

DAU

07/049 C

Documento de adecuación al uso

Denominación comercial:

Forli

Tipo genérico y uso:

Sistema de construcción de forjados unidireccionales y reticulares mediante el ensamblado en obra de los componentes realizados de EPS sobre un encofrado continuo, quedando incorporado en él, sin contribuir a su capacidad resistente y constituyendo el sistema aligerante de dicho forjado.

Titular del DAU:

Forjados y Estructuras Ligeras Castilla y León SA

Calle Carreteros, parcela 2-4
Polígono industrial Francisco Lobato
E-47400 Medina del Campo (Valladolid)
Tel. 983 811 094 Fax 983 800 451
www.forlisa.es

Plantas de producción:

Transformados Parrsot SL
Calle Carreteros, parcela 2-4
Polígono industrial Francisco Lobato
E-47400 Medina del Campo (Valladolid)
Tel. 983 811 094 Fax 983 800 451
Utilibox SL
Calle Libertades 28
Polígono Pelagatos
E-11130 Chiclana de la Frontera (Cádiz)
Tel. 956 535 105 Fax 956 535 121

Validez:

Desde: 14.09.2007
Hasta: 13.09.2012

Edición y fecha:

C 12.01.2011

La validez del DAU 07/049 está sujeta a las condiciones del Reglamento del DAU. La edición vigente de este DAU es la que figura en el registro que mantiene el ITeC; a título informativo, se incorpora en la página web del Instituto www.itec.es.

Este documento consta de 56 páginas.
Queda prohibida su reproducción parcial.



ITeC

Control de ediciones

Edición	Fecha	Apartados en los que se han producido cambios respecto a la edición anterior
A	14.09.2007	Creación del documento.
B	10.10.2008	2.2 Pieza inferior de zona aligerada 4.3 Control del producto final acabado 6.2.11 Guarnecidos, enlucidos y falsos techos 6.2.12 Revocos 6.2.13 Anclajes y halógenos 7 Referencias de utilización del sistema FORLI 9.1 Introducción 9.2.2 Caracterización del poliestireno expandido 9.3.2.2 Resistencia al fuego 9.3.3.1 Permeabilidad al vapor de agua 9.3.6.1 Transmitancia térmica 12 Documentos de referencia 14 Condiciones de uso
C	12.01.2011	1.1 Definición del sistema constructivo 2.1 Introducción 2.6 Armaduras de acero 2.8 Yeso de revestimiento 4 Control de producción de las piezas de EPS 9.2.2 Características del poliestireno expandido 9.3.2.1 Reacción al fuego 9.3.3.1 Permeabilidad al vapor de agua 9.3.5.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impactos 9.3.6.1 Transmitancia térmica 9.3.7.1 Durabilidad 12 Documentos de referencia

Índice

1.	Descripción del sistema y usos previstos	5
1.1.	Definición del sistema constructivo	5
1.2.	Usos a los que está destinado	8
1.3.	Limitaciones de uso	8
2.	Componentes del sistema	9
2.1.	Introducción	9
2.2.	Pieza superior de zona aligerada	17
2.3.	Pieza base de encofrado para zona maciza	24
2.4.	Separador de armaduras	27
2.5.	Armaduras de acero	27
2.6.	Hormigón vertido in situ	27
2.7.	Yeso de revestimiento	27
2.8.	Mortero de revoco	28
2.9.	Malla para revestimiento	28
3.	Fabricación	28
3.1.	Introducción	28
3.2.	Materias primas	28
3.3.	Proceso de fabricación del producto	28
3.4.	Presentación del producto	29
4.	Control de la producción de las piezas de EPS	29
4.1.	Control de materias primas	29
4.2.	Control del proceso de fabricación	30
4.3.	Control del producto final acabado	30
4.4.	Control de ejecución de obra	32
5.	Almacenamiento, transporte y recepción en obra	32
5.1.	Almacenamiento	32
5.2.	Transporte	32
5.3.	Control de recepción de los elementos en obra	32
6.	Criterios de proyecto y ejecución del sistema	33
6.1.	Criterios de proyecto	33
6.2.	Criterios de proyecto	34
7.	Referencias de utilización	43
8.	Visitas de obra	43
9.	Evaluación de ensayos y cálculos	44
9.1.	Introducción	44
9.2.	Ensayos de identificación y caracterización de los componentes del sistema FORLI	45
9.2.1.	Identificación y caracterización dimensional del sistema FORLI y de sus componentes	45
9.2.2.	Características del poliestireno expandido	45
9.3.	Evaluación de la adecuación al uso del sistema FORLI	45
9.3.1.	Resistencia mecánica y estabilidad (RE 1)	45
9.3.2.	Seguridad en caso de incendio (RE 2)	45
9.3.3.	Higiene, salud y medio ambiente (RE 3)	46
9.3.4.	Seguridad de utilización (RE 4)	48
9.3.5.	Protección contra el ruido (RE 5)	48
9.3.6.	Ahorro de energía y aislamiento térmico (RE 6)	49
9.3.7.	Aspectos de durabilidad y servicio	51

10.	Seguimiento del DAU	52
11.	Comisión de Expertos	52
12.	Documentos de referencia	53
13.	Evaluación de la adecuación al uso	54
14.	Condiciones de uso del DAU	55
15.	Lista de modificaciones de la presente edición	56

1.

Descripción del sistema y usos previstos

1.1. Definición del sistema constructivo

El sistema FORLI de construcción de forjados unidireccionales y reticulares consiste en un conjunto de componentes realizados en poliestireno expandido (EPS) que, una vez ensamblados en obra sobre un encofrado continuo, de acuerdo con las instrucciones de ejecución de Forjados y Estructuras Ligeras Castilla y León SA, forman el sistema aligerante del forjado quedando incorporados en él, sin contribuir a su capacidad resistente. Dicho sistema no recuperable posibilita el posicionamiento de las barras de acero corrugado y el posterior vertido de hormigón in situ.

El sistema FORLI está constituido por los siguientes componentes esenciales:

- Placa base de encofrado para zona maciza.
- Pieza inferior de zona aligerada.
- Pieza superior de zona aligerada.

Cada pieza superior de zona aligerada encaja, en función del tipo de forjado –unidireccional o reticular– y de la planta de fabricación, en dos o cuatro piezas inferiores de zona aligerada, constituyendo el conjunto de la bovedilla o del casetón. La pieza superior de zona aligerada permite conectar y posicionar correctamente las piezas inferiores de zona aligerada, además de completar el elemento aligerante. La placa base de encofrado para zona maciza se utiliza en aquellas zonas del forjado destinadas a ser macizadas, como pueden ser los zunchos laterales, las vigas embebidas o los ábacos. La unión entre los distintos componentes esenciales del sistema FORLI forma los nervios de los forjados que, posteriormente a la colocación de las armaduras definidas en el proyecto, están destinados a rellenarse de hormigón.

Una vez ensamblados los componentes del sistema FORLI sobre el encofrado continuo y colocadas las armaduras en el espacio correspondiente a los nervios, se disponen las armaduras de negativos, las mallas de reparto y se procede al vertido de hormigón y su posterior vibrado. Los criterios de proyecto y ejecución de los forjados construidos con el sistema FORLI se relacionan en el apartado 6 del presente documento. El hormigón y las barras corrugadas de acero empleadas como elementos resistentes del forjado no son objeto del presente documento,

rigiéndose por las normas e instrucciones vigentes que les sean de aplicación¹.

Se contempla el empleo de un guarnecido de yeso, un falso de techo a base de placas de yeso laminado o un revoco de mortero como revestimientos inferiores de los forjados unidireccionales o reticulares.

En el presente documento no se considera la utilización del sistema FORLI en relación con su uso como elemento estructural, ni las tareas que lleve a cabo la oficina técnica en el proceso de cálculo de la capacidad resistente del forjado. En este sentido la especificación de las características de las barras de acero corrugadas, de las mallas electrosoldadas y del hormigón vertido in situ no son objeto del presente documento, siendo su especificación responsabilidad de la Dirección Técnica de cada obra.

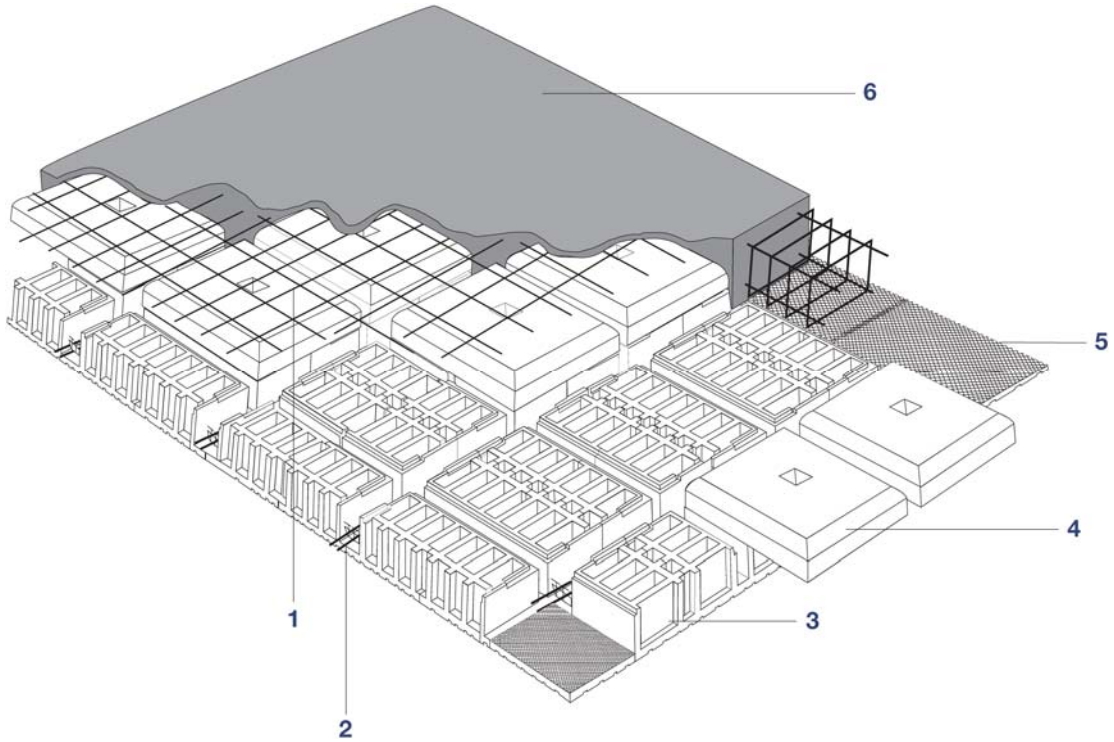
Los componentes del sistema FORLI producidos en ambas plantas de fabricación presentan diferencias en la distribución de huecos en el interior de las bovedillas y los casetones tal y como se muestra en el apartado 2 del documento.

Forjados y Estructuras Ligeras Castilla y León SA lleva a cabo la fabricación de los distintos componentes del sistema FORLI y proporciona al constructor de la obra las instrucciones para su correcto ensamblado en obra de acuerdo con las soluciones establecidas en el proyecto.

Los componentes del sistema FORLI, en forma de piezas de poliestireno expandido (EPS), se fabrican en las instalaciones de Transformados Parrsot SL en Medina del Campo y en las de Utilbox SL en Chiclana de la Frontera.

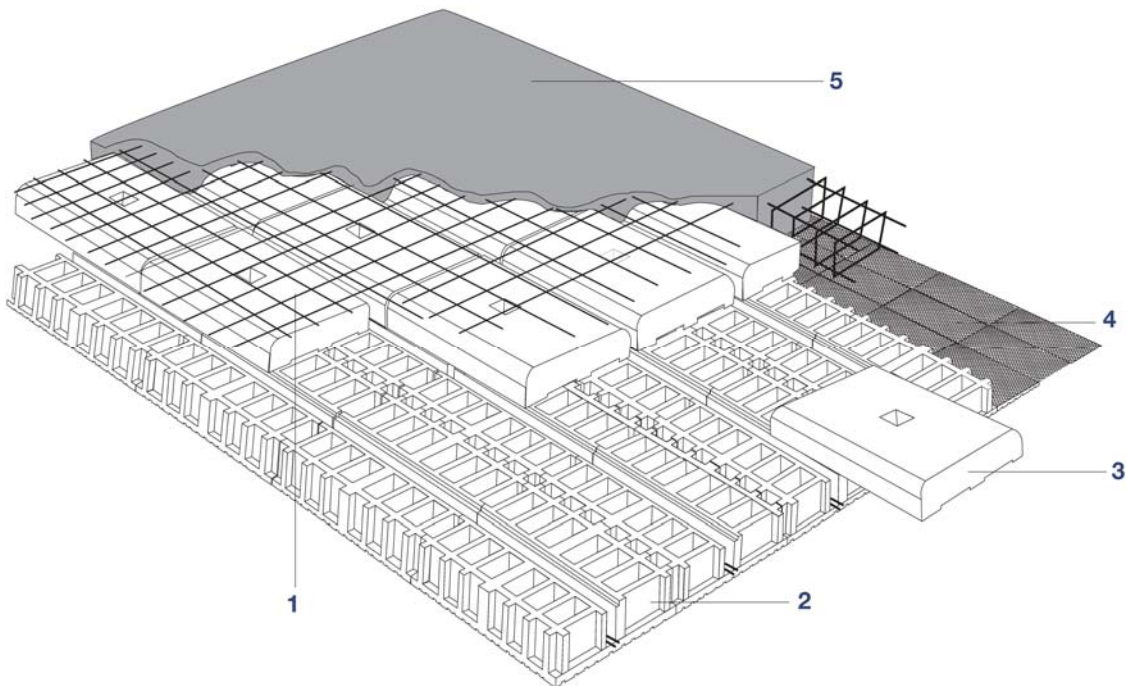
Los componentes del sistema FORLI fabricados en las distintas plantas de fabricación no son intercambiables entre sí. Los componentes del sistema FORLI fabricados en cada planta de fabricación constituyen un conjunto indivisible.

¹ En la fecha de edición del DAU 07/049, a los elementos resistentes que forman parte de los forjados unidireccionales y forjados reticulares constituidos por hormigón vertido en obra les alcanza la instrucción EHE-08 de julio de 2008.



- 1. Armadura superior de reparto.
- 2. Armadura inferior.
- 3. Pieza inferior de zona aligerada.
- 4. Pieza superior de zona aligerada.
- 5. Placa base de encofrado para zona maciza.
- 6. Hormigón vertido in situ.

Figura 1.1: Figura tridimensional de un forjado reticular realizado con el sistema FORLI.



- 1. Armadura superior de reparto.
- 2. Pieza inferior de zona aligerada.
- 3. Pieza superior de zona aligerada.
- 4. Placa base de encofrado para zona maciza.
- 5. Hormigón vertido in situ.

Figura 1.2: Figura tridimensional de un forjado unidireccional realizado con el sistema FORLI.

La tabla siguiente muestra las dimensiones de los forjados construidos a partir del sistema FORLI para los distintos formatos objeto de DAU.

Formato de sistema FORLI	Espesor bajo elemento aligerante (1) (mm)	Distancia entre ejes de nervios del forjado (mm)	Ancho de nervios (mm)	Altura total (2) (mm)
Unidireccional 70		700		250 / 280
Reticular 80 x 70	30	800 x 700	140	250 / 280 / 330
Reticular 80 x 80		800 x 800		250 / 280 / 330

Notas:

(1) El espesor de la plancha de EPS bajo elemento aligerante coincide con el espesor de la plancha de EPS bajo nervios.

(2) Incluye la altura del elemento aligerante y el espesor bajo elemento aligerante.

Tabla 1.1: Dimensiones de los forjados construidos con el sistema FORLI.

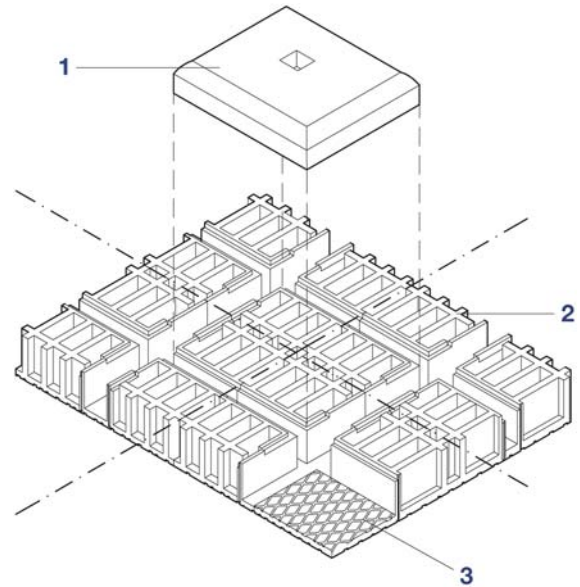
El encaje y alineación entre los componentes del sistema FORLI empleados para la formación del forjado presentan las tolerancias dimensionales indicadas en la tabla siguiente:

Característica	Tolerancias dimensionales
Altura del conjunto formado por pieza superior y pieza inferior de zona aligerada	$\pm 1,5\%$
Desplazamientos relativos (1)	
En longitud	$\pm 1\%$
En anchura	$\pm 1\%$

Notas:

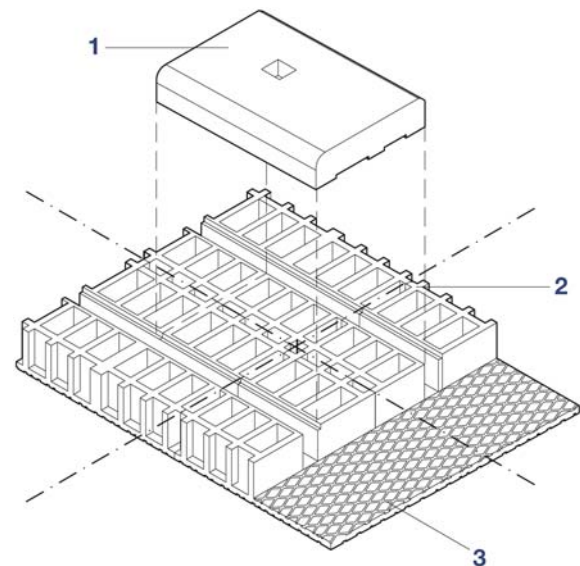
(1) Corresponde a la diferencia, en longitud o anchura, entre la pieza inferior y la pieza superior de zona aligerada una vez ensambladas.

Tabla 1.2: Tolerancias dimensionales para las características asociadas al encaje y alineación entre piezas.



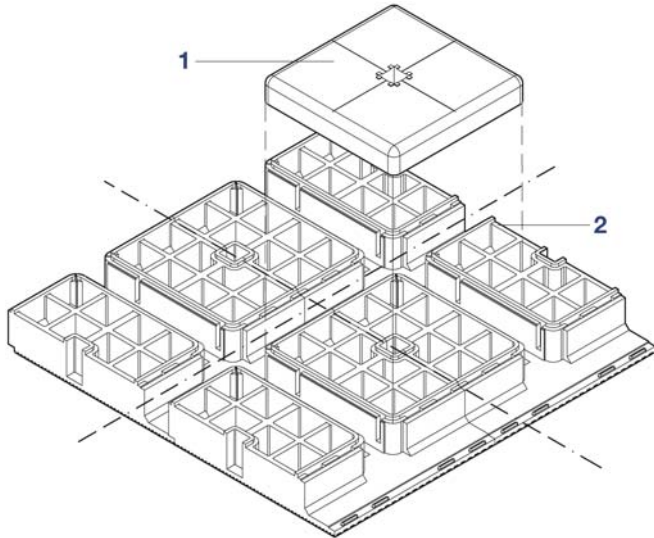
1. Pieza superior de zona aligerada.
2. Pieza inferior de zona aligerada.
3. Placa base de encofrado para zona maciza.

Figura 1.3: Encaje entre piezas de forjado reticular del sistema FORLI procedentes de la planta de fabricación de Transformados Parrsot SL.



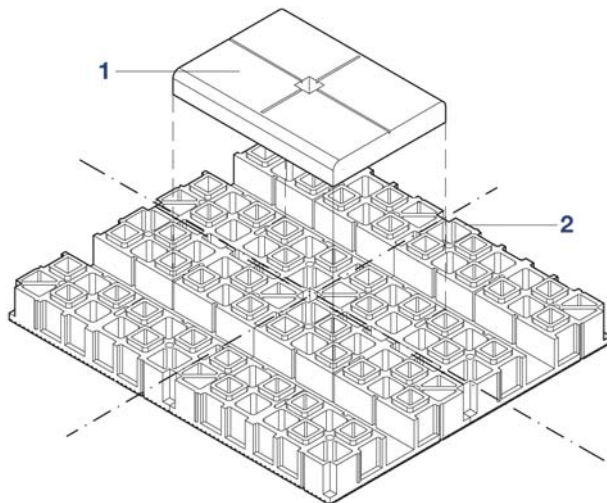
1. Pieza superior de zona aligerada.
2. Pieza inferior de zona aligerada.
3. Placa base de encofrado para zona maciza.

Figura 1.4: Encaje entre piezas de forjado unidireccional del sistema FORLI procedentes de la planta de fabricación de Transformados Parrsot SL.



1. Pieza superior de zona aligerada.
2. Pieza inferior de zona aligerada.

Figura 1.5: Encaje entre piezas de forjado reticular del sistema FORLI procedentes de la planta de fabricación de Utilbox SL.



1. Pieza superior de zona aligerada.
2. Pieza inferior de zona aligerada.

Figura 1.6: Encaje entre piezas de forjado unidireccional del sistema FORLI procedentes de la planta de fabricación de Utilbox SL.

1.2.

Usos a los que está destinado

Los forjados reticulares y unidireccionales construidos a partir del sistema FORLI se emplean en los usos siguientes:

- Separación de propiedades o usuarios distintos.
- Cubiertas planas e inclinadas.
- Cerramientos sobre espacios abiertos.
- Cerramientos con locales no calefactados.
- Compartimentación de locales en relación con la característica de resistencia al fuego.

1.3.

Limitaciones de uso

Se limita el empleo de los forjados reticulares y unidireccionales construidos a partir del sistema FORLI a aquellos forjados en los que las prestaciones resistentes del forjado, una vez fraguado el hormigón, residen en el hormigón y en las barras corrugadas de acero embebidas en él.

Las cargas colgadas bajo el forjado que exceden de 15 kg/unidad deben aplicarse sobre el nervio de hormigón, mientras que si no sobrepasan dicho valor pueden aplicarse en la zona aligerada.

No se prevé el empleo de los forjados reticulares y unidireccionales construidos mediante el sistema FORLI en usos distintos a los indicados en el apartado 1.2, ni en aquellas configuraciones en las que no se contemple el empleo de los revestimientos inferiores de los forjados considerados en el documento.

2. Componentes del sistema

2.1.

Introducción

El sistema FORLI de construcción de forjados reticulares y unidireccionales en edificios está constituido por los componentes realizados en poliestireno expandido (EPS) e indicados a continuación:

- Pieza inferior de zona aligerada.
- Pieza superior de zona aligerada.
- Placa base de encofrado para zona maciza.

Las características del poliestireno expandido que forma los componentes del sistema FORLI se ajustan a los valores nominales indicados a continuación:

Característica	Valores nominales	Método de ensayo
Densidad (kg/m ³)	20 ± 2	UNE-EN 1602
Tensión de compresión al 10% de deformación ²	Clase CS(10)70; (≥ 70 kPa)	UNE-EN 826
Resistencia a flexión ³	Clase BS115; (≥ 115 kPa)	UNE-EN 12089

Tabla 2.1: Valores nominales para las características del poliestireno expandido que constituye los componentes del sistema FORLI.

Los valores nominales indicados permiten establecer una clasificación del poliestireno expandido que constituye los componentes del sistema FORLI como EPS 70, de acuerdo con las indicaciones establecidas en la tabla C.1 incluida en la norma europea armonizada UNE-EN 13163:2009.

Para completar la realización del forjado se necesitan además los siguientes componentes:

- Separador de armaduras.
- Armaduras de acero.
- Hormigón vertido in situ.
- Yeso de revestimiento.
- Mortero para revocos.
- Malla para revestimientos

La malla para revestimientos se emplea en puntos singulares y conjuntamente con la aplicación de revocos, según se indica en el apartado 6.2.12 del documento.

2.2.

Pieza inferior de zona aligerada

Se trata de productos en poliestireno expandido (EPS), obtenidos a partir de un proceso de moldeado de perlas de poliestireno expandible, que incorporan en un único elemento el aislamiento bajo nervios y la parte inferior de las bovedillas o casetones.

Al tratarse de piezas obtenidas por moldeo existen zonas con huecos en su interior.

La modulación de las piezas inferiores de zona aligerada varía en función de su incorporación en un forjado unidireccional o reticular según se indica a continuación:

- Piezas que van a ser empleadas en forjados unidireccionales: cada pieza inferior de zona aligerada incorpora en su zona central el espacio destinado al nervio de hormigón, flanqueado en ambos lados por medias bovedillas. El ensamblado en el transcurso de la ejecución de las distintas piezas inferiores y superiores de zona aligerada permite completar las bovedillas.
- Piezas que van a ser empleadas en forjados reticulares: cada pieza inferior de zona aligerada incorpora los nervios en las dos direcciones de un forjado reticular. En las piezas procedentes de la planta de Transformados Parrsot SL los nervios coinciden con las dos direcciones principales en planta, de modo que en cada pieza se presentan cuatro cuartas partes del casetón. En las piezas procedentes de la planta de Utilbox SL uno de los nervios está ubicado fuera de la dirección principal en planta, presentándose dos mitades de casetón en cada pieza. El ensamblado en el transcurso de la ejecución de las distintas piezas inferiores y superiores de zona aligerada permite completar los casetones.

² La tensión de compresión al 10% de deformación no es un valor de diseño/cálculo. La elección de la característica de tensión de compresión al 10% de deformación responde al objetivo de obtener resultados de ensayo repetibles. La precisión y repetibilidad de resultados de ensayo para deformaciones en condiciones de uso final, del 1% al 3%, es mucho menor que para una deformación del 10%. Además el comportamiento a la compresión a largo plazo relacionado con la deformación al 10% es bien conocido.

³ La exigencia para la característica de resistencia a flexión se desprende de las exigencias para la tensión de compresión al 10% de deformación (véase la tabla C.1 incluida en la norma UNE-EN 13163:2009).

La tabla siguiente muestra las dimensiones nominales y tolerancias de las piezas inferiores de zona aligerada a la salida de la planta de fabricación, en función del formato de sistema FORLI al que se incorporan.

Dimensión	Valor nominal (mm)			Tolerancia (mm)			Método de medida
	Unidireccional 70	Reticular 80 x 70	Reticular 80 x 80	Unidireccional 70	Reticular 80 x 70	Reticular 80 x 80	
Longitud (1)	800	800 (3)	800 (3)	± 8,0	± 8,0	± 8,0	UNE-EN 822
		830 (4)	830 (4)		± 8,3	± 8,3	
Anchura	700	700	800	± 7,0	± 7,0	± 8,0	UNE-EN 822
Altura							
Altura elemento aligerante (2)	150 (3) 135 (4)	150	150	± 2 ± 2	± 2	± 2	UNE-EN 823
Espesor bajo nervios	30	30	30	± 2	± 2	± 2	UNE-EN 823
Ancho de nervios	140	140	140	± 3	± 3	± 3	UNE-EN 823
Rectangularidad (5)	-----	-----	-----		± 5 / 1.000		UNE-EN 824
Planeidad	-----	-----	-----		± 10		UNE-EN 825
Ranurado (6)							
Diagonal larga del rombo		28			± 1,0		-----
Diagonal corta del rombo		15			± 1,0		-----
Espesor de la ranura		4			± 0,5		-----
Profundidad de la ranura		5			± 0,5		-----
Estabilidad dimensional a 23°C y 50% HR		-----			$\Delta\epsilon_l \pm 0,5$ $\Delta\epsilon_b \pm 0,5$		UNE-EN 1603

Notas:

- (1) Para los forjados unidireccionales: se toma la longitud como la dimensión de la pieza medida en dirección paralela al eje de los nervios del forjado; Para los forjados reticulares: se toma la longitud como la dimensión de la pieza en la dimensión mayor para dimensiones 800 x 700, y en cualquier dimensión para dimensiones 800 x 800.
- (2) Altura tomada desde la base del nervio hasta el borde superior de la pieza inferior de zona aligerada.
- (3) Procedente de la planta de Transformados Parrsot SL.
- (4) Procedente de la planta de Utilibox SL.
- (5) Expresada como la perpendicularidad de los ángulos formados por los lados correspondientes a la longitud y la anchura (apartado 7.1 norma UNE-EN 824:1995).
- (6) El ranurado en la cara inferior de las piezas inferiores de zona aligerada es coincidente con el ranurado en las placas base de encofrado para zona maciza.

Tabla 2.2: Dimensiones y tolerancias dimensionales de fabricación de la pieza inferior de zona aligerada.

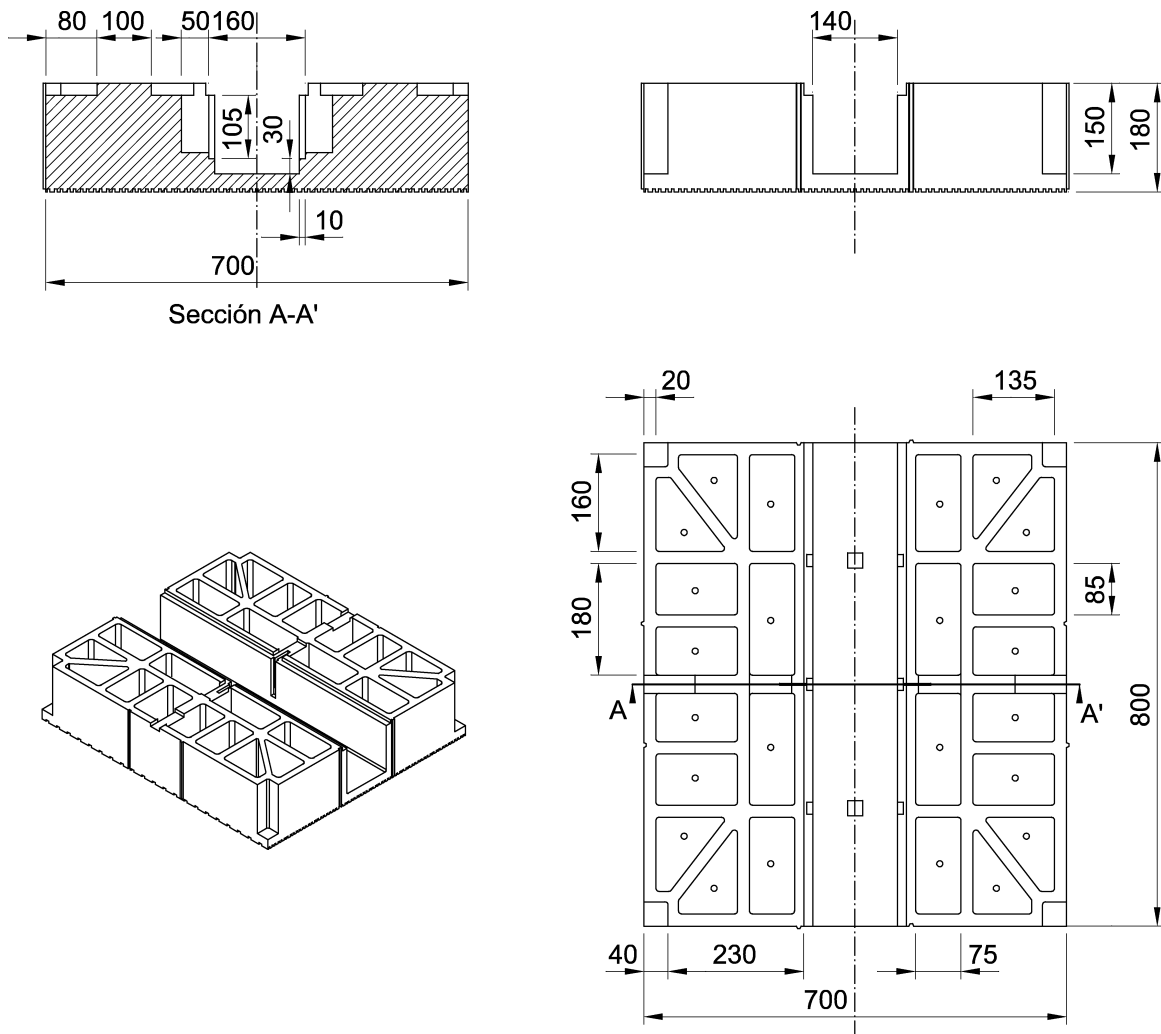


Figura 2.2: Pieza inferior de zona aligerada de Transformados Parrsot SL para forjado unidireccional.

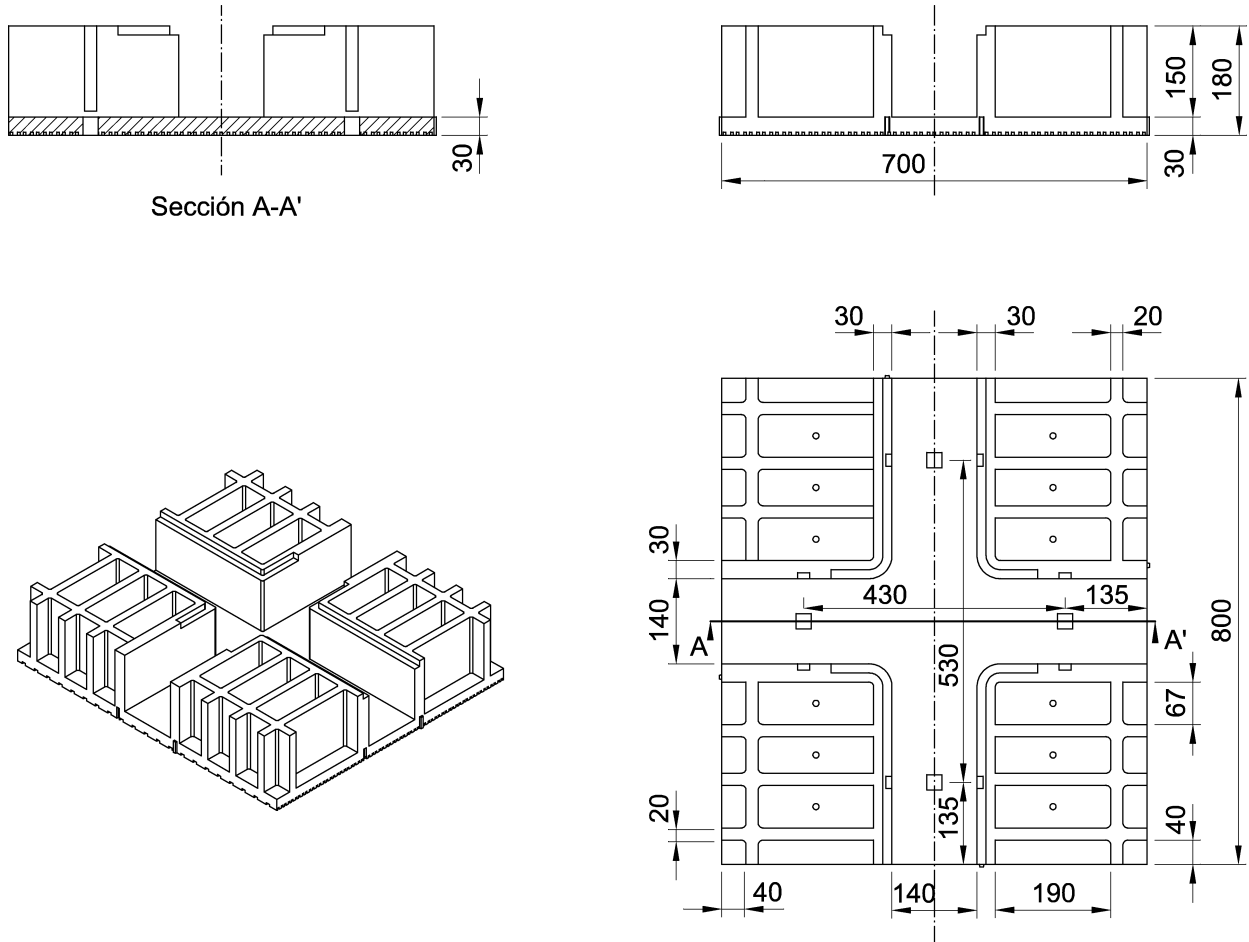


Figura 2.4: Pieza inferior de zona aligerada de Transformados Parrsot SL para forjado reticular 70 x 80.

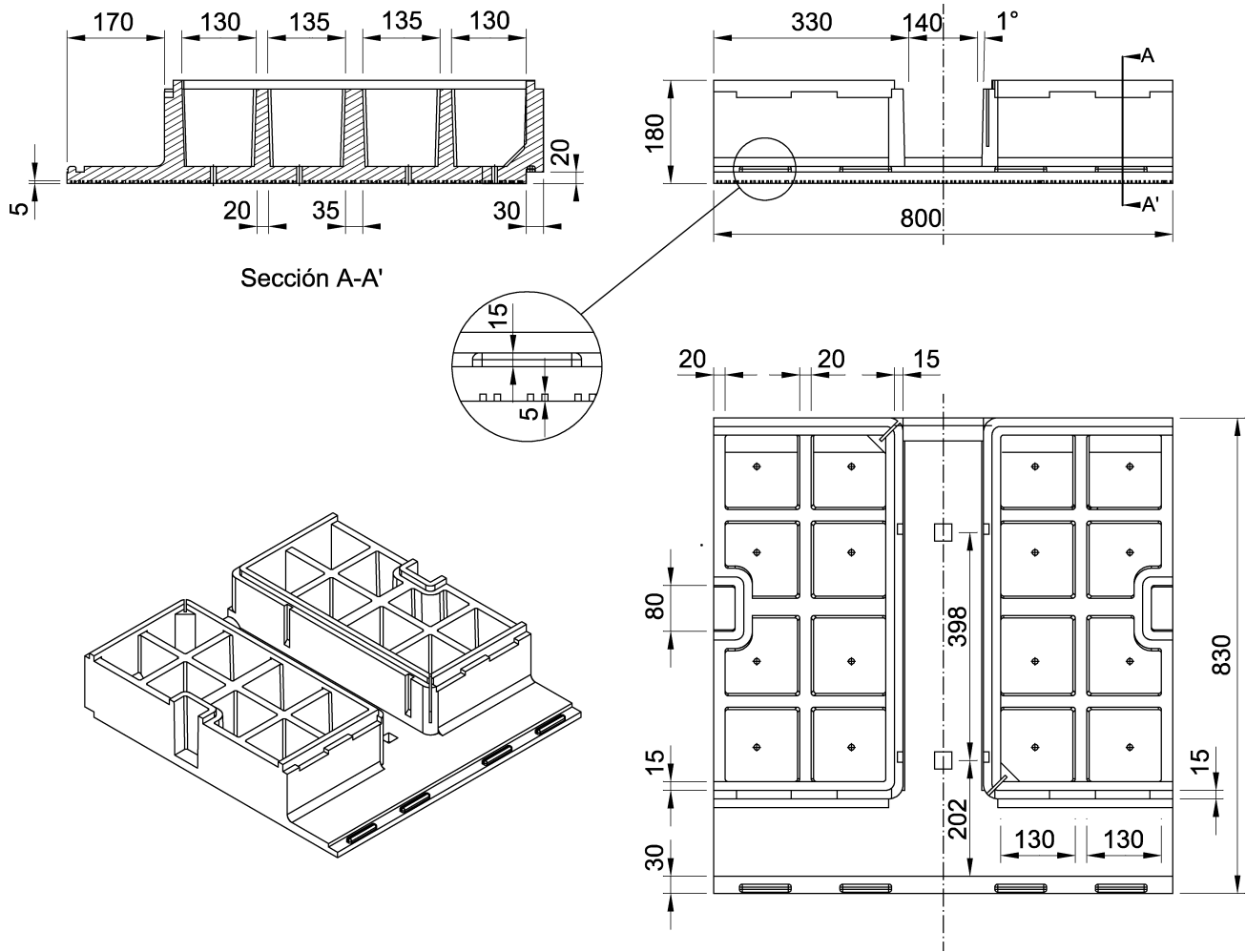


Figura 2.5: Pieza inferior de zona aligerada de Utilbox SL para forjado reticular 80 x 80.

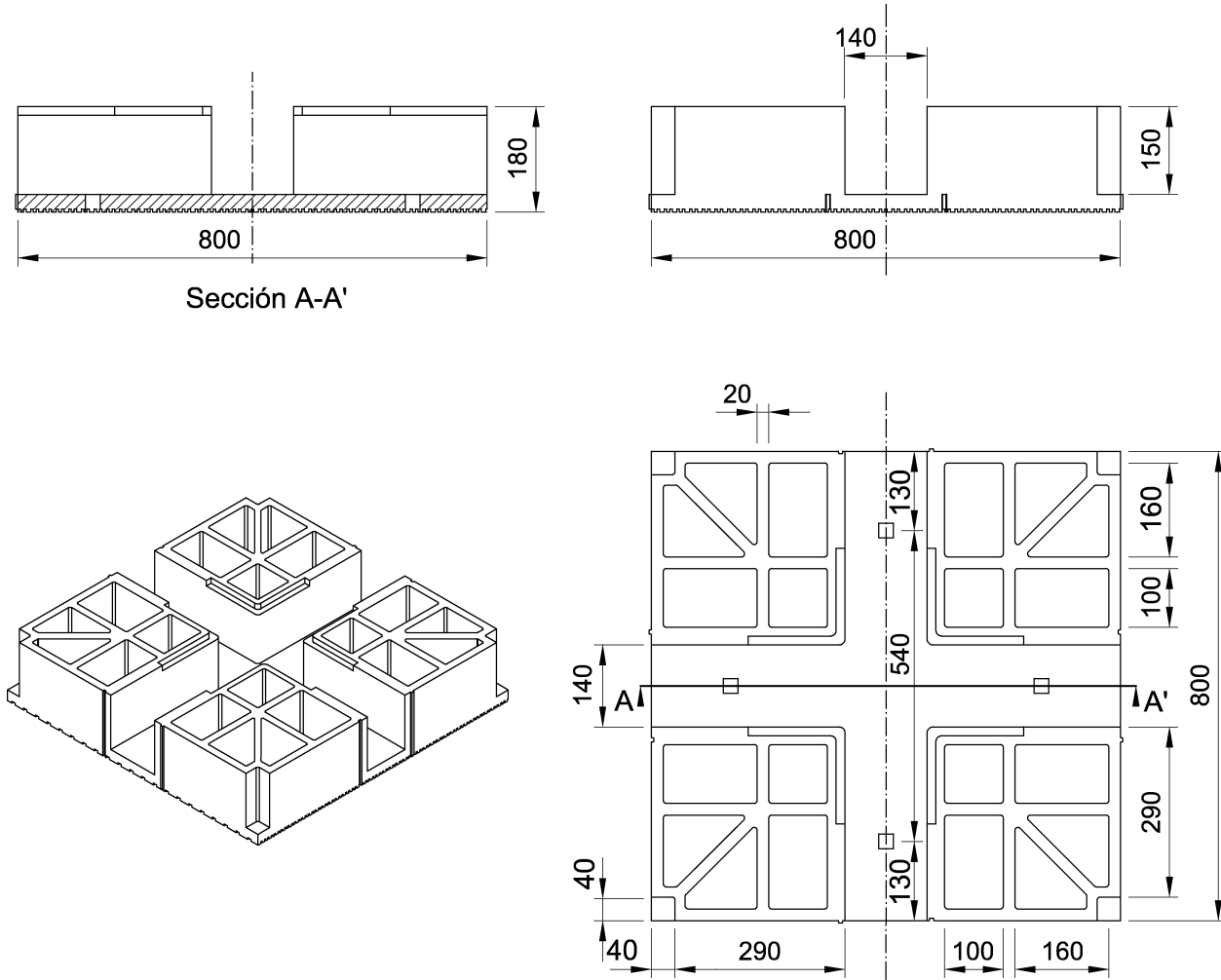


Figura 2.6: Pieza inferior de zona aligerada de Transformados Parrsot SL para forjado reticular 80 x 80.

2.3.

Pieza superior de zona aligerada

La pieza superior de zona aligerada, al igual que la pieza inferior, está realizada en poliestireno expandido (EPS), obtenido a partir de un proceso de moldeado de perlas de poliestireno expandible. Dicha pieza constituye la tapa de las bovedillas y casetones, y cuya función es unir las distintas piezas inferiores de zona aligerada y completar las bovedillas y los casetones.

En los forjados unidireccionales una pieza superior de zona aligerada actúa de elemento de unión de cuatro piezas inferiores, mientras que en los forjados reticulares una pieza superior de zona aligerada actúa

de elemento de unión de cuatro piezas inferiores en el sistema FORLI procedente de Transformados Parrsot SL, y de dos piezas inferiores en el sistema FORLI procedente de Utilbox SL, constituyendo en ambos casos la tapa de un casetón. La pieza superior de zona aligerada de los forjados reticulares 70 x 80 se ajusta, al igual que sucede con los forjados reticulares 80 x 80, a las dimensiones del casetón final. La tabla siguiente muestra las dimensiones nominales y tolerancias de las piezas superiores de zona aligerada a la salida de la planta de fabricación, en función del formato de sistema FORLI al que se incorporan.

Dimensión	Valor nominal (mm)			Tolerancia (mm)			Método de medida
	Unidireccional 70	Reticular 80 x 70	Reticular 80 x 80	Unidireccional 70	Reticular 80 x 70	Reticular 80 x 80	
Longitud (1)	800	660	660	± 8,0	± 6,6	± 6,6	UNE-EN 822
Anchura	560	560	660	± 5,6	± 5,6	± 5,6	
Altura total (2)							
Procedente de Transformados Parrsot SL	85	85	85	± 3	± 2	± 2	UNE-EN 823
	115	115	115	± 2	± 3	± 2	
165		165	± 2		± 2		
Procedente de Utilbox SL	100	85	85	± 2	± 2	± 3	
	130	115	115	± 2	± 2	± 3	
		165	165		± 4	± 3	
Rectangularidad (3)	-----	-----	-----	± 5 / 1.000			UNE-EN 824
Planeidad	-----	-----	-----	± 10			UNE-EN 825
Estabilidad dimensional a 23°C y 50% HR	-----	-----	-----	Δε _l ± 0,5 Δε _o ± 0,5			UNE-EN 1603

Notas:

(1) Para los forjados unidireccionales: se toma la longitud como la dimensión de la pieza medida en dirección paralela al eje de los nervios del forjado; para los forjados reticulares: se toma la longitud como la dimensión de la pieza en la dimensión mayor para dimensiones 800 x 700, y en cualquier dimensión para dimensiones 800 x 800.

(2) La altura total de la pieza superior incluye el machihembrado que se emplea en el encaje con la pieza inferior de zona aligerada, siendo éste de 15 mm. La altura total que se obtiene al encajar la pieza inferior y superior de zona aligerada debe reducirse en 15 mm en relación con la que se obtiene sumando directamente los valores indicados en la tabla.

(3) Expresada como la perpendicularidad de los ángulos formados por los lados correspondientes a la longitud y la anchura (artículo 7.1 norma UNE-EN 824:1995).

Tabla 2.3: Dimensiones y tolerancias dimensionales de fabricación de la pieza superior de zona aligerada.

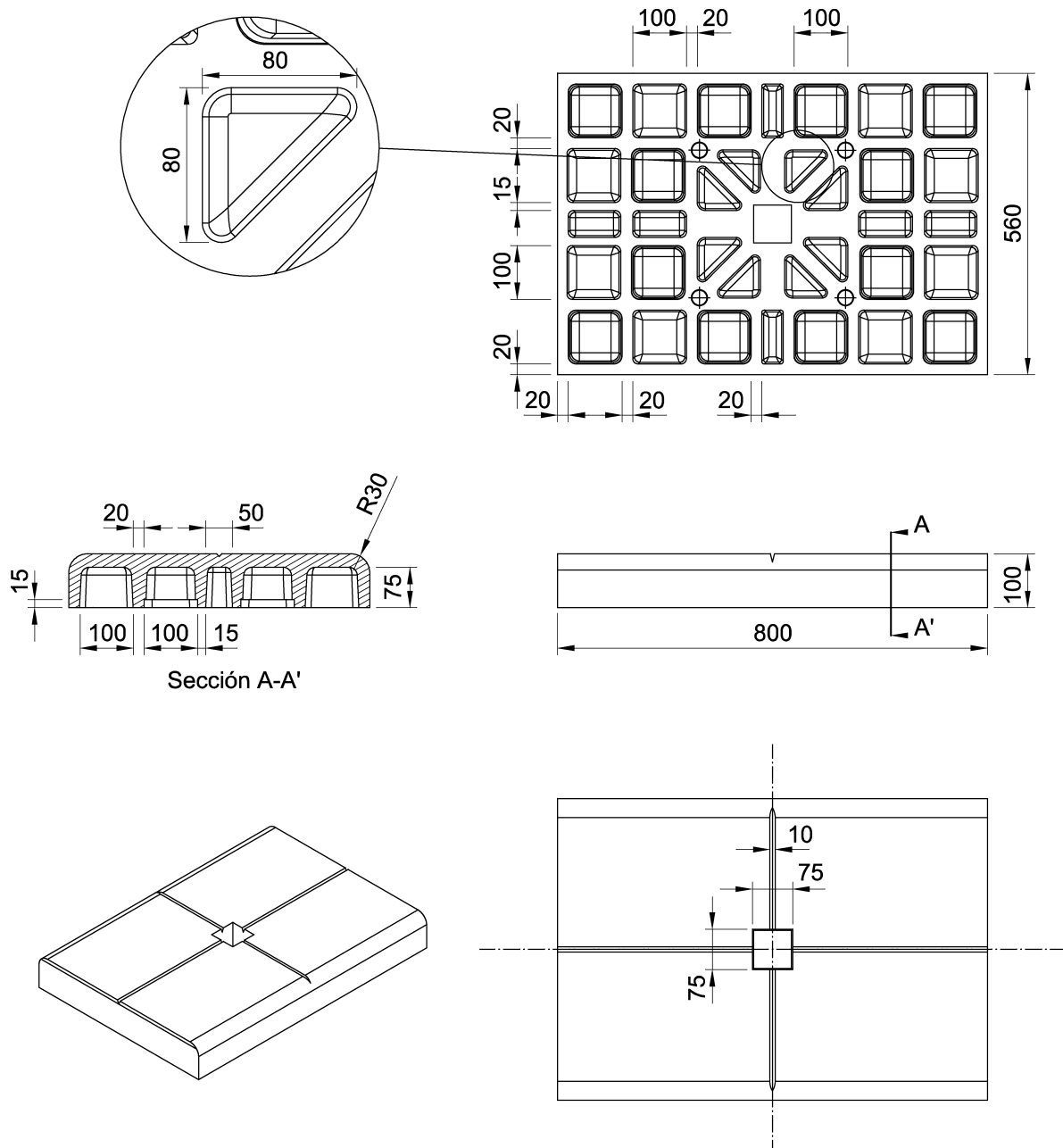


Figura 2.7: Pieza superior de zona aligerada de Utilbox SL para forjado unidireccional.

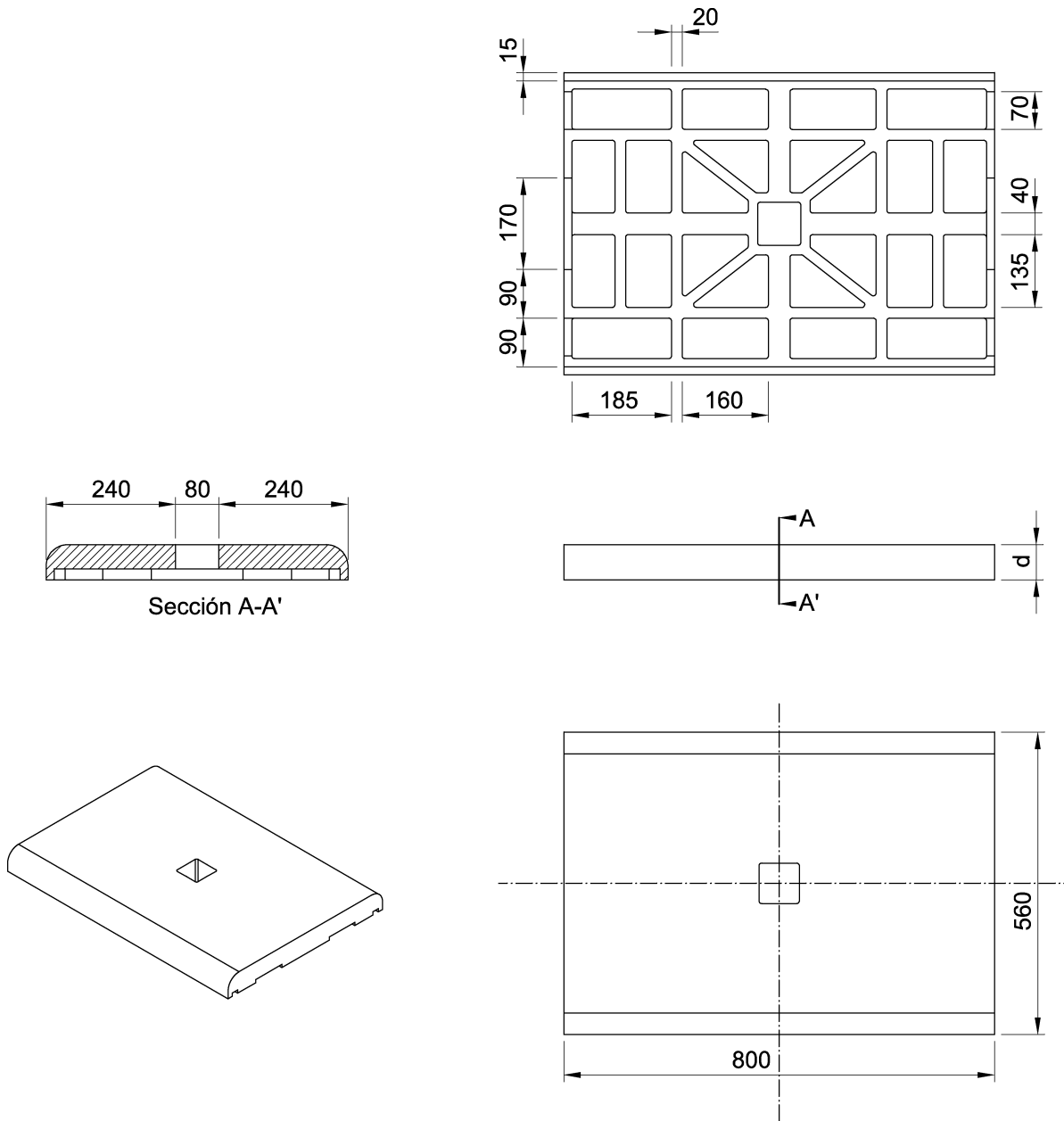


Figura 2.8: Pieza superior de zona aligerada de Transformados Parrsot SL para forjado unidireccional.

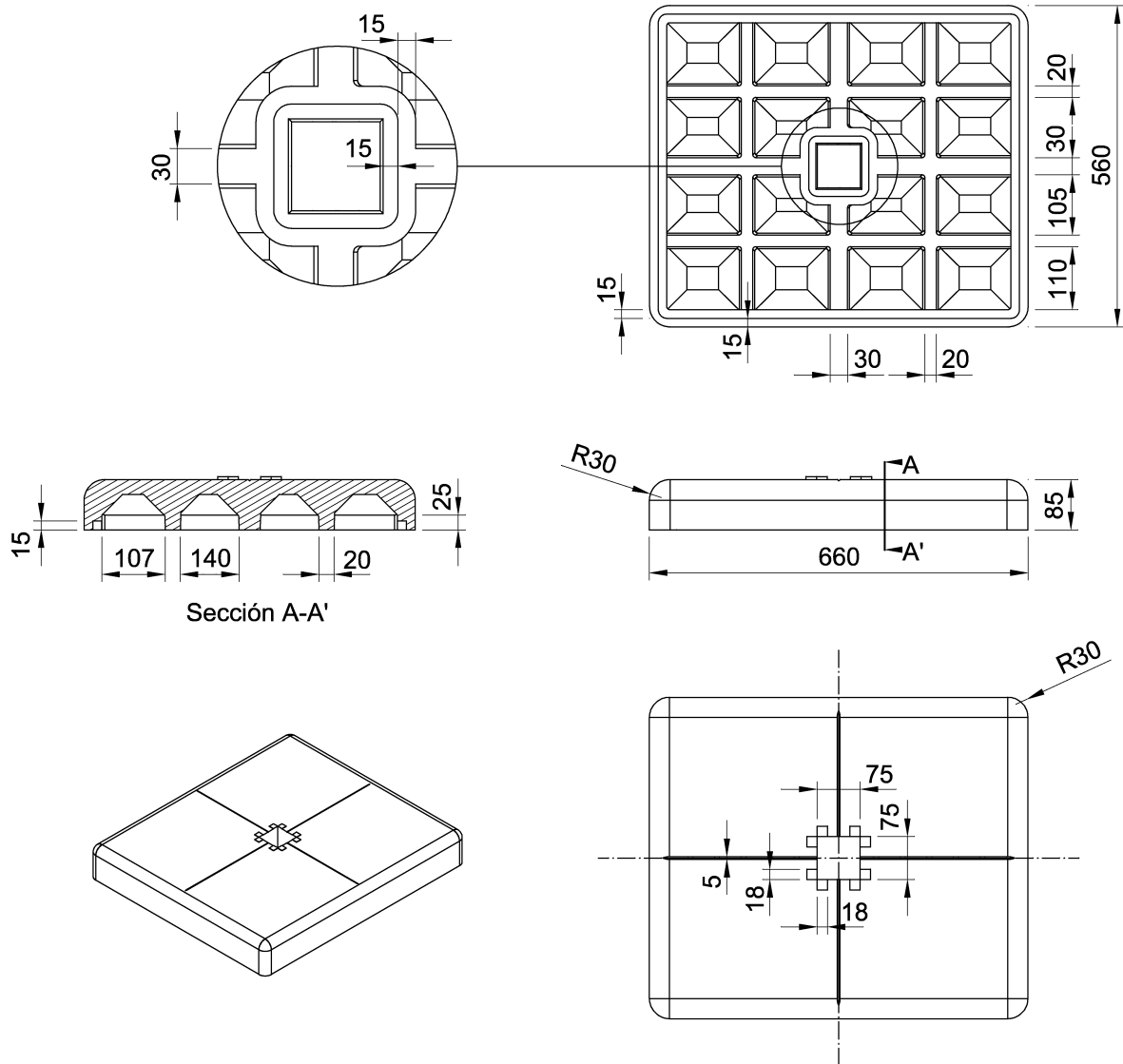


Figura 2.9: Pieza superior de zona aligerada de Utilbox SL para forjado reticular 70 x 80.

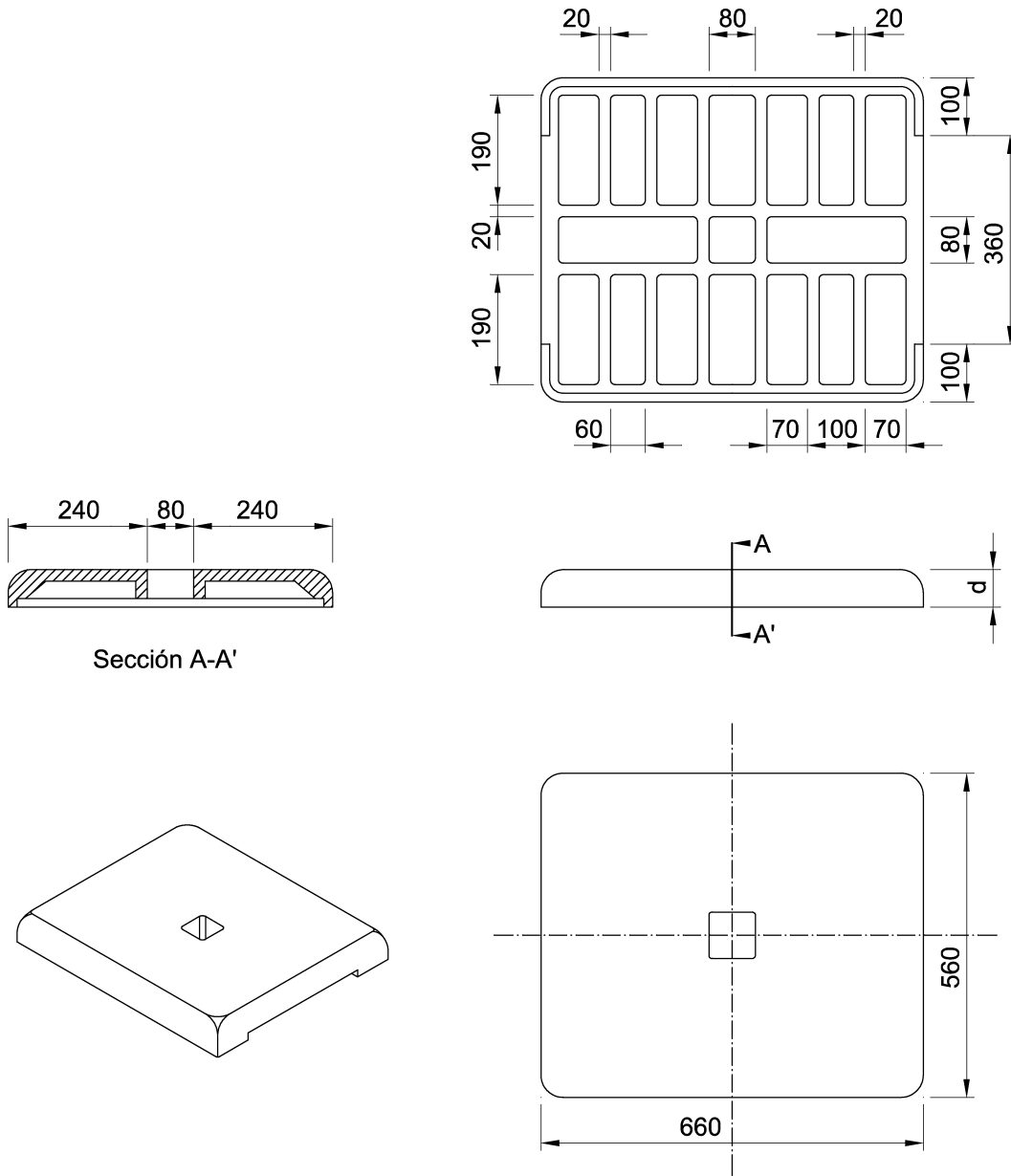


Figura 2.10: Pieza superior de zona aligerada de Transformados Parrsot SL para forjado reticular 70 x 80.

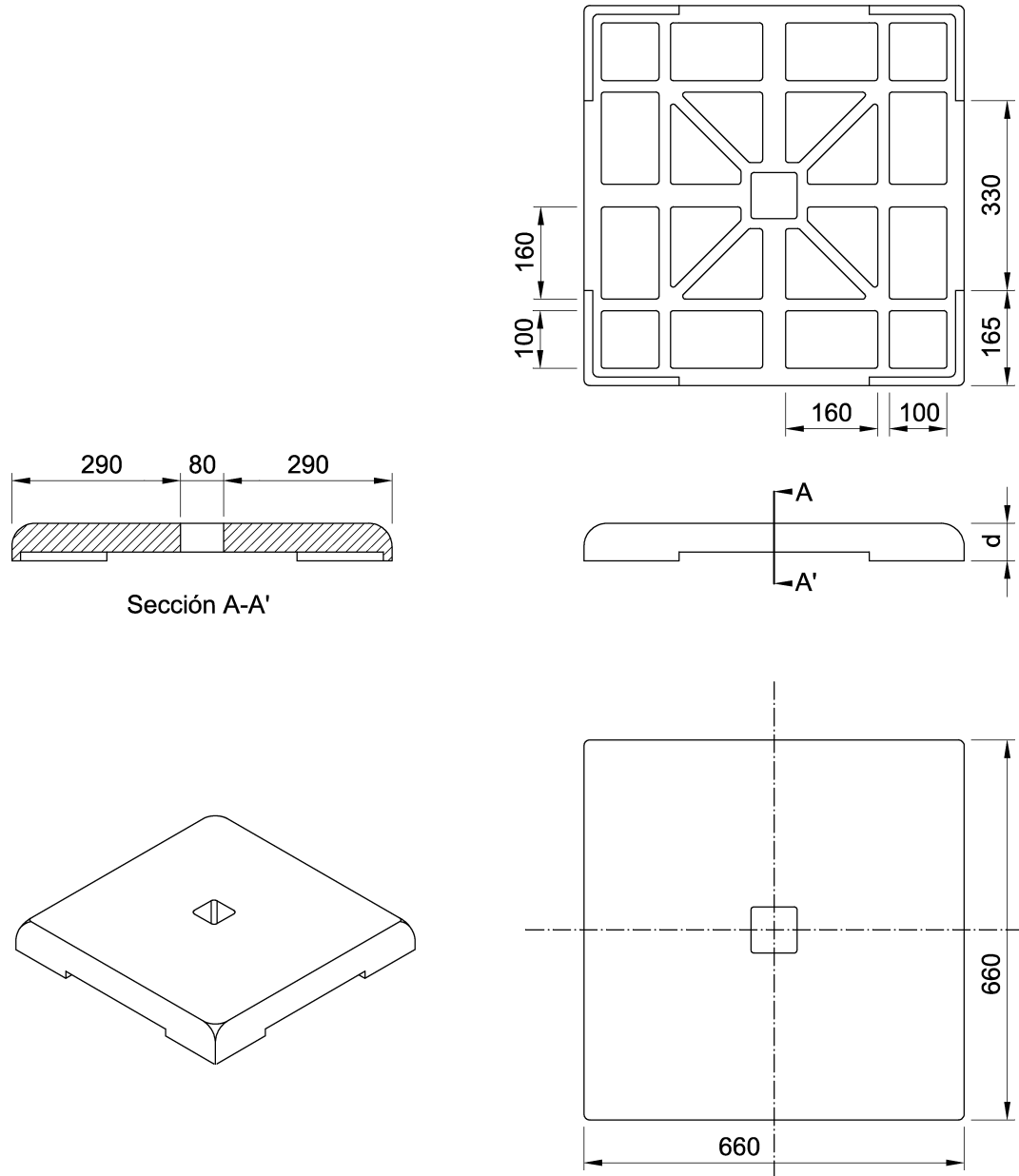


Figura 2.12: Pieza superior de zona aligerada de Transformados Parrsot SL para forjado reticular 80 x 80.

2.4.

Pieza base de encofrado para zona maciza

El sistema FORLI utiliza una pieza especial para el encofrado de las zonas del forjado previstas para ser macizadas con hormigón y en las que no está prevista la colocación de bovedillas o casetones.

La pieza empleada se denomina placa base para zona maciza, y está formada por una plancha de poliestireno expandido (EPS) de 30 mm de espesor con un ranurado en ambas caras constituido por acanaladuras que facilitan la adherencia del hormigón vertido en obra en la cara superior y de los revestimientos en la cara inferior. La placa procedente de Transformados Parrsot SL presenta ranurados de dimensiones distintas en ambas caras, mientras que

la placa procedente de Utilbox SL presenta el mismo ranurado en ambas caras.

La modulación de la placa base permite adaptarse a las dimensiones del resto de piezas que constituyen el sistema FORLI, además es posible ajustarla en obra.

La tabla siguiente muestra las dimensiones nominales y de las placas base de encofrado para zona maciza a la salida de la planta de fabricación. No existen diferencias entre las placas base de encofrado para zona maciza en función del formato de sistema FORLI al que se incorporan.

Dimensión	Valor nominal (mm)	Tolerancia (mm)	Método de medida
Longitud	800	± 8	UNE-EN 822
Anchura	700	± 7	UNE-EN 822
Espesor	30	+ 3; - 2	UNE-EN 823
Rectangularidad (1)	-----	± 5 / 1.000	UNE-EN 824
Planeidad	-----	± 10	UNE-EN 825
Ranurado en cara inferior (4)			
Diagonal larga del rombo	28 (3)	± 1,0	-----
	30 (2)		
Diagonal corta del rombo	15	± 1,0	-----
Espesor de la ranura	4	± 0,5	-----
Profundidad de la ranura	5	± 0,5	-----
Ranurado en cara superior (5)			
Diagonal larga del rombo	78	± 1,0	-----
Diagonal corta del rombo	69	± 1,0	-----
Espesor de la ranura	10	± 0,5	-----
Profundidad de la ranura	5	± 0,5	-----
Estabilidad dimensional a 23°C y 50% HR	-----	$\Delta\epsilon_s \pm 0,5$ $\Delta\epsilon_o \pm 0,5$	UNE-EN 1603

Notas:

(1) Expresada como la perpendicularidad de los ángulos formados por los lados correspondientes a la longitud y la anchura (artículo 7.1 norma UNE-EN 824:1995).

(2) Procedente de la planta de Transformados Parrsot SL.

(3) Procedente de la planta de Utilbox SL.

(4) El ranurado en la cara inferior de la placa base de encofrado para zona maciza es el mismo que el ranurado en la cara inferior de la pieza inferior de zona aligerada.

(5) Únicamente en la placa procedente de Transformados Parrsot SL.

Tabla 2.4: Dimensiones y tolerancias dimensionales de fabricación de la placa base de encofrado para zona maciza.

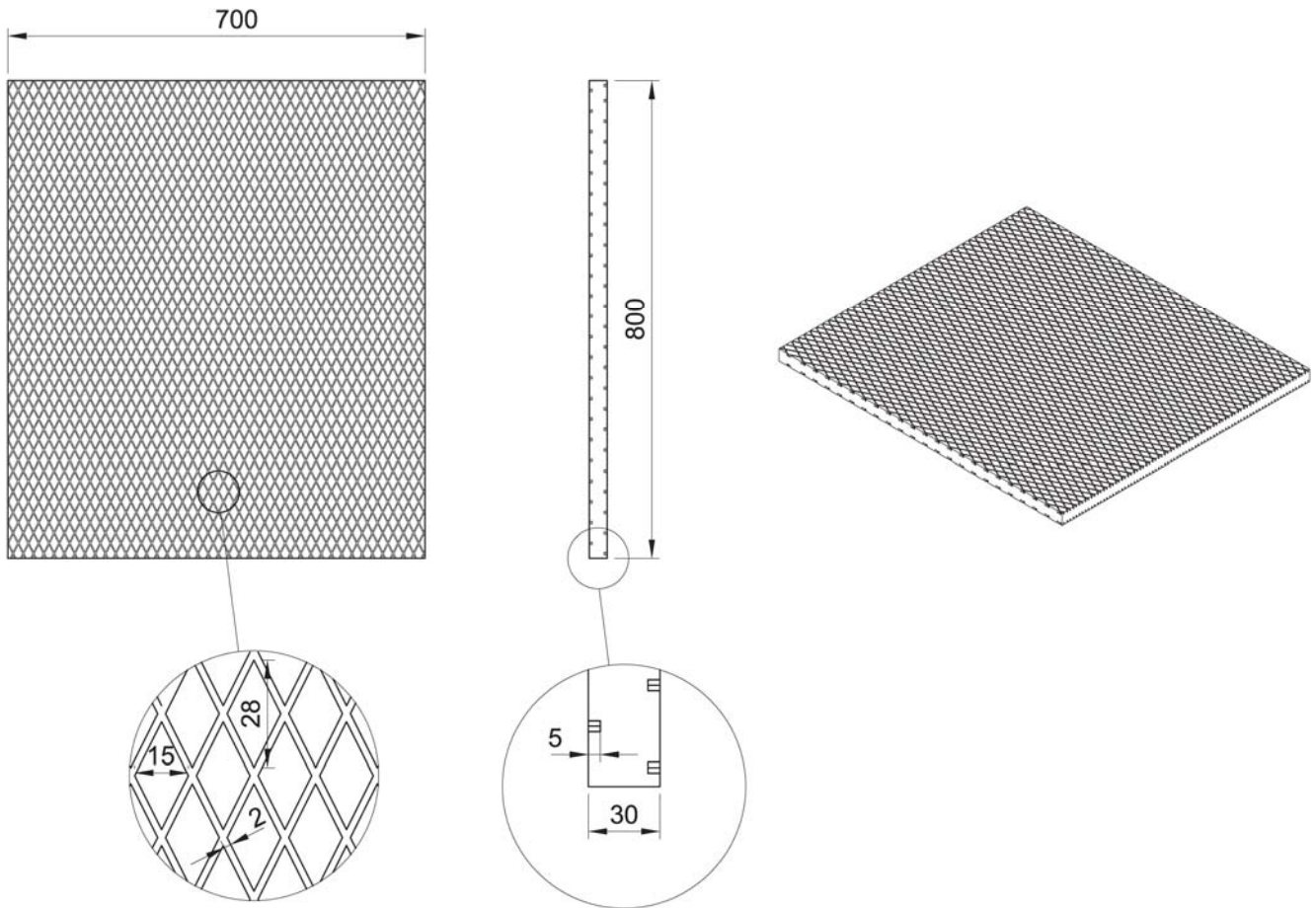


Figura 2.13: Placa base de encofrado para zona maciza de Utilbox SL.

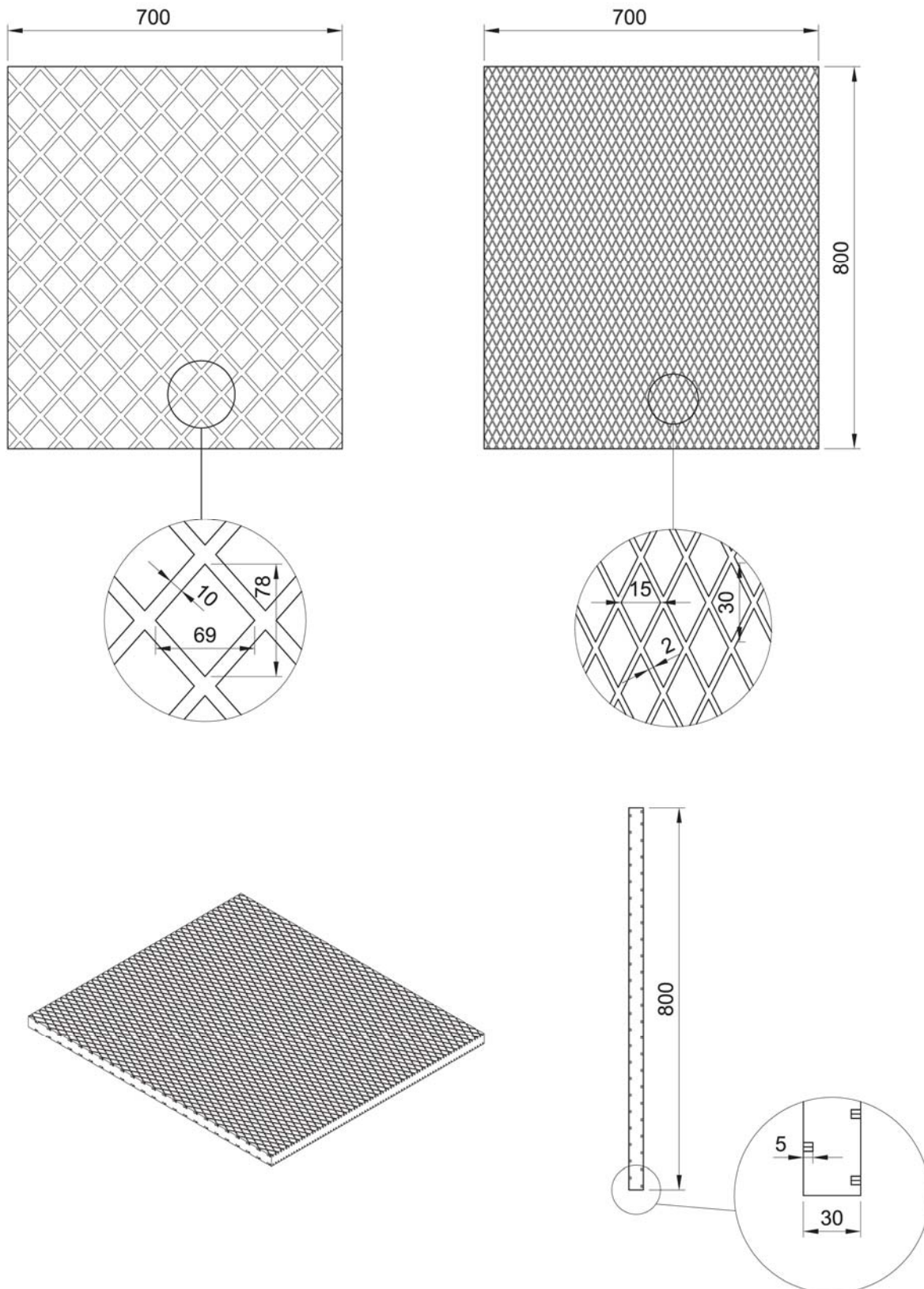


Figura 2.14: Placa base de encofrado para zona maciza de Transformados Parrsot SL.

2.5.

Separador de armaduras

El correcto posicionamiento de las armaduras de acero ubicadas en la parte inferior de los nervios del forjado, con respecto a los componentes del sistema FORLI que las rodean, se consigue mediante el empleo de separadores tipo Nervios N realizados en polietileno de alta densidad. Los separadores tipo Peine, realizados en poliestireno choque o también llamado poliestireno de alto impacto (HIPS), se utilizan en las zonas que posteriormente se macizarán.

Tipos de separadores empleados:

- Peine (poliestireno de alto impacto o HIPS)
- Nervios N (polietileno alta densidad o HDPE)

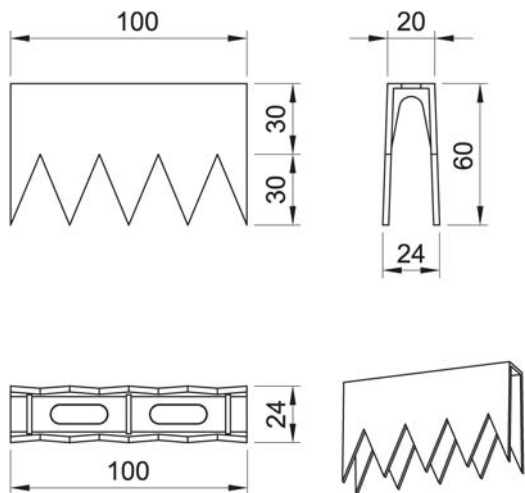


Figura 2.15: Separador tipo peine.

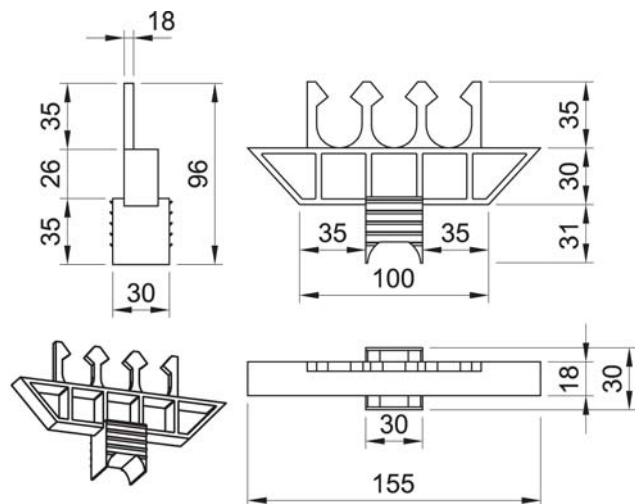


Figura 2.16: Separador tipo Nervios N.

2.6.

Armaduras de acero

Las barras corrugadas de acero y las mallas electrosoldadas empleadas en la formación de los forjados en los que previamente se ha dispuesto el sistema FORLI, no requieren características adicionales en relación con las barras y mallas que forman parte de un forjado con bovedillas o casetones cerámicos o de hormigón.

Las barras corrugadas de acero y las mallas electrosoldadas deben ajustarse a las exigencias contempladas en la EHE-08, según:

- Barras de acero corrugadas: artículo 32.2 EHE-08.
- Mallas electrosoldadas: artículo 33.1.1 EHE-08 y norma UNE-EN 10080.

2.7.

Hormigón vertido in situ

No existen limitaciones o restricciones para el tipo de hormigón empleado en la formación del forjado cuando se emplea del sistema FORLI, en relación con el hormigón vertido in situ para un forjado con bovedillas o casetones cerámicos o de hormigón.

Forjados y Estructuras Ligeras Castilla y León SA recomienda el empleo de hormigón de consistencia blanda con un tamaño de árido máximo de 18 mm.

2.8.

Yeso de revestimiento

El yeso de revestimiento debe encontrarse en posesión del marcado CE⁴ de acuerdo con la norma UNE-EN 13279-1:2009. Los tipos de yeso a emplear de acuerdo con la designación incluida en la norma UNE-EN 13279-1:2009 se indican a continuación:

- Yeso de construcción (designación B1) para aplicación manual.

⁴ El Real Decreto 442/2007, de 3 de abril, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación en productos industriales, deroga el Real Decreto 1312/1896, de 25 de abril, por el que se declara obligatoria la homologación de los yesos y escayolas de construcción, con objeto de coadyuvar a la armonización técnica prevista en virtud del desarrollo y aplicación de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1988, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

- Yeso de construcción aligerado (designación B4) para aplicación mecánica.

Se aplica una capa de espesor situado entre 12 y 15 mm, medidos desde la cara exterior del ranurado.

2.9.

Mortero de revoco

El mortero de revestimiento previsto para estar en contacto con el ambiente exterior debe encontrarse en posesión del marcado CE según las indicaciones de la norma europea armonizada UNE-EN 998-1:2003, cuando se elabore en fábrica, correspondiéndole las siguientes características:

- Mortero de uso corriente (GP).
- Resistencia a compresión a 28 días: 1,5 a 5,0 N/mm² (CS II).
- Absorción de agua por capilaridad: no especificado (W0).

Cuando el mortero de revoco se elabore in situ consistirá en una composición de 6 partes de arena por una de cemento, siendo posible incluir una parte de cal.

Se aplica una capa de espesor situado entre 10 y 15 mm, medidos desde la cara exterior del ranurado.

2.10.

Malla para revestimiento

Se incorporan mallas en el interior de las capas de revestimiento en aquellos puntos singulares, como son las discontinuidades, encuentros, etc. las características de las mallas se indican en la tabla 2.5:

	Tipo de malla según material de revestimiento	
	Yeso	Mortero
Color	Blanco	Azul
Densidad de malla (tramado)	1 x 1 (± 0,2)	1 x 1 (± 0,2)
	1 x 2 (± 0,2)	1 x 2 (± 0,2)
Luz de malla (mm)	10 x 10	10 x 10
Ancho (cm)	100 ± 1,5	100 ± 1,5
Resistencia a la tracción		
Urdimbre (daN/5 cm)	> 165	> 150
Trama (daN/5 cm)	> 250	> 270

Tabla 2.5: Características de las mallas de revestimiento.

3.

Fabricación

3.1.

Introducción

Las piezas de poliestireno expandido (EPS) que constituyen el sistema FORLI (pieza inferior y superior de zona aligerada, y placa base de encofrado para zona maciza) se fabrican en las instalaciones de Transformados Parrsot SL en Medina del Campo, y de Utilbox SL en Chiclana de la Frontera, bajo las indicaciones de Forjados y Estructuras Ligeras Castilla y León SA.

El proceso de fabricación de dichas piezas es el mismo en ambas factorías, y responde a un proceso de fabricación de elementos de EPS mediante moldeo. Dicho proceso es el mismo para los tres tipos de piezas y para todos los formatos.

3.2.

Materias primas

La materia prima empleada en el proceso de fabricación de las piezas de poliestireno expandido la constituyen las perlas de polímero de estireno que incorporan un agente expansor.

3.3.

Proceso de fabricación del producto

La fabricación de las piezas de poliestireno expandido se realiza en las etapas siguientes:

- En una 1ª etapa se procede a la preexpansión de las perlas de poliestireno expandible en unas instalaciones habilitadas a tal fin y denominadas preexpansores. Este proceso se lleva a cabo mediante el aporte de calor mediante vapor de agua a temperaturas situadas entre los 80°C y los 110°C, y durante un tiempo preestablecido. Las variables de temperatura y tiempo de exposición permitirán obtener la densidad de producto final deseada. En el transcurso de este proceso, las perlas expandibles se transforman en perlas de plástico celular con una estructura interior a base de pequeñas celdillas rellenas de aire.

Se trata de un proceso de preexpansión en continuo (alimentación de materia prima y vapor de agua ininterrumpida) y único, tras el cual se procede a un secado de las perlas mediante aire ascendente (lecho fluidificante de aire) para proceder a la 2ª etapa del proceso.

4.

Control de la producción de las piezas de EPS

- En una 2ª etapa se procede al reposo intermedio y a la estabilización, en el cual se enfrían las perlas y se introduce aire en su interior mediante difusión durante su estancia en silos ventilados.
- En una 3ª y última etapa se produce la expansión y el moldeo final de las perlas preexpandidas procedentes de los silos mediante el aporte de vapor de agua en los moldes destinados a tal fin. En este proceso las perlas expandidas con aire en su interior se sueldan entre sí formándose una estructura poliédrica.

3.4.

Presentación del producto

Los productos de EPS que conforman el sistema FORLI se presentan con una etiqueta adhesiva en cada bulto que contiene la siguiente información:

- formato de sistema FORLI,
- dimensiones (longitud, anchura, espesor bajo nervios),
- referencia,
- lote,
- fecha,
- reacción al fuego.

El Sistema de Gestión de la Calidad de la empresa Forjados y Estructuras Ligeras Castilla y León SA es conforme con las exigencias de la norma UNE-EN ISO 9001:2000 para el proceso de comercialización de forjados ligeros. Dicha conformidad se plasma en el certificado de conformidad número 7001915 emitido en fecha 1 de junio de 2007 por Bureau Veritas Certificación España, y cuya validez expira el 25 de abril de 2013.

El Sistema de Gestión de la Calidad implementado por Transformados Parrsot SL en su planta de Medina del Campo, para el proceso de fabricación de forjados ligeros, se beneficia del certificado de conformidad número 7001914 con la norma UNE-EN ISO 9001:2000 emitido por Bureau Veritas Certificación España en fecha 1 de junio de 2007 y cuya validez expira el 25 de abril de 2013.

El Sistema de Gestión de la Calidad implementado por Utilbox SL en su planta de fabricación de Chiclana de la Frontera, para el proceso de diseño y fabricación de productos de poliestireno expandido, se beneficia del certificado de conformidad número 9004056 con la norma UNE-EN ISO 9001:2008 emitido por BVQI España SAU en fecha 3 de julio de 2009 y cuya validez expira el 3 de julio de 2012.

La suficiencia de los controles que llevan a cabo Utilbox SL y Transformados Parrsot SL en relación con el control de la producción de las piezas de EPS ha sido evaluada por el ITeC en el transcurso de la elaboración del presente DAU, con resultado satisfactorio.

Las características que son objeto de control para cada producto se relacionan a continuación, en función de la fase del proceso productivo.

En ausencia de referencias específicas, los controles indicados en los apartados siguientes se refieren a todas las piezas de EPS del sistema FORLI.

4.1.

Control de materias primas

Las materias primas empleadas en el proceso de fabricación de las piezas de EPS que componen el sistema FORLI se limitan a las perlas expandibles de poliestireno y a los separadores. El suministrador de perlas expandibles de poliestireno adjunta a cada envío un certificado de las características de los productos.

Característica evaluada	Frecuencia	Responsable del control
Perlas expandibles de poliestireno		
Existencia de certificado de garantía por parte del suministrador	A cada suministro	Jefe de fábrica (Transformados Parrsot SL) Supervisor de planta (Utilbox SL)
Ajuste del contenido del certificado a la especificación técnica en relación con:		
- Porcentaje de volátiles	A cada suministro	Jefe de fábrica (Transformados Parrsot SL) Supervisor de planta (Utilbox SL)
- Densidad	A cada suministro	Jefe de fábrica (Transformados Parrsot SL) Supervisor de planta (Utilbox SL)
Separadores		
Aspecto	A cada suministro	Jefe de fábrica (Transformados Parrsot SL) Supervisor de planta (Utilbox SL)
Tolerancias dimensionales	A cada suministro	Jefe de fábrica (Transformados Parrsot SL) Supervisor de planta (Utilbox SL)

Tabla 4.1: Controles sobre las materias primas.

4.2.

Control del proceso de fabricación

En la tabla indicada a continuación se relacionan las características que son objeto de control para cada subproceso de fabricación de las piezas de EPS que componen el sistema FORLI de acuerdo con la planta de fabricación.

Proceso	Característica	Frecuencia	Responsable del control
Preexpansión	Velocidad del tornillo sin fin de alimentación	Cada 30 min.	Jefe de Turno
	Caudal de vapor		
	Densidad		
	Temperatura		
Reposo intermedio	Calidad de la perla	Diario	Jefe de Turno
	Tiempo de reposo		
Expansión y moldeo final	Presión de vapor	En cada cambio de molde y al inicio de la fabricación por turno	Jefe de Turno
	Presión de aire		
	Presión de agua		

Tabla 4.2: Procesos objeto de control en el transcurso de la fabricación en la planta de Transformados Parrsot SL.

Proceso	Característica	Frecuencia	Responsable del control
Preexpansión	Velocidad del tornillo sin fin de alimentación	Cada 60 min.	Responsable de producción
	Caudal de vapor		
	Densidad		
Reposo intermedio	Tiempo de reposo	Cada vez que se inicia el consumo del material de un silo	Responsable de producción
	Presión de vapor		
Expansión y moldeo final	Tiempo de evacuación de condensados en máquina del vapor	Dos al día	Responsable de producción
	Tiempo de enfriamiento		

Tabla 4.3: Procesos objeto de control en el transcurso de la fabricación en la planta de Utilbox SL.

4.3.

Control del producto final acabado

Los controles ejercidos sobre los productos finales del proceso productivo son únicos para ambas plantas de fabricación.

Característica	Frecuencia de control interno	Frecuencia de control externo	Valores límite	Responsable del control
Tolerancias dimensionales				
Longitud	Diaria	Anual	Tolerancias dimensionales establecidas en el documento DAU	Responsable de producción (Utilbox SL) Jefe de fábrica (Transformados Parrsot SL)
Anchura	Diaria	Anual		
Espesor	Diaria	Anual		
Rectangularidad	Diaria	Anual		
Planeidad	Diaria	Anual		
Estabilidad dimensional a 23°C y 50% de HR	Diaria	Anual		
Ranurado	Diaria	Anual		
Ancho de nervios	Diaria	Anual		
Aspecto	Diaria	Anual	Ausencia de desconchados o defectos de fabricación	Responsable de producción (Utilbox SL) Jefe de fábrica (Transformados Parrsot SL)
Densidad aparente de las piezas de EPS	Diaria	Anual	Ajuste a parámetros de la ficha técnica	Responsable de producción (Utilbox SL) Jefe de fábrica (Transformados Parrsot SL)
Encaje y alineación entre piezas	Diaria	Anual	- Altura del conjunto pieza superior y pieza inferior: $\pm 1,5\%$ - Desplazamientos relativos(1) en longitud y anchura: $\pm 1\%$	Responsable de producción (Utilbox SL) Jefe de fábrica (Transformados Parrsot SL)
Resistencia al punzonamiento-cizalladura-flexión	Diaria	Anual	> 1 kN	Responsable de producción (Utilbox SL) Jefe de fábrica (Transformados Parrsot SL)
Conductividad térmica del EPS	Diaria (2)	Anual	Valores superiores al declarado	Responsable de producción (Utilbox SL) Jefe de fábrica (Transformados Parrsot SL)
Tensión de compresión al 10% de deformación	Mensual(3)	Anual	Clase CS(10)70; (≥ 70 kPa)	Responsable de producción (Utilbox SL) Jefe de fábrica (Transformados Parrsot SL)
Resistencia a flexión	Mensual(3)	Anual	Clase B115; (≥ 115 kPa)	Responsable de producción (Utilbox SL) Jefe de fábrica (Transformados Parrsot SL)
Reacción al fuego	A cada envío de materia prima Continuamente en el transcurso del control de producción en fábrica(4)	Anual	Clase E	Responsable de producción (Utilbox SL) Jefe de fábrica (Transformados Parrsot SL)

Notas:

(1) Diferencia entre la pieza inferior y la pieza superior de zona aligerada.

(2) Control indirecto por correlación mediante medidas de densidad del EPS.

(3) La frecuencia de control interno para esta característica se encuentra sujeta a modificaciones producidas por la aplicación de los criterios al respecto.

(4) Control indirecto sobre el certificado de garantía del suministrador de materia prima, y mantenimiento de las variables de fabricación.

Tabla 4.4: Controles del producto final acabado.

4.4.

Control de ejecución de obra

El control llevado a cabo en el transcurso de la ejecución en obra mencionado en el presente apartado afecta exclusivamente al sistema FORLI de construcción de forjados unidireccionales y reticulares una vez colocado en obra. Los controles exigibles por la reglamentación vigente en relación a las condiciones que debe presentar el encofrado continuo sobre el que apoyan los componentes del sistema FORLI, la disposición de las armaduras, el vertido del hormigón y cuando éste ha endurecido, quedan fuera del alcance del presente documento.

Proceso	Propiedad	Referencia
Replanteo de los componentes del sistema FORLI	- Ajuste a líneas de replanteo sobre el encofrado continuo	-----
Colocación de los componentes del sistema FORLI	- Distancia relativa vertical máxima entre casetones adyacentes (1)	± 5 mm
Vertido de hormigón	- Ausencia de movimientos relativos entre componentes del sistema FORLI	-----

Notas:

(1) La distancia relativa vertical máxima entre casetones adyacentes no toma en consideración las posibles variaciones provocadas por el encofrado continuo empleado como soporte del sistema FORLI.

Tabla 4.5: Controles de ejecución en obra.

5.

Almacenamiento, transporte y recepción en obra

5.1.

Almacenamiento

Los componentes del sistema FORLI se almacenan en las instalaciones de las empresas que los fabrican previamente a su suministro a obra. Dicho almacenamiento no requiere condiciones especiales, siendo requisito suficiente que el lugar donde se almacenen esté protegido de las acciones climatológicas adversas –lluvia y viento-, y que dichos componentes no estén en contacto directo con el terreno. Para evitar los efectos del viento sobre los componentes del sistema FORLI puede ser necesaria la implementación de medidas cuyo objetivo sea evitar su desplazamiento que no dañen al producto (fijación mediante redes, etc.).

El almacenamiento en obra responde a los mismos requisitos que el almacenamiento en fábrica.

5.2.

Transporte

El transporte de los componentes se realiza en un camión cerrado para proteger la carga de la acción del viento y la lluvia. No existen especificaciones para la altura máxima de apilamiento dado que está restringida por el lugar y forma del transporte empleado.

Su manipulación se realiza manualmente, no siendo necesario ningún tipo de herramientas especiales, únicamente se requiere cierto grado de atención para que en el transcurso de la manipulación no se produzcan desperfectos.

5.3.

Control de recepción de los elementos en obra

El responsable de la dirección de obra acepta o rechaza los componentes del sistema FORLI que le llegan, de acuerdo con las características del desperfecto y la repercusión potencial en las prestaciones del forjado. Los aspectos que deben ser objeto de control a la llegada del material a la obra se indican a continuación:

- Coincidencia del material recibido con el ordenado en el pedido mediante la comprobación en las etiquetas adheridas a los casetones, del tipo de forjado -unidireccional o reticular-, las dimensiones -intereje y canto-, y el número de unidades enviadas.

6. Criterios de proyecto y ejecución del sistema

La información incorporada en las etiquetas se encuentra relacionada en el apartado 3.4 del documento.

- La presencia de desperfectos, en forma de deformaciones, roturas, etc., o la presencia de humedad en el interior del envoltorio.

6.1. Criterios de proyecto

La selección del formato de sistema FORLI a emplear en la formación del forjado, entre los fabricados por Forjados y Estructuras Ligeras Castilla y León SA, responde a la información proporcionada por técnicos cualificados de la Dirección Técnica de la obra responsables del cálculo dimensional del forjado.

Los cálculos que permiten satisfacer los requisitos estructurales exigidos al conjunto del forjado en el transcurso de su vida útil, derivados de las acciones a las que se encuentra sometido, no son objeto de análisis en el transcurso de la elaboración del DAU para el sistema FORLI. La realización y verificación de dichos cálculos es responsabilidad de técnicos cualificados pertenecientes a la Dirección Técnica de la obra.

6.1.1 Peso propio y consumos de hormigón

La tabla siguiente muestra el peso propio y el consumo de hormigón aproximado para ciertas configuraciones de forjados que no presuponen tipo.

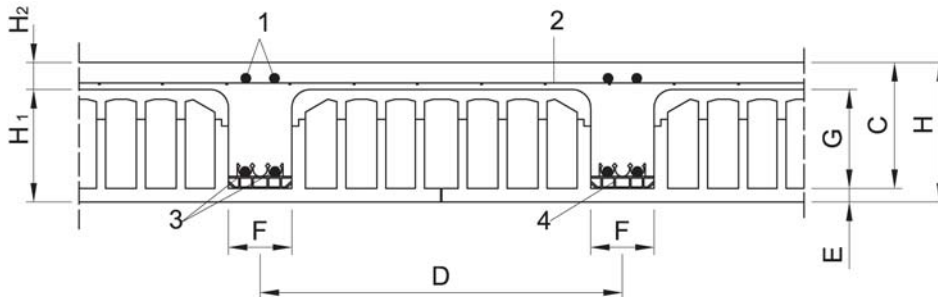
Formato de sistema FORLI	Ancho de nervios (mm)	Altura total (1) (mm)	Altura del elemento aligerante (mm)	Canto estructural (2) (mm)	Canto arquitectónico (mm)	Capa compresión (mm)	Espesor bajo nervios (mm)	Consumo de hormigón (l/m ²)	Peso propio del forjado (kN/m ²)
Unidireccional 70	140	250	220	270	300	50	30	95	2,37
		280	250	300	330	50	30	101	2,52
Reticular 80 x 70	140	250	220	270	300	50	30	129	3,23
		280	250	300	330	50	30	144	3,60
		330	300	350	380	50	30	169	4,22
Reticular 80 x 80	140	250	220	270	300	50	30	120	3,00
		280	250	300	330	50	30	130	3,25
		330	300	350	380	50	30	145	3,62

Notas:

(1) Comprende la altura del elemento aligerante y el espesor bajo nervios.

(2) Corresponde a la distancia desde la base del nervio hasta la cara superior de la capa de compresión.

Tabla 6.1: Pesos propios y consumo de hormigón para forjados tipo.



- | | | |
|--|-------------------------------------|----------------------------------|
| H. Canto arquitectónico. | G. Altura del elemento aligerante. | 1. Armadura superior de nervios. |
| H ₁ . Altura del sistema FORLI. | E. Espesor del aislamiento. | 2. Armadura de reparto. |
| H ₂ . Capa de compresión. | D. Distancia entre ejes de nervios. | 3. Armadura inferior de nervios |
| C. Canto estructural. | F. Ancho del nervio. | 4. Separador |

Figura 6.1: Sección transversal de un forjado tipo.

6.2. Criterios de proyecto

La selección del formato de sistema FORLI a emplear en la formación del forjado.

6.2.1 Introducción

No es necesario el uso de herramientas especiales para el proceso de colocación de los componentes del sistema FORLI. El número de operarios a emplear dependerá del ritmo que requiera la obra.

6.2.2 Orden cronológico de colocación

La ejecución del forjado a partir del sistema FORLI de construcción de forjados unidireccionales y reticulares se lleva a cabo de acuerdo con el siguiente orden cronológico:

- Colocación de las piezas inferiores de zona aligerada y de las placas base de encofrado para zonas macizas de acuerdo con el plano de montaje. No se debe emplear ningún tipo de desencofrante previamente a la colocación de las piezas del sistema FORLI.
- Colocación de las piezas superiores de zona aligerada que actúan como elemento de unión entre las distintas piezas inferiores de zona aligerada.
- Colocación de los separadores en los nervios del forjado, que permiten ubicar las armaduras resistentes del forjado correspondientes a

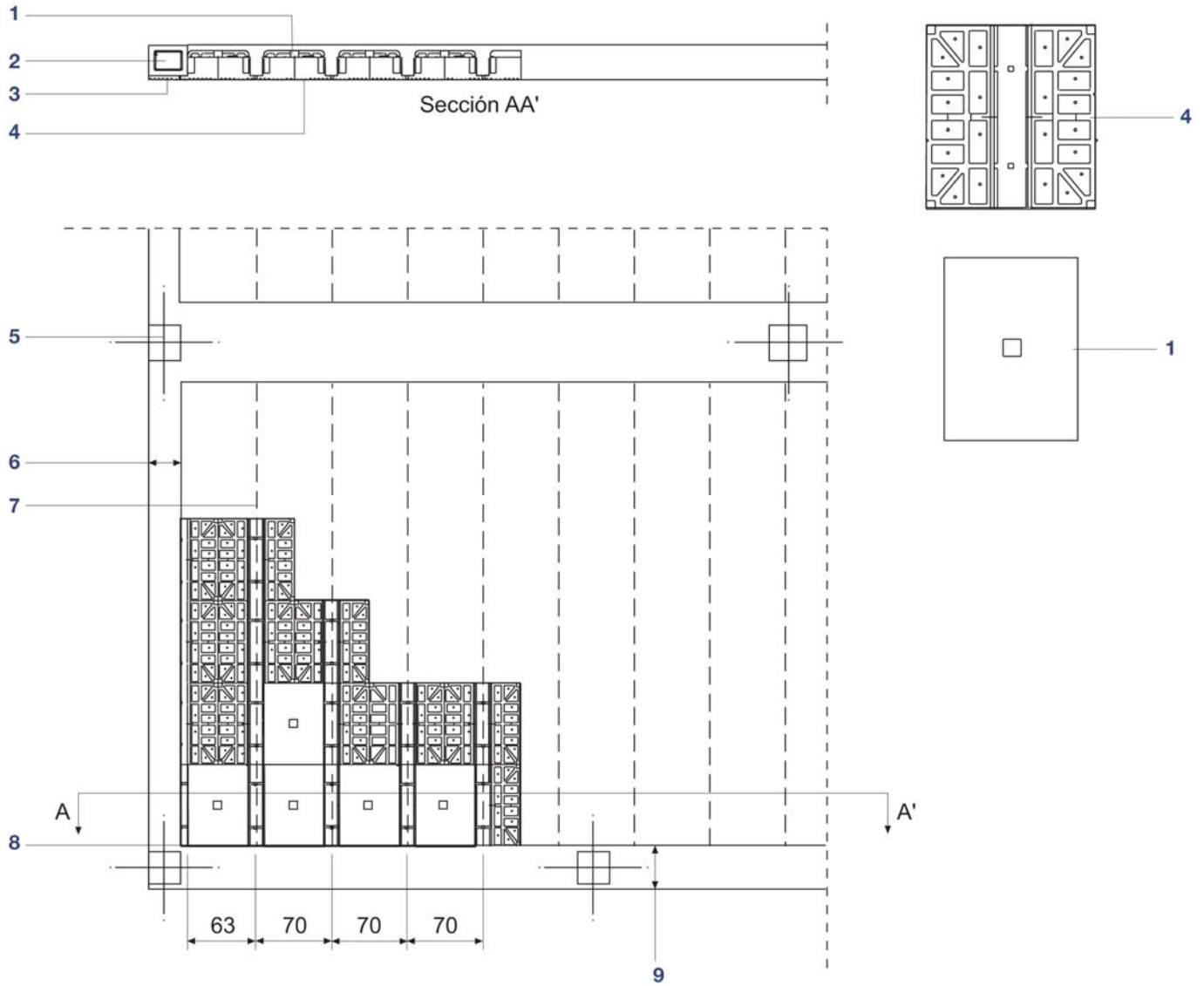
esfuerzos de tracción. La correcta alineación de dichas armaduras se consigue mediante los separadores, procurando respetar las distancias a las bovedillas o casetones.

- Colocación del resto de armaduras, mallas electrosoldadas, armaduras superiores del forjado, etc.
- Vertido, vibrado y curado del hormigón.
- Desapuntalado.
- Aplicación de un revestimiento en la cara inferior.

6.2.3 Colocación de los componentes del sistema FORLI

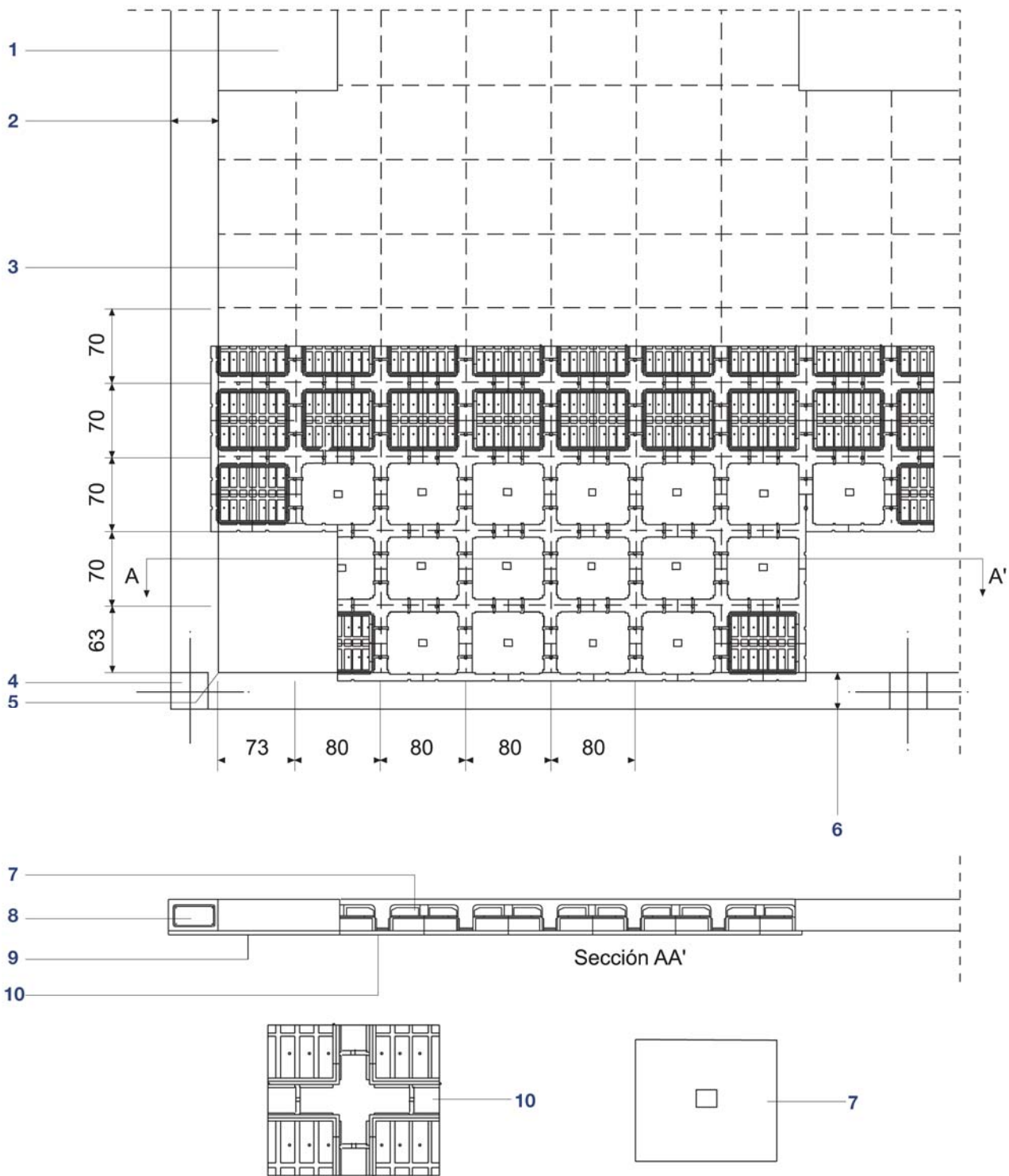
La colocación de los componentes del sistema FORLI para ambos tipos de forjados, unidireccionales y reticulares, se lleva a cabo partiendo de una de las esquinas de la planta a cubrir, disponiendo las piezas inferiores de zona aligerada y las placas base de encofrado para zona maciza a lo largo de toda la superficie del forjado que debe cubrirse, según las indicaciones del plano de montaje elaborado por la Dirección Técnica de la obra.

La disposición de las piezas inferiores de zona aligerada y de las placas base de encofrado para zona maciza debe llevarse a cabo a medida que se avanza en su colocación de manera que no queden espacios sin cubrir entre ellas. En ningún caso debe iniciarse la colocación de las piezas por puntos enfrentados de la superficie del forjado. Se quiere evitar así los posibles errores dimensionales de coordinación.



- | | | |
|--|--------------------------------------|---|
| 1. Pieza superior de zona aligerada. | 4. Pieza inferior de zona aligerada. | 7. Nervios. |
| 2. Viga. | 5. Pilar. | 8. Punto de inicio de colocación de las piezas. |
| 3. Placa base de encofrado para zona maciza. | 6. Ancho de viga. | 9. Ancho de viga |

Figura 6.2: Esquema de replanteo de forjado unidireccional.



- | | | |
|-------------------|--|--|
| 1. Ábaco. | 5. Punto de inicio de la colocación de las piezas. | 8. Viga. |
| 2. Ancho de viga. | 6. Ancho de viga. | 9. Placa base de encofrado para zona maciza. |
| 3. Nervios. | 7. Pieza superior de zona aligerada. | 10. Pieza inferior de zona aligerada. |
| 4. Pilar. | | |

Nota:

El formato de sistema FORLI indicado en la figura responde al reticular 70 x 80 de Transformados Parrsot SL. Para el resto de formatos del sistema FORLI es de aplicación la misma metodología de replanteo.

Figura 6.3: Esquema de replanteo de forjado reticular.

La colocación sobre el encofrado continuo de las piezas inferiores de zona aligerada y de las placas base de encofrado para zona maciza está precedida de la identificación de las zonas macizas que responden a las indicaciones de los planos de colocación y replanteo emitidos por la Dirección Técnica de la obra.

La incidencia del agua procedente de la lluvia sobre el sistema FORLI una vez ensamblados los componentes sobre el encofrado continuo y previamente al vertido de hormigón es mínima, debido a las medidas previstas para su evacuación, constituidas por los orificios situados en la zona de los nervios de las piezas inferiores de zona aligerada, y en los orificios ubicados en el centro de las piezas superiores de zona aligerada con continuidad en las piezas inferiores de zona aligerada. En ambos casos los orificios se realizan en el transcurso del proceso de moldeo de las piezas.

La colocación de las piezas inferiores de zona aligerada y las placas base de encofrado para zona maciza se lleva a cabo simultáneamente con la colocación de las piezas superiores de zona aligerada que confieren solidez al sistema. Se recomienda que la colocación de las piezas se lleve a cabo de forma ordenada, es decir, iniciándose por un extremo y avanzando de forma que no queden piezas inferiores de zona aligerada sin cubrir entre piezas superiores de zona aligerada ya colocadas.

6.2.4

Corte de piezas

Cuando es necesario ajustar las dimensiones de los componentes del sistema FORLI a las necesidades del forjado por la presencia de oberturas, ábacos, etc., se procede al corte de dichos elementos mediante sierra manual, procurando no inducir desperfectos sobre los elementos sometidos a corte.

6.2.5

Colocación de armaduras

La colocación de las armaduras en la parte inferior de los nervios del forjado se lleva a cabo mediante los separadores tipo Nervios N que, si es deseo del cliente, pueden incorporarse a las piezas inferiores de zona aligerada en el transcurso del proceso de producción.

Los separadores tipo Peine se utilizan para situar las armaduras en aquellas zonas del forjado que posteriormente se macizarán.

El sistema FORLI posibilita el empleo de tipos de separadores distintos a los mencionados, siempre que se ajusten a las especificaciones que para ellos se prevén en la reglamentación vigente.

Las armaduras de negativos se sitúan coincidiendo con los nervios de los forjados unidireccionales y reticulares, atados a la malla de reparto y situados por encima o por debajo de ésta.

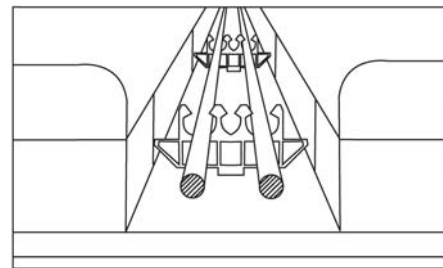


Figura 6.4: Armaduras en separadores.

6.2.6

Vertido y compactación del hormigón

Se recomienda la utilización de hormigón de consistencia blanda y de un árido con tamaño máximo de 18 mm.

No se establecen prescripciones en relación con la resistencia característica del hormigón empleado. Dicha prescripción es decisión de la Dirección Técnica de la obra.

No es necesaria la humectación de los componentes del sistema FORLI que van a recibir el hormigón como consecuencia del carácter hidrófugo del material que lo constituyen.

El proceso de vertido de hormigón debe evitar el desplazamiento de armaduras y de los componentes del sistema FORLI.

Se debe prestar especial atención al proceso de compactación, de modo que se garantice la ausencia de huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación. El proceso de compactación debe prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie y deje de salir aire. La presencia de los componentes del sistema FORLI ocupando toda la superficie inferior de forjado no permite detectar a simple vista la presencia de coqueas. La naturaleza hidrófuga del poliestireno expandido junto con un adecuado proceso de vertido y compactación de hormigón contribuyen a la ausencia de dichas coqueas.

6.2.7

Desencofrado

Transcurrido el periodo de tiempo preceptivo establecido por la Dirección Técnica de la obra se puede proceder a la retirada del encofrado continuo utilizado como soporte del sistema FORLI.

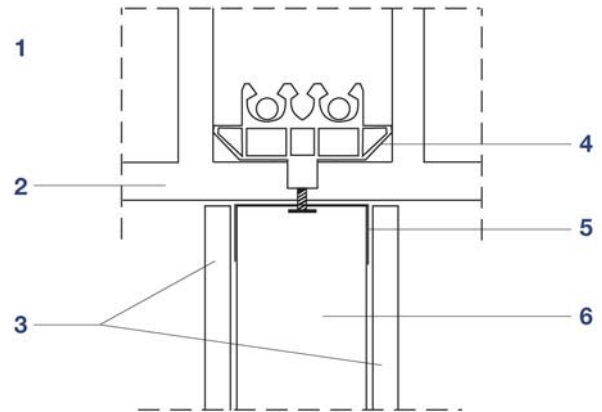
El empleo del sistema FORLI para la formación de forjados unidireccionales y reticulares no modifica en modo alguno los periodos mínimos de desencofrado establecidos en la reglamentación vigente en relación con otros sistemas de encofrado.

6.2.8

Tabiquería

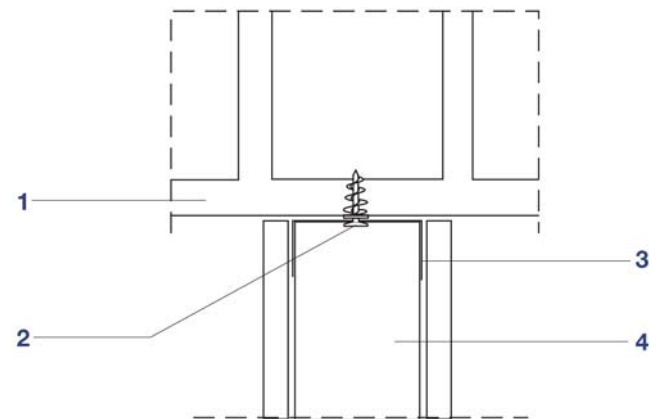
El sistema FORLI de construcción de forjados unidireccionales y reticulares permite el uso de tabiquería seca a base de perfiles de acero galvanizado y placas de yeso laminado, así como tabiquería a base de piezas –tradicionales o de gran formato- unidas con mortero o pasta de agarre. El encuentro entre los distintos tipos de tabiquería y la parte inferior del forjado en la que se encuentra el sistema FORLI se lleva a cabo de acuerdo con las siguientes indicaciones, en función del tipo de tabiquería empleada.

- Los perfiles de acero galvanizado que cierran la parte superior de la tabiquería a base de perfiles y placas de yeso laminado se conectan al forjado mediante el uso de tacos de fijación. Cuando el tabique acomete contra un nervio, la fijación debe realizarse contra los separadores, mientras que cuando el tabique acomete contra una zona aligerada se debe emplear tacos para la fijación de aislamientos.
- La tabiquería realizada a base de piezas unidas con mortero o pasta de agarre se conecta a las piezas de EPS que componen la parte inferior del forjado mediante el retacado con el mismo material empleado para unir las distintas piezas entre sí.



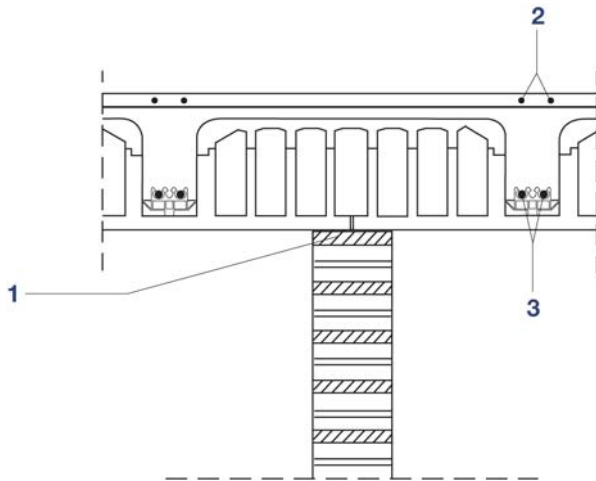
- | | |
|--------------------------------------|----------------------|
| 1. Nervio del forjado. | 4. Separador. |
| 2. Pieza inferior de zona aligerada. | 5. Perfil de cierre. |
| 3. Placas de yeso laminado. | 6. Montante. |

Figura 6.5: Encuentro de tabiquería a base de perfiles de acero galvanizado y placas de yeso con forjado en zona de nervios.



- | | |
|--------------------------------------|----------------------|
| 1. Pieza inferior de zona aligerada. | 3. Perfil de cierre. |
| 2. Taco de fijación. | 4. Montante. |

Figura 6.6: Encuentro de tabiquería a base de perfiles de acero galvanizado y placas de yeso con forjado en zona aligerada.



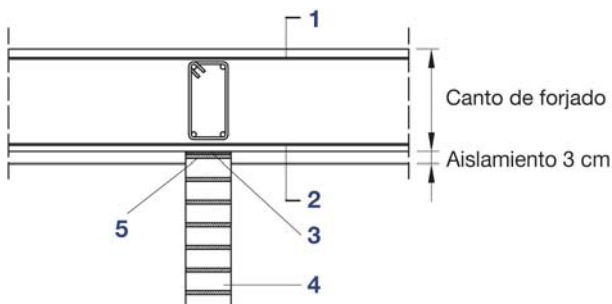
1. Retacado a pieza inferior de zona aligerada.
2. Armadura superior.
3. Armadura inferior.

Figura 6.7: Encuentro de tabiquería a base de piezas unidas con mortero o pasta de agarre con forjado.

6.2.9

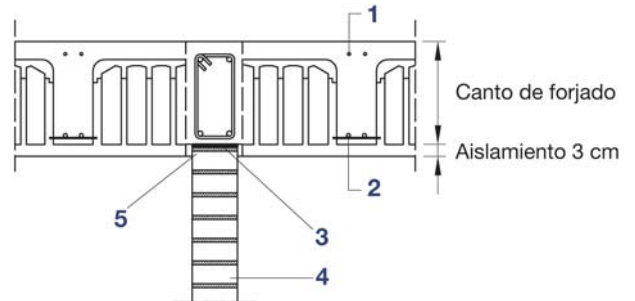
Encuentro con elementos verticales sujetos a prestaciones de resistencia al fuego

El mantenimiento de las prestaciones de resistencia al fuego de los elementos verticales en su encuentro con el forjado construido mediante el sistema FORLI, se consigue mediante la acometida del elemento vertical sobre una viga embebida en el forjado, sin que los componentes del EPS se interpongan en dicho encuentro.



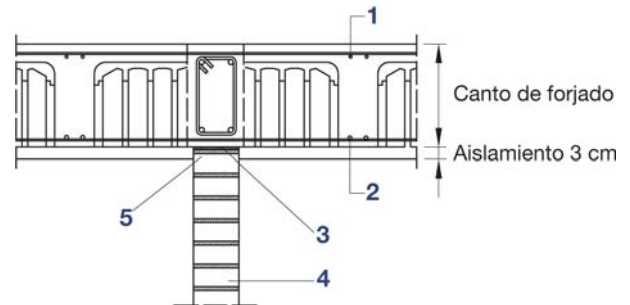
1. Armadura superior en nervios.
2. Armadura inferior en nervios.
3. Retacado con mortero.
4. Obra de fábrica.
5. Quitar aislamiento

Solución núm. 1. Forjado unidireccional. Sección perpendicular a los nervios



1. Armadura superior en nervios.
2. Armadura inferior en nervios.
3. Retacado con mortero.
4. Obra de fábrica.
5. Quitar aislamiento

Solución núm. 2. Forjado unidireccional. Sección paralela a los nervios



1. Armadura superior en nervios.
2. Armadura inferior en nervios.
3. Retacado con mortero.
4. Obra de fábrica.
5. Quitar aislamiento

Solución núm. 3. Forjado reticular. Sección

Figura 6.8: Encuentro de elemento vertical a base de piezas unidas con mortero o pasta de agarre con forjado.

6.2.10

Rozas e instalaciones

El paso de instalaciones a través de la parte inferior del forjado se realiza de modo distinto en función de las dimensiones de los conductos.

Si las dimensiones de dichos conductos no alcanzan los 30 mm, correspondientes al espesor de la plancha de EPS situada en la parte inferior del forjado, es posible empotrar dichos conductos a través de rozas realizadas con taladros de broca gruesa o herramientas similares. Se debe procurar que dichas rozas no perforen en su totalidad el espesor de la plancha de EPS. Las rozas practicadas deben presentar unas dimensiones ligeramente inferiores al conducto que se prevé incorporar para que el conducto quede sujeto y que éste quede embebido en la plancha de EPS, evitando de este modo la presencia de puntos débiles en el posterior proceso de guarnecido.

El posterior guarnecido de yeso debe realizarse con yeso grueso.

Si las dimensiones de dichos conductos superan el espesor de la plancha de EPS se procede fijando superficialmente los conductos mediante su anclaje a las zonas macizas y a los nervios. La situación de los nervios del forjado desde la planta inmediatamente inferior se identifica mediante el gravado con la palabra Forli en las planchas de EPS realizados en el transcurso del proceso de fabricación. El anclaje en zonas aligeradas se debe realizar mediante el empleo de tacos de fijación de aislamiento.

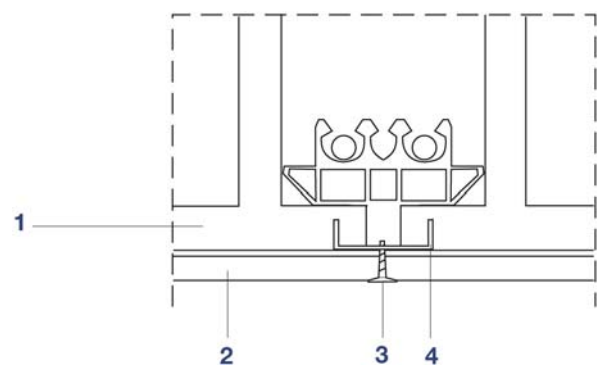
6.2.11

Guarnecidos, enlucidos y falsos techos

Se recomienda que la aplicación de los guarnecidos, enlucidos y falsos techos sobre el sistema FORLI se lleve a cabo de acuerdo con las siguientes indicaciones:

- Criterios de ejecución en relación con los guarnecidos y enlucidos:
 - Las características de los yesos empleados debe ajustarse a las indicaciones contempladas en el apartado 2.8 del documento.
 - El espesor total de la capa de yeso, incluyendo guarnecido y enlucido, debe estar comprendida entre 12 y 15 mm, tomada desde la superficie más exterior de la planchas de EPS, es decir, sin incluir la profundidad del ranurado.
 - Previamente al inicio de los trabajos debe comprobarse el adecuado empotramiento de los conductos.
 - Se recomienda que la aplicación de la capa de guarnecido se lleve a cabo en dos tendidos consecutivos. El primero de ellos debe cubrir completamente el ranurado, introduciéndose en él. El segundo tendido se aplica posteriormente alcanzando el espesor final del revestimiento.
 - La aplicación del guarnecido de yeso puede ser manual o mecánica.
 - Se recomienda no aplicar los guarnecidos en condiciones climáticas extremas, caracterizadas por ambientes secos y temperaturas extremas del ambiente y del agua empleada en amasado.

- Criterios de montaje y fijación en relación con los falsos techos a base de placas de yeso laminado fijadas a una estructura metálica de soporte:
 - Los componentes de la subestructura metálica corresponden con los detallados en la norma UNE-EN 14195.
 - La distancia entre ejes de perfiles adyacentes en la subestructura metálica es de 400 mm.
 - Se emplean placas de yeso laminado en posesión del marcado CE de acuerdo con la norma UNE-EN 520, de un espesor igual o superior a 9,5 mm, con una densidad del núcleo de yeso superior o igual a 600 kg/m³, un gramaje de cartón superior a 220 g/cm², y un contenido orgánico inferior o igual al 5%.
 - Los elementos de fijación mecánica consisten en tornillos, grapas o clavos que atraviesan en todo su espesor las placas de yeso laminado.
 - La distancia máxima entre puntos consecutivos de fijación de las placas de yeso laminado a la subestructura metálica de soporte no excede de 300 mm medidos a lo largo del soporte.
 - Toda junta entre placas de yeso laminado adyacentes presenta una distancia entre bordes inferior o igual a 4 mm.
 - Toda junta entre placas de yeso laminado adyacentes se rellena completamente con un material para juntas según se especifica en la norma UNE-EN 13963.



1. Pieza inferior de zona aligerada.
2. Placa de yeso laminado.
3. Tornillo de fijación.
4. Perfil metálico

Figura 6.9: Fijación de falso techo a base de placas de yeso laminado.

6.2.12

Revocos

La aplicación de revocos con mortero de cemento en la cara inferior del forjado responde a usos en los cuales el forjado se encuentra en contacto con el ambiente exterior.

Se recomienda que la aplicación de dichos revocos se lleve a cabo de acuerdo con las indicaciones siguientes:

- No se debe humedecer con agua la capa de poliestireno previamente a la aplicación del revoco dada la naturaleza hidrófuga del EPS.
- Las características de los morteros empleados deben ajustarse a las indicaciones contempladas en el apartado 2.9 del documento.
- El espesor total de la capa de mortero debe estar comprendida entre 10 y 15 mm, tomada desde la superficie más exterior de la planchas de EPS, es decir, sin incluir la profundidad del ranurado.
- En presencia de puntos singulares se recomienda la aplicación de una primera capa de mortero que cubra completamente el ranurado, introduciéndose en él, para colocar una malla que se ajuste a las indicaciones del apartado 2.10 del documento. La segunda capa se aplica posteriormente alcanzando el espesor final del enfoscado.

6.2.13

Anclajes y halógenos

La instalación de anclajes en forma de, por ejemplo, tornillos tipo gancho para la colocación de lámparas, focos, etc., situados en la zona aligerada del forjado se lleva a cabo mediante el empleo de tacos de rosca helicoidal especiales para poliestireno y que

comercializan distintos fabricantes. Se pueden utilizar tacos de plástico del modelo FID 50 de Fischer o similar, de 48 mm de longitud total, y tornillos tipo gancho M5 y 30 o 35 mm de longitud. Con esta configuración se alcanzan cargas del orden de hasta 15 kg por anclaje.

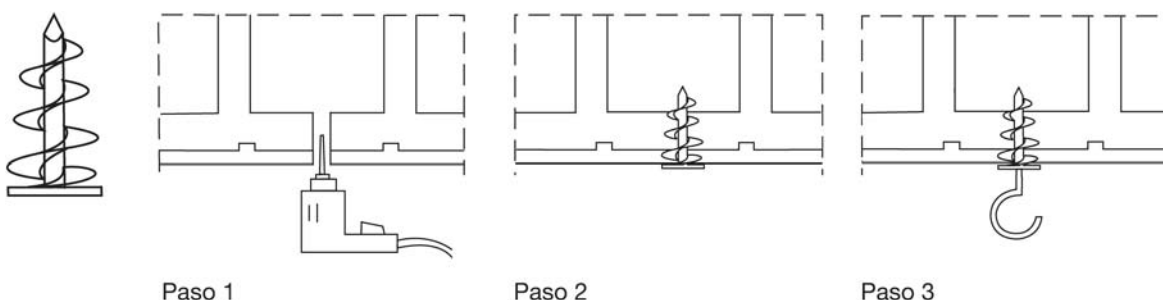
Para su instalación se realiza un orificio de un diámetro aproximado de 10 o 12 mm con un taladro sobre el enlucido de yeso, se introduce el taco a presión con ayuda de una llave con cabeza Torx hasta que al hacer tope quede fijado, y posteriormente insertar el gancho roscado.

Se deben seguir las instrucciones proporcionadas por el suministrador de los anclajes.

La instalación en la parte inferior de los forjados de lámparas halógenas o similares se lleva a cabo mediante la realización de un agujero del diámetro de la lámpara y la aplicación de una pequeña capa de escayola para el apoyo del transformador, para posteriormente instalar la lámpara.

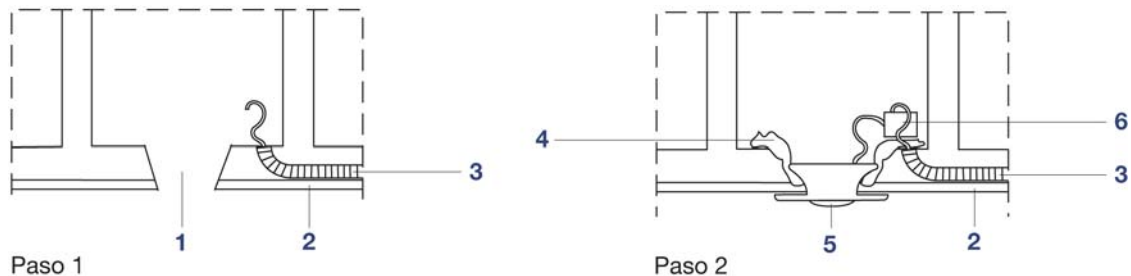
A continuación se detalla el proceso de instalación de las lámparas halógenas descrito en la figura 6.11.

Una vez replanteada la distribución de lámparas halógenas en el techo, se procede a realizar un agujero en él mediante taladro y corona del diámetro de la lámpara. Si la ubicación prevista para la lámpara halógena coincide con alguno de los tabiques interiores del casetón o bovedilla, éstos deben recortarse en la medida que posibiliten espacio suficiente para la ubicación de la lámpara y de sus componentes. Al agujero debe acceder un conducto de alimentación eléctrica, instalado de acuerdo con las indicaciones del apartado 6.2.10 del documento.



1. Realizar un orificio de unos 10 o 12 mm de diámetro empleando un taladro.
2. Introducir el taco a presión con ayuda de una llave de cabeza Torx. El taco quedará fijado una vez haga tope.
3. Insertar un gancho a rosca en el taco.

Figura 6.10: Colocación de tacos helicoidales.



Paso 1: Realizar un corte en la pieza inferior de zona aligerada.

Paso 2: Aplicación de capa de escayola e instalación de lámpara.

1. Cavity en la pieza inferior de zona aligerada.
2. Guarnecido de yeso.
3. Conducto de alimentación eléctrica.

4. Escayola.
5. Lámpara halógena.
6. Transformador.

Figura 6.11: Instalación de lámparas halógenas.

El transformador se fija a la cara interna del casetón o bovedilla mediante pegotes de escayola. También se utilizan pegotes de escayola para fijar la carcasa de la lámpara halógena al poliestireno.

Con la posterior colocación del foco y del embellecedor alrededor de la carcasa finaliza la instalación de la lámpara halógena.

7. Referencias de utilización

Forjados y Estructuras Ligeras Castilla y León SA fabrica de forma ininterrumpida los componentes que constituyen el sistema FORLI para la construcción de forjados unidireccionales y reticulares desde el año 2000, alcanzando la cifra aproximada de 5.000.000 de metros cuadrados de superficie de forjado.

Desde el año 2003 se fabricada en las instalaciones de Transformados Parrsot SL y Utilbox SL.

A continuación se indica una breve relación de obras efectuadas en territorio español con el sistema FORLI:

- Apartamentos en Denia (Alicante).
- Viviendas unifamiliares en Cáceres.
- Edificio plurifamiliar de viviendas en Narón (La Coruña).
- Viviendas en Ponferrada (León).
- Centro Geriátrico en Alcalá de Henares (Madrid).
- Viviendas unifamiliares en Vera (Almería).
- Edificio de viviendas en Jabalcuz (Jaén).
- Viviendas unifamiliares adosadas en Aljaraque (Huelva).
- Viviendas unifamiliares adosadas en Boecillo (Valladolid).
- Edificio plurifamiliar de viviendas en Laguna de Duero (Valladolid).
- Edificio plurifamiliar de viviendas en Bormujos (Sevilla).
- Vivienda unifamiliar adosada en San José del Valle (Cádiz).
- Edificio plurifamiliar de viviendas en San José del Valle (Cádiz).
- Edificio plurifamiliar de viviendas en Jerez de la Frontera (Cádiz).

8. Visitas de obra

Se ha realizado un muestreo entre las obras en ejecución y ejecutadas empleando el sistema FORLI con material procedente de ambas plantas de fabricación, llevándose a cabo 6 visitas de obra. Las obras seleccionadas figuran en último lugar en la relación de obras indicada en el apartado 7.

Las visitas de obras han sido realizadas en febrero y marzo de 2006 por un técnico del ITeC y por un técnico del Instituto de la Construcción de Castilla y León, entidad de servicios técnicos en la concesión del DAU, de acuerdo con las indicaciones del ITeC. Las visitas de obra han dado lugar al informe de evaluación de las visitas de obra, contenido en el Dossier Técnico del DAU 07/049.

Los aspectos relevantes detectados en el transcurso de la realización de las visitas de obra, en relación con la viabilidad de la puesta en obra del sistema FORLI de construcción de forjados unidireccionales y reticulares de acuerdo con las instrucciones suministradas por Forjados y Estructuras Castilla y León SA, y la durabilidad y prestaciones de los elementos constructivos en el que éste se encuentra incorporado, se han incorporado a las instrucciones de ejecución del sistema FORLI.

A continuación se relacionan aquellos aspectos que merecen ser destacados.

En relación con la viabilidad de la puesta en obra:

- Se debe prestar especial atención en evitar provocar desperfectos en los componentes del sistema FORLI una vez colocadas las armaduras del forjado, dada la complejidad y el trabajo que representa modificar la disposición del armado para sustituir las piezas dañadas y volver a colocar el armado.
- En función de la disponibilidad de espacio en las obras, puede ser necesario la implementación de medidas dirigidas a evitar que los componentes del sistema FORLI se desplacen de su ubicación debido al efecto del viento.
- Es inadmisibles el uso de herramientas como navajas y cuchillos para el corte de los componentes del sistema FORLI. Se debe prestar atención cuando se emplee la sierra manual para llevar a cabo los cortes.

En relación con la durabilidad del sistema y de sus prestaciones:

- Se recomienda que los procesos de aplicación y fraguado del revestimiento de yeso inferior del forjado se lleven a cabo en unas condiciones ambientales controladas, evitando condiciones de temperatura ambiental extrema o altos grados de exposición de viento, con objeto de evitar las fisuras por retracción brusca del yeso.
- Se debe evitar el empleo de fuentes de calor próximas a los componentes del sistema FORLI debidas a procesos de soldadura, de por ejemplo tuberías de cobre, llevando a cabo dichos procesos fuera del alcance del poliestireno expandido. Frente a la imposibilidad de evitar la proximidad de la fuente de calor, se debe proteger adecuadamente el poliestireno expandido de dicha fuente.

9.

Evaluación de ensayos y cálculos

9.1.

Introducción

La evaluación llevada a cabo para el sistema FORLI de construcción de forjados unidireccionales y reticulares mediante componentes realizados en poliestireno expandido (EPS), reflejada en el presente documento, ha tomado en consideración aquellas exigencias que afectan al sistema y a sus componentes y que se encuentran contempladas en el Código Técnico de la Edificación aprobado mediante el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo.

La evaluación ha consistido principalmente en ensayos, cálculos y análisis de las soluciones constructivas propuestas en el transcurso de la fase experimental del DAU.

Los ensayos realizados se pueden agrupar según:

- Ensayos de identificación y caracterización de los componentes del sistema FORLI.
- Ensayos de comprobación de la adecuación al uso del sistema FORLI y de los elementos constructivos construidos con él.

Los ensayos se han llevado a cabo en el transcurso del primer trimestre de 2007, en las instalaciones de Afiti-Licof, de Applus+ CTC y en el Laboratorio de Metrología Dimensional de la Escuela Superior de Ingeniería de Cádiz, de acuerdo con las directrices establecidas por el ITeC en el Procedimiento Particular de Evaluación y en el Plan de Ensayos, incorporados en el Dossier Técnico del DAU.

Los productos ensayados se han obtenido a partir de muestras seleccionadas en las instalaciones de Transformados Parsot SL y de Utilibox SL por técnicos del Instituto de la Construcción de Castilla y León, y de Bureau Veritas Español SA de Cádiz respectivamente, en el transcurso de la toma de muestras, realizada de acuerdo con las directrices establecidas en las especificaciones de la toma de muestras.

Han sido objeto de consulta los ensayos realizados en el Laboratorio de Aislantes Térmicos del CEIS, en el primer semestre de 2007, cuyo objeto es garantizar el mantenimiento del control de la producción.

El cálculo de las prestaciones térmicas de los forjados construidos a partir del sistema FORLI ha sido realizado, en el transcurso de 2008, por el Grupo de Investigación en Ingeniería Térmica de la Universidad de Cádiz de acuerdo con las directrices establecidas por el ITeC en las Especificaciones de los Cálculos Térmicos dando lugar al informe de cálculos térmicos.

Los informes de ensayo, los informes de cálculo y los informes de toma de muestras constan en el Dossier Técnico del DAU 07/049. A continuación se presenta un resumen del resultado de los mismos.

9.2. Ensayos de identificación y caracterización de los componentes del sistema FORLI

9.2.1 Identificación y caracterización dimensional del sistema FORLI y de sus componentes

9.2.1.1 Componentes del sistema FORLI

Los ensayos realizados destinados a identificar y caracterizar las dimensiones de los componentes del sistema FORLI, complementados con las evidencias del control sobre dichas dimensiones generadas en el Control de la Producción en Fábrica, han permitido comprobar la conformidad con los valores definidos por los fabricantes e indicados en las tablas 4, 5 y 6 del documento.

9.2.1.2 Sistema FORLI

Se han realizado ensayos para identificar el encaje y la alineación entre los componentes del sistema FORLI una vez montados. Su evaluación se ha llevado a cabo mediante su contraste con los valores nominales indicados en el apartado 1.1.

Los valores obtenidos permiten concluir que el sistema FORLI se ajusta a los valores nominales declarados.

9.2.2 Características del poliestireno expandido

Se han realizado ensayos para caracterizar el poliestireno expandido de los componentes del sistema FORLI, además se han consultado los resultados obtenidos de dichas características en el transcurso del control de la producción. Dicha caracterización se ha llevado a cabo evaluando las características y los valores nominales indicados en la tabla mostrada en el apartado 2.1 del documento.

Los resultados obtenidos de los ensayos permiten establecer el ajuste a los valores nominales declarados y en consecuencia a la clasificación del poliestireno

expandido según EPS 70, de acuerdo con las indicaciones establecidas en la tabla C.1 incluida en la norma europea armonizada UNE-EN 13163:2009.

9.3. Evaluación de la adecuación al uso del sistema FORLI

La evaluación de la adecuación al uso del sistema FORLI para la construcción de forjados reticulares y unidireccionales en edificios mediante componentes realizados en poliestireno expandido (EPS) de Forjados y Estructuras Ligeras Castilla y León SA se ha llevado a cabo en relación con el cumplimiento de los 6 requisitos esenciales establecidos en la Directiva Europea de Productos de la Construcción 89/106/CEE y de las exigencias contempladas en el Código Técnico de la Edificación de 17 de marzo de 2006.

A continuación se detalla la evaluación llevada a cabo para cada uno de los requisitos.

9.3.1 Resistencia mecánica y estabilidad (RE 1)

El presente documento no considera la contribución del sistema FORLI en la capacidad portante del forjado en el que se encuentra incorporado. Dicha capacidad portante la asume la sección resistente de hormigón vertido en obra y las barras corrugadas de acero embebidas en él, determinadas a partir de las indicaciones contempladas en la reglamentación vigente que les alcanza.

En este sentido se debe observar que el Código Técnico de la Edificación establece que los elementos estructurales de hormigón ejecutados in situ se regirán por lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

Las tareas que lleve a cabo la oficina técnica en el proceso de cálculo de la capacidad portante del forjado quedan fuera del alcance del presente documento.

9.3.2 Seguridad en caso de incendio (RE 2)

La evaluación de los forjados construidos a partir del sistema FORLI se lleva a cabo para las características de reacción al fuego y resistencia al fuego, según se relaciona a continuación.

9.3.2.1

Reacción al fuego

Los resultados obtenidos para las distintas configuraciones evaluadas se expresan a continuación de acuerdo con las clasificaciones europeas establecidas mediante el Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, modificado por el Real Decreto 110/2008, de 1 de febrero. Las clasificaciones obtenidas son válidas para el material procedente de ambas plantas de producción.

Configuración	Clasificación de la reacción al fuego	Método de evaluación empleado
Poliestireno expandido	E	- Norma de ensayo: UNE-EN ISO 11925-2. - Norma de clasificación: UNE-EN 13501-1.
Capa de yeso de revestimiento de 15 mm de espesor aplicada sobre los componentes del sistema FORLI	B-s1,d0	- Normas de ensayo: UNE-EN ISO 11925-2 y UNE-EN 13823. - Norma de clasificación: UNE-EN 13501-1.
Placas de yeso laminado fijadas mecánicamente a una estructura de soporte, y con los componentes del sistema FORLI colocados por detrás (1)	B-s1,d0	- Decisión de la Comisión 2006/673/CE, de 5 de octubre de 2006.
Notas:		
(1): La clasificación de la reacción al fuego para dicha configuración es únicamente aplicable si se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:		
- Criterios de montaje y fijación de los falsos techos a base de placas de yeso laminado fijadas a una estructura metálica de soporte establecidas en el apartado 6.2.11 del presente documento.		
- Mantenimiento de la clase de reacción al fuego del material aislante que se coloca por detrás de las placas de yeso laminado.		

Tabla 9.1: Clasificación de reacción al fuego de las distintas configuraciones del sistema FORLI con y sin revestimientos, de acuerdo con las condiciones finales de uso.

9.3.2.2

Resistencia al fuego

La resistencia al fuego de los elementos estructurales que incorporan el sistema FORLI de construcción de forjados reticulares y unidireccionales en edificios mediante componentes realizados en poliestireno

expandido puede determinarse mediante cualquiera de las formas contempladas en el apartado 6 del Documento Básico SI 6, Resistencia al fuego de la estructura, contenido en el Código Técnico de la Edificación.

Si se desean emplear los métodos simplificados incluidos en el anejo C de dicho documento para determinar la resistencia de los elementos de hormigón ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura, se deberán considerar las indicaciones para forjados unidireccionales contenidas en el apartado C.2.3.5, y en particular aquellas referencias en el subapartado 3 en lo que se refiere a elementos de entrevigado que no sean de cerámica o de hormigón, relativas al cumplimiento de las especificaciones establecidas para vigas con las tres caras expuestas al fuego en el apartado C.2.3.1 Vigas con las tres caras expuestas al fuego. Las piezas de entrevigado no deben ser tenidas en cuenta a efectos de la anchura del nervio dado que no mantienen su función aislante durante el periodo de resistencia al fuego.

El apartado C.2.3.1 permite obtener la resistencia al fuego de las secciones de vigas sustentadas en los extremos con tres caras expuestas al fuego, referida a la distancia mínima equivalente al eje de la armadura inferior traccionada.

Para forjados reticulares se pueden emplear las consideraciones contenidas en el apartado C.2.3.4 Forjados bidireccionales con casetones recuperables, para obtener la resistencia al fuego referida al ancho mínimo de nervio y a la distancia mínima equivalente al eje de la armadura inferior traccionada.

En cualquier caso, la determinación de dichos valores debe ser llevada a cabo por un técnico competente a partir de los datos correspondientes a las barras empleadas y su ubicación, juntamente con los valores de resistencia al fuego exigidos en función del uso propuesto.

9.3.3

Higiene, salud y medio ambiente (RE 3)

9.3.3.1

Permeabilidad al vapor de agua

La permeabilidad al vapor de agua de los elementos estructurales en los que se encuentra incorporado el sistema FORLI de construcción de forjados reticulares y unidireccionales depende en gran medida de la configuración y la disposición del resto de

Fabricante	Tipo	Canto tapa (mm)	Canto estructural (2) (mm)	Factor de temperatura de la superficie interior (1) (f_{Rsi})	
				Forjado entre plantas-fachada	Cubierta-fachada
				Placa de yeso laminado de 9,5 mm	Capa de yeso de 12 mm
Transformados Parrsot SL	Unidireccional	115	300	0,86	0,87
	Reticular 80 x 70	165	350	0,85	0,85
Utilibox SL	Unidireccional	130	300	0,86	0,86
	Reticular 80 x 70	165	350	0,85	0,85

Notas:

(1) Los valores están calculados para la siguiente configuración de fachada: fábrica de ladrillo perforado LP 24 x 12 x 4, cámara de aire no ventilada de 16 cm de espesor, aislamiento mediante panel de lana de roca de 50 mm de espesor con barrera de vapor incorporada, y dos placas de yeso laminado de 13 mm cada una.

(2) Corresponde a la distancia desde la base del nervio hasta la cara superior de la capa de compresión. Se considera una capa de compresión de 50 mm.

Tabla 9.2: Factor de temperatura de la superficie interior a partir de la transmitancia térmica lineal.

componentes que forman el forjado además del sistema FORLI.

El cálculo de la ocurrencia de condensaciones superficiales interiores se ha realizado de acuerdo con lo indicado en el anexo G del Documento Básico HE Ahorro de energía del Código Técnico de la Edificación, a partir de los datos de transmitancia térmica obtenidos como parte de la evaluación e indicados en el apartado 9.3.6.1 de este documento.

Este cálculo se ha dividido en dos partes, por un lado se ha identificado la ocurrencia de condensaciones en la superficie interior de los cerramientos, tomando como referencia su transmitancia térmica superficial, y por otro se ha identificado la ocurrencia de condensaciones en los puentes térmicos formados por encuentros entre forjados y cubiertas construidas con el sistema FORLI y fachadas, tomando como referencia su transmitancia térmica lineal. Esta última identificación se ha limitado a unos determinados formatos del sistema FORLI y a una configuración concreta de fachada. Las configuraciones de los puentes térmicos objeto de análisis se encuentran detalladas en la tabla 9.2.

El estudio del factor de temperatura de la superficie interior, tomando como referencia la transmitancia térmica superficial para las configuraciones constructivas y condiciones de contorno consideradas⁵, muestra que el factor de temperatura

de la superficie interior resultante del cálculo (f_{Rsi}), sea cual sea la dirección del flujo de calor, es siempre superior al factor de temperatura de la superficie interior mínimo correspondiente ($f_{Rsi,min}$). En consecuencia no se prevé la ocurrencia de condensaciones superficiales interiores para dichos cerramientos en las condiciones ambientales consideradas.

La tabla 9.2 muestra los resultados obtenidos para el factor de temperatura de la superficie interior de los puentes térmicos formados por encuentros entre forjados y cubiertas construidas con el sistema FORLI y fachadas, tomando como referencia su transmitancia térmica lineal. Se han considerado cuatro configuraciones a modo de ejemplo dada la gran variabilidad existente en la configuración de fachadas. Nótese que se han clasificado los resultados en función del tipo de revestimiento inferior del forjado o cubierta, y de si el elemento que se encuentra en contacto con la fachada es un forjado entre plantas o una cubierta.

Para comprobar la ausencia de condensaciones superficiales en función de la zona geográfica en la que se encuentra el edificio objeto de estudio, se empleará la metodología contemplada en el Documento Básico HE Ahorro de energía contenido en el Código Técnico de la Edificación.

Para llevar a cabo las comprobaciones que aseguran el cumplimiento de los requisitos contemplados en el Documento Básico HS Salubridad, contenido en el CTE, para una configuración determinada, se pueden tomar los valores tabulados de resistencia a la difusión de vapor de agua y de permeabilidad al vapor de agua correspondientes al tipo de EPS 70, incluidos en la

⁵ Temperatura ambiente exterior: 2,6 °C.

Humedad relativa exterior: 86%.

Temperatura ambiente interior: 20 °C.

Humedad relativa interior: 55% (clase de higrometría 3).

tabla D.2 de la norma UNE-EN 13163:2009.

Para llevar a cabo las comprobaciones que aseguran el cumplimiento de los requisitos contemplados en el Documento Básico HS Salubridad, contenido en el CTE, para una configuración determinada, se pueden tomar los valores tabulados de resistencia a la difusión de vapor de agua y de permeabilidad al vapor de agua correspondientes al tipo de EPS 70, incluidos en la tabla D.2 de la norma UNE-EN 13163:2009.

Clasificación del EPS(1)	Factor μ . Resistencia a la difusión de vapor de agua	δ , Permeabilidad al vapor de agua (mg/(Pa·h·m))
EPS 70	20 a 40	0,018 a 0,036

Notas:

(1) De acuerdo con la tabla C.1 incluida en la norma UNE-EN 13163:2009

Tabla 9.3: Resistencia a la difusión de vapor de agua y permeabilidad al vapor de agua del EPS.

9.3.4

Seguridad de utilización (RE 4)

9.3.4.1

Resistencia al punzonamiento – cizalladura – flexión

Los ensayos llevados a cabo en el transcurso del proceso de evaluación para la característica de resistencia al punzonamiento – cizalladura – flexión de los conjuntos ensamblados de pieza inferior y pieza superior de zona aligerada de los tipos de forjados considerados más desfavorables de ambos fabricantes, de acuerdo con las indicaciones establecidas en las normas UNE 53974:1998 para forjados reticulares y UNE 53976:1998 para forjados unidireccionales, han proporcionado en todos los casos valores superiores a 1 kN.

Ello permite concluir que el sistema FORLI satisface las exigencias derivadas del tránsito normal derivado del proceso de construcción por encima de sus componentes una vez ensamblados sin que se produzcan roturas.

9.3.5

Protección contra el ruido (RE 5)

9.3.5.1

Aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impactos

Para el diseño y dimensionado de los elementos constructivos, puede utilizarse cualquiera de las dos opciones, simplificada o general, que figuran en los apartados 3.1.2 y 3.1.3 respectivamente del Documento Básico HR - Protección frente al ruido incluido en el Código Técnico de la Edificación.

La determinación de los valores de aislamiento al ruido aéreo expresados en forma de índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A en dBA, y de aislamiento a ruido de impacto expresado mediante el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$, en dB, proporcionados por los forjados unidireccionales y reticulares realizados mediante el sistema FORLI, pueden determinarse empleando las ecuaciones contempladas en el Documento Básico HR - Protección frente al ruido y recogidas en la tabla indicada a continuación.

Las ecuaciones se expresan en función de la masa por unidad de superficie del forjado formado por el sistema FORLI y el hormigón vertido in situ, sin tener en cuenta el efecto producido por el suelo flotante o el techo suspendido.

Aislamiento acústico al ruido aéreo	Aislamiento a ruido de impactos
Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A en dBA; $m \geq 150 \text{ kg/m}^2$	Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$, en dB
$R_A = 36,5 \cdot \log m - 38,5$	$L_{n,w} = 164 - 35 \cdot \log m$

Notas:

m: masa por unidad de superficie del forjado formado por el sistema FORLI y el hormigón vertido in situ, sin tener en cuenta el efecto producido por el suelo flotante o el techo suspendido.

Tabla 9.4: Aislamiento acústico al ruido aéreo y a ruido de impactos.

En el caso de emplear la opción simplificada, los valores mínimos que deben cumplir simultáneamente cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación horizontales se expresan en la tabla 3.3 del Documento Básico HR - Protección frente al ruido. Se hace especial hincapié en la necesidad de aumentar en 4 dBA el valor de ΔL_w -Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos de un revestimiento- exigido al suelo flotante

que forme parte del elemento de separación horizontal.

En el caso de emplear la opción general y en ausencia de valores determinados en laboratorio, el índice global de reducción acústica aparente, ponderado A , R'_A , se podrá determinar a partir de los índices de reducción acústica R_A , indicados en la tabla 9.4.

9.3.6

Ahorro de energía y aislamiento térmico (RE 6)

9.3.6.1

Transmitancia térmica

Para la realización de los cálculos indicados se ha dispuesto del valor de conductividad térmica declarada del poliestireno expandido determinada a partir del valor calculado del fractil del 90% con un nivel de confianza del 90% sobre los resultados de los ensayos realizados de acuerdo con la norma UNE-EN 12667:2002. La obtención de la conductividad térmica se ajusta a los criterios establecidos en la norma UNE-EN 13163:2009.

Densidad nominal del EPS (kg/m ³)	Conductividad térmica declarada del EPS (W/(m·K))
20 ± 2	0,036

Tabla 9.5: Conductividad térmica declarada del EPS.

El cálculo de la transmitancia térmica de los cerramientos construidos mediante el sistema FORLI se ha realizado empleando los métodos de cálculo numérico contemplados en las normas UNE-EN ISO 10211-1:1995 y UNE-EN ISO 10211-2:2002. El programa de simulación empleado para dicho cálculo está validado de acuerdo con los métodos de clase A incorporados en la norma UNE-EN ISO 10211-1:1995.

Se han determinado la transmitancia térmica superficial de los cerramientos y la transmitancia térmica lineal de los puentes térmicos formados por encuentros entre cerramientos.

La siguiente tabla muestra los valores obtenidos de transmitancia térmica superficial sin tener en cuenta el revestimiento inferior, junto con los valores de la transmitancia térmica superficial considerando el revestimiento inferior. Se han contemplado dos tipologías de revestimiento inferior, una de ellas formada por una capa de yeso de 12 mm de espesor, y la otra formada por placas de yeso laminado de 9,5 mm de espesor. Las características térmicas de

dichos revestimientos utilizadas en el cálculo se encuentran indicadas en los apartados 2.8 y 6.2.11 del documento respectivamente.

Los resultados de transmitancia térmica superficial mostrados en la tabla 9.6 no contemplan la contribución de la resistencia térmica superficial. Los valores de transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el aire exterior y de particiones interiores en los que se considera la resistencia térmica superficial pueden obtenerse mediante la suma de la inversa de las resistencias térmicas superficiales incluidas en la tabla E.1 y en la tabla E.6, respectivamente, del Apéndice E del Documento Básico HE 1 del CTE.

El cálculo de la transmitancia térmica lineal se ha realizado según las indicaciones de la norma UNE-EN ISO 10211-2:2002. Los valores se han determinado únicamente para cuatro formatos de sistema FORLI. La tabla 9.7 presenta los resultados alcanzados. Nótese que se han clasificado los resultados en función de si el encuentro entre cerramientos está formado por forjado entre plantas y fachada o por cubierta y fachada.

Fabricante	Tipo	Canto tapa (mm)	Canto estructural (1) (mm)	Transmitancia térmica superficial (2) (W/(m ² ·K))		
				Sin revestimiento	Revestimiento	
					Placa de yeso laminado de 9,5 mm	Capa de yeso de 12 mm
Transformados Parrsot SL	Unidireccional	85	270	0,61	0,59	0,59
		115	300	0,60	0,58	0,58
	Reticular 80 x 70	85	270	0,71	0,69	0,69
		115	300	0,69	0,67	0,67
		165	350	0,67	0,66	0,65
		85	270	0,68	0,66	0,66
	Reticular 80 x 80	115	300	0,67	0,66	0,65
		165	350	0,65	0,64	0,63
Utilibox SL	Unidireccional	100	270	0,62	0,61	0,60
		130	300	0,60	0,59	0,59
	Reticular 80 x 70	85	270	0,68	0,66	0,66
		115	300	0,67	0,65	0,65
		165	350	0,66	0,64	0,64
		85	270	0,66	0,65	0,64
	Reticular 80 x 80	115	300	0,65	0,64	0,63
		165	350	0,64	0,63	0,62

Notas:

(1) Corresponde a la distancia desde la base del nervio hasta la cara superior de la capa de compresión. Se considera una capa de compresión de 50 mm.

(2) Transmitancia térmica superficial que no incluye las resistencias térmicas superficiales.

Tabla 9.6: Transmitancia térmica superficial.

Fabricante	Tipo	Canto tapa (mm)	Canto estructural (1) (mm)	Transmitancia térmica lineal (W/(m·K))	
				Forjado entre plantas	Cubierta
Transformados Parrsot SL	Unidireccional	115	300	0,26	0,10
	Reticular 80 x 70	165	350	0,32	0,13
Utilibox SL	Unidireccional	130	300	0,26	0,10
	Reticular 80 x 70	165	350	0,29	0,13

Notas:

(1) Corresponde a la distancia desde la base del nervio hasta la cara superior de la capa de compresión. Se considera una capa de compresión de 50 mm.

Tabla 9.7: Transmitancia térmica lineal.

9.3.6.2

Inercia térmica

A continuación se proporcionan los datos o sus referencias, relevantes para el cálculo de la inercia térmica de los forjados construidos a partir del sistema FORLI.

- Calor específico del poliestireno expandido⁶: 1.450 J/(kg·K).
- Masa superficial del cerramiento: véase el apartado 6.1.1 del documento.
- Densidad nominal del poliestireno expandido: 20 kg/m³.
- Transmitancia térmica del cerramiento: véase el apartado 9.3.6.1.

9.3.7

Aspectos de durabilidad y servicio

9.3.7.1

Durabilidad

La durabilidad de los forjados que incorporan el sistema FORLI de construcción de forjados unidireccionales y reticulares de hormigón se puede considerar garantizada si se cumplen las indicaciones contempladas a continuación para los distintos componentes del forjado.

- Elementos estructurales del forjado (hormigón y acero de armar).

La responsabilidad sobre el cumplimiento de los requisitos normativos sobre los elementos estructurales del forjado recaen en la Dirección Técnica y los técnicos que la representan.

La durabilidad de los elementos estructurales del forjado (hormigón y acero de armar) depende del cumplimiento de las indicaciones contenidas en la instrucción EHE-08. En especial a:

- La definición de la agresividad identificada por el tipo de ambiente.
- La definición de detalles estructurales y formas que faciliten la evacuación del agua.
- El establecimiento de medidas de proyecto que faciliten el mantenimiento y sustitución de elementos de equipamiento (apoyos, juntas, drenajes, etc.) que tengan una vida útil menor que la de la estructura.
- El establecimiento de una estrategia para la durabilidad según el artículo 37.2 EHE-08).

⁶ Valor obtenido de la norma UNE-EN 12524:2000

- Componentes del sistema FORLI.

El mantenimiento en el tiempo de las prestaciones de reacción al fuego y de conductividad térmica de los productos de EPS, junto con la ausencia de cargas y la protección aplicada frente a las acciones climáticas exteriores, conducen a declarar la no variación de prestaciones en el tiempo de los componentes del sistema FORLI.

9.3.7.2

Adherencia entre el yeso de revestimiento y el soporte

La evaluación de la adherencia entre el yeso de revestimiento y el soporte se ha llevado a cabo a través de ensayos realizados empleando la metodología indicada en la norma UNE-EN 13279-2:2006, sobre placas base de encofrado para zona maciza en las que previamente se ha aplicado una capa de yeso de revestimiento asimilable a las especificaciones contempladas en el apartado 2.8 del documento.

Tipo de soporte	Espesor de yeso (mm)	Adherencia (1) (N/mm ²)
Placa base de encofrado para zona maciza	12-15	0,025

Notas:

(1) Valor medio de las cinco probetas ensayadas.

Tabla 9.8: Adherencia entre el yeso de revestimiento y el soporte.

9.3.7.3

Adherencia entre el mortero de revoco y el soporte

La evaluación de la adherencia entre el mortero de revoco y el soporte se ha llevado a cabo a través de ensayos realizados empleando la metodología indicada en la norma UNE-EN 1015-12:2000, sobre placas base de encofrado para zona maciza en las que previamente se ha aplicado una capa de mortero de revoco de acuerdo con las especificaciones contempladas en el apartado 2.9 del documento.

Tipo de soporte	Espesor de mortero (mm)	Adherencia (1) (N/mm ²)
Placa base de encofrado para zona maciza	10-15	0,07

Notas:

(1) Valor medio de las cinco probetas ensayadas.

Tabla 9.9: Adherencia entre el mortero de revoco y el soporte.

10. Seguimiento del DAU

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

En caso de que existan cambios relevantes que afecten la validez del DAU, éstos darán lugar a una nueva edición del DAU que anulará la anterior (esta nueva edición tomará el mismo código del DAU que anula y una nueva letra de edición). La nueva edición del DAU se incorporará en formato pdf a la página web del ITeC www.itec.es.

Cuando las modificaciones sean menores y no afecten a la validez del DAU, éstas se recogerán en una lista de modificaciones que complementa y modifica puntualmente la edición vigente del DAU. Dicha lista se incorpora como capítulo 15 de este DAU.

11. Comisión de Expertos

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

La Comisión de Expertos ha estado constituida por representantes de distintos organismos e instituciones, que han sido seleccionados en función de sus conocimientos, independencia e imparcialidad para emitir una opinión técnica respecto al ámbito cubierto por este DAU.

Los comentarios y observaciones realizados por los miembros de esta Comisión han sido incorporados al texto del presente DAU.

12.

Documentos de referencia

- Código Técnico de la Edificación de 17 de marzo de 2006.
- Instrucción de hormigón estructural. EHE-08 de julio de 2008.
- UNE-EN 13163:2009 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación.
- UNE 53974:1998 Plásticos. Casetones o elementos de poliestireno expandido (EPS) para forjados reticulares.
- UNE 53976:1998 Plásticos. Bovedillas de poliestireno expandido (EPS) para forjados unidireccionales hormigonados en obra.
- UNE-EN 13279-1:2006 Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción. Parte 1: Definiciones y especificaciones.
- UNE-EN 13279-2:2006 Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción. Parte 2: Métodos de ensayo.
- UNE-EN 1602:1997 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la densidad aparente.
- UNE-EN 1603:1997 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la estabilidad dimensional bajo condiciones normales y constantes de laboratorio (23°C / 50% de humedad relativa).
- UNE-EN 1015-12:2000 Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 12: Determinación de la resistencia a la adhesión de los morteros para revoco y enlucido endurecidos aplicados sobre soportes.
- UNE-EN 998-1:2003 Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 1: Morteros para revoco y enlucido.
- UNE-EN 12667:2002 Materiales de construcción. Determinación de la resistencia térmica por el método de la placa caliente guardada y el método del medidor de flujo de calor. Productos de alta y media resistencia térmica.
- UNE-EN 823:1995 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación del espesor.
- UNE-EN 825:1995 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la planeidad.
- UNE-EN 826:1996 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación del comportamiento a compresión.
- UNE-EN 12089:1997 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación del comportamiento a flexión.
- UNE-EN ISO 11925-2:2002 Ensayos de reacción al fuego de los productos de construcción. Inflamabilidad de los productos de construcción cuando se someten a la acción directa de la llama. Parte 2: Ensayo con una fuente de llama única (ISO 11925-2:2002).
- UNE-EN 13823:2002 Ensayos de reacción al fuego de los productos de construcción. Productos de construcción excluyendo revestimientos de suelo expuestos al ataque térmico provocado por un único objeto ardiendo.
- UNE-EN 13501-1:2002 Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.
- UNE-EN 12524:2000 Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrótérmicas. Valores de diseño tabulados.
- UNE-EN ISO 10211-1:1995 Puentes térmicos en edificación. Flujos de calor y temperaturas superficiales. Parte 1: Métodos generales de cálculo
- UNE-EN ISO 10211-2:2002 Puentes térmicos en edificación. Flujos de calor y temperaturas superficiales. Parte 2: Puentes térmicos lineales
- Real Decreto 442/2007 de 3 de abril por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- Decisión de la Comisión 2006/673/CE, de 5 de octubre de 2006 que modifica la Decisión 2003/43/CE, por la que se establecen las clases de reacción al fuego para determinados productos de construcción, en lo que respecta a las placas de yeso laminado.
- Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, modificado por el Real Decreto 110/2008, de 1 de febrero.

13. Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 07/049 siguiendo los criterios definidos en el *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU 07/049*, elaborada por el ITeC:

- Resultados de los ensayos de caracterización del producto y de los elementos del sistema.
- Resultados de los ensayos y de los cálculos de adecuación al uso del sistema.
- Información obtenida en las visitas de obra realizadas.
- La auditoría del control de producción en fábrica de Transformados Parrsot SL, realizada por el ITeC.
- Instrucciones para el montaje y ejecución del sistema.
- Criterios de proyecto y ejecución del sistema.

Se considera que el ITeC tiene evidencias para declarar que el sistema FORLI para la construcción de forjados reticulares y unidireccionales, ejecutado a partir de los componentes fabricados en las plantas de producción de Medina del Campo y de Chiclana de la Frontera, y construido de acuerdo con las

instrucciones que constan en este DAU, es adecuado para la construcción de forjados reticulares y unidireccionales empleados en:

- separaciones de propiedades o usuarios distintos,
- cubiertas planas e inclinadas,
- cerramientos sobre espacios abiertos,
- cerramientos con locales no calefactados,
- compartimentación de locales en relación con la característica de resistencia al fuego.

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

En consecuencia, y una vez sometido este documento a la consideración de la Comisión de Expertos y recogidos los comentarios realizados por la Comisión, el ITeC otorga el DAU al sistema FORLI para la construcción de forjados reticulares y unidireccionales, elaborado a partir de los componentes fabricados por Forjados y Estructuras Ligeras Castilla y León SA

DAU 07/049
Documento
de adecuación al uso



14.

Condiciones de uso del DAU

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

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

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

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

15.

Lista de modificaciones de la presente edición

La versión informática del DAU recoge, si las hubiera, las actualizaciones, modificaciones y correcciones de la edición C del DAU 07/049, indicando para cada una de ellas su fecha de incorporación a la misma, de acuerdo con el formato de la tabla siguiente

Número	Página y capítulo	Donde dice...	Debe decir...	Fecha
--	--	--	--	--

El usuario del DAU debe consultar siempre la versión informática de la edición C del DAU 07/049, que se encuentra disponible en la página web del Instituto, www.itec.es, para así cerciorarse de las modificaciones del mismo que hayan podido surgir durante su vigencia.



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

Wellington 19
E-08018 Barcelona
tel. 933 09 34 04
fax 933 00 48 52
qualprod@itec.cat
www.itec.es

