

# *passivFOR*

**SISTEMA DE FORJADO ALIGERADO  
PARA APLICACIONES PASSIVHAUS**



# INTRODUCCIÓN

Partiendo de una dilatada experiencia en la transformación de poliestireno expandido y en el diseño, fabricación y aplicación del Sistema semi-industrializado FOREL de forjado aligerado de alto aislamiento, hemos desarrollado una evolución que eleva al máximo sus prestaciones de sostenibilidad, cumpliendo con las exigencias recogidas bajo el estándar Passivhaus para edificios de consumo casi nulo, tanto en su variante unidireccional como en la reticular.

Cuidando cada detalle, el diseño responde a las necesidades de los actores implicados - prescriptores, constructoras y usuarios finales - manteniendo el modo de uso, la ligereza y la facilidad de ejecución tradicional de FOREL.

La evolución del sistema FOREL para edificios Passivhaus aúna diversos factores que influyen en sus características y mejoran sus prestaciones. Trabajando con estos parámetros, podemos ofrecer un amplio abanico de posibilidades técnicas.

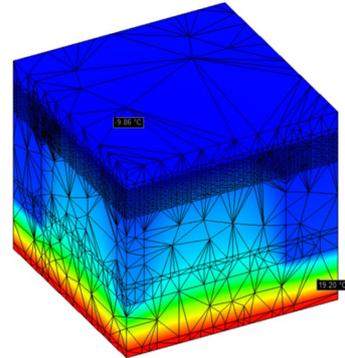
- Disponible tanto en variante unidireccional como reticular para aplicaciones residenciales - vivienda unifamiliar y viviendas en altura - edificios terciarios o edificios singulares
- Amplia disponibilidad de cantos y anchos de nervio para adaptarse a las exigencias de cargas y luces específicas de cada proyecto.
- Aislamiento verificado, con detalles para la resolución óptima de los puentes térmicos del edificio.
- Cumplimiento certificado del resto de las prestaciones recogidas en el CTE: aislamiento acústico, comportamiento frente al fuego, salubridad, ...
- Asesoramiento de ingeniería en todos los aspectos de uso del sistema.

# CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

1

## AISLAMIENTO TÉRMICO

El sistema ha sido testado y se ha verificado que su configuración más simple ofrece una transmitancia por debajo de  $0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$ , superando el estándar Passivhaus para zonas templadas.



## COMPOSICION

Está fabricado con EPS de muy baja conductividad térmica,  $0.03 \text{ W/mK}$ . Combina comportamiento mecánico y aislamiento. Asegura la sostenibilidad con el mínimo consumo de recursos y reciclabilidad de residuos

2

3

## OPCIONES FUNCIONALES.

Disponible en variantes unidireccional o reticular, ofrece cantos estructurales que van desde 22 a 45 cm para adaptarse a cualquier demanda luces y sobrecargas habituales.

TRANSMITANCIA ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	Canto 25 cm	Canto 35 cm	Canto 45 cm
Reticular n12	<b>0.242</b>	<b>0.233</b>	<b>0.227</b>
Unidireccional n12	<b>0.228</b>	<b>0.220</b>	<b>0.214</b>



## CONFIGURACIÓN CONSTRUCTIVA

Su forma de empleo es común con la empleada para el sistema de forjados FOREL, compartiendo prestaciones estructurales y pesos propios.

Aún máximo aislamiento y mínimo consumo de materiales.

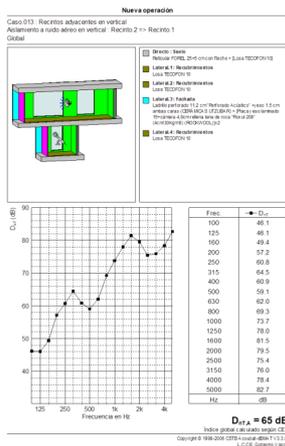
4

# CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

5

## LOGÍSTICA OPTIMIZADA

El bajo peso del producto permite enviar hasta 400 m<sup>2</sup> por trailer, cuya descarga se realiza manualmente ubicándose con un movimiento de grúa directamente en su lugar de colocación.



## AISLAMIENTO ACÚSTICO

Gracias al diseño de las piezas y a las prestaciones del material asegura un aislamiento igual o superior al de los sistemas tradicionales de forjado con un peso un 20% inferior. Aúna ligereza, el mayor aislamiento termo-acústico y la posibilidad de aplicación del método general de cálculo acústico para el edificio.

6

7

## COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO

El sistema ofrece unas prestaciones frente al fuego verificadas por ensayo que alcanzan un comportamiento REI 180 para su variante reticular, REI 120 para la variante unidireccional, aptos para cualquier edificio .



## RETACADO DE TABIQUERÍA

La existencia de una gruesa suela aislante de EPS evita que una deformación estructural afecte a los cerramientos. Éstos pueden retacarse a lo nervios que se encuentran cada 80 cm o directamente sobre la suela aislante del sistema .

8

9

## ACABADOS

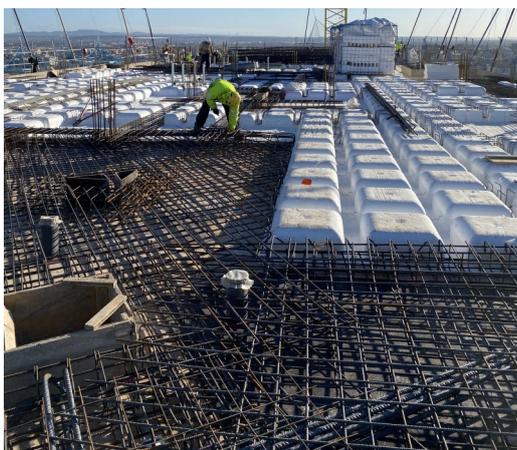
El diseño de la cara inferior del sistema tiene un moleteado que permite la aplicación de un enlucido o la fijación de una tabiquería de placa de yeso en las mismas condiciones que en un cualquier otro forjado.



# EL DISEÑO

Nuestro equipo, conocedor de las necesidades de la obra, ha creado un producto que alcanza el nivel de aislamiento requerido por el estándar Passivhaus en España y mantiene las características operativas y funcionales del sistema FOREL uniendo competitividad, ecodiseño, facilidad operativa y prestaciones térmicas.

La opción seleccionada incrementa el espesor de la suela de aislamiento optando por el material con las mejores prestaciones, sin alterar ninguna otra de sus características funcionales. Suma a sus prestaciones de fácil manipulación, ligereza y ahorro estructural el mejor aislamiento térmico del mercado europeo.



## VERSATILIDAD

Dispone de un amplio abanico de variantes, cantos y anchos de nervio que se adapta y personaliza para cumplir las exigencias de cualquier proyecto,

Responde a las demandas de luces y cargas más exigentes con el mínimo peso propio.

## ADAPTACIÓN AL PROYECTO

La disposición interior y su facilidad de mecanización permite adaptar al máximo la zona aligerada a la previsión en el proyecto, optimizando la zona de máximo aislamiento.

La geometría ejecutada coincide con la proyectada, certificando que las prestaciones aislantes reales para el edificio coinciden con las diseñadas.

## FACILIDAD DE USO

A pesar de sus prestaciones, su metodología de uso mantiene las características tradicionales de FOREL: peso muy bajo, un montaje con dos piezas machihembradas que se unen como un puzle y una placa plana para su colocación bajo las zonas macizas.

Los profesionales conocen el método, que les permite agilizar de forma importante la ejecución de una estructura.

# MONTAJE Y SERVICIO

El conocimiento de las necesidades de la edificación nos ha permitido dotar a nuestro diseño de características que facilitarán no sólo la ejecución de la estructura sino el trabajo previo a todos los agentes implicados, proporcionando herramientas para que todas las partes optimicen sus esfuerzos.

No sólo se fabrica un producto óptimo sino que se aportan las herramientas para que las prestaciones del producto se extrapolen a todos los aspectos relacionados, partiendo de las necesidades técnicas de la prescripción, la planificación logística del servicio, la recogida de residuos o la certificación documental de la obra.

## APTO PARA EDIFICIOS EN ALTURA O SINGULARES

La exigencia Passivhaus se aplica a la envolvente del edificio. La configuración elegida permite su uso en dichos cerramientos independientemente de la tipología del edificio proyectado, su altura lo el fin al que se destine.

Sus prestaciones son aplicables a todo tipo de edificios son total libertad para el proyecto.



## SISTEMA CONTRASTADO

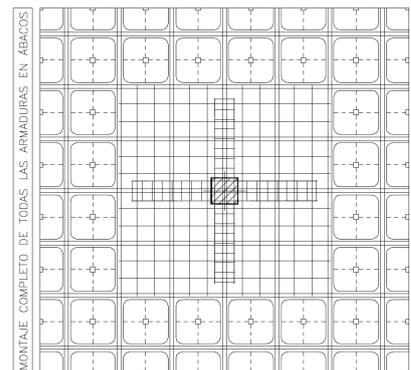
37 años de experiencia nos avalan, con un sistema que ha probado experimentalmente sus prestaciones en todos los campos.

Ese conocimiento está recogido en esta nueva configuración, que incorpora al cumplimiento de prestaciones original el relativo al estándar Passivhaus.

## INGENIERÍA

El conocimiento técnico adquirido en estos años está a disposición de nuestros clientes a través del asesoramiento de nuestro Departamento Técnico.

Colaboramos con las DF que lo demandan en la realización tanto de sus cálculos estructurales como en el dimensionamiento termo-acústico o en el diseño frente al fuego de su proyecto.



## LOGÍSTICA

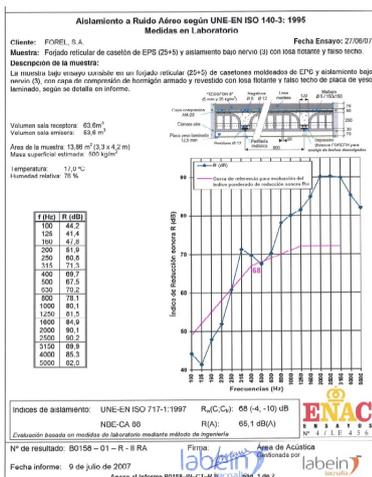
Durante todos nuestros años de experiencia hemos servido productos a más de 10.000 obras, consiguiendo un impecable nivel de satisfacción en el servicio.

Cada vehículo transporta hasta 400 m<sup>2</sup> de material listo para su colocación inmediata que puede ser manipulado en obra sin ayudas mecánicas disminuyendo el consumo energético y la saturación de las grúas.

# CUMPLIMIENTO NORMATIVO

Nuestra filosofía de trabajo reclama que todos nuestros productos ofrezcan prestaciones certificadas que aseguren a prescriptores y usuarios el más alto nivel de calidad y certidumbre. El bagaje acumulado nos ha llevado a simular, ensayar y verificar nuestras prestaciones bajo normas europeas, que nos otorgan el uso de nuestros productos en toda la UE a pesar de que, como sistema innovador, aún no disponemos de norma unificada de evaluación.

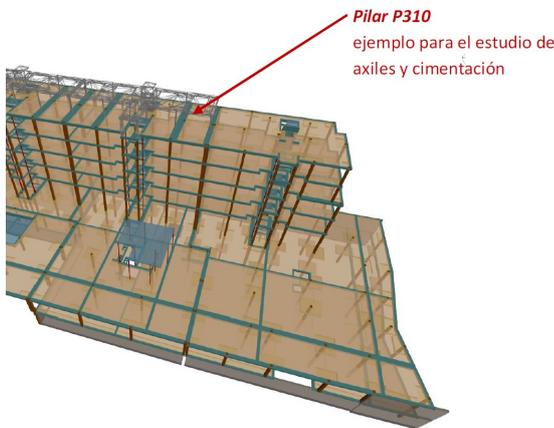
Eso supone la certificación de propiedades dentro de la exigencia del CTE, aportando total confianza a los promotores, Direcciones facultativas y Administraciones con las que trabajamos en España y Portugal.



## COMPORTAMIENTO ACÚSTICO

Disponemos de datos experimentales y de metodología homologada para la aplicación del método general de cálculo acústico en los proyectos que nos incluyen, optimizando la totalidad del edificio en el proceso a criterio de la DF.

Se verifica el aislamiento termo acústico con el mínimo uso de materiales, disminuyendo el impacto ambiental.



## COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

Las particularidades de nuestro sistema, versatilidad y bajo peso, hacen que un cálculo estructural específico redunde en una disminución significativa de peso y materiales en el edificio, generando un importante ahorro económico y de huella ambiental.

El aislamiento se incorpora en la estructura aportando un ahorro adicional en esta partida.

Nº INFORME 15\_08756-2

CLIENTE PROYECTOS, ESTRUCTURAS Y EMBALAJES S.L.

PERSONA DE CONTACTO ESTEBAN PÉREZ BLANCO

DIRECCIÓN C/ San Ignacio, 5  
47003 VILLABUENA (ESPAÑA)

OBJETO INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA AL FUEGO SEGUN UNE-EN 1365-2:2000

MUESTRA ENSAYADA FORJADO RETICULAR DE PÓLIRESTIRENO EXPANDIDO  
REF. « FORJADO RETICULAR SISTEMA FOREL »

FECHA DE EMISIÓN 04.06.2015

tecnalia Inspiring Business

Mikel Escamez  
Técnico Seguridad y Protección Frente a Incendio  
Sistemas y Productos

Elaborado por MIREL ECHEZARRITA  
JURADO CALIFICADO

Los resultados del presente informe concierne única y exclusivamente al material ensayado.  
Este informe no puede ser reproducido sin la autorización expresa de TECNALIA S.L. excepto cuando se sea de forma íntegra.

## COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO

Los ensayos realizados sobre el producto ofrecen unos resultados que certifican un comportamiento que alcanza valores de REI 180 y 120, respectivamente, para las variantes reticular y unidireccional.

El uso del sistema passivFOR incluye las mejores prestaciones de aislamiento, total seguridad y la menor huella ambiental.

# SOSTENIBILIDAD

Nuestro firme compromiso medioambiental va un paso más allá del hecho de poner en el mercado de la construcción un sistema de forjados para edificios en altura que aún las mejores prestaciones de aislamiento en su uso con el menor consumo de materiales (estructurales y de aislamiento) durante la edificación.

Este aspecto ha sido verificado a través de la evaluación del impacto ambiental mediante la herramienta del ACV del sistema, cuyos resultados se muestran a continuación.

## F.- Resultados de la Evaluación de impactos del ACV

### F.1.- Impactos ambientales potenciales

Los resultados obtenidos de la evaluación de los impactos ambientales potenciales relativos a 1 m<sup>2</sup> de forjado reticular con casetón no recuperable de EPs y nervio de 12 cm, formando retícula de 80x80 son los siguientes:

Categoría de impacto	Unidad	A1 - A2 - A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	TOTAL
Cambio climático – total	kg CO2 eq.	8,14E+01	1,87E+00	1,26E+00	MNE	2,60E+00	3,25E+00	1,79E+00	4,81E+00	-6,71E-01	9,63E+01						
Cambio climático – fósil	kg CO2 eq.	8,20E+01	1,86E+00	1,26E+00	MNE	2,60E+00	3,24E+00	1,79E+00	4,81E+00	-6,71E-01	9,68E+01						
Cambio climático – biogénico	kg CO2 eq.	-6,06E-01	6,32E-03	1,62E-03	MNE	2,47E-03	1,02E-02	1,70E-03	1,62E-03	-3,08E-04	-5,82E-01						
Cambio climático – uso del suelo y cambio del uso del suelo	kg CO2 eq.	6,28E-02	7,66E-04	1,25E-04	MNE	2,10E-04	1,21E-03	1,45E-04	4,08E-05	-3,12E-05	6,52E-02						
Agotamiento de la capa de ozono	kg CFC 11 eq.	4,30E-06	4,24E-07	2,13E-07	MNE	5,54E-07	7,46E-07	3,81E-07	7,19E-08	-1,01E-07	6,59E-06						
Acidificación	mol H eq.	2,99E-01	7,46E-03	9,17E-03	MNE	2,69E-02	1,31E-02	1,85E-02	1,91E-03	-6,29E-04	3,75E-01						
Eutrofización del agua dulce	kg PO4 eq.	1,93E-02	1,30E-04	4,20E-05	MNE	7,74E-05	2,11E-04	5,32E-05	1,21E-05	-9,77E-06	1,99E-02						
Eutrofización del agua marina	kg N eq.	7,23E-02	2,21E-03	3,95E-03	MNE	1,19E-02	3,92E-03	8,21E-03	8,05E-04	-2,54E-04	1,03E-01						
Eutrofización terrestre	mol N eq.	7,80E-01	2,41E-02	4,33E-02	MNE	1,31E-01	4,29E-02	9,00E-02	8,49E-03	-2,76E-03	1,12E+00						
Formación de ozono fotoquímico	kg NMVOC eq.	2,72E-01	7,36E-03	1,20E-02	MNE	3,59E-02	1,31E-02	2,47E-02	2,29E-03	-8,06E-04	3,67E-01						
Agotamiento de los recursos abióticos – minerales y metales	kg Sb eq.	4,53E-04	6,94E-06	8,27E-07	MNE	1,40E-06	1,07E-05	9,64E-07	3,79E-07	-6,19E-07	4,73E-04						
Agotamiento de recursos abióticos – combustibles fósiles	MJ valor calorífico neto	8,03E+02	2,79E+01	1,39E+01	MNE	3,55E+01	4,87E+01	2,44E+01	4,78E+00	-1,16E+01	9,46E+02						
Consumo de agua	m3 mundial eq.	3,41E+01	9,48E-02	1,33E-01	MNE	5,77E-02	1,58E-01	3,97E-02	2,44E-02	-7,02E-02	3,45E+01						
Emisiones de materia particulada	Incidencia de enfermedades	4,63E-06	1,49E-07	2,41E-07	MNE	7,23E-07	2,76E-07	2,86E-06	3,23E-08	-2,03E-09	8,92E-06						
Radiación ionizante, salud humana	kBq U235 eq.	3,98E+00	1,47E-01	6,44E-02	MNE	1,61E-01	2,54E-01	1,10E-01	2,27E-02	-2,92E-03	4,73E+00						
Ecotoxicidad (agua dulce)	CTUe	1,33E+03	2,24E+01	1,01E+01	MNE	2,07E+01	3,84E+01	1,42E+01	2,71E+01	-1,22E+00	1,47E+03						
Toxicidad humana, efectos cancerígenos	CTUh	1,93E-07	7,08E-10	3,29E-10	MNE	7,16E-10	1,15E-09	4,93E-10	2,49E-10	-4,69E-11	1,96E-07						
Toxicidad humana, efectos no cancerígenos	CTUh	1,20E-06	2,25E-08	6,72E-09	MNE	1,51E-08	3,93E-08	1,04E-08	1,06E-08	-1,14E-09	1,30E-06						
Impactos relacionados con el uso y calidad del suelo	adimensional	4,54E+02	1,76E+01	7,36E+00	MNE	4,51E+00	3,29E+01	3,10E+00	9,88E+00	-5,01E-01	5,29E+02						

El producto que ofrecemos tiene una huella de carbono estimada en 1/3 de la huella de otros productos alternativos gracias a:

- un peso muy inferior al de sus competidores,
- un fuerte ahorro de materiales estructurales y de aislamiento,
- un consumo de energía muy inferior en el transporte y en la manipulación en obra
- el uso de un material que es 100% reciclable

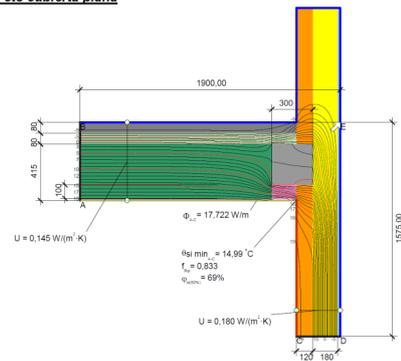
# DETALLES CONSTRUCTIVOS

Junto al cálculo de prestaciones de aislamiento térmico general se han calculado las condiciones mínimas para la resolución de algunos de los puentes térmicos más significativos unidos a la solución de forjado diseñada.

Esos datos permitirán resolver dichos encuentros de una forma sencilla y cómoda en el proyecto.

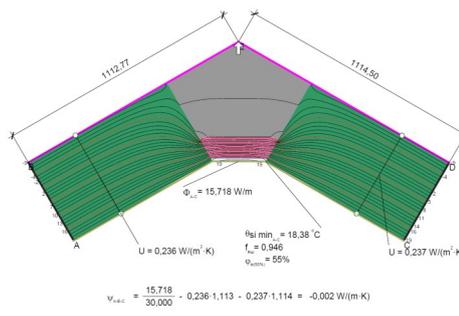
## PETO EN CUBIERTA PLANA

**1-Peto cubierta plana**



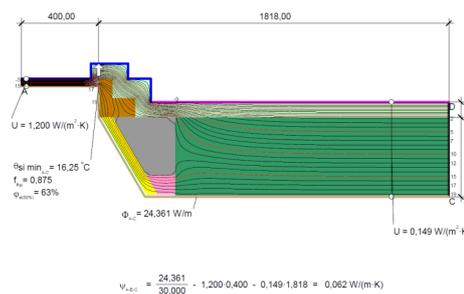
## CUMBRERA

**4-Cumbrera**



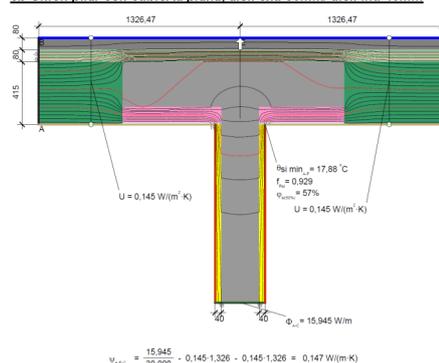
## ENCUENTROS CON LUCERNARIOS

**3b-Lucernario cubierta inclinada, con aislamiento exterior 40mm**



## PILARES EN CUBIERTA

**5b-Unión pilar con cubierta plana, aisl. ext. 80mm/ aisl. int. 40mm**



# CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	Unidireccional	Reticular
<b>Características básicas</b>		
Dimensiones de la base (cm)	80x70	80x80
Ancho de nervio (cm)	12-15	12-14
Altura de nervio (cm)	25 a 45	25 a 45
Canto arquitectónico (forjado base, en cm)	40 a 60	40 a 60
Reacción al fuego del material	E	E
Reciclabilidad	100%	100%
<b>Características térmicas</b>		
Conductividad térmica (W/mK)	0.03	0.03
Transmitancia térmica (W/m <sup>2</sup> K)	0.228 a 0.214	0.242 a 0.227
<b>Características del sistema</b>		
EPS densidad (kg/m <sup>3</sup> )	20	20
EPS color	Gris	Gris
Reacción al fuego	B,s1,d-0	B,s1,d-0
Resistencia al fuego	REI 120	REI 180
Aislamiento acústico, ruido aéreo (forjado base+enl+losa flotante)	55 dB(A)	59 dB(A)
Peso propio (kg/m <sup>2</sup> )	250 a 350	355 a 500