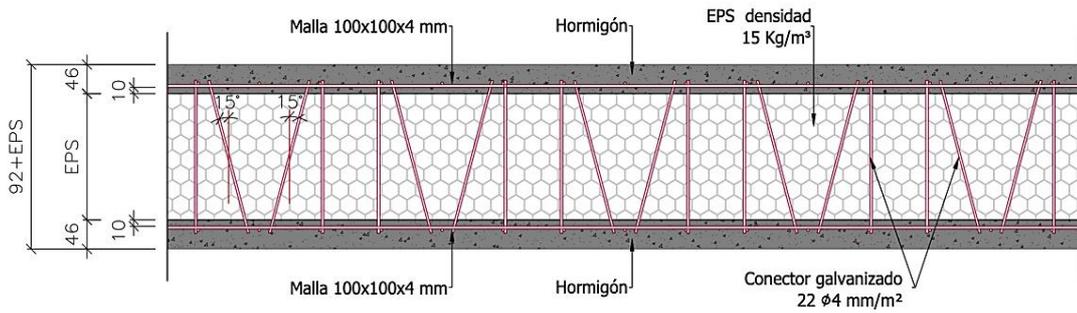


Figura 2. Sección longitudinal del panel de muro portante (XP)

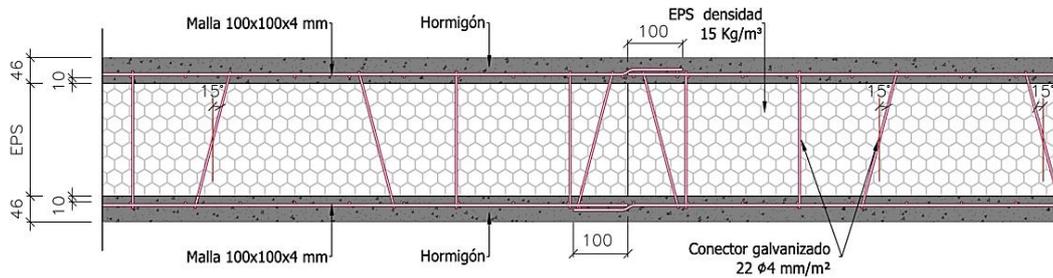


Figura 3. Sección transversal del panel de forjado portante (XP)

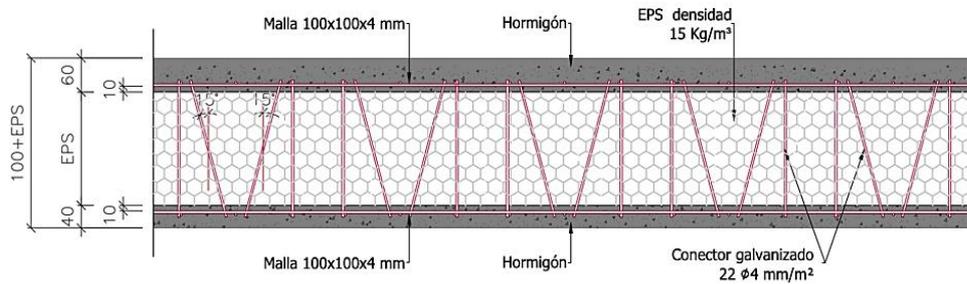


Figura 4. Sección transversal del panel de forjado portante (XPH)

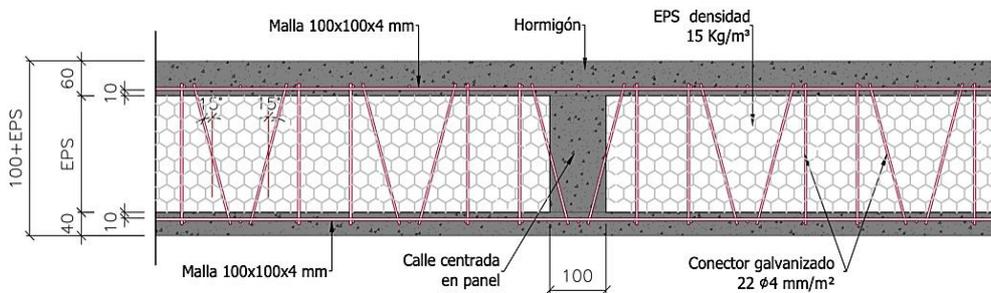
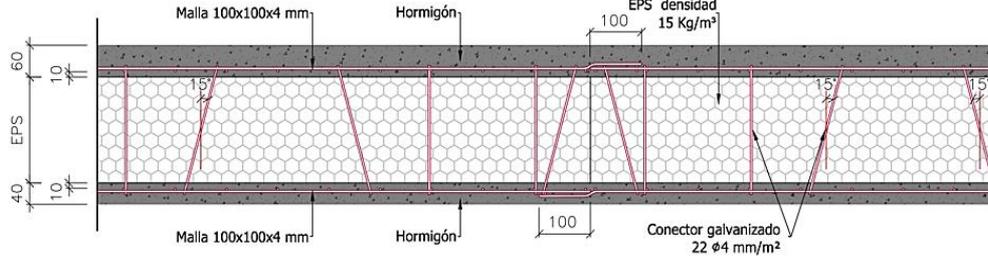


Figura 5. Sección longitudinal del panel de forjado portante (XP o XPH)



Nota: Cotas en mm Los recubrimientos se fijarán en función de las exigencias del Código Estructural

Figura 6. Detalle de unión de panel vertical a cimentación

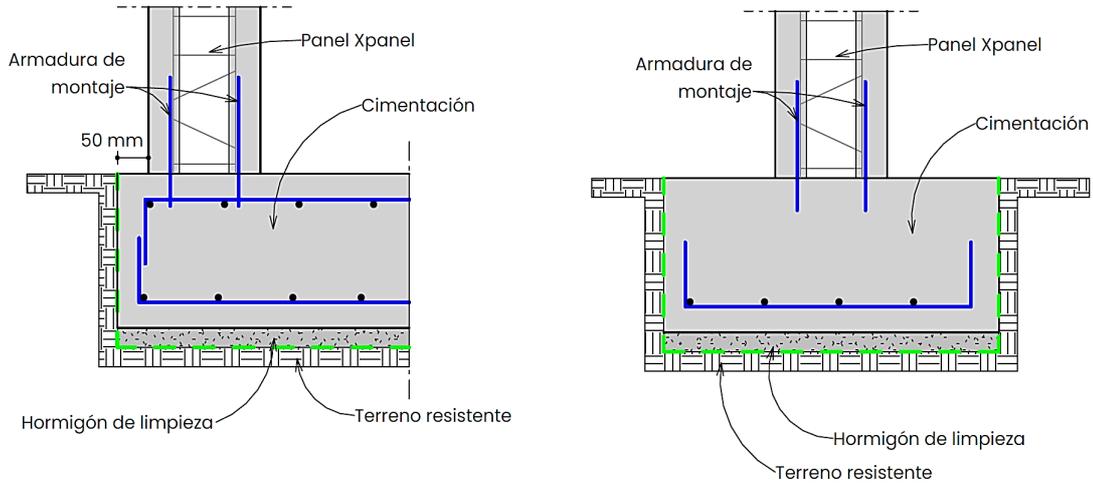
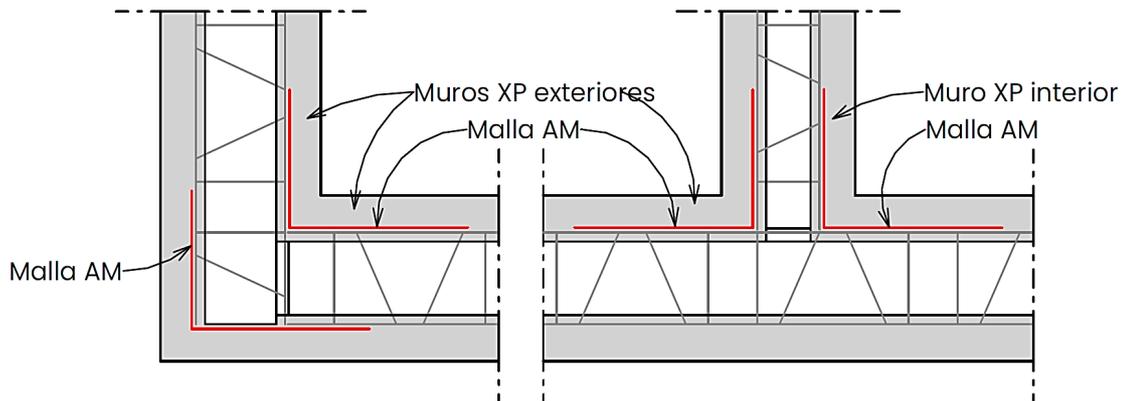


Figura 7. Detalle de unión entre muros (en planta)



Nota: en todas las uniones de panel se colocarán mallas AM



Figura 8. Detalle de unión entre muros pasante y cubierta (en sección).

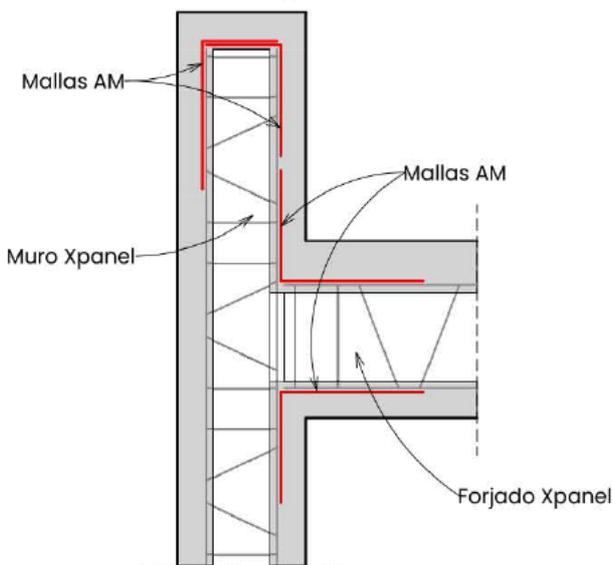


Figura 9. Detalle de interacción de paneles XP o XPH con elementos de hormigón armado, en caso de ser necesarios.

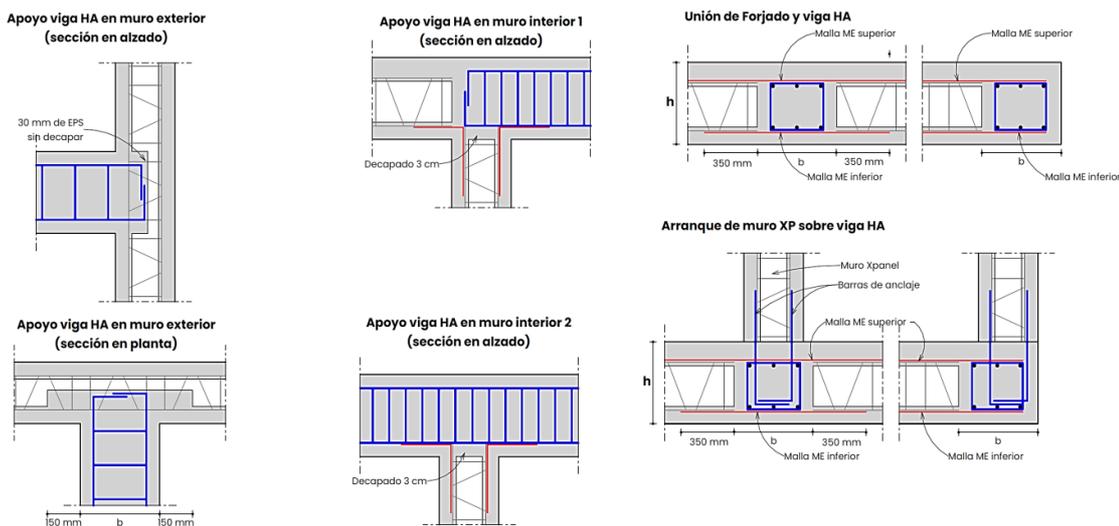


Figura 10. Detalle de unión entre muros interiores y forjados (en sección)

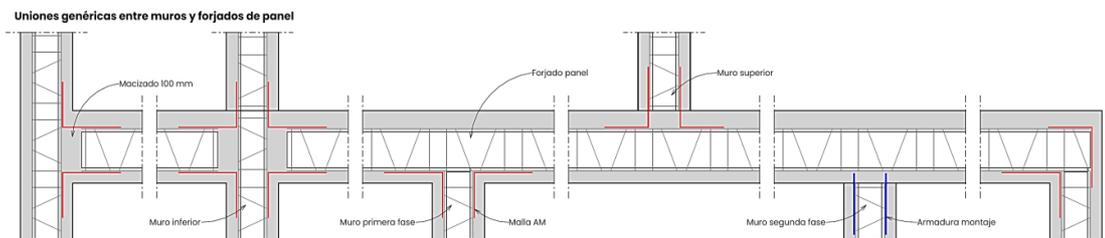


Figura 11. Detalle de unión de paneles verticales y horizontales una vez hormigonados. Cotas en mm.

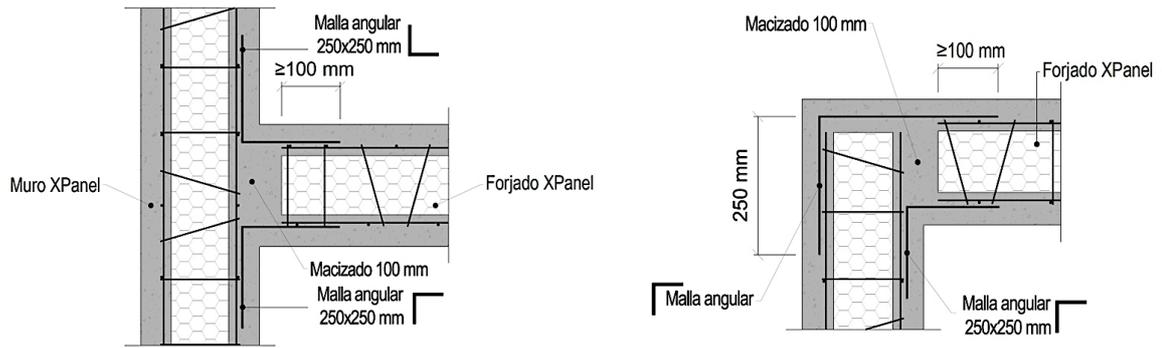
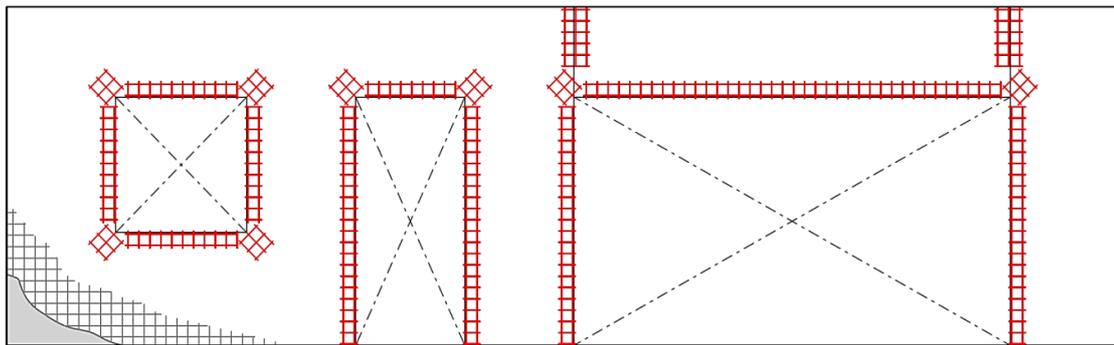


Figura 12. Soluciones de huecos de puerta y ventana 1



En todos los huecos se coloca 1/4 de malla FM en las esquinas por ambas caras y malla AM en el canto, evitando el solapamiento de mas de 2 mallas de refuerzo.

1/4 Malla plana (300x325 mm)

Figura 13. Detalle de anclaje de carpintería para puerta

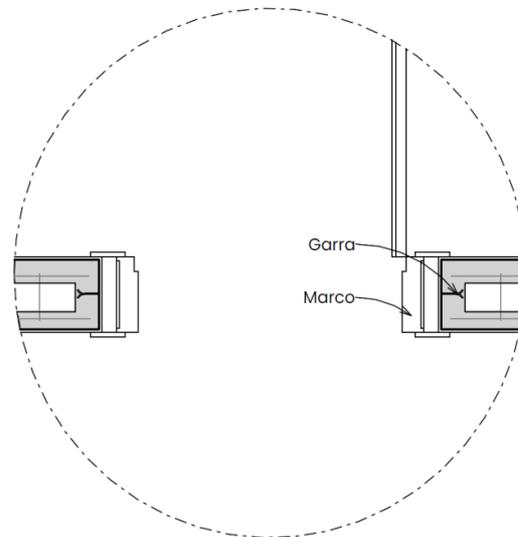


Figura 14. Detalle genérico de anclaje de carpintería para ventana

