



DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA:

N.º 640p/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:

Tectum® Pro

Beneficiario:

BMI Roofing System, S.L.U. (Grupo BMI)

Sede social:

Ctra. Villaluenga a Cobeja, km 3,5
45520 Villaluenga de la Sagra (Toledo). España
Tel.+34 92530708 • información.es@bmigroup.com
www.bmigroup.com/es • www.bmigroup.com/pt

Lugar de fabricación:

1. Carretera Villaluenga a Cobeja, km 3,5. 45520 Villaluenga de la Sagra (Toledo). España
2. P.I. El Mugerón, III Fase - C/ Toneleros, n.º 2. 02640 Almansa (Albacete). España
3. Estrada Nacional 361-1. 2565-594 Outeiro da Cabeça. (Torres Vedras). Portugal
4. Carretera de Adanero n.º 2. 05290 Sanchidrián (Ávila). España

**Validez. Desde:
Hasta:**

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

Este Documento consta de 22 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 DITplus) 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 DITplus 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.º 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 640p/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 DITplus,
- 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 BMI Roofing System S.L.U., para la RENOVACIÓN del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA DITplus 640p/19 al sistema de tejados Tectum® Pro,
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras y fábricas realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, los informes de los ensayos realizados en el IETcc [recogidos en los expedientes n.º 21843 y n.º 22980 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 640p/24, al sistema **Tectum® Pro**, considerando que:

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



CONDICIONES GENERALES

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA evalúa exclusivamente el sistema constructivo propuesto por el beneficiario, 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 y bajo pedido, el beneficiario comprobará, de acuerdo con las condiciones de cálculo indicadas en el Informe Técnico de este DITplus, 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 el beneficiario del DIT plus o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por éste, bajo su control y asistencia técnica. Dichas empresas garantizarán que la puesta en obra del sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente Documento, respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos. Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones durante el montaje, a los riesgos de caída de cargas suspendidas, de protección de personas y, en general, se tendrán en cuenta las disposiciones contenidas en los reglamentos vigentes de Seguridad y Salud en el Trabajo.

CONDICIONES DE CONCESIÓN

Debe tenerse en cuenta que los principales componentes del sistema quedan cubiertos por los respectivos campos de aplicación de las normas armonizadas EN 1304, EN 490, EN 13163 y EN 13859-1. La entrada en vigor de estas normas establece la obligatoriedad para los fabricantes de emitir las correspondientes Declaraciones de Prestaciones (marcados 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 declaraciones de prestaciones y de sus correspondientes marcado CE. Este DIT plus no exime al fabricante de mantener en vigor dichos marcados CE.

VALIDEZ

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA plus N° 640p/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 DIT plus, 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 «Tectum® Pro» 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 tres configuraciones: T-397, T-380, T-320, diferenciadas entre sí por la distancia entre rastreles (397, 380 y 320 mm, respectivamente). Las variables de diseño preliminar⁽¹⁾ se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Configuraciones del sistema

Config.	Pendiente mínima	Tipos de teja (<i>junta</i>)	Modelo de teja
T-397	14° (25%)	Cerámica mixta (<i>recta</i>)	Véase Tabla 2 y Fig.2
	19,5° (37 %)	Cerámica marsellesa (<i>recta, tresbolillo</i>)	
T-380	14° (25%)	Cerámica mixta (<i>recta</i>)	Véase Tabla 2 y Fig.3
	19,3° (35 %)	Cerámica marsellesa (<i>recta, tresbolillo</i>)	
T-320	14° (25%)	Cerámica plana (<i>recta, tresbolillo</i>)	Véase Tabla 2 y Fig.4
	24,7° (46%)	Hormigón perfil plano (<i>tresbolillo</i>)	
	14° (25%)	Hormigón perfil ondulado (<i>recta</i>)	Véase Tabla 3 y Fig.4
		Hormigón perfil doble romana (<i>recta</i>)	
Hormigón perfil árabe (<i>recta</i>)			

3. MATERIALES Y COMPONENTES

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

- Tejas y piezas auxiliares BMI.
- Placas de aislamiento térmico Clima Pro®.
- Rastreles metálicos BMI, fijaciones y sellantes.
- Láminas flexibles de impermeabilización BMI y componentes para resolver puntos singulares.

3.1 Tejas y piezas auxiliares BMI

Tejas con declaración de prestaciones y marcado CE y marca de calidad certificada, que incluyen diversos acabados⁽²⁾. Pueden ser cerámicas⁽³⁾ de doble encaje en cabeza y lateral, no hidrofugadas (tipos indicados en Tabla 2), o bien de hormigón⁽⁴⁾ (tipos indicados en Tabla 3). Las principales características se indican en las Tablas 4 y 5.

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

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

Tabla 2. Tipos de tejas cerámicas

Configuración. Teja cerámica	Acabados	Masa* (kg/m ²)	N.º Tejas* (ud/m ²)	
T-397 Mixta	Duna	M: Rojo (natural), Marrón P: Medio, Arena ocre, Platea, Mistral, Vulcano, Valterra, Artis y Antigua	41,0	10,5
	Klinker Hydra	M: Rojo (natural), P: Ébano, Havana, Magma, Cadaqués	42,5	~10,5
	Klinker K2	M: Rojo (natural), Marrón P: Ébano: Rojo viejo, Viejo Castilla, Magma, Mistral, Ocre Castilla, Cadaqués	45,2	~10,5
T-380 Mixta	Lógica Lusa	M: Rojo (natural), Marrón P: Ébano, Cobre, Magma, Camel, Canela, Azul cobalto, Esmeralda, Azamor, Sahara, Rubí, Nat Vidriado	46,0	12,0
	Lusa MG Plus	M: Rojo (natural), P: Rústico	47,4	12
	S12	M: Rojo (natural), Roma	45,6	12
T-380 Marsellesa	Piemontesa	M: Rojo (natural) P: Envejecido, Campestre, Falésia, Flameada	47,3	13,5
	Marselha MG Plus	M: Rojo (natural)	43,1	12
T-380 Marsellesa	Klinker Virtus	M: Rojo (natural), P: Magma, Ébano, Havana	40,3	11,5
	Lógica Plana / Emotions	M: Rojo (natural) P: Ébano, Luna, Glaciar, Azul Dubai, Magma, Galena, Natura Black, Natura Terra, Natura Rust, Natura Greyline, Corten	50,6	11

* Nota: Valor aproximado

Tabla 3. Tipos de tejas de hormigón

Configuración. Teja hormigón	Acabados	Masa* (kg/m ²)	N.º Tejas* (ud/m ²)	
T-320 Perfil plano	Plana	M: Jaca, Rojo Viejo, Gris Pizarra P (slurry): Grafito, Galena, Rojo Artesano, Evolution (Ébano)	52,5	10,5
T-320 Perfil doble romana	Universal	M: Mediterránea, Marrón, Rojo, Rojo viejo, Gris Pizarra P (gránulo): Rojo, Gris Pizarra, Marrón	44,1	10,5
T-320 Perfil árabe	Guadarrama	P: Musgo Seco, Musgo Verde	44,1	10,5
	Teide/Evo	P: Albero, Bronce, Oro, Terracota, Grafito, Mare Nostrum, Evolution (Ébano, Gris Pizarra y Marrón)		
	Gredos masa	P: Rojo, Rojo Viejo, Gris Pizarra y Arena Quemada, Evolution (Rojo Viejo)		
	Gredos granulado	P: Rojo, Gris Pizarra, Marrón		
Latina	M: Ibérica, Ibérica rústica, Ardosia, Cerámica rústica			

* Nota: Valor aproximado

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

⁽⁴⁾ Conformes con Anejo ZA de norma UNE-EN 490:2012. Tejas y piezas de hormigón para tejados y revestimiento de muros. Especificaciones de producto.



Tabla 4. Características declaradas de tejas cerámicas

Cerámica	Característica	Valor
Duna	Longitud x anchura (mm)	454 x 288 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm ³ /cm ² /día)	≤ 0,8 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 1200
	Resistencia a helada (n° ciclos)	≥ 150
	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B _{ROOF} (t1/t2/t3)
Klinker Hydra	Longitud x anchura (mm)	458 x 291 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm ³ /cm ² /día)	≤ 0,8 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 1200
	Resistencia a helada (n° ciclos)	≥ 150
	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B _{ROOF} (t1/t2/t3)
Klinker K2	Longitud x anchura (mm)	483 x 325 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm ³ /cm ² /día)	≤ 0,8 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 1200
	Resistencia a helada (n° ciclos)	≥ 150
	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B _{ROOF} (t1/t2/t3)
Klinker Virtus	Longitud x anchura (mm)	458 x 258 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm ³ /cm ² /día)	≤ 0,8 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 900
	Resistencia a helada (n° ciclos)	≥ 150
	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B _{ROOF} (t1/t2/t3)
Lógica Lusa	Longitud x anchura (mm)	451 x 273 [± 2%] 456 x 276 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm ³ /cm ² /día)	≤ 0,8 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 1200
	Resistencia a helada (n° ciclos)	≥ 150
	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B _{ROOF} (t1/t2/t3)
Lusa MG Plus	Longitud x anchura (mm)	442 x 262 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm ³ /cm ² /día)	≤ 0,8 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 1200
	Resistencia a helada (n° ciclos)	≥ 90
	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B _{ROOF} (t1/t2/t3)
Piemontesa	Longitud x anchura (mm)	444 x 258 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm ³ /cm ² /día)	≤ 0,8 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 1200
	Resistencia a helada (n° ciclos)	> 90
	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B _{ROOF} (t1/t2/t3)
S12	Longitud x anchura (mm)	444 x 275 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm ³ /cm ² /día)	≤ 0,8 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 1200
	Resistencia a helada (n° ciclos)	> 90 ciclos
	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B _{ROOF} (t1/t2/t3)
Marselha MG Plus	Longitud x anchura (mm)	462x 264 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm ³ /cm ² /día)	≤ 0,8 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 900
	Resistencia a helada (n° ciclos)	> 90
	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B _{ROOF} (t1/t2/t3)
Lógica Plana / Emotions	Longitud x anchura (mm)	458 x 286 [± 2%] 456 x 284 [± 2%]
	Rectitud /alabeo [%]	≤ 1,5
	Impermeabilidad (cm ³ /cm ² /día)	≤ 0,8 (v. medio)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 900
	Resistencia a helada (n° ciclos)	≥ 150
	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B _{ROOF} (t1/t2/t3)

Tabla 5. Características declaradas de tejas de hormigón

Hormigón	Característica	Valor
Plana	Longitud x anchura (mm)	430 x 333
	Planicidad [≥ 3 mm]	+ 3 mm
	Impermeabilidad	Sin goteo (20 h)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 1200
	Resistencia a helada (n° ciclos)	≥ 25
	Reacción al fuego	A2-s1, d0
	Comportamiento frente al fuego	B _{ROOF} (t1/t2/t3)
Universal	Longitud x anchura (mm)	420 x 330
	Planicidad [≥ 3 mm]	+ 3 mm
	Impermeabilidad	Sin goteo (20 h)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 2000
	Resistencia a helada (n° ciclos)	≥ 25
	Reacción al fuego	A1
	Comportamiento frente al fuego	B _{ROOF} (t1/t2/t3)
Guadarrama	Longitud x anchura (mm)	420 x 331
	Planicidad [≥ 3 mm]	+ 3 mm
	Impermeabilidad	Sin goteo (20 h)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 2000
	Resistencia a helada (n° ciclos)	≥ 200
	Reacción al fuego	A2-s1, d0
	Comportamiento frente al fuego	B _{ROOF} (t1/t2/t3)
Teide	Longitud x anchura (mm)	420 x 331
	Planicidad [≥ 3 mm]	+ 3 mm
	Impermeabilidad	Sin goteo (20 h)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 2000
	Resistencia a helada (n° ciclos)	≥ 200
	Reacción al fuego	A2-s1, d0
	Comportamiento frente al fuego	B _{ROOF} (t1/t2/t3)
Gredos masa	Longitud x anchura (mm)	420 x 331
	Planicidad [≥ 3 mm]	+ 3 mm
	Impermeabilidad	Sin goteo (20 h)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 2000
	Resistencia a helada (n° ciclos)	≥ 200
	Reacción al fuego	A2-s1, d0
	Comportamiento frente al fuego	B _{ROOF} (t1/t2/t3)
Gredos granulado	Longitud x anchura (mm)	420 x 331
	Planicidad [≥ 3 mm]	+ 3 mm
	Impermeabilidad	Sin goteo (20 h)
	Resistencia a flexión [N]	≥ 2000
	Resistencia a helada (n° ciclos)	≥ 200
	Reacción al fuego	A2-s1, d0
	Comportamiento frente al fuego	B _{ROOF} (t1/t2/t3)

Las piezas auxiliares BMI, coordinadas o no (según encajen dimensionalmente con adyacentes) se indican en las Tablas 6 y 7 y en las Figuras 5 y 6:

Tabla 6. Piezas auxiliares de tejas cerámicas

Teja cerámica	Piezas coordinadas	Piezas no coordinadas
Duna	Remates laterales dcha. e izq. ventilación, soporte de chimenea	Caballete a 2,3 y 4 aguas, remate angular, final de limatesa, tapas, pináculos, chimenea
Klinker Hydra		
Klinker K2		
Klinker Virtus		
Lógica Lusa		
Lusa MG Plus		
Piemontesa		
S12		
Marselha MG Plus		
Lógica Plana / Emotions		

Tabla 7. Piezas auxiliares de tejas de hormigón

Teja de hormigón	Pieza coordinada común	Pieza no coordinada común
Plana	- Salida circular	- Final de limatesa
Universal	- Cambio de pendiente	- Principio / final cumbre
Guadarrama	- Ventilación	- Encuentro a tres aguas
Teide	- Remates laterales	- Pieza ornamental
Gredos Masa	- Remates laterales	- Caballete
Gredos granul.	- Tejas de alero	- Remate angular



3.2 Placas Clima Pro® de aislamiento térmico

Placas prefabricadas con declaración de prestaciones y marcado CE⁽⁵⁾, compuesta por base de poliestireno expandido de baja conductividad térmica con densidad de 15 g/cm³, y capa superior de poliestireno expandido estándar con densidad de 30 g/cm³, y características indicadas en la Tabla 8. Sus bordes mecanizados permiten el ensamblaje perimetral; en cara superior, presentan dos filas de resaltes para la colocación de rastreles y ventilar las tejas, así como marcas para anclajes plásticos opcionales (Figura 7).

Tabla 8. Características declaradas Placa Clima Pro®

Característica	T-397	T-380	T-320
Longitud (mm)	1200	1200	1200
Anchura (mm)	794	760	640
Espesor (mm)	50-60-80-100-120-140-160		
Reacción al fuego (clase)	E		
Estabilidad (%) dimensional*	DS(N)2	± 0,2	
	DS(70,90)1	≤ 1	
Conductividad térmica declarada λ_D (W/m.K)	0,032		
Absorción de agua a largo plazo por inmersión total (%) nivel: WL(T)3	≤ 3		
Resist. (kPa) a compresión**	CS(10)90	≥ 90	
* Niveles declarados de estabilidad dimensional - DS(N)2: Δ máx. relativa de longitud y anchura a 23 °C y 50% HR. - DS(70,90)1: Δ máx. relativa de longitud, anchura y espesor tras 48 h a 70°C y 90% HR. ** Nivel decl. tensión de compresión al 10% de deformación.			

3.3 Rastreles BMI

Perfiles con declaración de prestaciones y marcado CE⁽⁶⁾ en U de chapa plegada en frío de acero galvanizado en caliente (≥ 180 g/m²), de 1,9 m de largo, ancho 40 mm y alto 15 mm, esp. 0,8 mm, para fijar o apoyar tejas y pretaladrados para facilitar su anclaje (ref. 9U401508P).

3.4 Fijaciones y sellante

3.4.1 Fijación de tejas a rastreles BMI

Las tejas se fijan a los rastreles con tornillos autorroscantes, en acero de bajo contenido en carbono tipo 1.1151 (equivalente a AISI C 1022) con revestimiento fosfatado negro 48 h⁽⁷⁾, fuste de dimensiones LxØ (mm) 45x3,5 o bien, 35x3,5 con paso de rosca 1,5 mm, cabeza tipo trompeta, huella Philips y punta autotaladrante.

⁽⁵⁾ Conformes con Anejo ZA de UNE-EN 13163:2013+A1. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación.
⁽⁶⁾ Conformes con Anejo ZA de UNE-EN 10346:2015. Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro.
⁽⁷⁾ Se deberá consultar al beneficiario la adecuación de su exposición a la categoría de corrosividad atmosférica del ambiente según Tabla A.2. del Anexo A de la versión vigente de la norma UNE-EN ISO 9224:2012. Corrosión de los metales y aleaciones. Corrosividad de atmósferas. Valores

3.4.2 Anclajes de rastrel BMI y placa Clima Pro®

Anclajes para hormigón con declaración de prestaciones y marcado CE, compuesto por vaina de poliamida PA 6 y tornillos M8 de acero con recubrimiento electrocincado de espesor > 5 µm⁽⁸⁾ o bien de acero inoxidable. Para madera se utilizarán tirafondos para madera con declaración de prestaciones y marcado CE, del mismo material y fuste parcialmente roscado. Las características declaradas y otros aspectos a considerar en su prescripción se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Características declaradas de anclajes

Soporte	Esp. Placa	Long. (mm)	Instalación	Resistencia
Hormigón C20/25 (res. car. mín. compresión $f_{ck,cyl}$ 20 MPa)	≤ 60	120	- Ø taladro - Prof. Taladro	- Tracción - Cortante
	≤ 100	160	- Esp. soporte	- Flexión - Arranque
	≤ 140	200	- Rango temp. - Limpieza	
Madera Clase uso 1 (interior sin exposición a la intemperie)	≤ 60	130	- Esp. soporte	- Tracción - Cortante
	≤ 100	160	- Especie madera	- Flexión - Arranque
	≤ 140	200	- Limpieza	

3.4.3 Anclajes opcionales de placa Clima Pro®

Anclajes plásticos con declaración de prestaciones y marcado CE conforme a ETE vigente, compuesto por tornillo de acero galvanizado o inoxidable, vaina y rosca 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 Divoroll Dichtmasse de poliuretano elástico. Se aplica vertiéndolo directamente sobre la perforación y antes de introducir el anclaje, para así prevenir la entrada de agua.

3.5 Láminas flexibles impermeabilizantes BMI

Láminas flexibles multicapa prefabricadas con declaración de prestaciones y marcado CE⁽⁹⁾, para uso general o especial⁽¹⁰⁾. Las composiciones y características se indican en la Tabla 10. Los nombres comerciales son:

- Divoroll Ecotech 145 (ref. 7042605) compuesta por capas sup. e inf. de polipropileno de color negro, con malla integrada, y película difusora de vapor incluida, para uso general sobre soportes de madera.

de referencia para las categorías de corrosividad (ISO 9224:2012). (Ratificada por AENOR en marzo de 2012.)
⁽⁸⁾ Sin aparición de corrosión en el recubrimiento (corrosión blanca) durante 48 h, en cámara de niebla salina neutra según norma UNE-EN ISO 4042:2019. Elementos de fijación. Recubrimientos electrolíticos. (ISO 4042).
⁽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.
⁽¹⁰⁾ 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%).



- Divoroll Elite Hyper 200 SK2 (ref. 7043049) compuesta por capa superior de polipropileno de color azul, capa de aluminio, refuerzo de fibra y capa inferior de polipropileno de color gris, para uso general o especial sobre los soportes previstos.
- Divoroll Universal +2S (ref. 7044674) compuesta por 4 capas con cintas adhesivas de refuerzo en ambos lados.

Tabla 10. Características declaradas de sellantes

Característica	Divoroll Ecotech 145	Divoroll Elite Hyper 200 SK2	Divoroll Universal +2S
Reacción al fuego	E		
Dimensiones (m)	50 x 1,5		
Rectitud (mm/10 m)	< 30 [-0,5+1,5%]		
Masa superf.(g/m ²)	145 [±10]	200 [±10]	160 [±10]
R. Penetración agua (clase)	W1		
Transm. vapor agua (Sd)	0,03	0,03	0,03
Rotura tracción (N/50 mm) (L)	250 [±30]	520 [±20]	450 [±35]
Rotura tracción (N/50 mm) (T)	230 [±30]	440 [±20]	360 [±35]
R. desgarro con clavo (N)	180 [±30]	440 [±20]	350 [±30]
Flexibilidad a baja temp. (°C)	-20		
Estabilidad dimensional (%)	< 2		

3.6 Componentes opcionales BMI

Los componentes opcionales para resolver los puntos singulares de la impermeabilización se indican en Tabla 11.

Tabla 11. Componentes de impermeabilización

Lámina	Accesorio genérico (uso previsto)
Divoroll Ecotech 145	<ul style="list-style-type: none"> Cinta Divoroll para solape de láminas. Wakaflex o Easy Flash: Bandas impermeables multiuso.
Divoroll Elite Hyper 200 SK2	<ul style="list-style-type: none"> Metalroll, Dryroll y Figaroll Plus: Bandas impermeables / transpirables para cubreras ventiladas. Soporte metálico de caballete, para construir la cubrera. Gancho para cubrera: Elemento de sujeción de las piezas de caballete en la línea de cubrera ventilada.
Divoroll Universal +2S	<ul style="list-style-type: none"> Limahoya flexible y Limahoya metálica: Elementos de recogida de aguas pluviales en uniones de faldones. Rastrel de alero liso o Rejilla Metalvent: Ventilación de alero y barrera antipájaros.

4. FABRICACIÓN

4.1 Plantas de fabricación

Las tejas y piezas auxiliares BMI son los únicos componentes del sistema fabricados por el beneficiario (Tablas 12 y 13). El resto de

componentes son fabricados por proveedores del Grupo BMI o bien externos, con acuerdos de calidad concertada:

- Láminas auxiliares: BMI Ennepental (Alemania)
- Complementos: BMI Ennepental (Alemania)
- Placas Clima Pro: Proveedor externo (España)
- Fijaciones: Proveedor externo (España)

Tabla 12. Plantas de fabricación tejas cerámicas

Cerámica	Piezas	Planta
Duna	Estándar y caballete (aux. no coordinada)	Villaluenga de la Sagra
	Auxiliares (coordinadas o no)	S. Francisco
Klinker Hydra	Estándar	Almansa
	Auxiliares (coordinadas o no)	
Klinker K2	Estándar	Outeiro
	Auxiliares (coordinadas o no)	
Lógica Lusa	Estándar	S. Francisco
	Auxiliares (coordinadas o no)	Outeiro
Lusa MG Plus	Estándar	S. Francisco
	Auxiliares (coordinadas o no)	Villaluenga de la Sagra
Piemontesa	Estándar	S. Francisco
	Auxiliares (coordinadas o no)	Villaluenga de la Sagra
S12	Estándar	S. Francisco
	Auxiliares (coordinadas o no)	Outeiro
Marselha MG Plus	Estándar	S. Francisco
	Auxiliares (coordinadas o no)	Almansa
Klinker Virtus	Estándar	Almansa
	Auxiliares (coordinadas o no)	Almansa
Lógica Plana	Estándar	Almansa
	Auxiliares (coordinadas o no)	Almansa

Direcciones de fábricas de piezas auxiliares:
 Ctra EN 361-1, 12565-594 Quinta de S. Francisco. Portugal
 Ctra EN 361-1, 2565-594 Ramalhal. Outeiro da Cabeça. Portugal

Tabla 13. Plantas de fabricación tejas hormigón

Hormigón	Piezas	Planta
Plana	Estándar	Sanchidrián
	Auxiliares (coordinadas o no)	Arévalo
Guadarrama	Estándar	Sanchidrián
	Auxiliares (coordinadas o no)	Arévalo
Teide	Estándar	Sanchidrián
	Auxiliares (coordinadas o no)	Arévalo
Gredos masa	Estándar	Sanchidrián
	Auxiliares (coordinadas o no)	Sanchidrián Arévalo
Gredos granulado	Estándar	Sanchidrián
	Auxiliares (coordinadas o no)	Sanchidrián Arévalo
Universal	Estándar	Sanchidrián
	Auxiliares (coordinadas o no)	Arévalo

Direcciones de fábricas de piezas auxiliares
 - Ctra. A-6 km 128. 05200 Arévalo, Ávila

4.2 Proceso de fabricación de las tejas

4.2.1 Tejas cerámicas BMI

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.



4.2.2 Tejas de hormigón BMI

Una vez seleccionadas las arenas y controlado su contenido de humedad, éstas se mezclan con cemento, agua y con los aditivos específicos (p.ej. pigmentos) según dosificación considerada. A continuación, se obtiene la forma de la pieza por molde. Después, se procede a su pintado y marcado, incluyendo identificación de teja, planta, fecha y hora de fabricación. Posteriormente se introducen en la cámara de curado, donde se mantienen durante un tiempo determinado de fraguado en condiciones controladas de temperatura y humedad relativa. Finalmente, se paletizan y se protegen con film.

5. CONTROL DE CALIDAD

5.1 Fabricación de tejas BMI

Se realizan como mínimo los controles indicados en Tablas 14 y 15 (cerámica) y 16 (hormigón). Cada pieza fabricada es conforme con los valores de su respectiva marca de calidad certificada (Marca N o Certif) y declaración de prestaciones (DdP).

Tabla 14. Controles de fabricación en plantas n.º 1 y 2

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	Marcado nº lote	1 / hora
	Pre-taladro fijación	2 / turno
	Peso teja	2 / turno
	Aspecto visual tejas	1 / hora
Cocción	Parámetros de cocción	Continuo
Producto acabado	Defectos, control marcado, longitud, ancho	Diario
	Alabeo, rectitud	Diario
	Resistencia a flexión	Semanal
	Permeabilidad al agua	Mensual
	Heladicidad	Trimestral

Tabla 15. Controles de fabricación en planta n.º 3

Control	Característica	Frecuencia
Materias primas	Calcimetría y granulometría	Por cada lote de arcilla construido
	Espesor de láminas	1 / día
Condiciones de extrusión	Humedad, granulometría, presión, vacío	5 / semana
	Longitud, anchura, espesores, pesos galletas	1 / día
Prensado y teja en verde	Marcado nº lote	Continuo
	Pre-taladro fijación	Cada cambio de modelo
Cocción	Parámetros de cocción	Continuo
Producto acabado	Defectos, control marcado, longitud, ancho	Diario
	Alabeo, rectitud	Semanal
	Resistencia a flexión	Semanal
	Permeabilidad al agua	Trimestral
	Heladicidad	Trimestral

Tabla 16. Controles de fabricación en planta n.º 4

Control	Característica	Frecuencia
Materias primas	Comp. y granulometría arena	Diario
	Comp. cemento, pigmento y aditivos hidrofugantes	Diario
Proceso de producción	Contenido de humedad	Continuo
	Parámetros de amasado	Continuo
	Moldeado y desencofrado	Continuo
	Parámetros de fraguado	Continuo
	Desapilado, empaquetado	Continuo
Producto acabado	Defectos, control marcado, alabeo, rectitud, longitud, ancho	Diario
	Resistencia a flexión	Semanal
	Permeabilidad al agua	Mensual
	Heladicidad	Trimestral

5.2 Fabricación de otros componentes

El beneficiario ha acordado controles de materias primas, producción y producto acabado, según se indica en la Tabla 17 (Placas Clima Pro®) y Tabla 18 (láminas de impermeabilización)

Tabla 17. Controles de fabricación de placa Clima Pro®

Control	Característica	Frecuencia
Materia prima	Registro certificado de proveedor	Cada lote
Proceso de producción	Parámetros de pre-expansión, reposo y expansión	Continuo
	Aspecto visual tras modelo	
Producto acabado	Resistencia a compresión	Directo o indirecto según UNE-EN 13163
	Resistencia térmica	
	Estabilidad dimensional	Cada cambio proveedor
	Absorción de agua a largo plazo	

Tabla 18. Controles de fabricación de láminas

Control	Característica	Frecuencia
Materias primas	Parámetros según film	Interno
Proceso de producción	Parámetros según film	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
	Prop. 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 la penetración del aire	1 / año

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

6.1 Tejas y piezas auxiliares BMI

Cada pieza se identifica durante el molde mediante nombre, molde, turno, planta, y fecha de fabricación. En el etiquetado del palé se incluyen al menos los siguientes datos: Nombre, acabado, n.º 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 Clima Pro® indica el tipo, dimensiones, n.º 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 m²/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 impermeabilizante BMI

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 8).

7.2.2 Placas Clima Pro® 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. 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 (Figuras 9 y 10).

7.2.3 Aleros y remates laterales

Se utilizarán escuadrías de madera 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. Lateralmente se requieren chapas metálicas para proteger a las placas Clima Pro® del viento y la lluvia (Figuras 11 y 12).

7.2.4 Instalación de tejas BMI

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 las normas UNE 136020⁽¹¹⁾ y UNE 127100⁽¹²⁾.

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 cumbresas se realizan mediante los componentes y piezas específicas que el sistema dispone y que se muestran en las figuras referidas (Fig. 13, 14, 15 y 16).

7.3 Mantenimiento y reparación

Deberán disponerse de medidas adecuadas (anclajes, tejas de escalón, pasarelas, calzado, etc.,) que posibiliten su mantenimiento por personal autorizado y según la normativa de seguridad aplicable. Deberán realizarse como mínimo, las operaciones indicadas en la Tabla 19.

Tabla 19. Mantenimiento mínimo

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	Trianual
	Retirada nieve acumulada	Lo antes posible
Puntos singulares	Comprobación del estado de conservación	Trianual

⁽¹¹⁾ UNE 136020:2004. Tejas cerámicas. Código de práctica para el diseño y el montaje de cubiertas con tejas cerámicas.

⁽¹²⁾ UNE 127100:1999. Tejas de hormigón. Código de práctica para la concepción y el montaje de cubiertas con tejas de hormigón.



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⁽¹¹⁾ para tejas cerámicas y de la norma UNE 127100⁽¹²⁾ para tejas de hormigón.

9. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

Según el beneficiario, han sido instalados aproximadamente 300000 m² desde 2018. Asimismo, ha suministrado al IETcc varias 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⁽¹³⁾ y pruebas de carga presentados para la evaluación, y comprobación de la memoria de cálculo del beneficiario.

10.1 Ensayos de identificación

Tabla 20. Tejas y otros componentes

Componente	Característica	Valor
Teja cerámica mixta doble encaje (Klinker K2)	Rectitud (plano) mm	0,20
	Rectitud de arista (mm)	1,22
	Q.rotura a flexión (N)	3815
Teja de hormigón perfil árabe (Gredos)	Longitud de cuelgue (mm)	398
	Anchura efectiva (c _w) (mm)	299
	Q.rotura a flexión (N)	2930
Rastrel BMI	Espesor de chapa (mm)	0,82

⁽¹³⁾ Véanse informes asociados al Exp. IETcc 21.893. Los procedimientos de ensayo se indican en los respectivos Informes.

⁽¹⁴⁾ CEN/TR 15601:2012. *Hygrothermal performance of buildings - Resistance to wind-driven rain of roof coverings with discontinuously laid small elements – Test methods.*

10.2 Ensayos de aptitud de empleo

10.2.1 Componentes

Tabla 21. Rastrel y fijación

Componentes	Característica	Valor
Tornillo fijación teja y rastrel BMI	Resistencia al arranque. (Carga rotura, valor característico)	336 N (deformación local del perfil)
	Resistencia al punzonamiento. (Carga rotura, valor característico)	1680 N (deformación local del perfil)

10.2.2 Estanquidad frente a lluvia y viento

Se aceptaron resultados de ensayos⁽¹⁴⁾ sobre tejados de 1,5 m x 1,5 m, conforme a las condiciones A, B, C y D (N. Europa) (Tabla 22):

- A: Vel. viento u: 5 m/s. Lluvia vertical: 110 mm/h
- B: Vel. viento u: 13 m/s. Lluvia vertical: 60 mm/h
- C: Vel. viento u: 25 m/s. Lluvia vertical: 6 mm/h
- D: Vel. viento u: 0 m/s. Lluvia vertical: 225 mm/h

Tabla 22

Tipo de teja	Configuración	Ensayo de estanquidad (condiciones)			
		A	B	C	D
Cerámica mixta	Pte: 14° (25%) Teja: Lógica Lusa	Cumple			Cumple
Cerámica plana	Pte: 20° (37%) (Junta tresbolillo)	Cumple			Cumple
Cerámica plana	Pte: 25° (45%) Teja L. Plana (Junta recta) (Junta tresbolillo)	Cumple			Cumple
Hormigón (perfil no plano)	Pte: 15° (25%) Teja: Gredos Masa	Cumple			Cumple
Cerámica marsellesa	Pte: 20° (37%) Teja Klinker Virtus Junta recta	Cumple			Cumple
	Pte: 20° (37%) Teja Klinker Virtus Junta tresbolillo	Cumple			Cumple
Cerámica mixta	Pte: 14° (25%) Teja Klinker Hydra	Cumple			Cumple

10.2.3 Resistencia a la succión del viento

Se realizaron en base a la norma UNE-EN 14437⁽¹⁵⁾ pruebas de arrancamiento inicial de 16 tejas tipo Cazorla⁽¹⁶⁾ (mínimo peso, mínimo solape, máximo vano entre apoyos y mínimo de tejas/m²) en tres patrones de montaje. Los resultados de las pruebas se resumen en la Tabla 23. En la Tabla 24 se muestran los resultados de cálculos R_(α) en N/teja, por el n.º tejas/m² (10,5).

⁽¹⁵⁾ 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.

⁽¹⁶⁾ Aunque descatalogada en el momento de reemisión de este DIT, fue considerada la más desfavorable para el ensayo y así permitir la extrapolación de resultados a otras tejas.



Tabla 23. Resultados de arrancamiento de 16 tejas

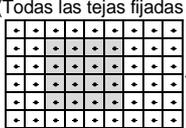
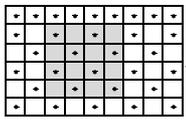
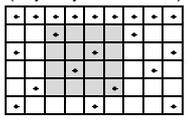
Montaje muestra 45° (Patrón de fijación)	Carga R (N)	Observaciones. Tipo de fallo
(Todas las tejas fijadas) 	1,84	Fallo unión-tornillo perfil. Levantamiento global sin rotura de tejas
(Tejas fijadas cada 2) 	1,05	Fallo unión-tornillo perfil. Levantamiento global sin rotura de tejas
(Tejas fijadas cada 4) 	0,65	Inicio de levantamiento de tejas puntual sin rotura de tejas
	0,74	Fallo unión-tornillo perfil. Levantamiento global sin rotura de tejas

Tabla 24. Cálculos de succión según montaje

Montaje	α	n.t.t.*	R_a (N/teja)	$R_{a,10,5}$ (kPa)	$R_{d,\alpha}$ (N/teja)	$R_{d,\alpha,10,5}$ (kPa)
Todas las tejas fijadas	14°	1	122,91	1,29	92,39	0,97
		2	216,43	2,27	154,12	1,62
	20°	1	121,98	1,28	91,42	0,96
		2	215,50	2,26	153,15	1,61
	30°	1	119,75	1,26	89,09	0,94
		2	213,27	2,24	150,82	1,58
Tejas fijadas 1 cada 2	14°	1	117,80	1,24	88,37	0,93
		2	206,21	2,17	146,08	1,53
	20°	1	116,87	1,23	87,40	0,92
		2	205,28	2,16	145,12	1,52
	30°	1	114,64	1,20	85,07	0,89
		2	203,05	2,13	142,79	1,50
Tejas fijadas 1 de cada 4	14°	1	112,46	1,18	79,42	0,83
		2	140,14	2,05	128,18	1,35
	20°	1	111,53	1,17	78,45	0,82
		2	139,22	2,04	127,21	1,34
	30°	1	109,30	1,15	76,12	0,80
		2	136,99	2,02	124,88	1,31

* Nota: n.t.t.= número de tornillos por teja
 R_a : Resistencia al levantamiento de tejas no minorada, incluye la resistencia de fijación y peso de tejas
 $R_{a,d}$: Resistencia al levantamiento de tejas (incluye la resistencia de fijación minorada ($\gamma=1,5$) y peso de tejas)

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 Clima Pro®. 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 las normas UNE 136020 y UNE 127100.

Complementariamente, se comprobará que los valores de presión estática $q_e \leq q_b$, valores de succión $R_{d,\alpha,10,5}$ (\cdot (minorados, si procede, según se indica en la Tabla 24), 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.

Asimismo; deberá considerarse y calcularse si procede, las fijaciones complementarias de la placa Clima Pro® al soporte de la estructura, todo ello de acuerdo con el beneficiario.

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 y/o



velocidades superiores (p.ej. zonas de montaña) puede ser necesario aumentar la pendiente para garantizar el grado único de impermeabilidad.

El sistema permite la microventilación efectiva bajo tejas si se cumplen las especificaciones que establecen las normas UNE 136020 y UNE 127100 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 Documento Básico DB-HE/2 del Código Técnico de la Edificación. 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 internase intersticiales. A tal fin, se considerarán entre otras variables, el espesor y conductividad de la placa Clima Pro® y la 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. No obstante, se considera que por razones de composición, la gama Klinker, Lógica y Evo pueden presentar mejor durabilidad del acabado.

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.

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 BIM

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 ⁽¹⁷⁾

Las principales observaciones de la Comisión de Expertos⁽¹⁸⁾ fueron las siguientes:

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 la 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⁽¹⁹⁾, por ejemplo en 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 de la cubierta, los efectos del viento, y los intercambios térmicos de los paramentos exteriores. Asimismo, deberá tenerse en cuenta las condiciones constructivas particulares que faciliten la acumulación de nieve.

⁽¹⁷⁾ La Comisión de Expertos de acuerdo con el Reglamento de concesión del DIT (O.M. de 23/12/1988), tiene como función, asesorar sobre el plan de ensayos y el procedimiento a seguir para la evaluación técnica propuestos por el IETcc.

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

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

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

⁽¹⁸⁾ 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.
- 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).

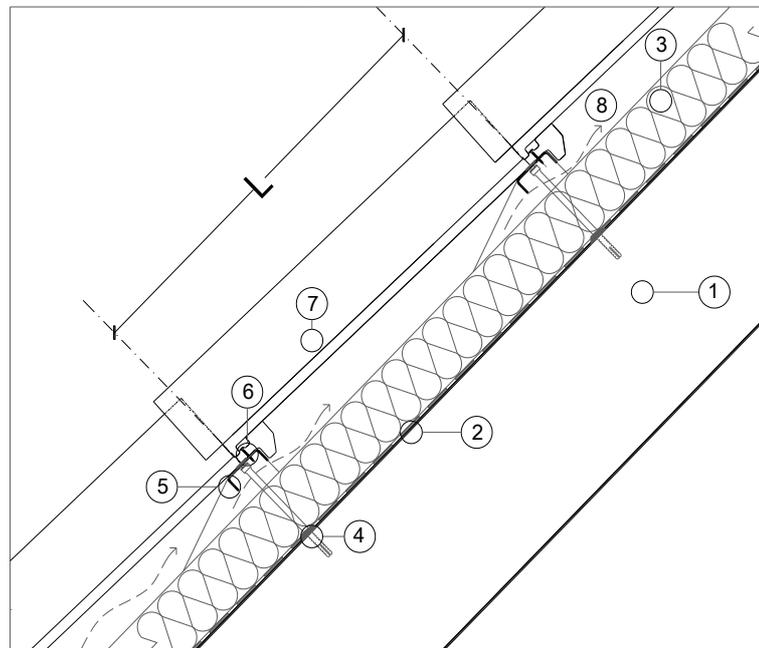
⁽¹⁹⁾ UNE-EN ISO 9223:2012. Corrosión de los metales y aleaciones. Corrosividad de atmósferas. Clasificación, determinación y estimación.



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 T-397 del sistema Tectum® - Pro



- ① Soporte (ej. hormigón)
- ② Lámina flexible de impermeabilización BMI
- ③ Placa prefabricada de aislamiento térmico Clima Pro®
- ④ Anclaje de rastrel a soporte, incl. sellado de taladro (si procede)
- ⑤ Rastrel BMI(ref. 9U401508P)
- ⑥ Tornillo para fijación de teja (si procede)
- ⑦ Teja cerámica o de hormigón
- ⑧ Microventilación bajo teja



FIGURA 2. Tejas para la configuración T-397

- a) Teja cerámica mixta Duna



- b) Teja cerámica mixta Klinker Hydra



- c) Teja cerámica mixta Klinker K2



- d) Teja cerámica marsellesa Klinker Virtus



FIGURA 3. Tejas para la configuración T-380

- a) Teja cerámica mixta Lógica Lusa



- b) Teja cerámica mixta Lusa MG Plus



- c) Teja cerámica mixta Telhasol 12 S12



- d) Teja cerámica mixta TelhaSol Piemontesa



- e) Teja cerámica marsellesa Marselha MG Plus



FIGURA 4. Tejas para la configuración T-320

- a) Teja cerámica plana Lógica Plana



- b) Teja de hormigón perfil plano Plana Evolution



- c) Teja de hormigón perfil doble romana Universal



- d) Teja de hormigón perfil árabe (Guadarrama, Teide, Gredos, Evo)



FIGURA 5. Ejemplos de piezas auxiliares cerámicas

- a) Pieza coordinada (Teja Duna): Remate lateral



derecho

- b) Pieza no coordinada (Teja Duna): Caballete a dos aguas



- c) Pieza no coordinada (Teja Plana): Caballete a dos aguas

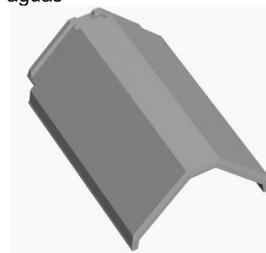
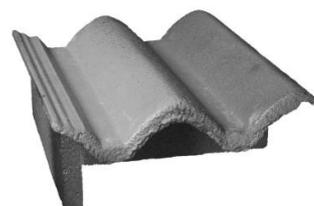


FIGURA 6. Ejemplos de piezas auxiliares de hormigón BMI®

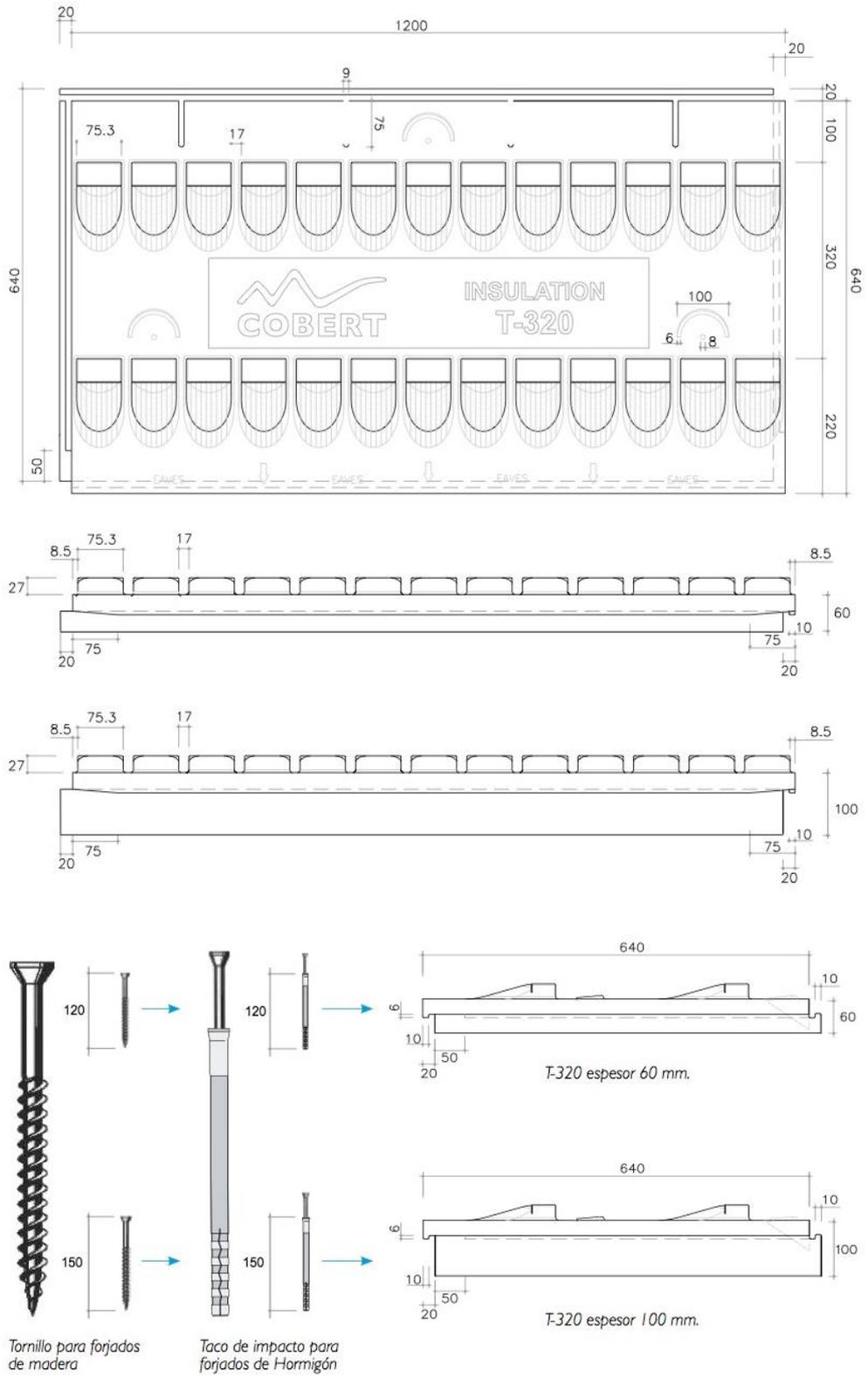
- a) Pieza coordinada (Teja Gredos): Remate lateral izquierdo



- b) Pieza coordinada (Teja Gredos): Teja de ventilación



FIGURA 7. Ejemplo de Placa aislante Clima Pro (configuración T-320) y sus fijaciones a soporte



Código seguro de Verificación : GEN-9c71-af3a-6727-3226-a130-81a5-c7dc-681e | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>



FIGURA 8. Paso 1: Instalación de lámina flexible de impermeabilización sobre soporte

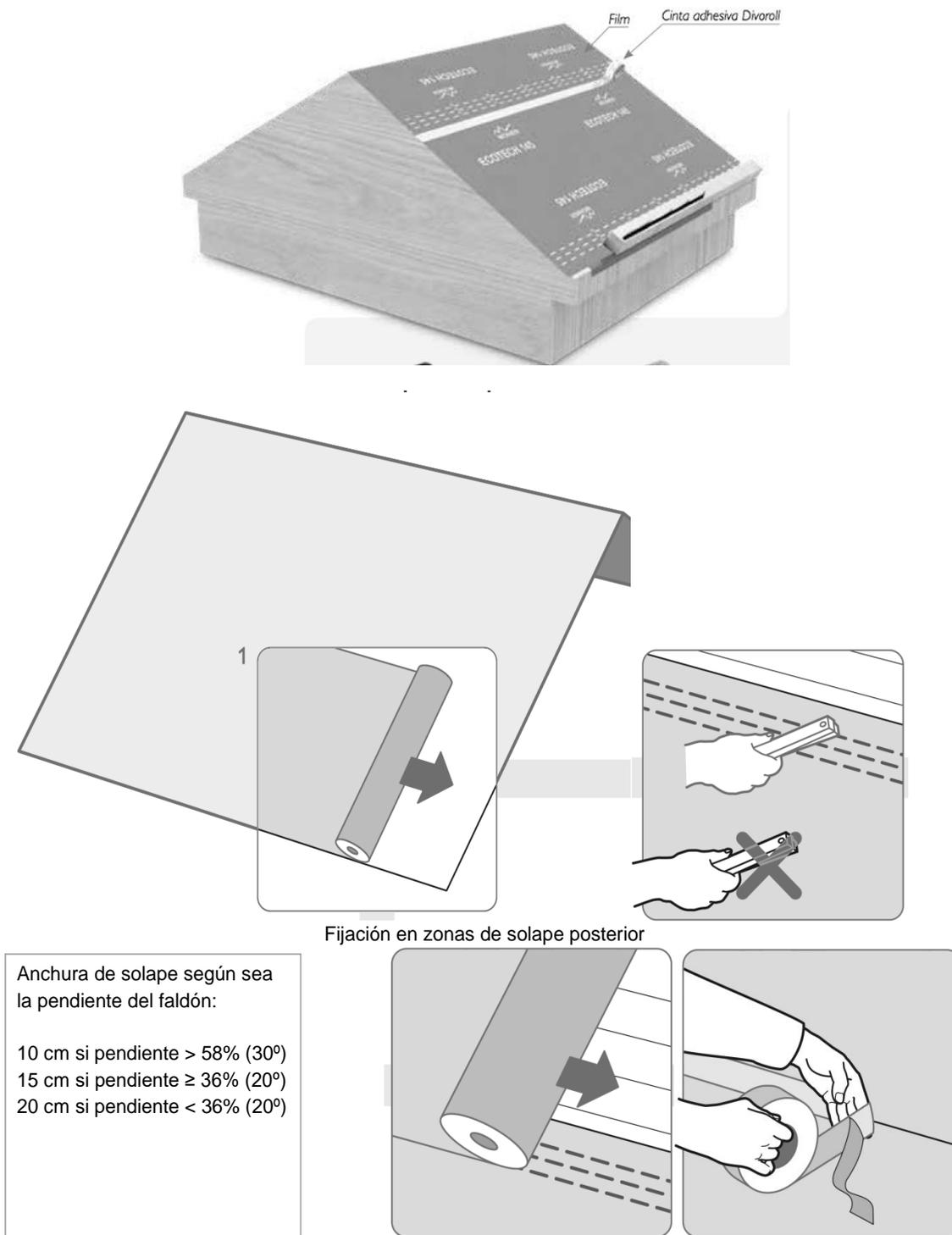


FIGURA 9. Paso 2: Instalación de placas Clima Pro® y de rastreles metálicos BMI

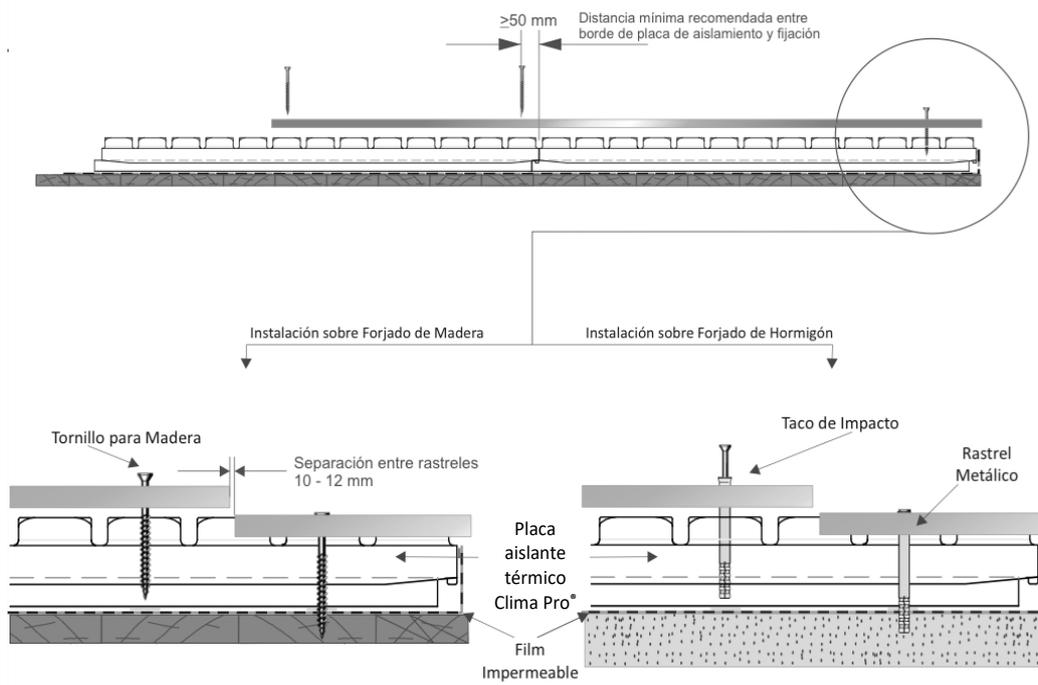


FIGURA 10. Paso 3: Instalación de anclaje opcionales ("rosetas") de placa Clima Pro®

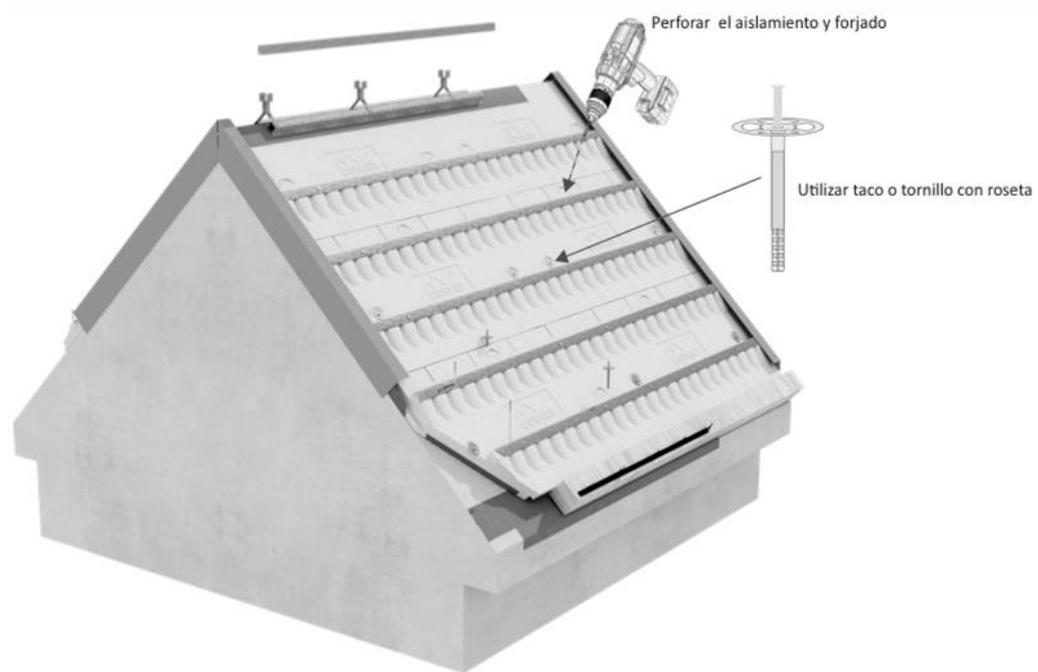


FIGURA 11. Paso 4a: Instalación de remates laterales y tejas (desde lateral del faldón)

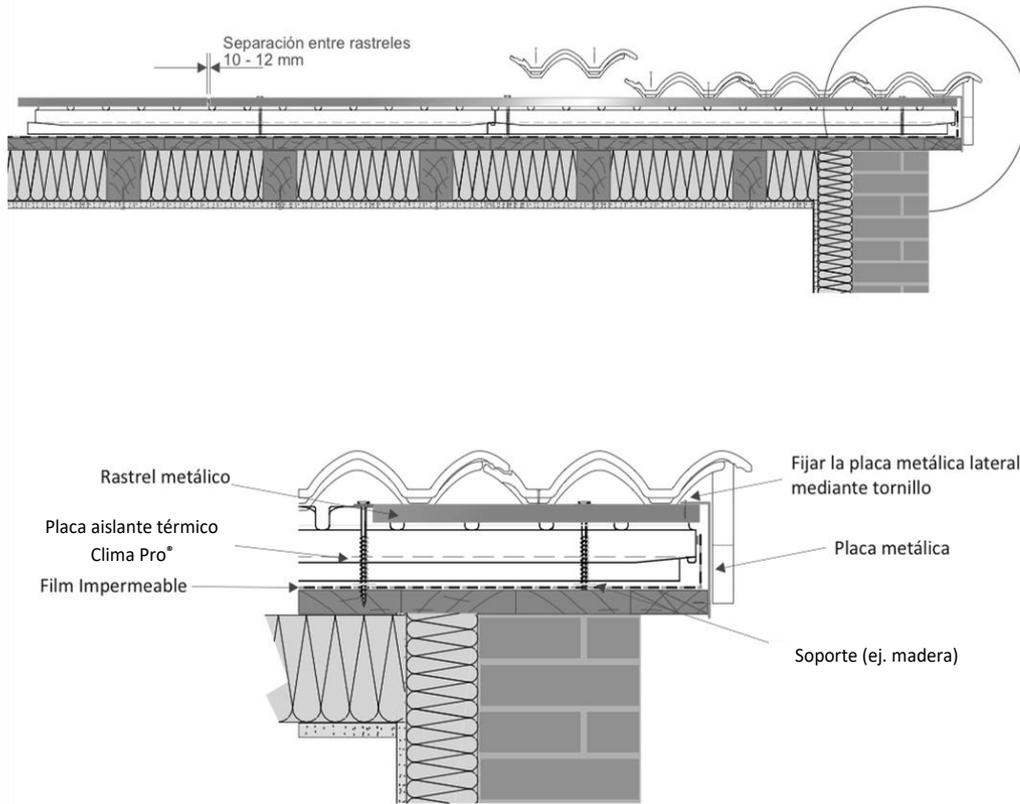


FIGURA 12. Paso 4b: Instalación de tejas (arranque de alero)

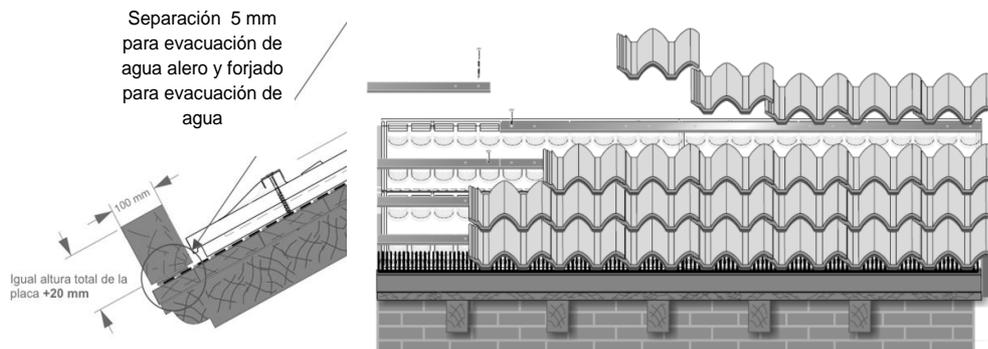
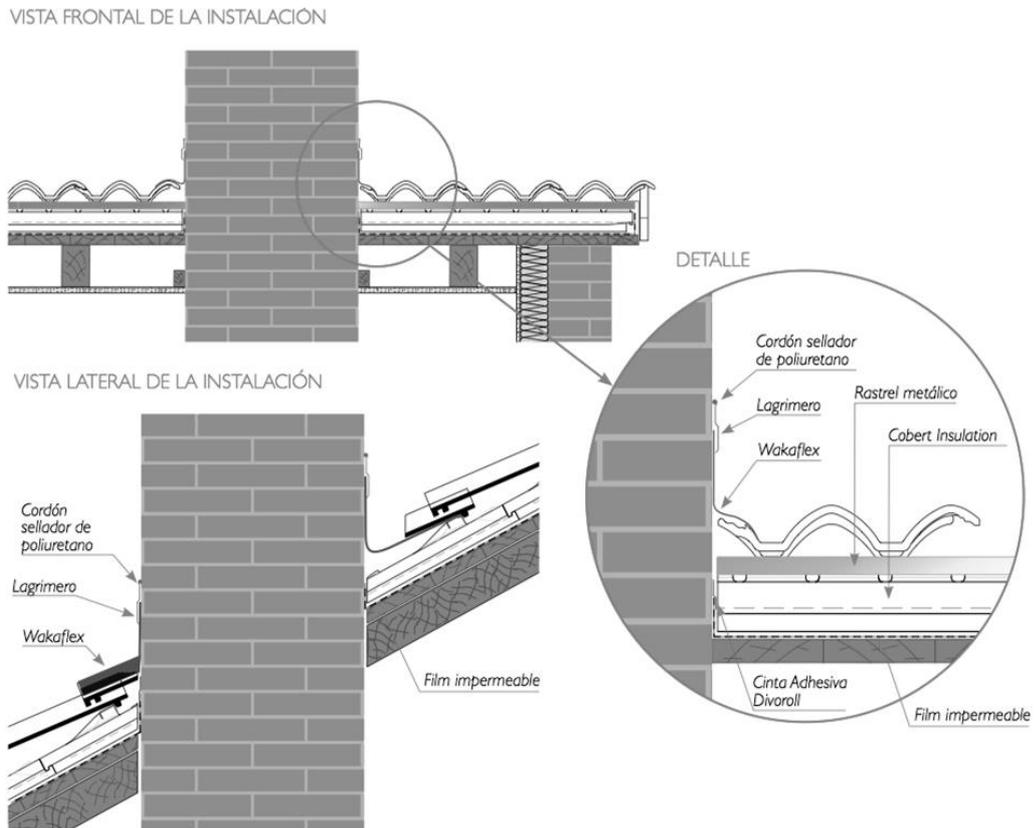


FIGURA 13. Resolución de puntos singulares. Chimeneas y paramentos





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

FIGURA 14. Resolución de puntos singulares. Ventana con impermeabilización perimetral incl.

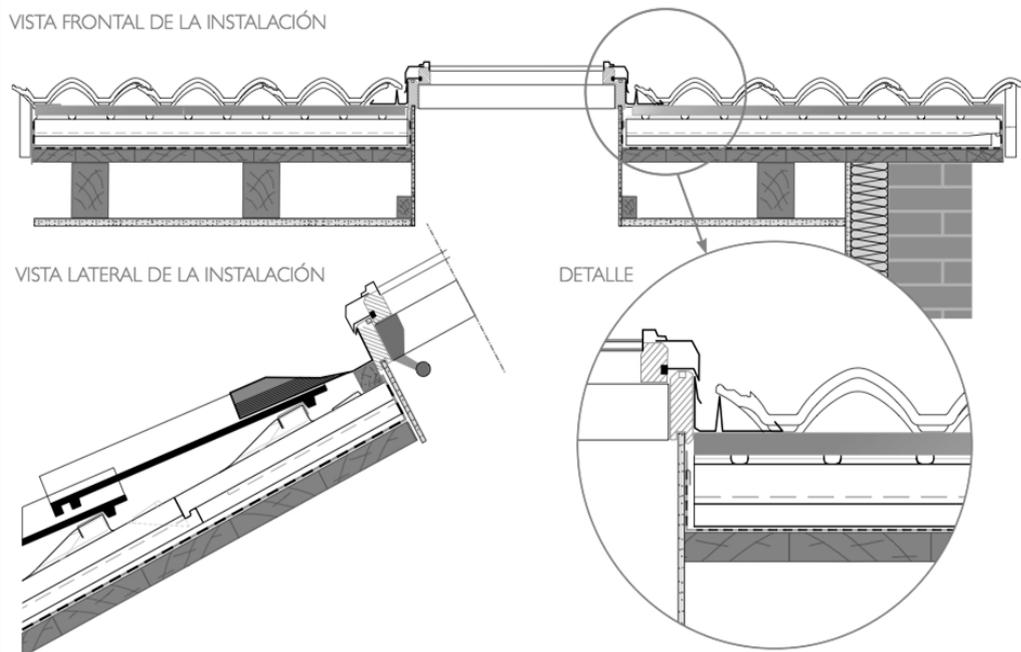


FIGURA 15. Resolución de puntos singulares. Limahoya

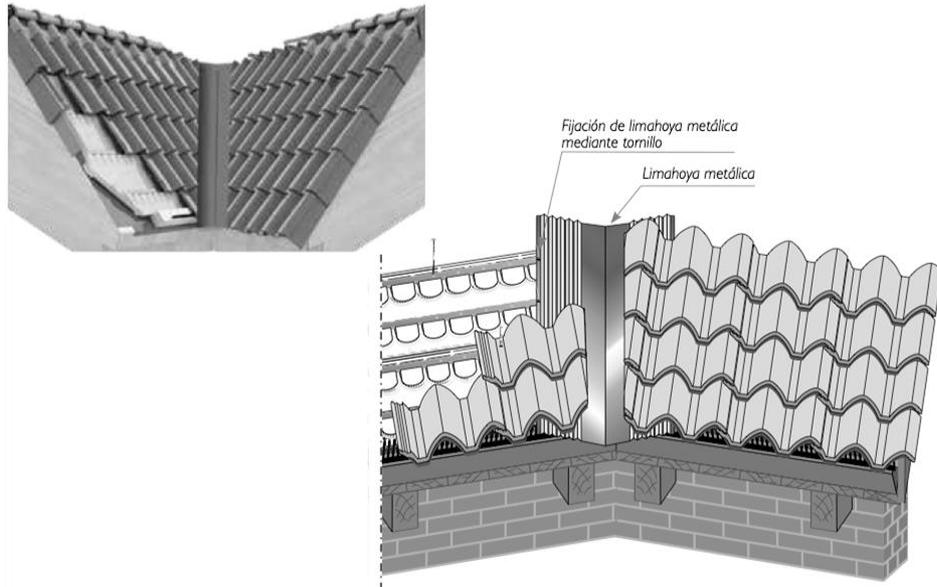


FIGURA 16. Resolución de puntos singulares. Cumbre

