



## DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: N.º 695p/24

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

**Área genérica/Usos previstos:**

**Sistema de tejados**

**Nombre comercial:**

**BORJASAT**

**Beneficiario:**

**TEJAS BORJA, S.A.U. Grupo EDILIAN S**

**Sede social:**

Ctra. Lliria a Pedralba, km 3,2  
46160 Lliria, Valencia (España)  
Tel.+900854630, +34 962782563  
[info@tejasborja.com](mailto:info@tejasborja.com)  
<https://tejasborja.com/>

**Lugar de fabricación:**

Ctra. Lliria a Pedralba, km 3,2  
46160 Lliria, Valencia (España)

**Validez. Desde:  
Hasta:**

15 de octubre de 2024  
15 de octubre de 2029  
(Condicionada a seguimiento anual)

**Este Documento consta de 20 páginas**



**MIEMBRO DE:**

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



## MUY IMPORTANTE

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

El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA PLUS (en adelante DIT plus) es una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja que, basándose en el procedimiento DIT, evalúa aspectos voluntarios no cubiertos por el mercado CE.

El DIT plus se fundamenta en los principios establecidos en el "Application Document" desarrollado por la Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc) y puede ser aplicado a las dos especificaciones técnicas armonizadas establecidas en el Reglamento (UE) N° 305/2011 de Productos de Construcción.

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

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

C.D.U.: 692.4

Tejados

Toitures

Tile roof

## DECISIÓN N.º 695p/24

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

- en virtud del Decreto n.º. 3652/1963, de 26 de diciembre, de la Presidencia del Gobierno, por el que se faculta al Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, para extender el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA de los materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales de construcción utilizados en la edificación y obras públicas, y de la Orden n.º. 1265/1988, de 23 de diciembre, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se regula su concesión,
- considerando el artículo 5.2, apartado 5, del Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE) sobre conformidad con el CTE de los productos, equipos y sistemas innovadores, que establece que un sistema constructivo es conforme con el CTE si dispone de una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto,
- considerando el procedimiento IETcc 0405-DP de mayo de 2005, revisado en diciembre de 2018, por el que se regula la concesión del DIT plus,
- considerando las especificaciones establecidas en el Reglamento para el Seguimiento del DIT del 28 de octubre de 1998,
- en virtud de los vigentes Estatutos de l'Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc),
- de acuerdo a la solicitud formulada por la Empresa TEJAS BORJA, S.A.U., para la Concesión del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA DITplus 695p/24 al sistema de tejados BORJASAT,
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras y fábricas realizadas por representantes del IETcc, los informes de los ensayos realizados en el IETcc o en otros laboratorios [recogidos en el expediente n.º 22.821 partes I, II y III], así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos, constituida al efecto, establecida conforme al Reglamento del DITplus.

### DECIDE:

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA plus número 695p/24, al sistema **BORJASAT**, considerando que:

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



## CONDICIONES GENERALES

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA PLUS evalúa exclusivamente el sistema constructivo propuesto por el beneficiario tal y como se describe en el presente Documento, debiendo para cada caso, de acuerdo con la Normativa vigente, acompañarse del preceptivo proyecto técnico y llevarse a término mediante la oportuna dirección de obra. Será el proyecto técnico el que contemple las acciones que el sistema transmite a la estructura general del edificio, asegurando que éstas son admisibles. En cada caso, el beneficiario de este DITplus, a la vista del proyecto técnico, proporcionará la asistencia técnica suficiente que permita el cálculo y definición del sistema para la ejecución de la obra, incluyendo toda la información necesaria de cada uno de los componentes.

## CONDICIONES DE CÁLCULO

Opcionalmente, el beneficiario comprobará, de acuerdo con las condiciones de cálculo indicadas en el Informe Técnico de este DIT plus, el despiece del sistema, la transmitancia térmica y el riesgo de condensaciones, en las condiciones establecidas por la Normativa en vigor y para la situación geográfica concreta.

## CONDICIONES DE FABRICACIÓN Y CONTROL

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

## CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y DE PUESTA EN OBRA

El sistema no contribuye a la estabilidad de la construcción. La puesta en obra del sistema debe ser realizada por empresas cualificadas en el ámbito de este DITplus. Dichas empresas garantizarán que la puesta en obra del sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente Documento, respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos. Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones durante el montaje, a los riesgos de caída de cargas suspendidas, de protección de personas y, en general, se tendrán en cuenta las disposiciones contenidas en los reglamentos vigentes de Seguridad y Salud en el Trabajo.

## CONDICIONES DE CONCESIÓN

Debe tenerse en cuenta que los principales componentes del sistema (tejas cerámicas, placas aislantes y láminas flexibles), quedan cubiertos por los respectivos campos de aplicación de las Normas Armonizadas UNE-EN 1304, UNE-EN 13163 y UNE-EN 13859-1. La entrada en vigor de esta Normas establece la obligatoriedad para los fabricantes de emitir la correspondiente Declaración de Prestaciones y el marcado CE. Los requisitos establecidos para la concesión del DIT plus definen supervisiones del control de producción más exigentes que las indicadas en la Norma para la obtención del Certificado de Constancia de las Prestaciones o de Control de Producción en Fábrica, considerando un mínimo de visitas anuales a realizar por el IETcc o Laboratorio reconocido por éste. Los componentes indicados disponen de sus respectivas Declaraciones de Prestaciones y de sus correspondientes marcados CE. Este DIT plus no exime al fabricante de mantener en vigor dichos marcados CE.

## VALIDEZ

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA plus N° 695p/24, es válido durante un período de cinco años a condición de:

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

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

Este Documento deberá, por tanto, renovarse antes del 15 de octubre de 2029.

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS  
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA



# INFORME TÉCNICO

## 1. OBJETO

El sistema BORJASAT es una unidad de obra evaluada para construir en seco tejados microventilados de cubiertas inclinadas, sobre soportes continuos de hormigón o madera, en obra nueva o de rehabilitación.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Se presenta en dos configuraciones de montaje, diferenciadas entre sí por las distancias entre rastreles según el tipo de teja (370 o 395 mm) y otros aspectos generales de diseño preliminar<sup>(1)</sup> indicados en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Aspectos generales

Paso de rastrel (mm)	Teja cerámica	Pendiente mínima	Tipos de teja y (junta)	Detalle teja
370 395	FLAT-10	30% - 17°	Plana (recta, tresbolillo)	Tablas 2 y 3, y Figuras 2a, 2b y 2c
370	FLAT-5XL			
370	FLAT-11			
395	TB-10 TECH	30% - 17°	Mixta (recta)	Tablas 2 y 3, y Figuras 2d, 2e, 2f y 2g
395	TBS+			
370	TB-12 <sup>®</sup>			
370	TB-4 <sup>®</sup>			
370	ALICANTINA-12	40% - 22°	Marsellesa - plana (recta, tresbolillo)	Tablas 2 y 3, y Figuras 2h y 2i
395	TECNICA-10	30% - 17°		
370 395	C-50.21 Celler <sup>®</sup> (cobija) y Talón 50/45 (canal)	26% - 15°	Curva	Tablas 2 y 3, y Figuras 2j

## 3. MATERIALES Y COMPONENTES

El sistema presenta los siguientes componentes, todos ellos suministrados por el beneficiario (Fig. 1):

- Tejas cerámicas, referidas en Tabla 1.
- Paneles de aislamiento térmico λSAT.
- Rastreles metálicos en U.
- Fijaciones y sellantes, que opcionalmente, pueden ser suministrados por terceros.
- Láminas flexibles de impermeabilización.
- Componentes para resolver puntos singulares.

### 3.1 Tejas y piezas auxiliares

Tejas con declaración de prestaciones, marcado CE y marca de calidad certificada, que incluyen diversos acabados<sup>(2)</sup>. Son cerámicas<sup>(3)</sup> de doble encaje en cabeza y lateral, no hidrofugadas, con diferentes acabados y características. Para más detalles, véanse Tablas 2 y 3, y Figura 2 para tejas).

**Tabla 2.** Configuraciones de modelos de teja

Configuración. Teja cerámica	Acabados	Peso* (kg/ud)	Uds/m <sup>2</sup>	
Teja plana	FLAT-10	Impresión digital cerámica BorjaJET: Pizarra cerámica (Paris Ocre, Nepal Orange), Cemento cerámico (Sidney Graphite), Óxido cerámico (Tokyo Copper), Cotto cerámico (Ibiza Pink), Madera cerámica (Weathered Cedar, Toronto Oak). Monocolor: Natural Black, Graphite, Mid Grey, Chocolate, León Matte. Nature: Roja, Rojo musgo.	3,5	10,2
	FLAT-11	Monocolor: Mid Grey, Chocolate, Artica Nature: Roja. Acabados especiales según diseño****	3,5	11
	FLAT-5XL	Pizarra cerámica (Paris Ocre, Nepal Orange, Irish Green), Piedra Cerámica (Denver Iris, Denver Gold, Austin Grey), Cemento cerámico (Sidney Graphite), Óxido cerámico (Tokyo Copper), Cotto cerámico (Ibiza Pink), Mármol cerámico (Roma Dark). Monocolor: León Matte.	6,55	5,5
Teja mixta	TB-10 TECH	Impresión digital cerámica BorjaJET: Cotto Cerámico: Irati, Entrepins Centenaria®: Tierra, Arena Monocolor: Graphite, Chocolate Nature: Roja, Rojo musgo, Fosca, Manoir, Edetania, Lamalou.	3,45	10,3
	TBS+	Centenaria®: Tierra Nature: Roja, Manoir, Fosca, Rojo Musgo, Lamalou Tierra, Castilla.	3,5	11
	TB-12	Centenaria®: Tierra, Mediterrania Monocolor: Graphite. Nature: Roja, Roja envejecida, Fosca, Manoir, Rosarena, Vilavella, Lamalou, Bidasoa, Castilla, Marrón.	3,05	12,8
		BorjaDecor®: Tamizados: Azul, Verde. Esmaltados: Verde, Carmin, Azul cobalto, Cognac. Metalizados: Plomo, Cobre. Cristal: Rojo cristal.		
	TB-4 <sup>®</sup>	Nature: Roja, Vilateria, Fosca.  BorjaDecor®: Tamizados: Azul, Verde. Esmaltados: Verde, Carmin, Azul cobalto, Cognac. Metalizados: Plomo, Cobre. Irisados: Azul, Verde, Cognac. Cristal: Rojo cristal, Elegant.	3,40	12,8
Teja marselesa	Alicantina-12	Nature: Roja, Litoral, Nortefa, Fosca  BorjaDecor®: Tamizados: Azul, Verde. Esmaltados: Verde, Blanco, Carmin, Azul cobalto, Cognac. Metalizados: Plomo, Cobre. Cristal: Rojo cristal.	3,00	12,3
	TECNICA-10	Monocolor: Graphite Nature: Roja, Graphite, Chocolate, Mid Grey, Rojo musgo.	3,05	10,9
Teja curva	C-50.21 Celler <sup>®</sup> (cobija)	Centenaria®: Arena, Tierra, Mediterrania. Nature: Roja, Fosca, Manoir, Vilavella, Lamalou, Edetania, Montseny, Marrón. BorjaDecor®: Tamizados: Azul, Verde, Gris, Marrón, Pizarra Esmaltados: Verde, Carmin, Azul cobalto, Cognac. Metalizados: Plomo, Cobre. Cristal: Rojo cristal.	2,40	20
	Talón 50/45 (canal)		2,50	10

\* Nota: Valor aproximado

<sup>(1)</sup> Para un diseño más preciso según zona climática, situación, etc., véase Anejo 1 y consulte al beneficiario.

<sup>(2)</sup> M: Color en masa. E: M+Esmalte superficial. P: M+Pintado complementario. Otros acabados: Consulte al beneficiario.

<sup>(3)</sup> Conformes con Anejo ZA de Norma UNE-EN 1304:2014. Tejas y piezas auxiliares de arcilla cocida. Definiciones y especificaciones de producto.



**Tabla 3. Características declaradas de tejas**

Modelo	Característica	Valor
FLAT-10	Longitud x anchura (mm)	475 x 285 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> /día)	≤ 0,5 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 900
	Resistencia a helada (nº ciclos)	≥ 150
	Reacción al fuego	A1
FLAT-11	Comportamiento frente al fuego	B <sub>ROOF</sub> (t1/t2/t3)
	Longitud x anchura (mm)	453 x 269 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> /día)	≤ 0,5 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 900
	Resistencia a helada (nº ciclos)	≥ 150
FLAT-5XL	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B <sub>ROOF</sub> (t1/t2/t3)
	Longitud x anchura (mm)	457 x 510 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> /día)	≤ 0,5 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 900
TB-10 TECH	Resistencia a helada (nº ciclos)	≥ 150
	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B <sub>ROOF</sub> (t1/t2/t3)
	Longitud x anchura (mm)	475 x 282 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> /día)	≤ 0,5 (v. medio)
TBS+	Resistencia a flexión [N]	≥ 1200
	Resistencia a helada (nº ciclos)	≥ 150
	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B <sub>ROOF</sub> (t1/t2/t3)
	Longitud x anchura (mm)	475 x 260 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
TB-12®	Impermeabilidad (cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> /día)	≤ 0,5 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 1200
	Resistencia a helada (nº ciclos)	≥ 150
	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B <sub>ROOF</sub> (t1/t2/t3)
	Longitud x anchura (mm)	439 x 260 [± 2%]
TB-4®	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> /día)	≤ 0,5 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 1200
	Resistencia a helada (nº ciclos)	≥ 150
	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B <sub>ROOF</sub> (t1/t2/t3)
Alicantina-12	Longitud x anchura (mm)	442 x 258 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> /día)	≤ 0,5 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 1200
	Resistencia a helada (nº ciclos)	≥ 150
	Reacción al fuego	A1
TECHNICA-10	Comportamiento frente al fuego	B <sub>ROOF</sub> (t1/t2/t3)
	Longitud x anchura (mm)	430 x 257 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> /día)	≤ 0,5 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 9000
	Resistencia a helada (nº ciclos)	> 150
C-50.21 Celler®	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B <sub>ROOF</sub> (t1/t2/t3)
	Longitud x anchura (mm)	475 x 262 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> /día)	≤ 0,5 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 900
Talón 50/45	Resistencia a helada (nº ciclos)	> 150
	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B <sub>ROOF</sub> (t1/t2/t3)
	Longitud x anchura (mm) C-50.21	500 x 210/170 [±2%]
	Longitud x anchura (mm) 50/45	500 x 205/165 [±2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5

(4) Conformes con Anejo ZA de la Norma UNE-EN 13163+A: 2015. "Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación.

Las piezas auxiliares, coordinadas o no (según encajen dimensionalmente con adyacentes), se indican en Tabla 4. Véanse ejemplos en Figura 3.

**Tabla 4. Piezas auxiliares**

Modelo	Piezas coordinadas	Piezas no coordinadas
FLAT-10	Lateral de encaje FLAT 10-Tech, Media teja FLAT-10, Ventilación FLAT-10, Soporte chimenea FLAT-10	Caballetes universales, laterales universales, piezas decorativas, remates
FLAT-11	Lateral de encaje FLAT 11, Media teja FLAT-11, Ventilación FLAT-11, Soporte chimenea FLAT-11	Caballetes universales, laterales universales, piezas decorativas, remates
FLAT-5XL	Lateral de encaje FLAT 10-5XL, Media teja FLAT-5XL, Ventilación FLAT-5XL, Soporte chimenea FLAT-5XL	Caballetes universales, laterales universales, piezas decorativas, remates
TB-10 TECH	Teja y media TB-10 TECH, Media teja TB-10, Ventilación TB-10 TECH, Soporte chimenea TB-10 TECH	Caballetes universales, cuñas caballetes universales, laterales universales, piezas decorativas, remates
TBS+	Teja y media TBS+, Media teja TBS+, Ventilación TBS+, Soporte chimenea TBS+	Caballetes universales, cuñas caballetes universales, laterales universales, piezas decorativas, remates
TB-12®	Teja y media TB-12, Media teja TB-12, Dos tercios TB-12, Dos tercios y media TB-12, Ventilación TB-12, Soporte chimenea TB-12, Alero decocurva canal TB-12, Alero decocurva cumbre TB-12	Caballetes universales, cuñas caballetes universales, laterales universales, piezas decorativas, remates
TB-4®	Lateral curvo TB-4, Media teja TB-4, Un medio TB-4, Ventilación TB-4, Soporte chimenea TB-4, Alero decocurva canal TB-4, Alero decocurva cumbre TB-4	Caballetes universales, cuñas caballetes universales, laterales universales, piezas decorativas, remates
Alicantina-12	Medias tejas ALICANTINA-12, Ventilación ALICANTINA -12, Soporte chimenea ALICANTINA-12	Caballetes universales, laterales universales, piezas decorativas, remates
TECHNICA-10	Media teja TECHNICA-10, Ventilación TECHNICA-10, Soporte chimenea TECHNICA-10	Caballetes universales, laterales universales, piezas decorativas, remates
C-50.21 Celler®	Caballete final limatesa C-50.21 Celler, Caballete 3 vías C-50.21 Celler, Caballete 4 vías C-50.21 Celler, Ventilación C-50.21 Celler, Soporte chimenea c-50.21 Celler	Caballetes universales, cuñas caballetes universales, laterales universales, piezas decorativas, remates

### 3.2 Panel ASAT de aislamiento térmico

Placas prefabricadas con declaración de prestaciones y marcado CE<sup>(4)</sup> de poliestireno expandido (EPS) con densidad de 22-30 kg/m<sup>3</sup>, y características indicadas en Tabla 5. En su cara superior, presentan resaltes para la colocación de rastreles, según distancia establecida (Figura 4):

- 370 mm: Lado largo paralelo a la línea de alero.
- 395 mm: Lado corto paralelo a la línea de alero.



**Tabla 5.** Características declaradas de panel λSAT

Característica	Espesor 60cm	Espesor 120cm	Espesor 140cm
Longitud (mm)	1205		
Anchura (mm)	760		
Espesor (mm)	60	100	140
Estabilidad dimensional* (%)	DS(N)2	± 0,2	
	DS(70,90)1	≤ 1	
Conductividad térmica λ <sub>D</sub> (W/m.K)	0,031		
Absorción de agua a largo plazo por inmersión total (%) nivel: WL(T)3	≤ 3		
Resist. (kPa) compresión** CS(10)90	≥ 100		

\* Niveles declarados de estabilidad dimensional:  
 - DS(N)2: Δ máx. relativa de long.y anchura a 23 °C, 50% HR  
 - DS (70,90)1: Δ máx. relativa de long., anchura y espesor tras 48 h a 70°C y 90% HR.  
 \*\* Nivel de tensión de compresión al 10% de deformación.

### 3.3 Rastres metálicos (ref. 7/0898)

Perfiles con declaración de prestaciones y marcado CE<sup>(5)</sup>, con sección transversal en U de chapa plegada en frío de acero tipo DX51D galvanizado en caliente (≥ 180 g/m<sup>2</sup>), de 2000 mm de largo, ancho 40 mm y alto 15 mm, esp. ≥ 0,7 mm, para fijar o apoyar tejas. Se insertan en los resaltes que se encuentran en el panel λSAT y se fijan mecánicamente al soporte atravesando los mismos. Entre perfiles sucesivos se deja un espacio de alrededor de 1,5 cm para permitir ligeras dilataciones del rastrel.

### 3.4 Fijaciones y sellante

#### 3.4.1 Fijaciones de tejas a rastres y entre tejas

Las tejas se fijan a los rastres metálicos mediante tornillos autotaladrantes y autorroscantes tipo DIN 7504-P, en acero de bajo contenido en carbono EN 1.1151 (equivalente a AISI 1022), cincados de espesor ≥ 3 μm<sup>(6)</sup>, o bien de acero inoxidable A2 o A4, fuste de dimensiones ØxL (mm) 4,2x45, cabeza avellanada, huella Philips, y paso de rosca 1,2 mm.

Además, complementariamente, para la fijación entre tejas curvas cobija-canal y entre cobijas, deberá emplearse espuma de poliuretano monocomponente (PU) de expansión limitada, y color teja, suministrada por Tejas Borja, ref.7/0897.

#### 3.4.2 Anclajes de rastrel y panel λSAT a soporte

Para fijar el sistema sobre forjado de hormigón o sobre capa de compresión y tablero cerámico, se

(5) Conformes con Anejo ZA de UNE-EN 10346:2015. Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro.  
 (6) Se deberá consultar al beneficiario su adecuación a la exposición al ambiente de categoría de corrosividad según Tabla A.2. del Anexo A de la Norma UNE-EN ISO 9224:2012. Corrosión de los metales y aleaciones. Corrosividad de atmósferas. Valores de referencia para las categorías de corrosividad (ISO 9224:2012). (Ratificada por AENOR en marzo de 2012.)

utilizarán:

- Anclajes para hormigón con declaración de prestaciones y marcado CE, compuesto por vaina de poliamida PA6 y tornillos M8 o M10 de acero de bajo contenido en carbono con recubrimiento cincado ≥ 24 μm o bien preferiblemente acero inoxidable A2 ó bien A4.
- Tirafondos para madera con declaración de prestaciones y marcado CE, M6 acero de bajo contenido en carbono con recubrimiento cincado o bicromatado de espesor ≥ 24 μm y fuste parcialmente roscado. Las características declaradas y otros aspectos a considerar en su prescripción se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Características declaradas y variables

Características declaradas			Aspectos a considerar	
Soporte	Esp. Placa (mm)	Long. (mm)	Instalación	Resistencia
Hormigón C20/25 (res. car. mín. compresión f <sub>ck,cyl</sub> 20 MPa)	60	≤ 120	- Ø taladro - Prof. Taladro - Esp. soporte - Rango temp. - Limpieza	- Tracción - Cortante - Flexión - Arranque
	100	≤ 160		
	140	≤ 200		
Madera Clase uso <sup>7</sup> 1 (interior sin exposición a la intemperie)	60	≤ 120	- Esp. soporte - Especie madera - Limpieza	- Tracción - Cortante - Flexión - Arranque
	100	≤ 160		
	140	≤ 200		

#### 3.4.3 Anclajes opcionales de placa aislante

Anclajes plásticos con declaración de prestaciones y marcado CE conforme a ETE vigente, compuesto por tornillo de acero galvanizado o inoxidable, con vaina y roseta de poliamida para fijación complementaria para facilitar instalación de placas en cubiertas de alta pendiente (> 45°) y/o con alta exposición al viento.

#### 3.4.4 Sellante de taladro (soporte de hormigón)

Sellante de masilla de poliuretano para aplicación exterior y rango de exposición de -30 a +90°C, con declaración de prestaciones y marcado CE según Norma UNE EN 15651-1<sup>8</sup>, para prevenir la entrada de agua a través de las perforaciones y las cabezas de tornillos y anclajes

### 3.5 Lámina flexible de impermeabilización

Láminas flexibles multicapa con declaración de prestaciones y marcado CE<sup>(9)</sup>, fabricadas en polipropileno, impermeables y altamente transpirables al vapor de agua, para uso general o

(7) UNE-EN 335:2013. Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definiciones, aplicación a la madera maciza y a los productos derivados de la madera.  
 (8) UNE-EN 15651-1:2017. Sellantes para uso no estructural en juntas en edificios y zonas peatonales. Parte 1: Sellantes para elementos de fachada.  
 (9) Conformes con Anejo ZA de UNE-EN 13859-1:2014. Láminas flexibles para impermeabilización. Definición y características de las láminas auxiliares. Parte 1. Láminas auxiliares para cubiertas con elementos discontinuos.



especial<sup>(10)</sup>. Cuentan con resistencia UV sin cobertura hasta 3 meses. Las características se indican en la Tabla 7. Los nombres comerciales son:

- TB 180 (ref. 7/0573): lámina de 3 capas reforzada, diseñada para su aplicación bajo teja en cubiertas inclinadas. Indicado para cualquier pendiente y zona climatológica.  
Compuesta por capas superior e inferior de polipropileno (color rojo y negro, respectivamente) y película difusora de vapor incluida, para uso general sobre soportes de madera.
- TB 160 (ref. 7/0526): lámina de 3 capas, diseñada para su aplicación bajo teja en cubiertas inclinadas. Cara superior color blanco; cara inferior, beige.
- TB 130 (ref. 7/0534): lámina de 3 capas, diseñada para su aplicación bajo teja en cubiertas inclinadas. Cuenta con resistencia UV sin cobertura hasta 3 meses. Cara superior color negro; cara inferior, gris.
- ECO 135 (ref. 7/0561): lámina de 3 capas, diseñada para su aplicación bajo teja en cubiertas inclinadas. Cara superior color blanco; cara inferior, beige.

**Tabla 7. Características declaradas de las láminas**

Característica	TB 180	TB 160	TB 130	ECO 135
Reacción al fuego (clase)	E			
Dimensiones de rollo (m)	50 x 1,5			
Masa superf. (g/m <sup>2</sup> )	180 [±8%]	160 [±8%]	130 [±8%]	135 [±15%]
R. Penetración agua (Clase)	W1			
Transm. vapor agua (Sd)	0,02 [-0,01 / +0,03]			
Rotura tracción (L) (N/50 mm)	425 [±30%]	340 [±30%]	350 [±30%]	270 [±30%]
Rotura tracción (T) (N/50 mm)	330 [±30%]	250 [±30%]	215 [±30%]	180 [±30%]
Elongación longitudinal	90 [±20%]	80 [±20%]	80 [±20%]	70 [±30%]
Elongación transversal	120 [±30%]	120 [±30%]	120 [±30%]	20 [±30%]
R. desgarro por clavo (L) (N)	240 [±15%]	200 [±15%]	180 [±15%]	165 [±30%]
R. desgarro por clavo (T) (N)	350 [±20%]	260 [±20%]	250 [±20%]	200 [±30%]
Flexibilidad a baja temp. (°C)	-40			
Estabilidad dimensional (%)	< 2			

<sup>(10)</sup> Se recomienda consultar al beneficiario, p.ej. uso especial si existe cierto riesgo de rotura durante puesta en obra (impactos), soportes rugosos y/o de pendiente >20° (35%).

### 3.6 Componentes opcionales

Los componentes opcionales para resolver los puntos singulares de la impermeabilización se indican en Tabla 8.

**Tabla 8. Componentes auxiliares**

Accesorio genérico: uso previsto
• Cinta adhesiva: solape de láminas.
• Bandas impermeables multiuso Premium o Alu.
• Bandas impermeables / transpirables para cumbreras ventiladas Mixto, TB Roll y Alu.
• Soporte metálico de caballete regulable o fijo: construcción de la cumbrera
• Gancho para cumbrera: elemento de sujeción de las piezas de caballete en la línea de cumbrera ventilada.
• Limahoya metálica: elementos de recogida de aguas pluviales en uniones de faldones.
• Peine rastrel de alero: ventilación de alero y barrera antipájaros.

## 4. FABRICACIÓN

### 4.1 Plantas de fabricación

Las tejas y piezas auxiliares son los únicos componentes del sistema fabricados por el beneficiario (Tabla 9). El resto de componentes son fabricados por proveedores externos, con acuerdos de calidad concertada:

- Láminas auxiliares: Proveedor externo (Polonia).
- Complementos: Proveedor externo (Polonia u otros).
- Placas aislantes: Proveedor externo (España)
- Fijaciones: Proveedor externo (España)

**Tabla 9. Ubicaciones de fabricación**

Cerámica	Piezas	Planta
FLAT-10	Estándar y caballete (aux. no coordinada)	Lliria
	Auxiliares (coordinadas o no)	Lliria
FLAT 5XL	Estándar y caballete (aux. no coordinada)	Lliria
	Auxiliares (coordinadas o no)	Lliria
FLAT 11	Estándar	Lliria
	Auxiliares (coordinadas o no)	
TB-10 TECH	Estándar	Lliria
	Auxiliares (coordinadas o no)	
TBS +	Estándar	Lliria
	Auxiliares (coordinadas o no)	Lliria
TB-12®	Estándar	Lliria
	Auxiliares (coordinadas o no)	Lliria
TB-4®	Estándar	Lliria
	Auxiliares (coordinadas o no)	Lliria
Alicantina-12	Estándar	Lliria
	Auxiliares (coordinadas o no)	Lliria
TECHNICA-10	Estándar	Lliria
	Auxiliares (coordinadas o no)	Lliria
C-50.21 Celler®	Estándar	Lliria
	Auxiliares (coordinadas o no)	Lliria



**Tabla 10. Controles de fabricación de tejas**

Control	Característica	Frecuencia
Materias primas	Análisis químicos de arcilla	Diario
	Granulometría y caliches	Cada molienda
Condiciones de extrusión	Presión, laminación, agua	1 / hora
	Vacío, intensidad amasadora	2 / turno
Prensado y teja en verde	Aspecto visual, marcado nº lote	1 / hora
	Peso teja, pre-taladro de fijación	2 / turno
Cocción	Parámetros de cocción	Continuo
Producto acabado	Defectos, control marcado, alabeo, rectitud, longitud, ancho	Diario
	Resistencia a flexión	Semanal
	Permeabilidad al agua	Mensual
	Heladicidad	Trimestral

## 4.2 Proceso de fabricación de las tejas

### 4.2.1 Tejas cerámicas

Una vez seleccionadas las arcillas, se trituran, almacenan, muelen y si procede, se añaden óxidos específicos para coloración. A continuación, la mezcla se amasa con agua. En el moldeo se obtiene la forma de la pieza incluyendo identificación de molde, turno, planta, y fecha de fabricación. Después, se procede a su secado, cocción, y enfriamiento posterior. Luego las tejas se envasan, paletizan y protegen con film retráctil.

## 5. CONTROL DE CALIDAD

### 5.1 Fabricación de tejas

Se realizan como mínimo los controles indicados en la Tabla 12. Cada pieza fabricada es conforme con su marca de calidad certificada (Marca N) y declaración de prestaciones (DdP).

### 5.2 Fabricación de otros componentes

El beneficiario ha acordado controles según se indica en las Tablas 11 y 12

**Tabla 11. Controles de fabricación de panel λSAT**

Control	Característica	Frecuencia
Materia prima	Registro Certificado de proveedor	Cada lote
Proceso de producción	Parámetros de pre- expansión, reposo y expansión	Cada 30 min
	Aspecto visual tras moldeo	Continuo
Producto acabado	Resistencia a compresión	1/ lote
	Resistencia térmica	
	Estabilidad dimensional	Cada cambio proveedor
	Absorción de agua a largo plazo	

**Tabla 12. Controles de fabricación de láminas**

Control	Característica	Frecuencia
Materias primas	Parámetros según producto	Interno
Proceso de producción	Parámetros según producto	Interno
Producto acabado	Longitud, anchura y rectitud	1 / 40 turnos
	Masa por unidad de área	1 / turno
	Reacción al fuego	1 / 3 años
	Resistencia a la penetración del agua (clase W1)	1 / 40 turnos
	Transmisión vapor de agua	1 / 40 turnos
	Propiedades de tracción	1 / 10 turnos
	Resistencia al desgarro	1 / 40 turnos
	Estabilidad dimensional	1 / año
	Flexibilidad a baja temperatura	1 / año
	Comportamiento frente al envejecimiento artificial	1 / 2 años
Resistencia a penetración aire	1 / año	

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

### 6.1 Tejas y piezas auxiliares

Cada pieza se identifica durante el moldeo mediante nombre, molde, turno, planta, y fecha de fabricación. En el etiquetado del palé se incluyen al menos los siguientes datos: Nombre, acabado, nº de uds., peso/ud., fecha de fabricación y código de planta, así como marcado CE. Las piezas se colocan en vertical, y máximo 3 palés en vertical.

### 6.2 Otros componentes

La etiqueta de la placa aislante λSAT indica el tipo, dimensiones, nº de unidades, y propiedades. Se presentan en palés flejados y plastificados. Se apilarán bajo techo, protegido de la intemperie y de impactos.

Los rastreles metálicos se presentan en paquetes flejados agrupando unidades según pedido. Se apilarán bajo techo, protegido de la intemperie y de impactos. Las láminas se presentan en rollos flejados y plastificados de 75 m<sup>2</sup>/palé. Se almacenarán a cubierto del sol y la intemperie.

## 7. PUESTA EN OBRA

### 7.1 Especificaciones generales

La colocación se realiza totalmente en seco (nunca con morteros de cemento) y por empresas reconocidas por el beneficiario. Debe realizarse un replanteo para prever la colocación de elementos de prevención de riesgos, estado del soporte (especialmente la adecuada planeidad del faldón para la correcta instalación del sistema), juntas de dilatación, y la resolución de puntos singulares y encuentros (ej. limatesas, limahoyas, muros, etc.) Se realizará un control general visual de la obra terminada para comprobar su acabado y disposición conforme a las instrucciones de ejecución del proyecto, así como controles





específicos para comprobar el acceso a la cubierta, su inclinación, aplomado y planeidad, fijación y solape de tejas, ventilación y puntos singulares.

## 7.2 Montaje

### 7.2.1 Lámina flexible de impermeabilización

La lámina elegida se instalará desde el arranque del faldón, por bandas horizontales en sentido ascendente, de un lateral a otro. Para ello, se fijará mediante grapas a soporte de madera, o bien clavos al soporte de hormigón. A continuación, se colocará la siguiente banda con un solape de anchura entre 10-20 cm según pendiente. Finalmente se rematará con su cinta adhesiva pertinente (Figura 5).

### 7.2.2 Placas aislantes y rastreles

Las placas aislantes y los rastreles se instalarán conjuntamente por hiladas horizontales en sentido ascendente, de un lateral a otro o bien hasta un encuentro, ensamblándose perimetralmente (Figura 6). Si accidentalmente se produjera la rotura de una placa aislante (por ejemplo, en esquinas o resaltes) durante su instalación, deberá procederse a la sustitución de la misma. Los rastreles metálicos se encastran sobre los resaltes de la capa de EPS de las placas, cortándose a medida del faldón y dejando una holgura entre rastreles de 10-12 mm.

Las fijaciones de rastreles atravesarán las placas y serán las adecuadas para el soporte, considerando como mínimo 3-4 fijaciones por cada placa. En caso de pendiente muy pronunciada ( $\geq 45^\circ$ ) o cuando se prevean fuertes ráfagas de viento durante su instalación, se utilizarán los anclajes opcionales de plástico.

### 7.2.3 Aleros y remates laterales

Se utilizarán escuadras de madera<sup>(11)</sup> fijados al soporte, sobre piezas que permitan la evacuación de agua de lluvia, así como ganchos o tornillos para fijar las tejas y peines de alero para ventilar (Figura 7). Lateralmente se requieren chapas metálicas para proteger a las placas λSAT del viento y la lluvia.

### 7.2.4 Instalación de tejas

Las tejas se instalarán por hiladas en sentido ascendente de un lado a otro del faldón, con juntas rectas o a tresbolillo según el tipo de teja, simplemente apoyadas sobre rastreles o bien mediante una o dos fijaciones a soporte por cada teja, según sea el tipo de pieza, pendiente, y condiciones indicadas en la Norma UNE 136020<sup>(12)</sup>. Para la fijación mediante espuma de poliuretano de baja expansión de las tejas curvas entre sí (cobija

sobre canal y solape entre cobijas, se recomienda humedecer ligeramente la zona de aplicación de los cordones de espuma, siguiendo en todo caso las especificaciones del beneficiario.

### 7.2.5 Componentes para puntos singulares

La resolución de puntos singulares de la cubierta, tales como encuentros con chimeneas, paramentos, ventanas o claraboyas, limatesas, limahoyas y cumbreras se realizan mediante los componentes y piezas específicas que el sistema dispone. Algunos ejemplos se muestran en las Figuras 8, 9 y 10.

## 7.3 Mantenimiento y reparación

Deberán disponerse de medidas adecuadas (anclajes, calzado, etc..) que permitan su mantenimiento por personal autorizado y según la normativa de seguridad aplicable. Deberán realizarse como mínimo, las operaciones indicadas en la Tabla 13.

**Tabla 13.** Operaciones de mantenimiento

Componente	Operación	Frecuencia
Elementos de desagüe	Limpieza y comprobación de correcto funcionamiento	Semestral y/o tras tormenta importante
Tejado	Comprobación del estado de conservación de tejas	Trienal
	Retirada de nieve acumulada	Lo antes posible
Puntos singulares	Comprobación del estado de conservación	Trienal

Si se detectan defectos, deberá realizarse la limpieza, reparación o sustitución de tejas dañadas, previa consulta al beneficiario. El crecimiento de líquenes y musgos sobre la superficie de tejas cerámicas puede ocurrir, pero se considera que es un proceso natural que no afecta sus cualidades a lo largo del tiempo. La limpieza del tejado no deberá realizarse con agua a presión ya que puede dañar el acabado de las tejas.

## 8. MEMORIA DE CÁLCULO

Se deben tener en cuenta, en fase de diseño las indicaciones de la Norma UNE 136020 para tejas cerámicas.

## 9. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

Según indica el beneficiario del DITplus, la instalación del sistema se viene realizando desde 2020 y hasta la fecha, aproximadamente la superficie vendida de paneles asciende a 35000 m<sup>2</sup>. Asimismo, ha suministrado al IETcc varias

<sup>(11)</sup> Para cualquier otra alternativa será necesario consultar al beneficiario siguiéndose sus indicaciones al respecto.

<sup>(12)</sup> UNE 136020:2004. Tejas cerámicas. Código de práctica para el diseño y el montaje de cubiertas con tejas cerámicas.



referencias de utilización. El IETcc ha realizado visita a algunas de las obras, así como encuestas a usuarios, con resultado satisfactorio. Las visitas cursadas no tienen por objeto comprobar superficie ejecutada con los sistemas ni sus características, sino constatar visualmente que se cumplen las condiciones de puesta en obra del sistema, es decir tanto su correcta viabilidad constructiva como posibles incidencias en su ejecución de distintos aplicadores, ambientes y soportes.

## 10. ENSAYOS

Se resumen a continuación los resultados de los principales ensayos<sup>(13)</sup> y pruebas de carga presentados para la evaluación, y comprobación de la memoria de cálculo del beneficiario.

### 10.1 Ensayos de identificación

**Tabla 14.** Ensayos de identificación

Componente	Característica	Valor
Teja cerámica mixta doble encaje (TECNICA-10)	Rectitud (plano) mm	0,20
	Rectitud de arista (mm)	1,22
	Q. rotura a flexión (N)	3815
Rastrel	Esp.chapa (mm)	0,70
Lámina TB 180	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	1,77
Espuma PU	Densidad libre (kg/m <sup>3</sup> )	23,18

### 10.2 Ensayos de aptitud de empleo

#### 10.2.1 Componentes

**Tabla 15.** Ensayos de componentes

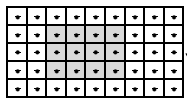
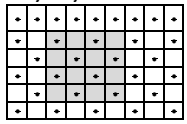
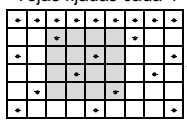
Componente	Característica	Valor
Tornillo fijación teja y rastrel u	Resistencia (N) al arrancamiento. (Carga rotura, valor característico)	603,50 (arrancamiento de tornillo)
	Resistencia (N) al punzonamiento. (Carga rotura, valor característico)	799,8 (deformación plástica localizada del rastrel)
Espuma PU	Adherencia inicial (MPa) carga rotura, valor medio	0,10 (cohesiva espuma)
	Adherencia tras inmersión en agua (MPa) carga rotura, valor medio	0,06 (cohesiva espuma)
	Adherencia tras ciclos a temperaturas variables (MPa) carga rotura, valor medio	0,06 (cohesiva espuma)

#### 10.2.2 Resistencia a la succión del viento

Se realizaron en base a la Norma UNE-EN 14437<sup>(14)</sup> pruebas de arrancamiento inicial de 16 tejas centrales tipo Technica-10 (mínimo peso, mínimo solape 50 mm, máximo vano entre apoyos y mínimo n.º de tejas/m<sup>2</sup>) en tres patrones de montaje. Los resultados de las pruebas se resumen en la Tabla 16. En la Tabla 17 se muestran los resultados de cálculos R ( $\alpha$ ) en N/teja, por el n.º tejas/m<sup>2</sup> (10,9).

<sup>13</sup> Informe IETcc 22.821-II, Informes Tecnalia n.º 108071. Informe Cidemco 13-01900, e informe CTMNC n.º 2014231554-2].

**Tabla 16.** Resultados de arrancamiento

Montaje muestra 45° (Patrón de fijación)	Carga R (N)	Observaciones. Tipo de fallo
Todas las tejas fijadas 	3247	Carga considerada para cálculos. Inicio de rotura y levantamiento de tejas
Tejas fijadas cada 2 	1600	Carga considerada para cálculos. Inicio levantamiento de tejas y/o arrancamiento de tornillo
Tejas fijadas cada 4 	4199	Carga máxima. Rotura y levantamiento de tejas.
	925	Carga considerada para cálculos
	1047	Carga máxima. Rotura y levantamiento de tejas

**Tabla 17.** Cálculos de resistencia a succión

Montaje	$\alpha$	n.t.t.*	R <sub>α</sub> (N/teja)	R <sub>α</sub> 10,9 (kPa)	R <sub>d,α</sub> (N/teja)	R <sub>d,α</sub> 10,9 (kPa)
Todas las tejas fijadas	17°	1	209,00	2,28	147,09	1,60
		2	394,73	4,30	270,91	2,95
	22°	1	208,29	2,27	146,30	1,59
		2	394,03	4,29	270,20	2,95
	30°	1	206,80	2,25	144,89	1,58
		2	392,54	4,28	268,72	2,93
Tejas fijadas 1 cada 2	17°	1	188,86	2,06	133,66	1,46
		2	354,45	3,86	244,06	2,66
	22°	1	188,15	2,05	132,95	1,45
		2	353,74	3,85	243,35	2,65
	30°	1	186,66	2,03	131,47	1,43
		2	352,25	3,84	241,86	2,64
Tejas fijadas 1 cada 4	17°	1	185,70	2,02	131,56	1,43
		2	348,48	3,79	239,85	2,61
	22°	1	184,99	2,01	130,85	1,43
		2	347,33	3,78	239,14	2,60
	30°	1	183,50	2,00	129,36	1,41
		2	345,94	3,77	237,65	2,59

\* Nota: n.t.t.= número de tornillos por teja  
R<sub>α</sub>: Resistencia al levantamiento de tejas no minorada, incluye la resistencia de fijación y peso de tejas)  
R<sub>d,α</sub>: Resistencia al levantamiento de tejas (incluye la resistencia de fijación minorada ( $\gamma=1,5$ ) y peso de tejas)

#### 10.2.3 Estanquidad frente a lluvia con viento

Se realizaron según el procedimiento del CTMNC denominado Moby Dick II, sobre muestra a escala real sobre la configuración de tejas considerada más desfavorable con las siguientes condiciones:

- Superficie de maqueta: 3,2 m<sup>2</sup>
- Velocidad media de viento: 16,7 m/s
- Flujo de agua promedio (aspersión y escorrentía): 200 mm/h
- Aspersión (lluvia directa): 900 l/h
- Escorrentía (longitud simulada de pendiente de 5 metros): 1600 l/h
- Duración del ensayo: 10 min
- Rampa de presión diferencial: 150 Pa
- Fallo de estanquidad:  $\Delta P$  1ª filtración: >-50 Pa

<sup>14</sup> UNE-EN 14437: 2023 Determinación de la resistencia al levantamiento de las tejas de arcilla cocida o de hormigón instaladas. Método de ensayo del sistema de tejado.



Los resultados se resumen en la Tablas 18:

**Tabla 18. Resultados teja Flat 11 (junta recta)**

Filtración (pendiente)	1ª filtración (ΔP en Pa)	Filtración en 3 tejas (ΔP en Pa)	Filtración generalizada (ΔP en Pa)	Valor
60 %-31,0º	Sin filtraciones			Cumple
45 %-24,2º	Sin filtraciones			Cumple
30 %-16,7º	25	48	86	Cumple ΔP 1ª filtración: >-50 Pa Fin ensayo

## 11. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

### 11.1 Cumplimiento de la reglamentación nacional

#### 11.1.1 SE – Seguridad estructural

El sistema no interviene en la estabilidad del resto de la edificación según las exigencias SE-1 y SE-2 del Código Técnico de la Edificación. No obstante, debe asegurarse, en el proyecto de ejecución global de la obra, su estabilidad particular, con la distribución y puntos de fijación necesarios o con las uniones convenientes a otros elementos constructivos.

#### 11.1.2 SI – Seguridad en caso de incendio

El sistema no compromete la seguridad frente al incendio en la medida que sea conforme con las especificaciones constructivas descritas en el Documento Básico DB SI-2-2 del Código Técnico de la Edificación, respecto de la resistencia al fuego del conjunto cubierta-aislamiento-elemento estructural, teniendo en cuenta la clasificación E de reacción al fuego de la placa λSAT y las clasificaciones A1 y Broof t1/t2/t3 de las tejas sin necesidad de ensayos. En lo que respecta a la resistencia al fuego y en caso de edificaciones de cubiertas adosadas, deberán arbitrarse de forma que se garantice la resistencia al fuego exigida en cada caso según el Documento Básico DB-SI del CTE.

#### 11.1.3 SUA – Seguridad de utilización y accesibilidad

El Código Técnico de la Edificación no contempla riesgos de seguridad de utilización para el caso de las cubiertas no transitables. No obstante, en relación con la seguridad relacionada con el arrancamiento de tejas por la acción del viento, se tendrán en cuenta, en fase de diseño las indicaciones de la Norma UNE 136020.

Complementariamente, se comprobará que los valores de presión estática  $q_e \leq$  valores de succión  $R_{d,\alpha}$  (minorados si procede según se indica en la Tabla 17), donde  $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$  en kPa, calculada según apdo 3.3.2 Acción del viento y Anejo D del DB-SE-AE, siendo:

- $q_b$  presión dinámica del viento según zona.
- $c_e$  coeficiente de exposición.
- $c_p$  coeficiente eólico.

#### 11.1.4 HS – Salubridad

De acuerdo con las pendientes mínimas consideradas en Tabla 1 y los resultados de ensayo, el sistema cumple con el grado de impermeabilidad único, exigido en el apartado 2.4.1 del Documento Básico CTE-DB-HS-1. Protección frente a la Humedad. Para localidades donde particularmente se prevean nevadas frecuentes (p.ej. zonas de montaña) y/o velocidades superiores de viento puede ser necesario aumentar la pendiente para garantizar el grado único de impermeabilidad exigido.

El sistema permite la microventilación efectiva bajo tejas si se cumplen las especificaciones que establece la Norma UNE 136020 y para la entrada y salida de aire, y circulación interior.

Así, se evita localmente la formación de humedades prolongadas de condensación, que pudieran deteriorar el aislamiento térmico. No obstante, la comprobación de la limitación de humedades de condensación superficiales e intersticiales en el cerramiento de la cubierta, deberá realizarse según lo establecido en el Documento de Apoyo al DB-HE / 2 del CTE.

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

#### 11.1.5 HR – Protección frente al ruido

La solución completa de la cubierta debe ser conforme con las exigencias del CTE-DB-HR en lo que respecta a la protección contra el ruido procedente del exterior, definidas en la Tabla 2.1. de dicho Documento, teniendo en cuenta los valores del índice de ruido día, establecidos para la ubicación concreta del edificio.

La justificación del cumplimiento de la exigencia deberá realizarse por el método general, atendiendo a los cálculos expresados en el apartado 3.1.3.4 en los que será necesario tener presentes todos los elementos de flanco de la cubierta, o bien por el método simplificado a través del cumplimiento del punto 3.1.2.5 “Condiciones mínimas de las fachadas, las cubiertas y los suelos en contacto con el aire exterior y la tabla 3.4”. En cualquier caso, se tendrá en cuenta para determinar la conformidad del CTE, la composición concreta de la cubierta con presencia de huecos acristalados o entradas de ventilación existentes en la misma.

Por otro lado, se estudiará la solución constructiva de acuerdo con el punto 5 del Documento DB-HR.

#### 11.1.6 HE-Ahorro de energía

El sistema debe ser contemplado como un tejado convencional a los efectos del cumplimiento del



Documento Básico DB-HE-1 de apoyo del Código Técnico de la Edificación, debiendo justificar la limitación de la demanda energética, así como la ausencia de condensaciones superficiales internas e intersticiales. A tal fin, se considerarán entre otras variables, el espesor y conductividad del panel ASAT zona de España correspondiente.

## 11.2 Limitaciones de la evaluación

No ha sido objeto de evaluación la resistencia al arrancamiento de las fijaciones a soporte, otras configuraciones diferentes a las ensayadas (por ejemplo, pendientes menores a las indicadas), el comportamiento del sistema frente al sismo, ni la durabilidad del acabado estético de las tejas.

## 11.3 Gestión de residuos

Se seguirán las especificaciones del Real Decreto 105/2008 por el que se regula la Producción y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, así como las reglamentaciones autonómicas que sean de aplicación.

## 11.4 Condiciones de servicio

Se considera que la durabilidad del sistema es equiparable a la de las cubiertas con tejados tradicionales, siempre que el tejado instalado esté sometido a un adecuado uso y mantenimiento.

## 11.5 Apariencia y estética

Se destaca la versatilidad de tejados posibles gracias a tanto a los acabados como a los tipos de tejas disponibles para el sistema.

## 11.6 Condiciones de seguimiento

La concesión del DIT está ligada al mantenimiento de un seguimiento anual del control de producción en fábrica del fabricante y si procede de algunas de las obras realizadas. Este seguimiento no significa aval o garantía de las obras realizadas. Para la concesión del presente DIT, el fabricante se ha sometido a la inspección del IETcc equivalente al sistema 1 que establece el Reglamento (UE) 305/2011.

<sup>(15)</sup> La Comisión de Expertos de acuerdo con el Reglamento de concesión del DIT (O.M. de 23/12/1988), tiene como función, asesorar sobre el plan de ensayos y el procedimiento a seguir para la evaluación técnica propuestos por el IETcc.

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

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

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

## 11.7 Otros aspectos

### 11.7.1 Declaración Ambiental de Producto (DAP)

El beneficiario dispone de Declaración Ambiental de Producto, de tipo sectorial (código de registro Global EPD 008-019) para las tejas cerámicas, cuyo contenido no ha sido objeto de evaluación.

### 11.7.2 Información

El beneficiario puede presentar bajo pedido, información del sistema en formato BIM, cuyo contenido no ha sido objeto de evaluación.

## 12. CONCLUSIONES

Considerando:

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

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

## 13. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS <sup>(15)</sup>

Las principales observaciones de la Comisión de Expertos<sup>(16)</sup> en la sesión celebrada fueron las siguientes:

- construcción ni capacitación de operarios intervinientes.
- <sup>(16)</sup> La Comisión de Expertos estuvo integrada por representantes de los siguientes organismos y entidades:
  - Acciona Construcción S.A.
  - Asociación Ibérica de Fabricantes de Impermeabilización (AIFIm)
  - Asociación de empresas de control de calidad y control técnico independientes (AECCTI)
  - Applus+
  - Asociación para el Fomento de la Investigación y la Tecnología de la Seguridad contra incendios (AFITI).
  - Asociación Española de Normalización (UNE).
  - Consejo General de Arquitectos Técnicos de España (CGATE).
  - Control Técnico y Prevención de Riesgos S.A (CPV).
  - Dragados y Construcciones S.A.



1. Sobre este tipo de sistemas no deben actuar ni cargas puntuales ni vibratorias (por ejemplo, antenas o luminarias fijadas directamente a tejas).
2. Conocido el canto de cubierta al que puede conducir el sistema, y dado que el canalón no forma parte del mismo, deberá ponerse especial atención en su diseño, de forma que se garantice la total recogida del agua del faldón correspondiente.
3. Se recomienda comprobar la presencia de la protección de los huecos en los faldones frente a la posible entrada de pájaros.
4. Las juntas de dilatación del edificio se tendrán en cuenta en relación con las juntas del revestimiento.
5. Deberá comprobarse que todos los elementos metálicos que se incorporen al sistema no originen problemas de corrosión. En ambientes con categoría de corrosividad C4 ó C5 según la Norma EN ISO 9223<sup>(17)</sup>, Para ambientes excepcionales de alta exposición a la presencia de cloruros, se recomienda utilizar fijaciones de acero inoxidable AISI 316.
6. Únicamente están cubiertos por el presente documento las bandejas y accesorios fabricados y/o distribuidos por beneficiario del DIT.
7. La circulación sobre la cubierta, (sólo en caso de que proceda por razones de mantenimiento) debe ser especialmente cuidadosa y se deberá contar con líneas de vida.
8. Se recomienda verificar, antes de iniciar la puesta en obra, que la empresa instaladora acredite estar reconocida por el beneficiario del DIT.
9. En fase de proyecto, se recomienda realizar un estudio previo sobre la localización y la geometría de los conductos de las instalaciones, y en particular del paso de los mismos a través de la cubierta.
10. En todo caso, las pendientes deberán quedar justificadas por el fabricante de cara a la utilización de las fijaciones adecuadas según memoria de cálculo del beneficiario.
11. Se recomienda incorporar una copia del presente DIT plus al Libro del Edificio.
12. Se tendrá en cuenta la posible sobrecarga de nieve sobre la cubierta, según el clima del lugar, el tipo de precipitación, el relieve del entorno, la forma la cubierta, los efectos del viento, y los intercambios térmicos en los paramentos exteriores. Asimismo, deben tenerse en cuenta las condiciones constructivas particulares que faciliten la acumulación de nieve.

- 
- ETS de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid
  - ETS de Ingeniería Civil. Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
  - ETS de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas – Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
  - Fomento de Construcciones y Contratas S.A. (FCC).
  - Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA)

- Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) – Laboratorio de Ingenieros del Ejército (LABINGE).
- Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).
- SGS Tecnos, S.A.
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc)

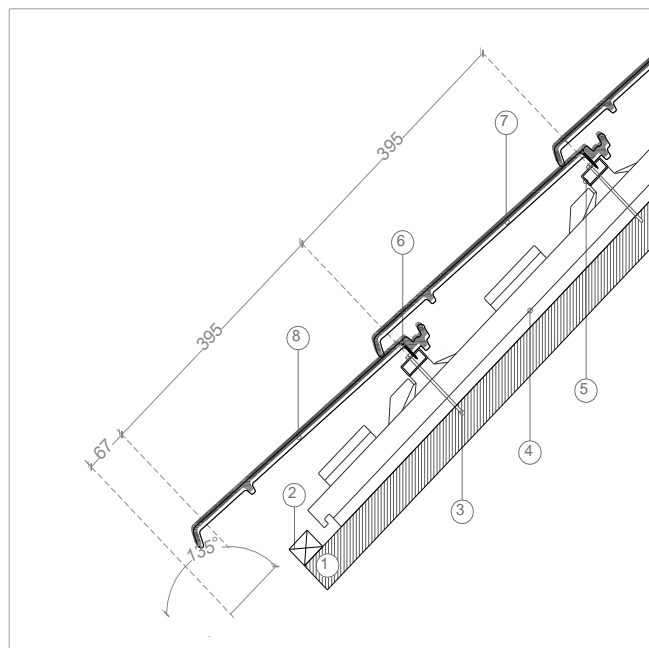
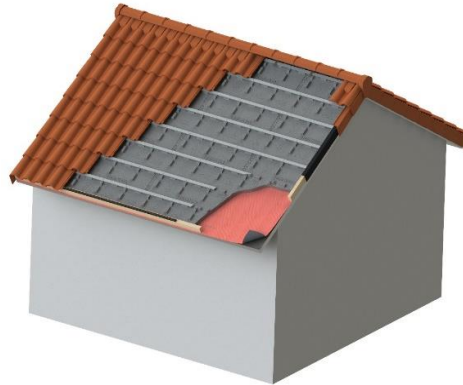
<sup>(17)</sup> UNE-EN ISO 9223:2012. Corrosión de los metales y aleaciones. Corrosividad de atmósferas. Clasificación, determinación y estimación.



## 14. INFORMACIÓN GRÁFICA

NOTA: Los detalles constructivos recogidos en las figuras que siguen son soluciones técnicas simplificadas. La realización del diseño de la cubierta depende de cada edificio y tiene que adaptarse a la normativa vigente. Todas las cotas están en mm.

FIGURA 1. Vista general y ejemplo de configuración



- ① Soporte. Losa de hormigón a 45°(m. 2500x2000x50 mm)
- ② Rastrel madera aprox. 2000x40x35 mm Tecnalia(ud)
- ③ Anclaje panel BorjaSAT a soporte. Tornillo atravesando rastrel.
- ④ Panel aislante BorjaSAT(orientación vertical - rastreles a 395mm)
- ⑤ Rastreles. Perfil Usæcc. rectangular 40x20 mm, 6uds)
- ⑥ Fijación teja-rastrel. Tornillo auto-taladrante sobre el rastrel(ñ todo caso fijar toda teja del perímetro de cada faldón)
- ⑦ Tejas Borja TECNICA-10 fijadas mecánicamente
- ⑧ Tejas Borja TECNICA-10(75x262mm, ancho útil 220m, 3'05kg/teja)



**FIGURA 2.** Tejas BORJA

- a) Teja cerámica plana FLAT-10



- b) Teja cerámica plana FLAT-11



- c) Teja cerámica plana FLAT-5XL



- d) Teja cerámica mixta TB-10 TECH



- e) Teja cerámica mixta TBS+



- f) Teja cerámica mixta TB-12®



- g) Teja cerámica mixta TB-4®



- h) Teja cerámica marsellesa ALICANTINA-12



- i) Teja cerámica marsellesa TECNICA-10



- j) Teja cerámica curva cobija, (izq., vista desde arriba) C-50 21 Celler® y teja cerámica curva canal Talón 50/45 (dcha, vista desde abajo)



**FIGURA 3. Ejemplos de piezas auxiliares**

a) Pieza coordinada media teja FLAT-10



f) Pieza no coordinada caballete 3 vías TB-10 TECH



b) Pieza coordinada lateral de encaje para tejas FLAT-5XL, FLAT 10, TECHNICA-10, FLAT-11



g) Piezas coordinadas laterales de encaje para tejas TB-10 TECH



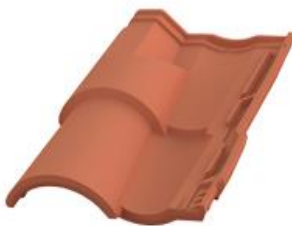
c) Pieza no coordinada caballete angular FLAT-5XL, FLAT 10 y TÉCNICA-10



h) Pieza no coordinada caballete para tejas TB-4, TB-12, Celler C-50/21



d) Pieza coordinada para teja de ventilación TB-4



i) Pieza no coordinada para final limatesa circular



e) Piezas coordinadas laterales curvas TB-4

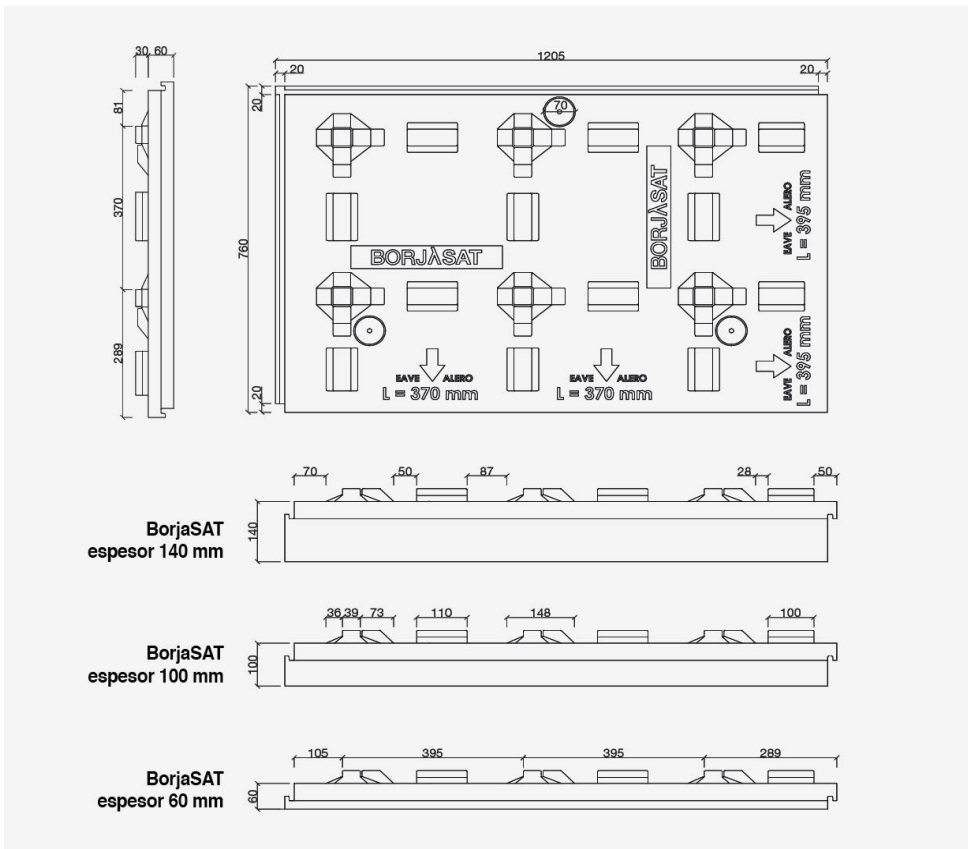


j) Pieza no coordinada remate de caballete

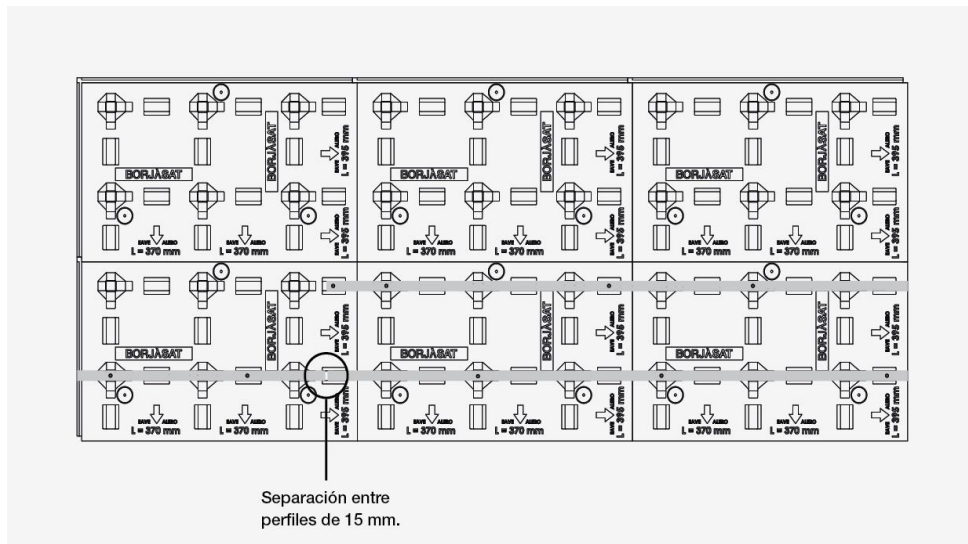




**FIGURA 4.** Detalles técnicos de Placa aislante λSAT y sus fijaciones a soporte



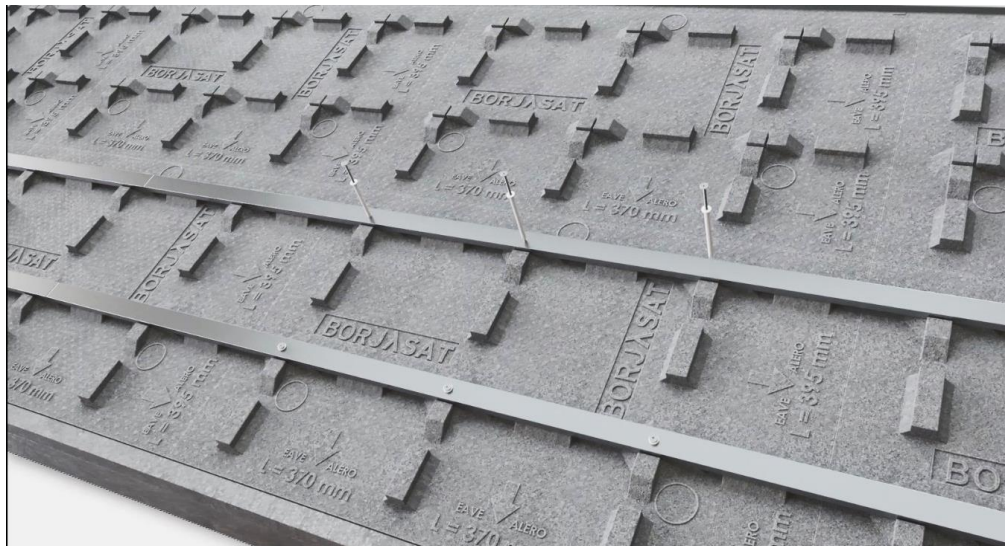
- Para BorjaSAT 60 mm - Tornillo de 120 mm o superior.
- Para BorjaSAT 100 mm - Tornillo de 160 mm o superior.
- Para BorjaSAT 140 mm - Tornillo de 200 mm o superior.



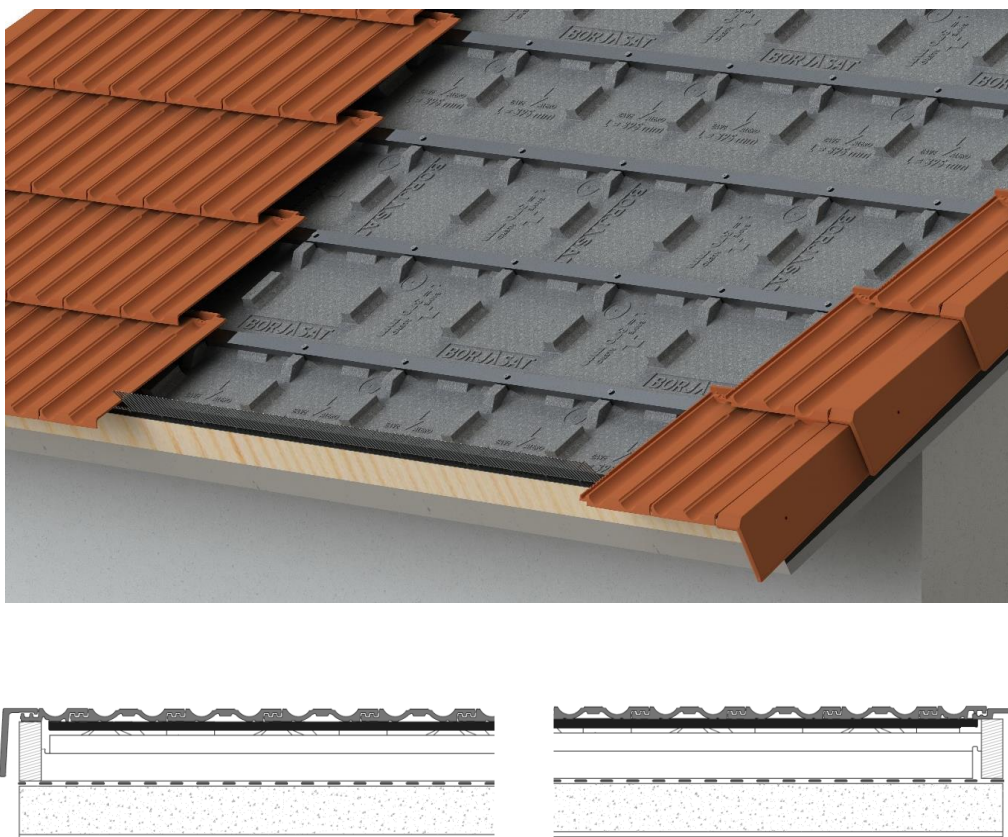
**FIGURA 5.** Paso 1: Instalación de lámina flexible de impermeabilización sobre soporte



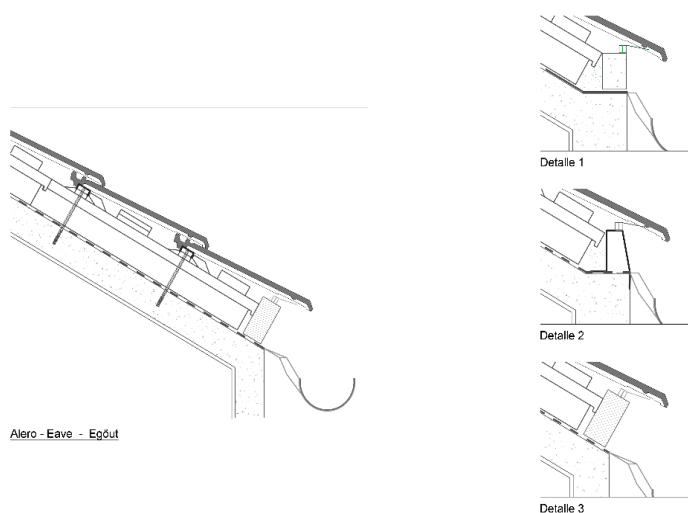
**FIGURA 6.** Paso 2: Instalación de placas λSAT y de rastreles metálicos



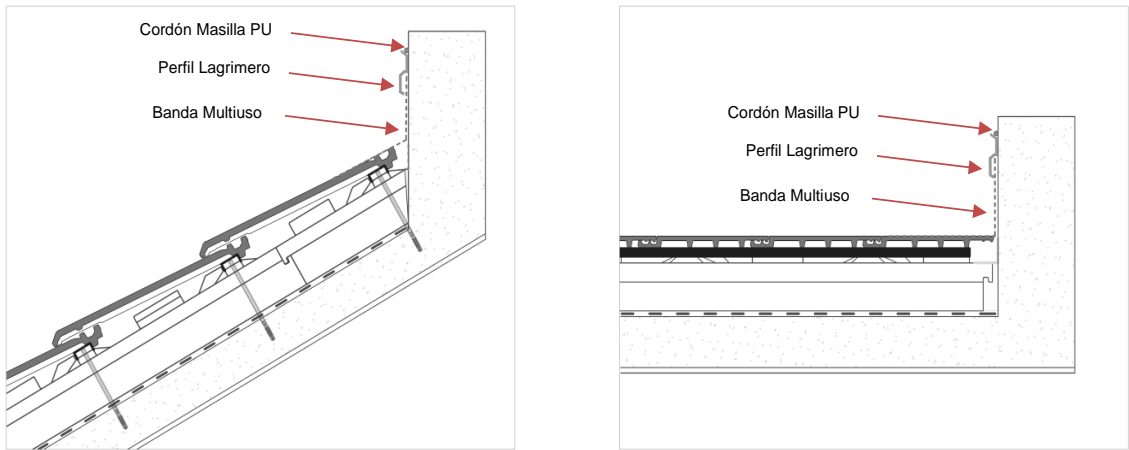
**FIGURA 7.** Instalación de remates laterales y tejas (desde lateral del faldón)



**FIGURA 8.** Resolución de puntos singulares. Instalación de tejas (arranque de alero)



**FIGURA 9.** Resolución de puntos singulares. Encuentros con paramentos.



Nota: La estanquidad del cordón sellador de poliuretano supone un adecuado mantenimiento periódico

**FIGURA 10.** Resolución de puntos singulares. Cumbre y cumbre monopendiente

