INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA
C/ Serrano Galvache nº 4. 28033 Madrid
Tel (+34) 91 3020440 Fax (+34) 91 3020700
e-mail: dit@ietcc.csic.es
http://www.ietcc.csic.es

DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA PLUS Nº 522p/16

Área genérica / Uso previsto:	**SISTEMA DE REVESTIMIENTO DE FACHADAS VENTILADAS Y TECHOS**
Nombre comercial:	**ProdEX** **Paneles HPL acabados en madera natural**
Beneficiario:	PRODEMA, S.A.
Sede Social y lugar de fabricación:	Bº. de San Miguel, 9 20250 LEGORRETA (Guipúzcoa) España Tel. +34 943 807 000 http://www.prodema.com/
Validez. Desde: **Hasta:**	13 de octubre de 2016 13 de octubre de 2021 (Condicionado a seguimiento anual)

Este Documento consta de 36 páginas

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

MIEMBRO DE:

UNIÓN EUROPEA PARA LA EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD TÉCNICA
UNION EUROPÉENNE POUR L'AGRÉMENT TECHNIQUE DANS LA CONSTRUCTION
EUROPEAN UNION OF AGRÉMENT
EUROPÄISCHE UNION FÜR DAS AGREMENT IN BAUWESEN

MUY IMPORTANTE

El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA constituye, por definición, una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, de la aptitud de empleo en construcción de materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales destinados a un uso determinado y específico.

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.: 692.232.4
Fachadas ventiladas
Bardage
Cladding kit

DECISIÓN NÚM. 522p/16

LA DIRECTORA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA,

- en virtud del Decreto nº. 3.652/1963, 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 nº. 1.265/1988, 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, por el que se regula la concesión del DIT plus,
- considerando las especificaciones establecidas en el Reglamento para el Seguimiento del Documento de Idoneidad Técnica 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 PRODEMA, S.A., para la renovación del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA PLUS **nº. 522-p/08 Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas ProdEX con paneles composite HPL acabados en madera natural** incorporando los paneles ProdEX (estándar), el sistema de fijaciones ocultas y los techos**,**
- teniendo en cuenta los informes de los ensayos presentados por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos, en las sesiones celebradas el día 17 de diciembre de 2008 y el día 14 de diciembre de 2015,

DECIDE

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA PLUS nº. 522p/16 al **Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas y techos ProdEX con paneles HPL acabados en madera natural**, considerando que,

La evaluación técnica realizada permite concluir que el Sistema es CONFORME CON EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, 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 debiendo para cada caso, de acuerdo con la Normativa vigente, acompañarse del preceptivo proyecto de edificación y llevarse a término mediante la dirección de obra correspondiente. Será el proyecto de edificación el que contemple las acciones que el Sistema transmite a la estructura general del edificio, asegurando que éstas son admisibles. En cada caso, PRODEMA, S.A., a la vista del proyecto arquitectónico de la fachada realizado por el arquitecto autor del proyecto, proporcionará la asistencia técnica suficiente que permita el cálculo y definición para su ejecución, incluyendo toda la información necesaria de cada uno de los componentes. Opcionalmente, si el autor del proyecto lo solicitase, PRODEMA, S.A. proporcionará la definición gráfica, desde el punto de vista técnico, del proyecto de la fachada ventilada. Se tendrán en cuenta, tanto en el proyecto como en la ejecución de la obra, todas las prescripciones contenidas en la normativa vigente.

CONDICIONES DE FABRICACIÓN

En la fabricación se 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 PUESTA EN OBRA

El Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas y techos ProdEX con panel laminado compacto HPL, está previsto para el revestimiento exterior de fachadas y techos mediante su fijación a una subestructura de madera, aluminio o acero galvanizado por medio de fijaciones vistas u ocultas. El Sistema no contribuye a la estabilidad de la edificación.

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por PRODEMA, S.A. o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por ésta, bajo su asistencia técnica. Dichas empresas garantizarán que la puesta en obra del Sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente documento, respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos. Una copia del listado actualizado de empresas instaladoras reconocidas por PRODEMA, S.A. estará disponible en el IETcc. De acuerdo con lo anterior, el presente documento ampara exclusivamente aquellas obras que hayan sido realizadas por PRODEMA, S.A. o por empresas cualificadas reconocidas por ésta.

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 el panel laminado HPL ProdEX y ProdEX IGN es un producto que queda cubierto por el campo de aplicación de la Norma Europea Armonizada UNE-EN 438-7 “Laminados decorativos de alta presión (HPL). Láminas basadas en resinas termoestables (normalmente denominados laminados). Parte 7: Laminados compactos y paneles de compuesto HPL para acabados de paredes y techos externos e internos”. La entrada en vigor de la Norma establece la obligatoriedad, a todos los sistemas cubiertos por la misma, de disponer del marcado CE, Declaración de Prestaciones (DdP) y Certificado de Constancia de Prestaciones.

Los requisitos establecidos para la concesión del **DIT plus** definen supervisiones del control de producción de fabricación más exigentes que las indicadas en la Norma para la obtención del marcado CE, considerándose un mínimo de visitas anuales a realizar por el IETcc o Laboratorio reconocido por éste.

El panel laminado HPL ProdEX dispone de marcado CE con DdP nº. 2013062501.

El panel laminado HPL ProdEX IGN dispone de marcado CE con DdP nº. 2013062502 y Certificado de Constancia de Prestaciones 1239/CPR/0801101.

Además el Sistema de Revestimiento de fachadas ventiladas ProdEX dispone de un ETE 13/0626 “ProdEX exposed fixing and ProdEX concealed fixing” y consiguiente Marcado CE según Guía EOTA 034 *“Kits for external wall claddings. Part 1: Ventilated cladding kits comprising cladding components and associated fixings and Part 2: Cladding kits comprising cladding components, associated fixings, subframe and possible insulation layer (April 2012)”.*

Este DIT plus no exime al fabricante de mantener en vigor el marcado CE, las DdP, el Certificado de Constancia de Prestaciones y el ETE 13/0626.

VALIDEZ

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA PLUS número 522p/16, es válido durante un período de cinco años a condición de:

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

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 13 de octubre de 2021.

Madrid, 13 de octubre de 2016

LA DIRECTORA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

Marta María Castellote Armero

INFORME TÉCNICO

1. OBJETO

El Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas y techos está constituido por paneles laminados compactos de alta presión (HPL) ProdEX y ProdEX IGN, anclados mecánicamente mediante fijaciones vistas u ocultas a una subestructura de madera, aluminio o acero galvanizado, solidaria con el soporte.

En ambientes con categoría de corrosividad C4 o C5[(1)] según EN ISO 9223[(2)] se deberá utilizar subestructura de madera o aluminio.

No forman parte del Sistema, y por lo tanto no han sido evaluados, los anclajes de fijación de la subestructura al soporte ni el aislamiento térmico. En cualquier caso, los anclajes deberán quedar definidos en el proyecto técnico de la fachada ventilada en función del elemento soporte y de las cargas a transmitir.

Dicho sistema se puede aplicar tanto en obra nueva como en rehabilitación.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema ProdEX (ver figuras 1.A, 1.B, 2, 20.1 y 20.2) es un sistema que consta de:

a. Revestimiento exterior de paneles laminados compactos (HPL) ProdEX y ProdEX IGN, suministrados por PRODEMA, S.A.

b. Cámara de aire ventilada en la que se coloca habitualmente un aislamiento térmico no suministrado por PRODEMA, S.A.

c. Fijaciones mecánicas de los paneles a la subestructura. Dichas fijaciones pueden ser:

   c.1 Vistas (familia A[(3)]) – Tornillos o remaches.

   c.2 Ocultas (familia B[(4)]) – Tornillos autorroscantes combinados con una pieza (gancho de cuelgue) utilizada para el cuelgue de los paneles a los perfiles guía horizontales.

d. Subestructura no fabricada por PRODEMA, S.A., formada por:

   d.1 Sistema visto - rastreles metálicos (aluminio o acero galvanizado) o de madera.

   d.2 Sistema oculto - perfiles de aluminio.

   d.3 Ménsulas metálicas de sustentación y de retención para la transmisión de cargas de la subestructura al soporte mediante anclajes.

e. Anclajes de las ménsulas al soporte, no suministrados por PRODEMA, S.A.

f. Diversos accesorios para el tratamiento de los puntos singulares.

3. MATERIALES Y COMPONENTES DEL SISTEMA

3.1 **Paneles ProdEX**

Los paneles laminados ProdEX son paneles laminados decorativos de alta presión (HPL) compactos para exteriores, según define la norma UNE-EN 438-6:2005[(5)], y disponen de marcado CE conforme al Anexo ZA de la norma UNE-EN 438-7:2005[(6)] con DdP 2013062501 (ProdEX), DdP 2013062502 y Certificado de Constancia de Prestaciones 1239/CPR/0801101 (ProdEX IGN).

Los paneles laminados ProdEX consisten en hojas de papel kraft impregnadas en resinas fenol-formaldehído y unidas entre sí mediante un proceso de prensado de alta presión según el siguiente esquema (ver figura 1):

- Un núcleo de hojas papel kraft impregnadas con resinas fenólicas de fenol-formaldehído.
- Una cara decorativa de fibras de madera natural (Ayous y Okume) de espesor 0,7 a 0,8 mm, impregnadas con resinas fenólicas de fenol-formaldehído sobre las que se adicionan uno o varios films para obtener matices de color (natural, rojo claro u oscuro y marrón oscuro).
- Sobre la cara vista: un film plástico de acabado superficial de protección contra la intemperie y la radiación UV, con propiedades de resistencia antigraffiti y repelente del polvo.

(1) Categorías de corrosividad:
C4 = Alta (exterior: industrial no marítimo y urbano marítimo).
C5 = Muy alta (exterior: Industrial muy húmedo o con elevado grado de salinidad).

(2) EN ISO 9223 "Clasificación de metales y aleaciones. Corrosividad atmosférica. Clasificación".

(3) Familia A (vista): Hoja exterior fijada mecánicamente a la subestructura mediante fijaciones puntuales pasantes (ej. remaches, tornillos, etc,).De acuerdo a la familias definidas en el apartado 2.2.1 Claddings families de la ETAG 034 *Kits for external wall claddings. Part 1: Ventilated cladding kits comprising cladding components and associated fixings and Part 2: Cladding kits comprising cladding components, associated fixings, subframe and possible insulation layer*, edition April 2012, utilizada como Documento de Evaluación Europeo (DEE),

(4) Familia B (oculta): Hoja exterior fijada mecánicamente a la subestructura mediante al menos 4 anclajes especiales dispuestos en el trasdós de la hoja y fijados a grapas que se encajan mecánicamente en un perfil horizontal (ej. casquillos de expansión y tornillos).

(5) UNE-EN 438-6:2005 "Laminados decorativos de alta presión (HPL). Láminas basadas en resinas termoestables (normalmente denominadas laminados). Parte 6: Clasificación y especificaciones para laminados compactos para exteriores de 2 mm de espesor y mayores".

(6) UNE-EN 438-7:2005 "Laminados decorativos de alta presión (HPL). Láminas basadas en resinas termoestables (normalmente denominadas laminados). Parte 7: Laminados compactos y paneles de compuesto HPL para acabados de paredes y techos externos e internos".

- Sobre la cara no vista: un film plástico de contracara para acabado superficial y protección contra la intemperie.
- Un papel barrera melamínico de protección entre la cara decorativa de acabado y el núcleo de papel kraft, de manera que la resina de éste último no pase al acabado durante el proceso de prensado.

El proceso de prensado a alta presión consiste en la aplicación simultánea de temperatura (≥140 ºC) y presión elevada (≥ 6 MPa) sobre el apilamiento de láminas así constituido, que permite que las resinas termoestables fluyan y posteriormente curen para dar lugar a un material polímero homogéneo, no poroso, de elevada densidad, con la siguiente composición media:

- Celulosa + madera: ≈ 59 %.
- Resinas termoendurecibles: ≈ 40 %.
- Resinas termoplásticas: ≈ 1 %.

En el caso de los paneles ignifugos, denominados ProdEX IGN se añade un retardante al fuego a base de sales inorgánicas, cuya cantidad en peso sobre el producto acabado es del 5-7%.

3.1.1 *Características dimensionales*

Las dimensiones estándar de fabricación de los paneles están definidas en la tabla 1:

Tabla 1. DIMENSIONES DE PANELES

Longitud (mm)	**Ancho** (mm)	**Tolerancia** (mm)	**Espesor** (mm)	**Tolerancia** (mm)
2440 x 1220		- 0 + 10	6	± 0,40
			8	± 0,50
			10	
			12	± 0,60
			14	

Para los mismos espesores se pueden suministrar otras dimensiones de paneles inferiores a éstas, con tolerancias equivalentes.

Las exigencias geométricas de los paneles son las siguientes:

Tabla 2. GEOMETRÍA DE LOS PANELES

Espesor	**Planitud**	**Rectitud**	**Cuadratura**	**Peso**
Nominal (mm)	Tolerancia (mm/m)	Desviación (mm/m)	Desviación (mm/m)	Nominal (kg/m^2)
6	≤ 5,0 mm/m	≤ 1,5 mm/m	≤ 1,5 mm/m	8,1
8				10,8
10	≤ 3,0 mm/m			13,5
12				16,2
14				18,9

Propiedades conformes a la norma UNE-EN 438-6:2005.

3.1.2 *Características físicas y mecánicas*

Las propiedades físicas de los paneles se definen en la tabla 3:

Tabla 3. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS

Propiedad	**Atributo**	**Valor**	**Unidad**	**Ensayo**
Densidad	Densidad	≥ 1,35	g/cm^3	UNE-EN ISO 1183-1[(7)]
Módulo de elasticidad	Tensión	≥ 9000	MPa	UNE-EN ISO 178[(8)]
Resistencia a flexión	Tensión	≥ 80	MPa	UNE-EN ISO 178
Resistencia a tracción	Tensión	≥ 60	MPa	UNE-EN ISO 527-2[(9)]
Resistencia a la humedad	Δ masa	≤ 8	%	UNE-EN 438-2[(10)] (15)
	Aspecto	≥ 4	1 a 5	
Estabilidad dimensional a temp. elevada	Variación dimen. acumulada	L ≤ 0,30 T ≤ 0,60	%	UNE-EN 438-2 (17)
Resistencia al impacto	Altura de caída	≥ 1800	mm e ≥ 6	UNE-EN 438-2 (21)
Resistencia a las fijaciones	6 mm	2000	N	UNE-EN 438-7
	8 mm	3000		
	10 mm	4000		
	12 mm			
	14 mm			
Contenido de PCP (pentaclorofenol)		No contiene	-	UNE-EN 438-7
Emisión de formaldehído		Clase E1	-	UNE-EN 438-7

Propiedades conformes a las normas UNE-EN 438-6:2005 y UNE-EN 438-7:2005.

Las propiedades relativas a la durabilidad de los paneles están definidas en la tabla 4:

Tabla 4. PROPIEDADES DE DURABILIDAD

Propiedad	**Atributo**	**Valor**	**Unidad**	**Ensayo**
Resistencia al choque climático	Aspecto	≥ 4	1 a 5	UNE EN 438-2 (19)
	Índice de resistencia a flexión (Ds)	≥ 0,95		
	Índice del Módulo de flexión (Dm)	≥ 0,95		
Resistencia a la luz UV	Contraste	≥ 3	EG	UNE-EN 438-2 (28)
	Aspecto	≥ 4	1 a 5	
Resistencia a la intemperie artificial	Contraste	≥ 3	EG	UNE-EN 438-2 (28)
	Aspecto	≥ 4	1 a 5	
Reacción al fuego	-	S C-s2, d0	-	UNE-EN 13501-1[(11)]
		F B-s2, d0		

Propiedades conformes a las normas UNE-EN 438-6:2005 y UNE-EN 438-7:2005.

(7) UNE-EN ISO 1183-1:2004 "Plásticos. Métodos para determinar la densidad de plásticos no celulares. Parte 1: Método de inmersión, método del picnómetro líquido y método de valoración".

(8) UNE-EN ISO 178:2003 "Plásticos. Determinación de las propiedades de flexión".

(9) UNE-EN ISO 527-2:1997 "Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 2: Condiciones de ensayo de plásticos para moldeo y extrusión".

(10) UNE-EN 438-2:2005 "Laminados decorativos de alta presión (HPL). Láminas basadas en resinas termoestables (normalmente denominadas laminados). Parte 2: Determinación de propiedades".

(11) UNE-EN 13501-1:2007 "Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego".

3.1.3 *Acabado*

Los diferentes tonos y texturas de acabado superficial de los paneles quedan definidos en la tabla 5.

Tabla 5. COLORES DE LOS PANELES

Gama	Madera	Designación	Color
Madera natural	Ayous	CLARO	Ayous Natural
	Okume	RUSTIK	Okume natural
Madera rojo claro	Ayous	MARRÓN CLARO	Ayous rojo claro
Madera rojo oscuro	Ayous	MARRÓN OSCURO	Ayous rojo oscuro
	Okume	MARRÓN TOSTADO	Okume rojo tostado
Madera marrón claro	Okume	NUX	Okume marrón claro
Madera marrón oscuro	Ayous	MOCCA	Ayous marrón oscuro
Madera blanco	Ayous	CREAM	Ayous blanco
Madera gris	Okume	ICE GREY	Okume gris
Madera verde	Ayous	MINT	Ayous verde

Todos los paneles tienen acabado liso.
El acabado de los paneles laminados compactos (HPL) ProdEX y ProdEX IGN está constituido por maderas naturales, por lo que los colores y el veteado de las diferentes partidas pueden sufrir las variaciones naturales de las maderas.

3.2 **Subestructura para fijación de placas**

Los elementos de la subestructura serán de madera, aluminio o acero galvanizado.

3.2.1 *Materiales*

3.2.1.a Madera

El tipo de madera, que se utiliza para la subestructura del sistema visto es madera maciza tipo Conífera. Sus características se detallan a continuación:

- Clase resistente: ≥ C 18 según UNE-EN 338 (12)
- Durabilidad: Clase 3 según UNE-EN 335-2 (13)
- Tratamiento: por impregnación autoclave en nivel 5
- Humedad de recepción en obra: ≤ 18 % (en peso)

3.2.1.b Aluminio

El tipo de aluminio, que se utiliza para la subestructura tanto del sistema visto como del oculto es aluminio extruido de aleación aluminio-magnesio-silicio EN AW-AlMgSi (6063) con tratamiento T5. Sus características básicas se detallan a continuación:

(12) UNE-EN 338:2003 "Madera estructural. Clases resistentes".

(13) UNE-EN 335-2:2007 "Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Definición de las clases de uso. Parte 2: Aplicación a la madera maciza".

Tabla 6. DATOS DEL ALUMINIO		
Denominación	**MONTANTES, PERF. GUÍA, GANCHOS**	**MÉNSULAS**
Designación simbólica	EN AW-AlMgSi 0,5	EN AW-AlMgSi
Numérica	AW 6063	AW 6060
Tratamiento	T5	
Propiedades físicas		
Peso específico	2,70 g/cm^3	
Coeficiente de dilatación térmica lineal	23,5·10^{-6} K^{-1} (20/100 ºC)	
Módulo de elasticidad	70 000 MPa	
Coeficiente de Poisson	0,33	
Propiedades mecánicas		
Resistencia a tracción (R_m)	≥ 175 N/mm^2	≥ 160 N/mm^2
Límite elástico ($R_{p0,2}$)	≥ 130 N/mm^2	≥ 120 N/mm^2
Alargamiento (A)	≥ 8 %	
Alargamiento (A_{50mm})	≥ 6 %	
Dureza Brinell	60 HB	
Según UNE-EN 755-2(14) y UNE-EN 12020-1(15)		

Las piezas de aluminio llevarán una protección superficial adicional que podrá consistir, o bien en una oxidación anódica de clase 15 o 20 según norma NF A 91-450(16), o bien en un prelacado según norma NF P 34-610(17) de espesor entre 10/10 y 15/10.

3.2.1.c Acero galvanizado

Para la subestructura del sistema visto se utiliza también perfiles de acero galvanizado conformado en frío. Sus características básicas se detallan a continuación:

Tabla 7. DATOS DEL ACERO GALVANIZADO	
Tipo de acero	DX51D+Z275
UNE-EN 10142	1.0226
Recubrimiento	Z 275
Propiedades físicas	
Peso específico	8 g/cm^3
Coeficiente de dilatación térmica lineal	12·10^{-6} K^{-1} (20/100 ºC)
Módulo de elasticidad	347 000 MPa
Coeficiente de Poisson	0,3
Propiedades mecánicas	
Resistencia a tracción (R_m)	270 - 500 N/mm^2
Límite elástico (R_e)	≥ 140 N/mm^2
Alargamiento rotura (A_{80})	≥ 22 %
Recubrimiento	
Designación	Z275
Peso	275 g/m^2
Norma	UNE-EN 10327(18)

(14) UNE-EN 755-2:1998 Aluminio y aleaciones de aluminio. Redondos, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 2: Características mecánicas.

(15) UNE-EN 12020-1:2001 Aluminio y aleaciones de aluminio. Perfiles extruidos especiales en aleaciones EN AW-6060 y EN AW-6063. Parte 1: Condiciones técnicas de inspección y suministro.

(16) NF A 91-450: "Anodisation (oxydation anodique) de l'aluminium et de ses alliages. Couches anodiques sur aluminium".

(17) NF P 34-601: "Bandes et tôles d'aluminium prélaquées en continu – Spécifications".

(18) UNE-EN 10327:2007: "Chapas y bandas de acero bajo en carbono recubiertas en continuo por inmersión en caliente para conformado en frío. Condiciones técnicas de suministro".

Las piezas de acero galvanizado irán prelacadas según norma NF P 34-301[19] (atmósfera rural no polucionada) o NF P 24-351[20] (resto de situaciones).

3.2.2 *Componentes de la subestructura*

3.2.2.a Ménsulas (figura 5)

Las ménsulas son los elementos de fijación de los montantes al soporte.
Con montantes de aluminio o madera, se emplearán ménsulas de aluminio extruido (6060 T5), cuyas propiedades se han descrito en el punto 3.2.1.b.
Con perfiles de acero galvanizado, se emplearán ménsulas de acero galvanizado, cuyas propiedades se han descrito en el punto 3.2.1.c.
En la tabla 8 se resumen la denominación, material y dimensiones de las ménsulas más representativas, teniendo en cuenta que L depende del grosor del aislamiento.

Tabla 8. MÉNSULAS

Denom	ISOLALU R80 ETANCO		ISOLCO 3000P ETANCO
Material	Aluminio Al 6060 T5		A. galvanizado DX51D-Z275
Dim.	40x80xL*	40x150xL*	50x60xL*

*L= 40 – 160

3.2.2.b Montantes

Los montantes son los elementos que garantizan la planicidad del revestimiento y pueden ser rastreles de madera maciza de sección rectangular, perfiles extruidos en L o en T de aluminio o perfiles plegados en L de acero galvanizado.
Las propiedades de los materiales de los montantes han quedado descritas en el apartado 3.2.1, mientras que se detallan en la tabla 9 las características geométricas y mecánicas de los montantes más representativos y en la figura 6 sus dimensiones.

Tabla 9. MONTANTES

Denom.	**R.fij.ext.**	**R.fij.int.**	**Perf. L**	**Perf. T**	**Perf. L**
Material	Madera	Madera	Alum.	Alum.	Acero galv.
Dim. (mm)	≥(80x40)	≥(40x40)	40x60	80x60	50x60
Espesor (mm)	-	-	2,5	2,5	1,5
Sección (mm^2)	3200	1600	244	345	162,75
Peso (kg/m)	1,6	0,8	0,66	0,93	1,32
x_c (mm)	40	20	8,91	40	11,86
I_{xc} (cm^4)	42,67	21,33	9,27	11,58	6,14
y_c (mm)	20	20	41,20	46,29	43,17
I_{yc} (cm^4)	170,67	21,33	3,40	10,64	3,94

(19) NF P 34-301 "Toiles et bandes en aciers de construction galvanisées, prélaquées ou revêtues d'un film organique. Calandre".

(20) NF P 24-351 "Protection contre la corrosion et préservation des états de surface des fenêtres et portes-fenêtres. Métalliques".

Dichos elementos se atornillan a las ménsulas descritas en el punto 3.2.2.a siguiendo el replanteo de las mismas por medio de los tornillos descritos en el punto 3.2.2.c.

Los montantes se cuelgan de un punto fijo en su extremo superior, siendo deslizantes las demás fijaciones.

3.2.2.c Tornillería de fijación de los montantes a las ménsulas

Para la fijación de los rastreles de madera a las ménsulas de aluminio se utilizarán tornillos VBU TF/IN A2 de ETANCO o similar, cuyas características se recogen en la tabla 10.

Tabla 10. CARACTERÍSTICAS DE LOS TORNILLOS MÉNSULAS-MONTANTES DE MADERA

Descripción	Tornillo autorroscante de cabeza Pozidriv o Torx
Diámetro	5 mm
Longitud	45 – 80 mm
Material	Acero inoxidable austénico A2 Aisi 304
Norma	EN ISO 3506-1:2010
Resistencia al arrancamiento (P_k)	336 daN anclado en 30 mm
	446 daN anclado en 50 mm

Para la fijación de los perfiles de aluminio o acero galvanizado a los respectivos ángulos se emplean tornillos autorroscantes de cabeza hexagonal de acero inoxidable de tipo Perfix TH/IN A2 de ETANCO o similar cuyas características se recogen en la tabla 11.

Tabla 11. CARACTERÍSTICAS DE LOS TORNILLOS MÉNSULAS-PERFILES METÁLICOS

Descripción	Tornillo autorroscante de cabeza hexagonal
Diámetro	5,5 mm
Longitud	25 mm
Material	Acero inoxidable austénico A2 Aisi 304
Norma	EN ISO 3506-1:2010
Resistencia tracción (R_m)	3790 N
Resistencia al arrancamiento (P_k)	390 daN (chapa de aluminio e=2 mm)
	430 daN (chapa de aluminio e=3 mm)

3.2.2.d Sistemas de fijación

3.2.2.d.1 Sistema visto – Tornillos sobre subestructura de madera (ver figura 1.A)

Estas fijaciones admiten paneles de 6 a 14 mm de espesor previamente mecanizados (perforación pasante).

Para fijar los paneles se emplean tornillos de acero inoxidable A2 o A4 con cabeza lisa plana termolacada con impresión Torx, conformes con las especificaciones técnicas detalladas a continuación:

Tabla 12. CARACTERÍSTICAS DE LOS TORNILLOS SISTEMA VISTO	
Designación	TW–SØ 4,8xL de SFS intec
Diámetro del cuerpo	4,8 mm
Diámetro de la cabeza	12 mm
Longitud	38 mm
Diámetro del orificio en el panel	8 mm (pto deslizante) 5 mm (pto fijo)
Resistencia media a tracción*	7100 N
Resistencia media a cortante*	5400 N
Carga media de rotura por arrancamiento*	3000 N
Carga media de rotura por cortante*	1100 N

* Estos valores han sido obtenidos por el fabricante de los tornillos mediante ensayo en laboratorio, sobre 26 mm de madera.

Podrán emplearse otros tornillos, de acero inoxidable y de características similares a los aquí descritos. En ningún caso podrán utilizarse tornillos de cabeza avellanada.

3.2.2.d.2 Sistema visto – Tornillos sobre subestructura metálica (aluminio o acero galvanizado) (ver figura 1.B)

Estas fijaciones admiten paneles de 6 (8 en caso de techos) a 14 mm de espesor, previamente mecanizados (perforación pasante).
Para fijar los paneles se emplean tornillos de acero inoxidable A2 o A4 con cabeza lisa plana termolacada, conformes con las especificaciones técnicas detalladas a continuación:

Tabla 13. CARACTERÍSTICAS DE LOS TORNILLOS SISTEMA VISTO	
Designación	SX3-L12Ø 5,5xL de SFS intec
Diámetro del cuerpo	5,5 mm
Diámetro de la cabeza	12 mm
Longitud	28 mm e_{panel}≤10 mm 38 mm e_{panel}>10 mm
Diámetro del orificio en el panel	8,5 mm (pto deslizante) 5,6 mm (pto fijo)
Resistencia media a tracción*	14 000 N
Resistencia media a cortante*	9500 N
Carga media de rotura por arrancamiento* (sobre 1,5 mm de acero St37)	2700 N

* Estos valores han sido obtenidos por el fabricante de los tornillos mediante ensayo en laboratorio.

Podrán emplearse otros tornillos, de acero inoxidable y de características similares a los aquí descritos. En ningún caso podrán utilizarse tornillos de cabeza avellanada.

3.2.2.d.3 Sistema visto – Remaches sobre subestructura de aluminio (ver figura 1.B)

Estas fijaciones admiten paneles de 6 (8 en caso de techos) a 12 mm de espesor previamente mecanizados (perforación pasante).
Para fijar los paneles se emplean remaches de aluminio AlMg5 con vástago de acero inoxidable A3 conformes con las especificaciones técnicas detalladas a continuación:

Tabla 14. CARACTERÍSTICAS DE LOS REMACHES SISTEMA VISTO	
Designación	AP16Ø 5,0xL de SFS intec
Diámetro del cuerpo	5 mm
Diámetro de la cabeza	16 mm
Longitud	$e_{panel}+e_{perfil}+Ø_{cuerpo}$
Diámetro del orificio en el panel	9 mm (pto deslizante) 5,1 mm (pto fijo)
Resistencia media a tracción*	3700 N
Resistencia media a cortante*	2400 N
Carga media de rotura por arrancamiento* (sobre 1,8 mm de aluminio)	2410 N
Carga media de rotura por cortante* (sobre aluminio)	2800 N

* Estos valores han sido obtenidos por el fabricante de los tornillos mediante ensayo en laboratorio.

Podrán emplearse otros remaches con las mismas características aquí descritas.

3.2.2.d.4 Sistema oculto – Perfilería de cuelgue de aluminio sobre subestructura de aluminio (ver figura 2)

Para este sistema de fijación sólo se admiten paneles de espesor de 10, 12 y 14 mm, que deberán estar previamente mecanizados (perforación ciega) en su contracara para introducir las fijaciones, exigiéndose un preciso control de la profundidad del taladro.
Este sistema consta de:

- Perfiles guía;
- Ganchos de cuelgue;
- Tornillos.

Los perfiles guía son los elementos que sirven para el cuelgue de los paneles.
Son perfiles fabricados en aluminio de aleación 6063 con tratamiento T5.
Sus características geométricas y mecánicas se detallan en la tabla 15, mientras que su geometría y dimensiones se recogen en la figura 10.A.

Tabla 15. CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL GUÍA	
Espesor (mm)	3,3
Dimensiones indicativas (mm)	31 x 60
Longitud (mm)	3000
$\mathbf{I_x}$ (cm^4)	13,76
$\mathbf{I_y}$ (cm^4)	2,36

Los perfiles guía se fijan a los montantes mediante tornillos autorroscantes de acero inoxidable de tipo Perfix TH/IN A2 de ETANCO o similar cuyas características se detallan en la tabla 11.

Los ganchos de cuelgue son los elementos que, anclados a la contracara de los paneles mediante tornillos, permiten colgar los paneles a los perfiles guía. Son elementos fabricados en aluminio extruido de aleación 6063 con tratamiento T5.
Sus características geométricas y mecánicas se detallan en la tabla 16, mientras que su geometría y dimensiones se recogen en la figura 10.B.

Tabla 16. CARACTERÍSTICAS DEL GANCHO DE CUELGUE	
Espesor (mm)	5,5
Dimensiones indicativas (mm)	68,50 x 38
Longitud (mm)	50
$\mathbf{I_x}$ (cm^4)	25,69
$\mathbf{I_y}$ (cm^4)	7,93
$\mathbf{x_c}$ (mm)	25,90
$\mathbf{y_c}$ (mm)	42,51

Los ganchos de cuelgue colocados en la parte superior de los paneles tienen la función de nivelar los mismos mediante unos tornillos denominados bulones de nivelación de acero inoxidable de calidad A2 y cabeza hexagonal (Ø cabeza 13 mm, Ø 8 mm, L 25 mm) DIN 933 M8 x 25 A2 (fig. 10.D). El gancho central superior actúa como punto fijo. Dicho punto se consigue fijando el gancho al perfil guía mediante un tornillo autorroscante de acero inoxidable de calidad A2 de Ø 5,5, L=19,25 mm DIN 7504K.

Los paneles se fijan a los ganchos de cuelgue mediante tornillos (figura 10.C) TB –A2 TX30 en acero inoxidable A2 Aisi 304, conforme a la norma EN 10204: 2006. Sus características se detallan en la tabla 17.

Tabla 17. CARACTERÍSTICAS DE LOS TORNILLOS (Gancho de cuelgue – Panel)		
Diámetro		6,0 mm
Diámetro de la cabeza		12 mm
Longitud	Panel e=10 y 12 mm	11,5 mm
Diámetro del orificio en el panel		5 mm ± 0,1 mm
Taladro ciego en el panel	Panel e=10 y 12 mm	7,5 mm
Resistencia al arrancamiento		170 daN

3.2.3 *Accesorio para la ejecución de juntas*

Cuando se instalan los paneles en sistema visto con subestructura de madera se incluye una Banda elastomérica EPDM (Etileno Propileno Dieno tipo M) de ETANCO para proteger el rastrel de madera. A continuación se indican sus características:

- Designación: Banda de protección EPDM.
- Anchura: de 10 a 20 mm superior a la anchura del rastrel.

3.3 **Anclajes de unión al soporte**

Los anclajes de fijación de la subestructura al soporte no forman parte del sistema y por lo tanto no han sido evaluados. No obstante, en el proyecto técnico de la fachada ventilada deberán quedar definidos el tipo, posición y número de anclajes para la fijación de las ménsulas al soporte en función del material base de apoyo y de los esfuerzos transmitidos al mismo.

Estos datos se reflejarán en el proyecto técnico de la fachada ventilada y se definirán para cada material base de apoyo, en función de las recomendaciones del fabricante de los anclajes.

Es responsabilidad de la empresa instaladora y de la Dirección facultativa, la comprobación de la adecuación del anclaje, definido en el proyecto técnico, con respecto al elemento soporte ejecutado en obra.

4. FABRICACIÓN DE PANELES

4.1 **Paneles**

Los paneles laminados compactos ProdEX y ProdEX IGN son fabricados por la empresa PRODEMA, S.A. en su fábrica de Legorreta, Guipúzcoa (España).

La fabricación de los paneles se efectúa según las siguientes fases:

1. Recepción de materias primas: chapa de madera, papel kraft impregnado, resina, films plásticos.
2. Impregnación de la madera con su resina.
3. Ensamblado de los paneles por apilamiento de hojas de madera, papeles impregnados y films.
4. Prensado y calibrado.
5. Mecanizado.
6. Embalaje y paletizado.

Existe un documento interno del fabricante que describe los procesos y condiciones de fabricación que ha sido facilitado al IETcc para su seguimiento en fábrica.

Para el mecanizado de los paneles (corte, perforado, fresado, biselado, lijado y, eventualmente, pulimentado) se deben utilizar preferentemente máquinas estacionarias con bancada móvil y protecciones o falcas de apoyo que no contengan partículas que puedan deteriorar la superficie de los paneles.
Tras la mecanización no es necesario proteger o dar un tratamiento especial a la superficie del canto obtenida.

Es de suma importancia para la calidad del cerramiento que la mecanización de los paneles se ejecute de forma precisa, siguiendo exactamente las especificaciones del fabricante. Por esta razón, los mecanizados de los paneles deberán siempre realizarse en taller en condiciones controladas y no en obra.

En el caso de pequeños remates para la solución de puntos singulares, como se indica en el punto 6.5, puede utilizarse maquinaria portátil específica que permite realizar el mecanizado en obra. En todo caso, para sistema oculto las operaciones de mecanizado de los paneles para su fijación a los ganchos de cuelgue deben ser realizadas en taller.

4.2 **Subestructura**

La fabricación de los elementos de la subestructura se realiza por empresas que deberán ser capaces de asegurar la homogeneidad del producto fabricado, así como las especificaciones técnicas recogidas en este documento.

5. CONTROL CALIDAD

5.1 **Paneles**

El fabricante PRODEMA, S.A. tiene implantado un Plan de Calidad en cumplimiento de lo establecido en el Sistema de Gestión de la Calidad de la empresa aprobado por AENOR con Certificado de Registro de Empresa ER-0119/1999 para "El diseño y la producción de tableros laminados compactos de alta presión acabados en madera natural para revestimientos interiores y exteriores" de acuerdo con la norma UNE EN ISO 9001[(21)].

La frecuencia de los controles internos sobre la materia prima, procedimientos de fabricación y producto acabado, están establecidos en los procedimientos internos de autocontrol supervisados por el IETcc.

PRODEMA, S.A. también tiene implantado un Sistema de Gestión Ambiental aprobado por AENOR con certificado GA-2002/0070 para "El diseño y la producción de tableros laminados de alta presión acabados en madera natural para revestimientos interiores y exteriores" conforme a la norma UNE-EN ISO 14001[(22)].

5.1.1 *Materias Primas*

Los suministradores de cada materia prima aportan un certificado con las características mecánicas y químicas que definen su producto conforme a las especificaciones y la ficha técnica exigidas por PRODEMA, S.A.

Complementariamente, PRODEMA, S.A. realiza en las materias primas los controles detallados en la tabla 18:

Tabla 18. CONTROL DE MATERIAS PRIMAS

PRODUCTO	CARACTERÍSTICA
Chapa de madera	Aspecto
Resina de impregnación de la lámina de madera	Viscosidad
	Extracto seco
Papel kraft	Gramaje
	Tasa de resina
Film para obtener matices de color	Gramaje
	Tasa de resina

(21) UNE-EN ISO 9001:2008 "Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos".

(22) UNE-EN ISO 14001:2004 "Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso".

5.1.2 *Proceso de fabricación*

En la tabla 19 se especifican los controles que se realizan durante el proceso de .fabricación.

Tabla 19. CONTROL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

PROCESO	CONTROL
Preparación de la lámina de madera superficial	Tasa de humedad de la madera
	Espesor
	Dimensiones
	Contenido de la resina de impregnación
Prensado	Temperatura, presión y tiempo
	Espesor
Corte	Dimensiones y tolerancias
	Rectitud
	Cuadratura
	Planitud
	Aspecto

5.1.3 *Producto acabado*

En la tabla 20 se definen los controles que se realizan sobre el producto acabado.

Tabla 20. CONTROL SOBRE PRODUCTO ACABADO

FRECUENCIA	CONTROL
Por panel	Aspecto visual
Por cada 48 paneles	Control dimensional
Mensual	Espesor
	Peso específico
	Resistencia a la humedad
	Estabilidad dimensional a temperatura elevada
	Resistencia al choque térmico
	Resistencia al agrietamiento
	Resistencia a flexión
	Módulo elástico
	Resistencia a impacto
	Reacción al fuego
Anual	Densidad
	Resistencia a las fijaciones
Cada 5 años	Euroclase de reacción al fuego

5.2 **Subestructura, tornillería y remaches**

Estos elementos no son fabricados por PRODEMA, S.A., por lo que se exige a los proveedores un certificado en cada suministro relativo a las especificaciones técnicas y cumplimiento de la normativa respectiva.

Los instaladores reconocidos y formados por PRODEMA, S.A. realizan los siguientes controles de los elementos de la subestructura a su recepción:

- Aspecto general y acabado.
- Dimensiones.
- Comprobación del certificado con respecto a la especificación técnica.

5.3 **Anclajes**

Los anclajes no son fabricados por PRODEMA, S.A. Los proveedores facilitarán un certificado relativo a las especificaciones técnicas del producto conformes a las exigencias recogidas en este documento y cumplimiento de la normativa de referencia.

Cuando corresponda, el anclaje deberá estar en posesión del marcado CE.

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

6.1 **Etiquetado**

Los paneles tienen la siguiente denominación comercial:

a) ProdEX
   Con clasificación al fuego- **C-s1, d0**

b) ProdEX IGN
   Con clasificación al fuego **B-s1, d0**

En todos los paneles se coloca una etiqueta de identificación en la que se indica, como mínimo:

- DdP

  Paneles ProdEX 2013062501

  Paneles ProdEX IGN 2013062502

- Marca comercial del fabricante.
- Logotipo y número de DIT plus.
- Código de identificación del lote de fabricación (trazabilidad, fecha de fabricación, etc.).
- Color y espesor.

El sentido del panel, longitudinal o transversal, se identifica por la dirección de la veta y por las dimensiones del mismo antes del mecanizado (mayor dimensión en el sentido longitudinal). En caso de duda se deberá consultar al fabricante.

6.2 **Almacenamiento en fábrica o taller**

Durante el almacenamiento debe evitarse que los paneles se deformen, debiéndose proteger frente a la humedad, el calor, la suciedad y el deterioro. Los paneles deben guardarse en espacio cerrado y ventilado, a temperatura ambiente y humedad normales.
En caso de almacenamiento en horizontal, los paneles deben ser apoyados de forma plana en toda su superficie. La base sobre la que apoyen los paneles debe estar libre de materiales que les puedan ocasionar desperfectos.

Los paneles deben apilarse preferentemente sobre un palé, colocando entre el palé y el primer panel una capa protectora. También deberá situarse otra capa protectora, un film de PVC sobre el último panel.

Cuando no sea posible el almacenamiento en horizontal, se recomienda guardar los paneles en estantes inclinados de forma que abarquen la superficie total y cubiertos por un tablero de otro tipo con el fin de evitar deslizamientos. El ángulo máximo recomendado de los estantes es de aproximadamente 80º con la horizontal.

6.3 **Embalaje y transporte**

Para transportar los paneles laminados (HPL) se utilizan palés planos, si es necesario reforzados para soportar el peso de los mismos, siguiendo las mismas indicaciones indicadas en el punto 6.2.

6.4 **Recepción en obra y acopio**

Durante la ejecución de los trabajos de montaje todos los elementos que componen los cerramientos de fachada, se acopiarán de forma ordenada evitando que se produzcan roturas y deformaciones en los mismos y el acopio se hará en el interior de la edificación o en zona protegidas de lluvia en el exterior.

La recepción de los materiales la efectuará el director de ejecución de obra conforme a la normativa en vigor. Se prestará especial atención y cuidado en todas las operaciones de manipulación y almacenamiento en obra de cada uno de los elementos, principalmente a los paneles de gran tamaño y a los perfiles de gran longitud, evitando cualquier tipo de incidencia que pueda provocar una deformación que inhabiliten su utilización, para ello se recurrirá a equipos auxiliares como grúas de obra, transpaletas, etc.

Tanto en el acopio como en el almacenamiento en obra, los paneles se deben colocar apilados en horizontal sobre un soporte seco, plano y continuo, protegiéndolos de la contaminación y de los deterioros mecánicos.

Si se cubriera la pila de paneles (por ejemplo con un toldo), es necesario evitar que se formen condensaciones.

6.5 **Manipulación y Mecanizado**

Se debe evitar que se deslice un tablero sobre otro o un palé sobre otro. Para ello no se deben transportar mediante carretilla elevadora dos palés cargados a la vez y siempre se deberán flejar los laminados. A la hora de mover un palé de laminados se deberá mover uno a uno.

El mecanizado de los paneles debe efectuarse con herramientas de tratamiento de madera convencionales de carpintería, equipadas con metal duro o punta de “Widia” (carbono tugsteno) con dureza K-05 y K-01.

Los diámetros de los discos de corte serán de 250 a 300 mm en las sierras circulares de mesa y de 150 a 190 mm para las manuales. El perfil de diente más eficaz es el trapecio plano. El número de dientes dependerá del diámetro y puede ir de 24 a 60. Para que el corte de la cara se vea limpio, es recomendable que el disco de corte sobresalga 1-2 cm del material a serrar. La sierra debe atacar la cara buena del tablero, según el sentido de giro de la herramienta, se coloca el panel cara buena arriba o cara buena abajo.

En el caso de los taladros pasantes, para evitar astillar el material al realizar la perforación, se deben emplear placas de soporte por debajo del tablero y así conseguir un agujero limpio.

Para el sistema de fijaciones ocultas para realizar los taladros ciegos es imprescindible utilizar una maquinaria que garantice el control de la profundidad del taladro.

De todos modos siempre se seguirán las recomendaciones del fabricante en lo relativo a la maquinaria de corte y taladrado a emplear.

7. PUESTA EN OBRA

7.1 **Especificaciones generales**

Para cada obra y a la vista del proyecto arquitectónico, se realizará un proyecto técnico de la fachada ventilada y techos en el que, se calcularán y determinarán los elementos a utilizar y su disposición.

En cualquier caso, PRODEMA, S.A. facilitará todos los datos necesarios para realizar el proyecto y ejecución de la fachada ventilada y techos, debiendo proporcionar, si así se solicita, asistencia técnica durante las fases de proyecto y ejecución, incluyendo la resolución de los puntos singulares.

El montaje del Sistema de fachada ventilada y techos lo ha de realizar personal especializado y formado por PRODEMA, S.A. bajo su asistencia técnica, utilizando los elementos de fijación anteriormente descritos.

Los paneles una vez colocados no deberán encontrarse bajo tensión y deberán tener suficiente libertad de movimientos, considerando que la dilatación máxima admisible es de 3 mm/m debida a cambios de humedad y temperatura. Por lo tanto, en el perforado de los paneles y en el tratamiento de las juntas se deben tener en cuenta estas variaciones dimensionales, así como los movimientos de la subestructura.
Para cada uno de los sistemas de fijación existen unas tolerancias mínimas.

Las recomendaciones de puesta en obra y cálculo aportadas por el fabricante y recogidas en este documento se refieren a fachadas de hasta 18 m de altura máxima, y dentro de las limitaciones recogidas en el CTE-DB-SE-AE relativo a Acciones en edificación – Viento.

Para los techos hay que prestar especial atención en el proyecto técnico al diseño, de forma que esté resuelta la evacuación del agua de lluvia que pudiera infiltrarse (ver figura 20.1 y 20.2).

7.1.1 *Preparación del soporte y anclajes*

La subestructura deberá quedar adecuadamente montada con el fin de garantizar la planicidad del sistema de revestimiento.

Antes del montaje del sistema, deberán realizarse pruebas de arrancamiento según plan de control de la obra, supervisadas por la dirección facultativa, para comprobar las especificaciones de proyecto tanto sobre los anclajes (ver punto 3.3) como sobre la estabilidad y la capacidad portante del soporte.

El instalador de la fachada y los techos dará su conformidad previa al soporte antes de la colocación del sistema.

Además se recomienda que se realicen ensayos por muestreo de las características resistentes del soporte, para la fijación de la subestructura.

El sistema de fijación deberá prever la dilatación de los paneles y definirse de acuerdo a:

- cargas de viento;
- distancias máximas entre puntos de fijación de los paneles;
- formato y dimensiones de los paneles;
- juntas de dilatación del edificio y de los componentes.

Por último, se deberá verificar en obra que el sistema de fijación empleado sea el contemplado en el proyecto técnico de la fachada ventilada y en la memoria de cálculo, comprobando que las ménsulas, tornillos y elementos de fijación de los paneles sean los adecuados a cada tipo de perfil.

7.1.2 *Cámara de aire ventilada*

Deberá tenerse en cuenta, según establece el CTE, la existencia de una cámara continua de aire, de entre 3 y 10 cm de espesor, ventilada por convección natural ascendente detrás del revestimiento.
El área efectiva total de las aberturas de ventilación será, como mínimo, de 120 cm^2 por cada 10 m^2 de paño de fachada entre forjados, repartidas al 50 % entre la parte superior y la inferior. A estos efectos podrán contabilizarse las juntas entre paneles, cuando estas sean abiertas.

Independientemente de la posición de la fachada y tipo de juntas, la ventilación de la fachada estará asegurada por las aberturas de entrada de aire en el arranque inferior del revestimiento, dinteles y la salida en alféizares de ventanas y remates al nivel de la cubierta.

7.2 **Montaje**

Para el sistema visto, la secuencia de operaciones de puesta en obra debe ser la siguiente:

- Replanteo.
- Colocación de las ménsulas.
- Colocación de los montantes.
- Colocación del aislamiento térmico (si procede).

- Colocación de las bandas de EPDM sobre los montantes (si procede).
- Fijación de paneles y establecimiento de juntas.
- Tratamiento de juntas y puntos singulares.

En el caso de sistema oculto, después de la colocación de los montantes y del aislante, si procede, se continúa con:

- Colocación de los perfiles guía.
- Colocación de los ganchos de cuelgue en la parte trasera de los paneles.
- Colocación de los paneles estableciendo las juntas oportunas entre ellos.

7.2.1 *Replanteo*

Se replanteará la fachada y los techos comprobando la planicidad del soporte a revestir y verificando la elección de los anclajes adecuados. Los ejes de los montantes verticales se colocarán conforme a las distancias establecidas en el proyecto y justificado por cálculo.

Las características del soporte, en resistencia, desplome y planicidad, deberán cumplir las condiciones fijadas en el CTE,DB SE así como en las correspondientes normas y disposiciones vigentes.

7.2.2 *Colocación de las ménsulas*

La subestructura del sistema se ancla a la estructura portante del edificio mediante las ménsulas de sustentación que se instalan en correspondencias de las vigas o cantos de forjados, en el caso de fachada, mediante los anclajes adecuados, según se describe en el punto 3.3.
Las ménsulas de sustentación se disponen alineadas y alternándolas a ambos lados del montante, duplicándolas cuando el cálculo así lo exija y a una distancia de 3 m máximo dependiendo de la distancia entre los elementos estructurales. En caso de que no se dupliquen las ménsulas deberá justificarse por cálculo el adecuado comportamiento del montante y de las ménsulas frente a los esfuerzos de torsión.

Entre las ménsulas de sustentación se colocan las ménsulas de retención, que se fijan al cerramiento alineadas, contrapeadas y distribuidas entre los elementos estructurales a una distancia aproximada de 100 cm, dependiendo del tipo y estado del soporte y a su vez de las cargas que tenga que transmitir al mismo.

7.2.3 *Colocación de montantes*

La planicidad de los entramados de montantes debe quedar garantizada fijando cada montante a las ménsulas correspondientes mediante un punto fijo en uno de sus extremos, el superior en el caso de fachada, siendo deslizantes los demás puntos de fijación. De esta forma se consigue asegurar el adecuado movimiento de la subestructura y que el revestimiento sea perfectamente plano.

7.2.3.1 Sistema visto

Los montantes se colocarán a una distancia entre ellos que dependerá de la distancia entre fijaciones y teniendo en cuenta la distancia de la fijación al borde de panel (de entre 20 y 40 mm) y el tamaño de la junta.

En el caso de subestructura de madera su cara vista, si procede, deberá estar protegida por una banda elastomérica de EPDM de 10 a 20 mm superior a la anchura del rastrel.
Además, se deberá verificar que no existe la posibilidad de que los rastreles se humedezcan a través de otros puntos, como puede ser por acumulación de agua en los arranques.

7.2.3.2 Sistema oculto

La distancia entre montantes será entre 100 y 125 cm, según lo definido por el cálculo de la fachada ventilada.

7.2.4 *Colocación de aislante*

Siempre que se aplique, se cubrirá toda la cara exterior del muro soporte y la estructura resistente del edificio según las especificaciones del proyecto.

7.2.5 *Colocación de paneles y establecimiento de juntas*

7.2.5.1 Sistema visto

Según se indica en la tabla 21, la fijación de los paneles a la subestructura se puede realizar por medio de tornillos o remaches, debiendo elegirse el sistema de fijación adecuado en función de la subestructura elegida.

Tabla 21 - RELACIÓN SUBESTRUCTURA-FIJACIONES

Subestructura		Tornillería subestructura	Sistema de fijación
Ménsulas	**Montantes verticales**		
Aluminio	Madera	Tornillos tirafondo	Tornillos tipo TW-SØ4,8xL de SFS intec
Aluminio	Aluminio	Tornillos autorroscantes	Remaches* tipo AP16Ø5,0xL de SFS intec o Tornillos tipo SX3-L12Ø5,5xL de SFS intec
Acero galvanizado	Acero galvanizado	Tornillos autorroscantes	Tornillos tipo SX3-L12Ø5,5xL de SFS intec

* Los paneles de e = 14 mm no podrán fijarse mediante remaches.

Para fijar los paneles a los montantes se mecanizan los mismos de tal forma que haya un punto fijo de sujeción y el resto de puntos de fijación sean móviles, para permitir las dilataciones y contracciones que pueden sufrir los paneles por el efecto combinado de la temperatura y la humedad del aire, siendo esta última el factor que influye en mayor grado. (ver figuras 8 y 9).

El punto fijo, situado en la parte central de los tableros, tiene la función de asegurar la posición del panel y transmitir las cargas a la subestructura, repartiendo las variaciones dimensionales del panel.

La colocación del resto de fijaciones se realiza a partir de dicho punto fijo, con objeto de evitar introducir tensiones durante la puesta en obra.
El diámetro de la perforación para los puntos fijos coincide con el diámetro de la fijación (tornillo o remache), teniendo en cuenta las tolerancias.

En los paneles en los que sólo haya dos líneas horizontales de fijaciones, el punto fijo se situará en la parte superior del mismo.

Los puntos móviles, tienen la función de permitir los movimientos del panel en su plano.
El diámetro de la perforación debe ser como mínimo superior en 3 mm al diámetro del tornillo o remache.
En cualquier caso deberán ser concéntricas las perforaciones del perfil y del panel.

Tabla 22. TALADROS DEL PANEL PARA SU FIJACIÓN		
Fijación	**Taladro para punto fijo**	**Taladro para punto móvil**
tornillos tipo TW-SØ4,8xL de SFS intec	5 mm	8,0 mm
tornillos tipo SX3-L12Ø5,5xL de SFS intec	5,6 mm	8,5 mm
remache tipo AP16Ø5,0xL de SFS intec	5,1 mm	9 mm

Para la correcta colocación de los remaches, es necesario taladrar previamente el perfil.

Para la realización de dichos taladros se deberán tener en cuenta que la distancia entre el centro del taladro y el borde del panel debe estar comprendido entre 20 y 40 mm.

Para la subestructura de madera, los tornillos deben penetrar al menos 25 mm en la madera.

El panel ya colocado no debe estar coaccionado en su plano.

La distancia máxima entre fijaciones según la dirección perpendicular a los montantes, que coincide con la distancia entre montantes, queda reflejada en la tabla 23 en función del espesor del panel.

El número de fijaciones en la dirección paralela a los montantes vendrá definido por cálculo de acuerdo a lo descrito en el apartado 9. Siendo como mínimo de 2 fijaciones para los paneles de altura menor de 400 mm y de 3 fijaciones para los paneles mayores.

Tabla 23. DISTANCIA ENTRE FIJACIONES SEGÚN LA DIRECCIÓN PERPENDICULAR A LOS MONTANTES	
Espesor del panel (mm)	**Distancia entre fijaciones (mm)**
6	≤ 400
8	≤ 600
10	
12	≤ 800
14	

Excepto justificación especial, el voladizo al final del panel para la formación de las esquinas estará limitado a 40 mm y podrá ser reforzado mediante un perfil vertical en L (ver figura 14).

Para techos, es muy importante tener en consideración que los montantes que sirven de apoyo a los paneles se instalen en posición perpendicular a la veta de los mismos.

7.2.5.2 Sistema oculto

Replanteados los montantes y colocado el aislamiento térmico, si procede, se fijan los perfiles guías, empezando desde abajo (en el caso de fachada) y teniendo en cuenta que su separación corresponderá a la distancia de los puntos de fijación en dirección paralela a los montantes. Por último se colocan los paneles, colgándolos a los perfiles guía mediante los ganchos de cuelgue que van fijados a los paneles con tornillos autorroscantes por su cara oculta.

El espesor mínimo de los paneles, compatible para este sistema, será de 10 mm, con juntas de 6 a 10 mm.

Para la colocación de los ganchos de cuelgue es necesario mecanizar previamente los paneles, teniendo en cuenta que el taladro ciego será como máximo 1,5 mm más profundo que el tornillo una vez ajustado, así como se indica en la tabla 17, y que el espesor del panel restante tiene que ser como mínimo de 2 mm (ver figura 10).

Los puntos de fijación se replantearán como se define en la tabla 24, teniendo en cuenta que la distancia de las fijaciones a los bordes del panel será (ver figura 11):

- 58 mm al borde superior,
- 24 mm al borde lateral.

TABLA 24. DISTANCIAS MÁXIMAS ENTRE PUNTOS DE FIJACIÓN			
Espesor de placa (mm)	10	12	14
Distancia entre fijaciones	≤600	≤800	≤800

Para cada panel se deberán definir:

- dos puntos de nivelación, que se consiguen mediante tornillos de nivelación que se regulan en los ganchos de cuelgue superiores de los extremos;
- y, una vez conseguida la nivelación, un punto fijo, para evitar el desplazamiento lateral de los ganchos de cuelgue, obtenido fijando mediante un tornillo autotaladrante el gancho de cuelgue central superior al rastrel guía (ver figura 12).

Los ganchos de cuelgues inferiores se situarán a una altura que facilite la dilatación de los paneles (siendo la dilatación máxima admisible 3 mm/m).

7.2.6 *Juntas*

En ambos sistemas durante el montaje se deberán usar ventosas para la manipulación de los paneles

y tacos de goma para fijar las juntas de separación entre paneles.

Las juntas entre paneles serán de 6 a 10 mm, no debiendo sellarse. En el caso de ángulos salientes, la junta vertical será de 6 a 10 mm.

Las juntas de dilatación del edificio siempre deben coincidir con una junta vertical del sistema de fachada mediante un doble perfil. Asimismo, no se deberá fijar un mismo panel a dos montantes distintos según la dirección vertical.

8. MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

Para la limpieza de los paneles se seguirán las recomendaciones del fabricante de los mismos:

- Las manchas superficiales pueden ser eliminadas con la ayuda de un trapo húmedo y jabón o cualquier otro detergente de limpieza que no contenga ningún componente abrasivo.
- Los paneles sucios con sustancias tenaces como residuos de cola, pintura, tinta, etc., pueden ser limpiados habitualmente con un disolvente orgánico como por ejemplo alcohol desnaturalizado, disolventes clorados o solventes orgánicos.

La utilización de disolventes y productos de limpieza químicos debe realizarse conforme a las disposiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo, de acuerdo con las recomendaciones del suministrador de los mismos.

Su sustitución, por rotura o por cualquier otra causa, no afectará al conjunto de fachada.
Es posible que en caso de sustitución de los paneles después de un largo tiempo expuestos, puedan darse ligeras diferencias de tonalidad entre los paneles sustituidos y los colocados anteriormente.

9. CRITERIOS DE CÁLCULO

El proyecto técnico de la fachada ventilada deberá incluir una memoria de cálculo que justifique el adecuado comportamiento de la subestructura frente a las acciones previstas, comprobándose la estabilidad, resistencia, deformaciones admisibles y justificando la adecuada composición del sistema, para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan derivarse de las acciones correspondientes a los estados límite últimos y de servicio.

Para el cálculo se deberán verificar que los valores de resistencia a flexión, cortante e impacto de los paneles, para las dimensiones y distancia entre apoyos de aplacado proyectado, son suficientes y contemplan un coeficiente de seguridad adecuado para los esfuerzos a los que estarán sometidos los mismos y que estos últimos son admisibles en función de las propiedades mecánicas de los mismos paneles.

9.1 **Determinación de acciones**

Las acciones sobre el Sistema de fachada ventilada se calcularán según lo establecido en el CTE-DB-SE-AE relativo a Acciones en la edificación, con los coeficientes de mayoración de acciones recogidos en el CTE-DB-SE relativo a Seguridad Estructural.

Teniendo en cuenta las limitaciones definidas en el CTE-DB-SE-AE relativas a la acción del viento, para edificios de hasta 30.m de altura, las acciones se determinarán según lo establecido en el citado Documento Básico, debiendo emplearse los coeficientes eólicos de presión / succión recogidos en el Anejo D de dicho Documento Básico (tabla D.1), en función de la esbeltez del edificio y la posición de los paneles y considerando como área de influencia la del propio panel.

Para alturas mayores y/o para aquellos casos que se salgan del campo de aplicación de dicho Documento Básico, o cuando se prevean acciones de viento superiores a las consideradas en el CTE-DB-SE-AE, será preciso realizar un estudio específico para determinar las acciones de viento, así como los coeficientes eólicos de presión / succión.

9.2 **Parámetros de cálculo**

Las propiedades mecánicas de los paneles están descritas en el punto 3.1.2 del presente documento y las propiedades mecánicas de la subestructura están descritas en el punto 3.2.

Los valores de resistencia a la succión de viento de los puntos de fijación de los paneles se podrán obtener de los resultados del ensayo 11.2.2, de las características mecánica de los paneles, corregidos por su correspondiente coeficiente de seguridad y de las tablas aportadas por el fabricante, que muestran en función del número y posición de los puntos de fijación y el espesor del panel, la presión/succión estática de viento.

Estos valores se deberán comparar con la carga de viento obtenida para la configuración de fachada prevista.

El coeficiente de seguridad para los valores de resistencia de las fijaciones deberá quedar definido en el proyecto técnico de la fachada ventilada, no recomendándose un coeficiente menor de 2.

9.3 **Hipótesis de cálculo**

Se consideran las siguientes hipótesis de cálculo:

- Las acciones de viento sobre los paneles, así como el peso propio de los mismos, son transmitidos por los propios paneles a través de las fijaciones, subestructura y anclajes al cerramiento posterior, que deberá resistir dicho esfuerzo.

- La flecha de los paneles debe ser igual o menor que L/100 de la distancia entre puntos de fijación.
- El cálculo de la subestructura debe realizarse conforme a lo recogido en el CTE-DB-SE, en función del material empleado. La flecha de los perfiles estará limitada a L/200 de la distancia entre ménsulas.
- Los cálculos deberán realizarse para la subestructura prevista en el proyecto (de madera, aluminio o acero galvanizado), debiendo verificarse en obra que la subestructura proyectada y calculada se corresponde con la definitivamente instalada en obra. En caso contrario deberá realizarse un nuevo proyecto técnico de fachada ventilada, incluido su correspondiente cálculo de estructura.

El fabricante aporta a continuación unas recomendaciones de diseño de la subestructura de fachada ventilada, para situaciones habituales (edificios de hasta 18 m de altura sobre rasante, situados en zona urbana y dentro de las limitaciones del CTE-DB-SE-AE), que deberán ser verificados por el autor del proyecto técnico de la fachada ventilada.

Se podrán emplear valores distintos de los aquí descritos, siempre que quede justificado por cálculo.

9.4 **Recomendaciones de diseño de fachada**

El cálculo de la fijación de los paneles se realiza en función de:

- El valor de la resistencia admisible bajo las acciones de viento contempladas en el CTE-DB-SE-AE ("viento normal") al arrancamiento de la fijación es de 600 N.
- Las resistencias unitarias (en N) admisibles bajo "viento normal" de la cabeza de fijación en el panel son dadas en la tabla 25, en función de la localización (centro, borde y esquina) y de los inter-ejes de fijación de los paneles.
- La flecha (f) tomada bajo condiciones de viento normal para los paneles está limitada a 1/100 de la distancia entre puntos de fijación y se calcula según la fórmula:

$$f = k \cdot \frac{P \cdot L^4}{E \cdot M} \text{ en mm.}$$

P = Presión o depresión bajo viento normal (Pa).
E = Módulo de elasticidad en Pa ($9 \cdot 10^9$).
L = Dist. horizontal máxima entre fijaciones (mm).
M = $e^3/12$ (mm^3).
e = Espesor de las placas (mm).

Siendo K un coeficiente que depende del número de fijaciones de la placa según la dirección horizontal (N):

K = 0,013 para N = 2 apoyos;
K = 0,0054 para N ≥ 3 apoyos.

Tabla 25. RESISTENCIAS UNITARIAS BAJO VIENTO NORMAL (EN N) SEGÚN LA LOCALIZACIÓN DE LAS FIJACIONES

Espesor	Distancia entre ejes	Posición de fijación		
(mm)	(mm)	Centro	Borde	Esquina
6 y 8	≤ 400	500	260	110
	≤ 600	400	235	110
10, 12 y 14	≤ 600	600 (815)	410	245
	≤ 800	600 (760)	380	230

Nota:

1) Los valores entre paréntesis son los valores de resistencia de los paneles. En cualquier caso, el valor máximo a tener en cuenta es el del elemento de fijación utilizado, es decir 600 N para las fijaciones recomendadas.
2) Valores relativos a los entre-ejes verticales de fijación y/o horizontales de rastreles inferiores pueden ser interpolados linealmente.

Las tablas 26 y 27 recogidas a continuación, establecen la succión admisible, bajo "viento normal", (en kN/m^2) calculadas en base a los valores anteriores teniendo en cuenta la resistencia admisible al arrancamiento de la fijación de 600 N, (situado a 20 mm del borde) y para un inter-eje de montantes soporte verticales 0,60 m (Tabla 26) y de 0,40 (Tabla 27).

Tabla 26. Succión admisible bajo "viento normal" (kN/m^2)
INTER-EJE DE MONTANTES = 0,60 m**

Disposición de fijaciones V x H	e (mm)	Separación (mm) de las fijaciones a lo largo de los montantes				
		300	400	500	600	800
2 x 2	8	1,31	1,31	*	*	*
	10, 12 y 14	2,56	2,56	*	*	*
n x 2	8	1,31	1,31	1,21	1,01	0,75
	10, 12 y 14	2,56	2,56	2,05	1,70	1,18
2 x n	8	1,84	1,42	*	*	*
	10, 12 y 14	≤ 3,00	2,48	*	*	*
n x n	8	1,42	1,07	0,85	0,71	0,53
	10, 12 y 14	2,14	1,60	1,28	1,07	0,80

* El número mínimo de fijaciones sobre la vertical, para paneles de más de 400 mm de altura, es de 3.
** La separación máxima entre montantes para paneles de 6 mm de espesor es de 0,40 m.

n ≥ 3
V = número de fijaciones sobre la vertical
H = número de fijaciones sobre la horizontal

Tabla 27. Succión admisible bajo "viento normal" (kN/m^2) INTER-EJE DE MONTANTES = 0,40 m						
Disposición de fijaciones V x H	e (mm)	Separación (mm) de las fijaciones a lo largo de los montantes				
		300	400	500	600	800
2 x 2	6	2,08	1,51	*	*	*
	8	2,94	2,27	*	*	*
	10, 12 y 14	≤ 3,00	≤ 3,00	*	*	*
n x 2	6	2,08	2,08	1,81	1,08	-
	8	≤ 3,00	2,27	1,81	1,52	1,13
	10, 12 y 14	≤ 3,00	≤ 3,00	2,98	2,48	1,86
2 x n	6	≤ 3,00	1,51	*	*	-
	8	≤ 3,00	2,27	*	*	*
	10, 12 y 14	≤ 3,00	≤ 3,00	*	*	*
n x n	6	2,50	1,91	1,23	1,03	-
	8	2,50	1,91	1,23	1,03	0,77
	10, 12 y 14	≤ 3,00	2,29	1,85	1,55	1,16
* El número mínimo de fijaciones sobre la vertical, para paneles de más de 400 mm de altura, es de 3.						
n ≥ 3 V = número de fijaciones sobre la vertical H = número de fijaciones sobre la horizontal						

10. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

Según indica la empresa, PRODEMA, S.A. fabrica paneles laminados compactos (HPL) desde el año 1994; la ejecución de fachadas ventiladas la viene realizando desde el año 1995, con el sistema ProdEX, desde el año 2001 y utilizando los paneles ProdEX y ProdEX IGN desde el año 2008.

El fabricante aporta como referencias realizadas con el sistema ProdEX las siguientes obras:

2010

- Fabrica Obeki, Poligono Apatta en Ibarra (Guipúzcoa)– 450 m^2 (fijación vista - aluminio).

2011

- 80 Viviendas Torre Peribáñez en Mirabueno (Zaragoza) – 1450 m^2 (fijación vista – acero galvanizado).

2012

- Colegio Rosales del Canal, C/ San Juan Bautista de la Salle, 21 en Zaragoza – 445 m^2 (fijación vista – acero galvanizado).

2014

- Colegio CEIP Poeta Carlos Álvarez en Jerez de la Frontera (Cádiz) – 500 m^2 (fijación vista - madera).

2015

- Chalet en Sarrión (Teruel) – 120 m^2 (fijación vista – acero galvanizado).

El IETcc ha realizado diversas visitas a obras ejecutadas desde 2010, así como encuestas a los usuarios, todo ello con resultado satisfactorio.

11. ENSAYOS

De los ensayos detallados a continuación, parte se han realizado en el IETcc (Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja) Informes: nº 547/08, (20.109)-686/13, (20.264)-745/14, (20.264A)-785/15 y (20.264A)-785/15-A1, (20.264A)-786/15 y 20732-I (817-16) y parte han sido aportados por PRODEMA, S.A. y realizados en laboratorios acreditados.

Los ensayos realizados en el IETcc se han ejecutado conforme a la norma UNE-EN 438-2, a la Guía EOTA 034 *"Guideline for European Technical Approval of Kits for external wall claddings. Part 1: Ventilated cladding elements and associated fixing devices"* and *"Part II: cladding kits comprising cladding components, associated fixings, subframe and possible insulation layer",* y a la Guía EOTA 016 *"Self-supporting composite lightweight panels. Part 4: Specific aspects reñating to self-supporting composite lightweight panels for use in internal walls and ceilings".*

11.1 **Ensayos de Identificación**

11.1.1 *Características dimensionales*

Ensayos realizados conforme a la norma UNE-EN 438-2 para la obtención del marcado CE.
Durante la visita inicial a fábrica se realizaron los ensayos de identificación geométricos: dimensiones, espesor, planitud, rectitud y cuadratura; siendo los valores obtenidos conformes con la norma del producto, declarados por el fabricante en el Informe Técnico.

11.1.2 *Densidad*

Ensayo realizado por TECNALIA con número de informe 12_04466 (ProdEX) y fecha 16 de enero de 2013**,** y TECNALIA con número de informe 14_04524-2 (ProdEX IGN) y fecha 08 de abril de 2014 conforme a la norma UNE-EN ISO 1183-1, siendo el valor obtenido superior al mínimo exigido por la norma del producto, declarado por el fabricante en el Informe Técnico.

11.1.3 *Resistencia a impacto*

Ensayo realizado por TECNALIA con número de informe 12_04466 (ProdEX) y fecha 16 de enero de 2013**,** y TECNALIA con número de informe 14_04524-2 (ProdEX IGN) y 08 de abril de 2014 conforme a la norma UNE-EN 438-2, siendo el

valor obtenido superior al mínimo exigido por la norma del producto, declarado por el fabricante en el Informe Técnico.

11.1.4 *Resistencia a la humedad*

Ensayo realizado por PRODEMA con número de informe 211.13 (ProdEX) y fecha 6 de mayo de 2013, y TECNALIA con número de informe 14_04524-2 y fecha 08 de abril de 2014 conforme a la norma UNE-EN 438-2 Apartado 15, siendo los resultados obtenidos conformes con la norma del producto, tanto en lo relativo a incremento de masa como a variación del aspecto, declarados por el fabricante en el Informe Técnico.

11.1.5 *Estabilidad dimensional a temperatura elevada*

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la norma UNE-EN 438-2 Apartado 17.

Las variaciones dimensionales obtenidas son inferiores a los valores exigidos por la norma del producto, declarados por el fabricante en el Informe Técnico.

11.1.6 *Características mecánicas*

a) *Resistencia a flexión*

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la norma UNE-EN ISO 178.
Los valores obtenidos son superiores a los exigidos por la norma de producto, declarados por el fabricante en el Informe Técnico.

b) *Resistencia a tracción*

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la norma UNE-EN ISO 527-2.
Los valores obtenidos son superiores a los exigidos por la norma de producto, declarados por el fabricante en el Informe Técnico.

11.1.7 *Reacción al fuego*

Ensayo realizado por el CSTB conforme a las normas UNE-EN 13823[(23)] y UNE-EN ISO 11925-2[(24)] para la obtención del marcado CE.

La clasificación de reacción al fuego obtenida según UNE-EN 13501-1:2002 es:

C-s1, d0 ProdEX
(informe nº RA13-0336 del 5 de diciembre de 2013)

B-s1, d0 ProdEX IGN
(informe nº. RA13-0337 del 5 de diciembre de 2013).

11.1.8 *Resistencia de las fijaciones*

Ensayo realizado por PRODEMA con número de informe 213.13 (ProdEX) y fecha 6 de mayo de 2013, y TECNALIA con número de informe 14_04524-2 (ProdEX IGN) y fecha 08 de abril de 2014 conforme a la norma UNE-EN 438-2 Apartado 4.5, siendo los resultados obtenidos conformes con la norma del producto, declarados por el fabricante en el Informe Técnico.

11.1.9 *Resistencia a la delaminación*

Ensayo realizado conforme a las especificaciones de la norma ISO 13894[(25)]. Se realizó un ensayo inicial de caracterización y a continuación, tras procesos de envejecimiento de choque climático (punto 11.3.1), inmersión en agua (11.3.4) y hielo-deshielo (11.3.3), se repitió el ensayo, no observándose disminuciones significativas en la resistencia.

11.1.10 *Emisión de formaldehído*

Ensayo realizado por AIDIMA con número de informe 1407146-04 y 05 (ProdEX y ProdEX IGN) y fecha 06 de agosto de 2014 conforme a la norma UNE-EN 717-2: 1995[(26)].

El tablero queda clasificado como Clase 1, conforme a la norma UNE-EN 312-1[(27)].

11.2 **Ensayos de Aptitud de empleo**

11.2.1 *Resistencia a la succión de viento*

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la Guía EOTA 034 (Part 1), apartado 5.4.1.1 *"Wind suction test"* para montajes realizados conformes a las especificaciones del fabricante y según descrito en el Informe Técnico.

11.2.1.a Sistema visto – tornillos sobre subestructura de madera

Se ha realizado el ensayo utilizando paneles de 6 mm de espesor, el mínimo espesor admitido para este sistema.

El sistema superó el escalón de 3000 Pa sin producirse ningún fallo en el sistema[(28)].

(23) UNE-EN 13823: 2002 Ensayos de reacción al fuego de productos de construcción. Productos de construcción excluyendo revestimientos de suelos expuestos al ataque térmico provocado por un único objeto ardiendo.

(24) UNE-EN ISO 11925-2: 2002 Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Inflamabilidad de los productos de construcción cuando se someten a la acción directa de la llama. Parte 2: Ensayo con una fuente de llama única.

(25) ISO 13894 "High-pressure decorative laminates - Composite elements Part 1: Test methods".

(26) UNE-EN 717-2:1995 "Tableros derivados de la madera. Determinación de la emisión de formaldehído. Parte 2: emisión de formaldehído por el método de análisis de gas.".

(27) UNE-EN 312-1:1997 "Tableros de partículas. Especificaciones. Parte 1: Especificaciones generales para todos los tipos de tableros".

(28) El ensayo se suspendió a 3200 Pa porque la máquina de ensayo no llegó a estabilizarse.

11.2.1.b Sistema visto – remaches[29] sobre subestructura de aluminio

Se ha realizado el ensayo utilizando paneles de 6 mm de espesor, el mínimo espesor admitido para este sistema.

El sistema llegó a aguantar una presión de 4000 Pa sin rotura.

11.2.1.c Sistema oculto – perfilería de cuelgue de aluminio sobre subestructura de aluminio

Se ha realizado el ensayo utilizando paneles de 10 mm de espesor, el mínimo espesor admitido para este sistema.

El sistema llegó a aguantar una presión de 3400 Pa sin rotura [30].

11.2.2 *Ensayos mecánicos*

11.2.2. a Sistema visto (Familia A)

a1) Resistencia al punzonamiento

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la Guía EOTA 034, apartado 5.4.2.1.1 *"Pull through resistance of panel"* utilizando los componentes específicos del sistema según lo definido en el punto 3.2.

Sistema visto - remaches: Los resultados del ensayo se indican en la tabla 28, produciéndose el fallo por rotura de los paneles para espesor de 6 mm y por rotura del remache para espesor de 12 mm.

Tabla 28. RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO

ESPESOR PANEL (mm)	Ø ANILLO SOPORTE (mm)	POSICIÓN de la FIJACIÓN	CARGA de ROTURA (N)
			F_m
6	180	Centro	2055
		Lateral	1139
		Esquina	666
	270	Centro	1537
		Lateral	925
		Esquina	341
	350	Centro	1582
		Lateral	767
		Esquina	232
12	180	Centro	2548
		Lateral	3218
		Esquina	1242
	270	Centro	3194
		Lateral	3549
		Esquina	799
	350	Centro	3312
		Lateral	3035
		Esquina	718

(29) Teniendo en cuenta que la resistencia a tracción de los tornillos es mayor de la de los remaches, los ensayos se han realizados con remaches al considerarse la configuración más desfavorable.

(30) El ensayo se suspendió a 3600 Pa porque la máquina de ensayo no llegó a estabilizarse.

a2) Resistencia al esfuerzo cortante

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la Guía EOTA 034, apartado 5.4.2.1.2 *"Pull through resistance under shear loads"*, utilizando los componentes especificos del sistema.

Sistema visto: los resultados del ensayo se indican en la tabla 29.

Tabla 29. RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE

ESPESOR DEL PANEL (mm)	CARGA de ROTURA (N)	TIPO DE FALLO
	F_m	
6 – Subestr. Madera Tornillo	3950,20	Deformación del tornillo
6 – Subestr. Aluminio Remache	3415,76	Remache

11.2.2.b Sistema oculto (Familia B)

b1) Resistencia al punzonamiento

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la Guía EOTA 034, apartado 5.4.2.2.1 *"Axial tensión test with varying diameter of support"* utilizando los componentes específicos del sistema.

Sistema oculto: los resultados del ensayo se indican en la tabla 30, produciéndose el fallo por rotura de los paneles en correspondencia de las fijaciones.

Tabla 30. RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO

ESPESOR PANEL (mm)	Ø ANILLO SOPORTE (mm)	POSICIÓN de la FIJACIÓN	CARGA DE ROTURA (N)
			F_m
10	180	Centro	2723,5
	270	Centro	2802,3
	350	Centro	2886,2

b2) Resistencia al esfuerzo cortante

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la Guía EOTA 034 apartado 5.4.2.2.2 *"Shear test"* utilizando los componentes específicos del sistema.

Sistema oculto: Se ha realizado el ensayo utilizando paneles de 10 mm de espesor, el mínimo espesor admitido para este sistema, obteniendo una carga de rotura media de 4826 N.
El fallo se produjo por rotura del panel en correspondencia de las fijaciones.

b3) Resistencia a la acción combinada de tracción y cortante

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la Guía EOTA 034 apartado 5.4.2.2.3 *"Tests with combined tensión and shear load"* utilizando los componentes específicos del sistema.

Sistema oculto: Se ha realizado el ensayo utilizando paneles de 10 mm de espesor, el

mínimo espesor admitido para este sistema obteniendo una carga de rotura media de:

- Ø 350 mm – inclinación 30º 2080,7 N
- Ø 350 mm – inclinación 60º 975,9 N

El fallo se produjo por rotura del panel en correspondencia de las fijaciones.

11.2.3 *Resistencia mecánica de las ménsulas*

Característica determinada conforme a las especificaciones establecidas en la Guía EOTA 034 (Parte 2) apartado 5.4.2.1 *"Subframe (Mechanical test)" y Annex E.*

La resistencia mecánica de las ménsulas ancladas a los perfiles verticales mediante los tornillos propios del sistema, se ha obtenido mediante cálculo por elementos finitos.

Los resultados del cálculo se exponen en la tabla 31 y 32.

Tabla 31. RESISTENCIA A CARGA VERTICAL

MÉNSULAS (a+b) x c x e	F_r (daN) ΔL=0.2 % de L*	F_{1d}(daN) ΔL=1 mm	F_{3d}(daN) ΔL=3 mm
(60+40)x80x3	120	178	202
(100+40)x80x3	101	152	183

* L= a

Tabla 32. RESISTENCIA A CARGA HORIZONTAL

MÉNSULAS	F_c(daN) ΔL=1mm
(60+40)x80x3	376
(100+40)x80x3	405

11.2.4 *Resistencia al choque de cuerpo duro y al choque de cuerpo blando*

Se ensayaron las soluciones de cerramiento detalladas a continuación:

- Sistema visto – paneles de 6 mm y 14 mm de espesor fijados mediante tornillos sobre subestructura de madera.
- Sistema visto - paneles de 6 mm y 14 mm de espesor fijados mediante remaches sobre subestructura de aluminio.
- Sistema oculto - paneles de 10 mm de espesor fijados mediante perfilería de cuelgue de aluminio sobre subestructura de aluminio.

11.2.4.a Ensayo a impacto de cuerpo duro

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la Guía EOTA 034, apartado 5.4.4.1 *"Resistance to hard body impact"*.

Los resultados se detallan en la tabla 33 y la categoría de uso del sistema se especifica en el punto 12.1.3.

Tabla 33. RESISTENCIA a IMPACTO de CUERPO DURO

Energía de Impacto (J)	**Resultados**
1	No se aprecian fisuras ni desperfectos
3	No se aprecian fisuras ni desperfectos
10	No se aprecian fisuras ni desperfectos

11.2.4.b Ensayo a impacto de cuerpo blando

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la Guía EOTA 034, apartado 5.4.4.2 *"Resistance to soft body impact"*.

Los resultados se detallan en la tabla 34 y la categoría de uso del sistema se especifica en el punto 12.1.3.

Tabla 34. RESISTENCIA a IMPACTO de CUERPO BLANDO

Energía de Impacto (J)	**Resultados**
10	No se aprecian fisuras ni desperfectos
60	No se aprecian fisuras ni desperfectos
300	No se aprecian fisuras ni desperfectos
400	No se aprecian fisuras ni desperfectos

11.2.5 *Comportamiento higrotérmico*

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la Guía EOTA 034, apartado 5.4.6 *"Hygrothermal behaviour"*.

Se ensayaron las soluciones de cerramiento detalladas a continuación:

- Sistema visto - paneles de 6 mm de espesor fijados mediante remaches sobre subestructura de aluminio.
- Sistema oculto - paneles de 10 mm de espesor fijados mediante perfilería de cuelgue de aluminio sobre subestructura de aluminio.

Realizados los tratamientos especificados en la norma de referencia, no se observaron delaminaciones, fisuraciones ni ningún otro desperfecto visible y permanente.

11.2.6 *Resistencia a carga excéntrica debido a objetos fijados al panel (Techos)*

Ensayos realizados conforme a las especificaciones establecidas en la Guía EOTA 016, apartado 5.4.3.2.2 *"Resistance to eccentric loads due to objets fixed to the panel",* para cargas de 100 N.

Se ensayaron las soluciones de techos detalladas a continuación:

- Sistema visto- panel 1240 x 1240 x 8 mm fijado mediante remaches vistos sobre subestructura de aluminio.
- Sistema oculto- panel 1240 x 1240 x 10 mm fijado mediante perfilería de cuelgue de aluminio sobre subestructura de aluminio.

Transcurridas 24 horas no se observaron daños ni en los paneles ni en los anclajes y las deformaciones registradas se especifican en la tabla 35.

Tabla 35. DEFORMACIÓN por CARGA EXCÉNTRICA (mm)

TIEMPO (horas)	SISTEMA VISTO	SISTEMA OCULTO
Carga t=0	1,93	1,72
Carga t=24	2,01	1,78
Descarga t=0	0,1	0,06
Descarga t=24	0,1	0,04

11.3 **Ensayos de durabilidad**

11.3.1 *Resistencia al choque climático*

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la norma UNE-EN 438-2, Aptdo. 19.

De los resultados del ensayo se observa que no se produjeron disminuciones de la resistencia a flexión, comparadas con los valores obtenidos en el ensayo de referencia 11.1.6, apartado a.

11.3.2 *Ensayos de durabilidad del color*

Se han ensayado todos los descritos en el punto 3.1.3 del Informe Técnico.

a) Ensayo de resistencia a la luz UV

Ensayo realizado por TECNALIA con número de informe 13_01311 ProdEX y ProdEX IGN) y fecha 17 de junio de 2013 conforme a la norma UNE-EN 438-2 Apartado 28, siendo los resultados obtenidos conformes a lo exigido por la norma del producto, declarado por el fabricante en el Informe Técnico.

b) Ensayo de resistencia a la intemperie artificial

b.1. CIDEMCO/TECNALIA

Ensayos realizados conforme a las normas UNE-EN 438-2 Apdo. 29 y UNE-EN ISO 4892-2[(31)], sobre muestras de laminado compacto ProdEX y ProdEX IGN.

Los diferentes acabados se sometieron a envejecimiento acelerado en dispositivo Xenon en periodos de hasta 15000 horas, obteniendo unos resultados conformes a lo exigido por la norma del producto y declarado por el fabricante en el Informe Técnico.

CLARO	CIDEMCO 21027-2	(hasta 9000 h)
RUSTIK	CIDEMCO 21051-2	(hasta 9000 h)
M. CLARO	CIDEMCO 21055-1	(hasta 12000 h)
M. OSCURO	TECNALIA 30025	(hasta 15000 h)
M. TOSTADO	TECNALIA 053162	(hasta 9000 h)

b.2. IETcc

Ensayos realizados conforme al Technical Report nº.10 *"Exposure procedure for artificial weathering"* de la EOTA, las normas UNE - EN 438-2 Apartado 29 y UNE - EN ISO 4892-2.
Se tomaron dos series de muestras de distintos acabados/colores. La primera serie se utilizó como referencia de medida y la segunda se sometió a ciclos de envejecimiento por rayos Ultravioleta.

No se observaron, en ningún caso, diferencias significativas, ni fisuraciones, delaminaciones o cualquier otro defecto por apreciación visual.
La estabilidad del color tras el envejecimiento por rayos ultravioletas ha sido satisfactoria para toda la gama de colores ensayada.

11.3.3 *Fatiga*

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la Guía EOTA 034 apartado 5.7.1 *"Pulsating load",* utilizando los componentes específicos del sistema.

Sistema oculto: los resultados del ensayo se indican en la tabla 36, produciéndose el fallo por rotura de los paneles en correspondencia de las fijaciones.

Tabla 36. RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO TRAS CICLOS DE FATIGA

ESPESOR PANEL (mm)	Ø ANILLO SOPORTE (mm)	POSICIÓN de la FIJACIÓN	CARGA DE ROTURA (N)
			F_m
10	350	Centro	2750

11.3.4 *Inmersión en agua*

Ensayo realizado de acuerdo a la Guía EOTA 034, apartado 5.7.3 *"Immersion in water".*

Sistema visto: De los resultados del ensayo se observó que no se produjeron disminuciones de la resistencia a flexión ni de la resistencia al punzonamiento, comparadas con los valores obtenidos en los ensayos de referencia recogidos en el punto 11.1.6 apartado a y 11.2.2.a apartado a1.

Sistema oculto: los resultados del ensayo se indican en la tabla 37, produciéndose el fallo por rotura de los paneles en correspondencia de las fijaciones.

Tabla 37. RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO TRAS INMERSIÓN EN AGUA

ESPESOR PANEL (mm)	Ø ANILLO SOPORTE (mm)	POSICIÓN de la FIJACIÓN	CARGA DE ROTURA (N)
			F_m
10	350	Centro	2167

(31) UNE-EN ISO 4892-2:2006 "Plásticos. Métodos de exposición a fuentes luminosas de laboratorio. Parte 2: Lámparas de arco de xenón".

11.3.5 *Hielo-Deshielo*

Ensayo realizado según la norma UNE-EN 494: 2005[32], ensayo 7.4.1.

Sistema visto: De los resultados del ensayo se observó que no se produjeron disminuciones de la resistencia a flexión ni de la resistencia al punzonamiento, comparadas con los valores obtenidos en los ensayos de referencia recogidos en el punto 11.1.6 apartado a y 11.2.2.a apartado a1.

Sistema oculto: Los resultados del ensayo se indican en la tabla 38, produciéndose el fallo por rotura de los paneles en correspondencia de las fijaciones.

Tabla 38. RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO TRAS LOS CICLOS DE HIELO/DESHIELO

ESPESOR PANEL (mm)	**Ø ANILLO SOPORTE** (mm)	**POSICIÓN de la FIJACIÓN**	**CARGA DE ROTURA** (N) F_m
10	350	Centro	2491

12. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

12.1 **Cumplimiento de la reglamentación nacional**

12.1.1 *SE - Seguridad estructural*

El Sistema ProdEX no contribuye a la estabilidad de la edificación, y por lo tanto no le son de aplicación las Exigencias Básicas de Seguridad Estructural.
No obstante, se debe tener en cuenta que el comportamiento estructural del sistema de revestimiento para fachadas ventiladas, debe ser tal que no comprometa el cumplimiento del resto de Exigencias Básicas, y en particular las de Seguridad de Utilización y Habitabilidad, según se indica en la Ley de Ordenación de la Edificación[33]y por el otro, debe ser tal que resista y transfiera a los apoyos las cargas propias y esfuerzos horizontales, con una deformación admisible, de acuerdo al Documento Básico del Código Técnico de la Edificación relativo a la Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación (DB-SE-AE).

La utilización del Sistema ProdEX para el revestimiento de fachadas ventiladas requiere de la elaboración de un proyecto técnico de acuerdo con la normativa en vigor.

En el proyecto se comprobará la estabilidad, resistencia y deformaciones admisibles, justificando la adecuada composición del sistema para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan derivarse de las acciones correspondientes a los estados límites últimos y de servicio.

El cálculo se particularizará en función de la localización y altura del edificio y de los valores característicos de resistencia del panel. Asimismo se prestará una especial atención a los fenómenos localizados de inestabilidad que el viento puede producir en determinadas partes de los edificios, sobre todo en edificios altos.

El soporte del sistema de fachada ventilada, constituido habitualmente por un muro de cerramiento, debe cumplir con los requisitos esenciales de seguridad estructural que le sean propios, debiendo considerarse las acciones y solicitaciones que el sistema de fachada ventilada le transmite.

La unión entre la subestructura del sistema y el cerramiento posterior debe ser prevista para que durante el período de uso no se sobrepasen las tensiones límite extremas o los valores límite de durabilidad.

12.1.2 *SI - Seguridad en caso de incendio*

La composición del cerramiento, incluido el aislante, debe ser conforme con el CTE, Documento Básico de Seguridad frente a Incendios (DB-SI), en lo que se refiere a la estabilidad al fuego, así como en la reacción al fuego de los materiales que lo integran.

De acuerdo con los ensayos de reacción al fuego presentados, según normas UNE-EN 13501:2002, UNE-EN 13823:2002 y UNE-EN ISO 11925-2:2002, el material de revestimiento tiene la siguiente clasificación de reacción al fuego:

- ProdEX C-s1, d0,
- ProdEX IGN B-s1, d0,

Según CTE-DB-SI relativo a la propagación exterior (SI 2, punto 1.4), para los materiales de revestimiento exterior de fachada y de superficies interiores de las cámaras ventiladas de fachada paneles ProdEX IGN cumplen con el requisito exigido, mientras los paneles ProdEX deben limitar el uso a edificios cuya fachada no supere los 18 m de altura, teniendo en cuenta que la franja inferior accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, tendrá que tener una clasificación mínima de B-s3, d2.

Como en todos los sistemas de fachada ventilada, en caso de incendio, puede producirse la propagación por efecto chimenea, por lo cual, deben respetarse las especificaciones de comportamiento al fuego de los materiales y en su caso, prever zonas de cortafuego.

Además, según la Decisión 2003/593/CE de la Comisión de 7 de agosto de 2003, los productos de madera estructural de densidad media ≥ 350 kg/m^3 y grosor ≥ 22 mm obtienen una clasificación de reacción al fuego D-s2, d0, por lo tanto para justificar el requisito exigido en el CTE-DB-SI (SI 2, punto 1.4), no podrá emplearse subestructura de

(32) UNE-EN 494:2005 "Placas onduladas o nervadas de fibrocemento y sus piezas complementarias. Especificación de producto y métodos de ensayo".

(33) Seguridad de utilización de tal forma que el uso normal del edificio, no suponga riesgo de accidente para las personas (Artículo 3.1.b.3), y otros aspectos funcionales de los elementos constructivos o de las instalaciones que permitan un uso satisfactorio del edificio (Artículo 3.1.c.4).

madera en aquellas fachadas cuyo arranque sea accesible al público, bien desde la rasante exterior o bien desde una cubierta, ni en aquellas fachadas cuya altura exceda de los 18 m; salvo que la madera sea tratada para obtener una clase de reacción al fuego igual o mejor a B-s3, d2, lo que deberá quedar justificado en el proyecto técnico de la fachada ventilada.

12.1.3 *SUA - Seguridad de utilización y accesibilidad*

El CTE no especifica exigencias relativas a la seguridad de utilización para los sistemas de fachadas ventiladas.

De los resultados de los ensayos de resistencia al choque de cuerpo duro y resistencia al choque de cuerpo blando, el sistema tiene Categoría de Uso I[(34)], según se establece en la Guía EOTA *"Guideline for European Technical Approval of Kits for external wall claddings. Part 1: Ventilated cladding elements and associated fixing devices",* relativo a Seguridad de Utilización.

12.1.4 *HS - Salubridad*

La solución completa de cerramiento debe garantizar el grado de impermeabilidad mínimo exigido para el edificio al que se incorpore, según se describe en el CTE-DB-HS, con objeto de satisfacer el requisito básico de protección frente a la humedad (HS 1).

Tal y como queda descrito el Sistema en este Informe Técnico, la cámara de aire ventilada podrá tener consideración de "barrera de resistencia muy alta a la filtración" (B3) según se describe en el CTE-DB-HS, HS 1, apartado 2.3.2, siempre que:

- Se respeten las dimensiones de la cámara de aire, juntas y cuantía de las aberturas de ventilación descritas en el punto 7.1.2 del Informe Técnico.

(34) Dichas categorías están definidas en la Guía EOTA 034 (edition May 2011), párrafo 6.4.4, tabla 4 – Definición de las categorías de uso.

Categoría de uso	Descripción
I	Apto para paramentos, accesible al público, situados a nivel de suelo exterior o en otras zonas expuestas a posibles impactos de cuerpo duro (no vandálicos).
II	Apto para paramentos colocados en zonas sujetos a impactos de objetos lanzados (o arrojados con los pies) situados en espacios públicos pero a una altura que limita la intensidad del impacto; o bien situados a niveles más bajos de acceso restringido (accesibles principalmente a quien tenga interés a proceder con cuidado en el ejercicio de sus funciones).
III	Apto para zonas que sean improbables de ser dañadas por impactos normales causados por personas o bien objetos lanzados o arrojados.
IV	Apto para paramentos no alcanzables desde el nivel de suelo exterior.

Las categorías de uso I y II corresponden en la práctica a usos como colegios, locales comerciales con movimiento de mercancías y áreas industriales con posible acceso de tráfico rodado.

- El material aislante deberá ser no hidrófilo y estar situado entre la cámara de aire y el elemento soporte.
- Se disponga, en la parte inferior de la cámara y cuando ésta quede interrumpida, un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada a la misma (según se describe en el apartado 2.3.3.5 del CTE-DB-HS, HS-1).

En cualquier caso, deberá prestarse especial atención, en el diseño del soporte, a la incorporación de las ventanas y de los elementos de iluminación, así como la correcta solución de los puntos singulares, fijaciones exteriores, etc. para lograr una adecuada estanquidad en dichos puntos, evitando la acumulación y la filtración de agua.

La comprobación de la limitación de humedades de condensación superficiales e intersticiales debe realizarse según lo establecido en el Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE 2 del Código Técnico de la Edificación (DA DB-HE / 2, CTE), en su epígrafe 4.

Los componentes del sistema, según declara el fabricante del mismo, no contienen ni liberan sustancias peligrosas de acuerdo a la legislación nacional y europea. El fabricante declara que los paneles laminados (HPL) ProdEX y ProdEX IGN no contienen pentaclorofenol, amianto, halógenos o metales pesados (antimonio, bario, cadmio, cromo III y IV, plomo, mercurio, selenio).

12.1.5 *HR - Protección frente al ruido*

La solución completa de cerramiento, y fundamentalmente el muro soporte más el aislamiento, debe ser conforme con las exigencias del CTE-DB-HR relativo a Protección frente al ruido.

Se estudiará la solución constructiva del encuentro de la fachada con los elementos de separación vertical, de manera que se evite la transmisión del ruido por flancos.

12.1.6 *HE - Ahorro energético*

La solución constructiva completa de cerramiento debe satisfacer las exigencias del CTE-DB-HE en cuanto a comportamiento higrotérmico.

A afectos de cálculo de la transmitancia térmica, según se describe en el Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE 1 del Código Técnico de la Edificación (DA DB-HE / 1, CTE), la cámara de aire tendrá consideración de "cámara de aire muy ventilada", y la resistencia térmica total del cerramiento se obtendrá despreciando la resistencia térmica de la cámara de aire y de las demás capas entre la cámara de aire y el ambiente exterior, e incluyendo una resistencia superficial exterior correspondiente al aire en calma, igual a la resistencia superficial interior del mismo elemento.

12.2 **Utilización del producto y puesta en obra**

En el proyecto y la ejecución se deberá tener en cuenta:

- en la ejecución de puntos singulares como antepechos, dinteles, jambas, petos, etc., la estanquidad de los mismos y su impermeabilización previa si fuese necesaria, así como la correcta evacuación de aguas evitando su acumulación.
- el diferente comportamiento higrotérmico de los paneles y de los perfiles metálicos a la hora de replantear los puntos de fijación de los paneles a la subestructura,
- la correcta ejecución de los puntos de fijación fijos y móviles, con objeto de garantizar que el panel no esté coaccionado en su plano y pueda asumir las variaciones dimensionales a las que se vea sometido.

Para la manipulación de los paneles se seguirán las recomendaciones dadas en el punto 6.5 del Informe Técnico prestando atención a no dañar la superficie del mismo. Además, a la hora de manipular los paneles se deberá utilizar guantes de protección que eviten cortes con las aristas de los mismos.

12.3 **Limitaciones de uso**

Los aspectos relativos al cálculo, aportados por el fabricante y recogidos en el punto 9 del presente documento, se refieren a edificios de hasta 18 m de altura y al campo de aplicación del Documento Básico de Seguridad Estructural relativo a Acciones en la Edificación del CTE (DB-SE-AE).

Para aquellos casos que se salgan del campo de aplicación de dicho Documento Básico, o cuando se prevean acciones de viento superiores a las consideradas en el CTE-DB-SE-AE, será preciso realizar un estudio específico para determinar las acciones de viento.

12.4 **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 y locales que sean de aplicación.

Se deberá prever el reciclaje del aluminio de la perfilería, ya sea para las piezas rechazadas durante la puesta en obra, como en caso de desmontaje del sistema de fachada ventilada.

12.5 **Condiciones de servicio**

De acuerdo con los ensayos de durabilidad realizados y las visitas a obra, se considera que el Sistema tiene un comportamiento satisfactorio conforme a las exigencias relativas a durabilidad; siempre que la fachada, instalada conforme a lo descrito en el presente documento, esté sometida a un adecuado uso y mantenimiento, conforme a lo establecido en el CTE-DB-HS, HS-1, punto 6.

La comprobación del estado de las fijaciones de los paneles a la subestructura se realizará al efectuar comprobación del estado de conservación de puntos singulares, fijada en el citado apartado del CTE.

12.6 **Aspectos relativos a la apariencia y a la estética**

Los resultados de resistencia a la radiación ultravioleta permiten estimar que la estabilidad del color es satisfactoria a lo largo del tiempo para la situación de Europa occidental.

El fabricante podrá proporcionar los resultados de ensayos de resistencia a la luz UV para otros colores distintos de los contemplados en el documento.

El aspecto de los paneles manifestará un cambio apreciable en un periodo variable (de 5 a 10 años) en función de la severidad de la exposición, en particular, a la radiación UV.

Este cambio, similar al de una madera barnizada no presenta sin embargo el cuarteado que normalmente aparece en esos casos.

Considerando la película de melamina superficial, la impregnación con la resina (de este aplacado), la película protectora y el tipo de madera, que se están utilizando a partir del año 2007, este cambio de apariencia debería estabilizarse y no afectar al aspecto del paramento en un período superior a diez años.

12.7 **Información medioambiental**

Declarada por el fabricante:

La planta de producción de los paneles ProdEX utilizados como revestimiento de fachada ventilada está certificada en conformidad con la norma de Gestión ISO 14001 con certificado de AENOR GA-2002/0070 para el diseño y la producción de laminados compactos de alta presión acabados en madera natural y la ISO 14006 con certificado AENOR ED-0009/2010 para el diseño de laminados compactos de alta presión acabados en madera natural. El ECOdiseño garantiza la incorporación sistemática de aspectos medioambientales en el diseño de los productos, con el objetivo de reducir su impacto negativo en el medio ambiente a lo largo de todo su ciclo de vida.

Adicionalmente, ProdEX puede ser suministrado bajo requerimiento previo con el certificado PEFC/14-35-00025 concedido por AENOR, que garantiza que la madera empleada en su fabricación procede de bosques gestionados de manera sostenible.

12.8 **Condiciones de seguimiento del DITplus**

El Marcado CE (ETE) para los kits de fachadas ventiladas requiere un sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones 1+. Para la concesión del presente DITplus, el fabricante, deberá mantener en vigor el Marcado CE (ETE) para el sistema constructivo completo y someterse a supervisión del control de calidad a realizar por el IETcc o Laboratorio reconocido por este.

Esta supervisión supone:

- ensayos iniciales de tipo (incluido el muestreo), cálculos de tipo, valores tabulados o documentación descriptiva del producto,
- la inspección inicial de la planta de producción y del control de producción en fábrica;
- la vigilancia, evaluación y supervisión permanentes del control de producción en fábrica;
- ensayos mediante sondeo de muestras tomadas antes de la introducción del producto en el mercado.

13. CONCLUSIONES

Considerando que se ha verificado que en el proceso de fabricación de los paneles 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 control del producto.
- Un control externo realizado por otros laboratorios.

Considerando además que, PRODEMA, S.A., colabora con empresas europeas que suministran y supervisan la producción de la subestructura y sus elementos auxiliares;

Considerando 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.

LOS PONENTES

Francesca Aulicino
Arquitecto

Antonio Blázquez
Dr. Arquitecto
Jefe de la Unidad de Evaluación Técnica de Productos Innovadores

14. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS [35]

Las principales Observaciones de la Comisión de Expertos[36], fueron las siguientes:

- Este DIT se refiere únicamente a paneles planos.
- Se recuerda que los sistemas de revestimiento de fachada ventilada y techos se apoyan sobre un soporte, constituido habitualmente por un muro de cerramiento. Dicho soporte deberá ser capaz de resistir las cargas que le transmita el sistema de revestimiento de fachada ventilada, debiendo cumplir con los requisitos esenciales de seguridad estructural que le sean propios.
- Se comprobará que el tipo de anclaje definido en proyecto es adecuado al tipo y estado del soporte. En el Libro del Edificio deberá quedar reflejado el tipo de anclaje instalado en obra.
- Se recuerda que los sistemas de revestimiento de fachadas ventiladas no garantizan, sólo con la hoja exterior de revestimiento, la estanquidad del cerramiento. Para esto se recomienda remitirse a las especificaciones del CTE DB-HS en lo relativo a protección frente a la humedad (HS-1).
- A la hora de determinar las acciones de viento sobre el sistema de fachada ventilada, se emplearán los valores del coeficiente eólico de presión/succión recogidos en el Anejo D del CTE-DB-SE-AE, considerando como área de influencia la del panel.
- En aquellos casos que se salgan del área de aplicación del citado Documento Básico, y para edificios de más de 18 m de altura de coronación, la determinación de los coeficientes eólicos requerirá un estudio específico más preciso.
- Se aconseja que PRODEMA, S.A. asesore en el diseño y ejecución de huecos y puntos singulares.
- Se comprobará la continuidad de aislamiento en caso de haberse colocado y que la cámara de aire entre el revestimiento y el aislamiento térmico quede suficientemente ventilada.
- Dado que los perfiles no son continuos, se recomienda verificar la continuidad en el trazado de los tramos.
- Se recomienda comprobar que ningún panel quede fijado a dos montantes distintos según la dirección vertical.
- Durante la ejecución del Sistema, se asegurará que los puntos de fijación móviles tengan holgura suficiente, permitiendo los movimientos diferenciales entre el panel y la subestructura secundaria, y entre la subestructura primaria y la secundaria, de tal forma que no se introduzcan sobreesfuerzos debidos a dichos movimientos.
- Se tomarán las medidas adecuadas para evitar la entrada de agua y de insectos en los arranques de la fachada.
- En las zonas accesibles a transeúntes se recomienda reforzar las fijaciones.
- Para condiciones excepcionales de exposición a ambientes agresivos, se recomienda recurrir a un acero inoxidable AISI-316 para la tornillería.
- Los elementos metálicos complementarios en contacto con el Sistema, no deberán originar problemas de corrosión.
- Se debe tener en cuenta que los paneles de colores oscuros son más sensibles a la radiación solar, por lo que para aquellos paramentos situados en zonas de altas temperaturas y expuestos a la radiación solar se debe valorar con cuidado la elección del color.
- Para techos se recomienda un estudio específico para el cuelgue de elementos.
- Se recomienda que una copia del presente documento se incorpore al Libro del Edificio.

(35) 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.

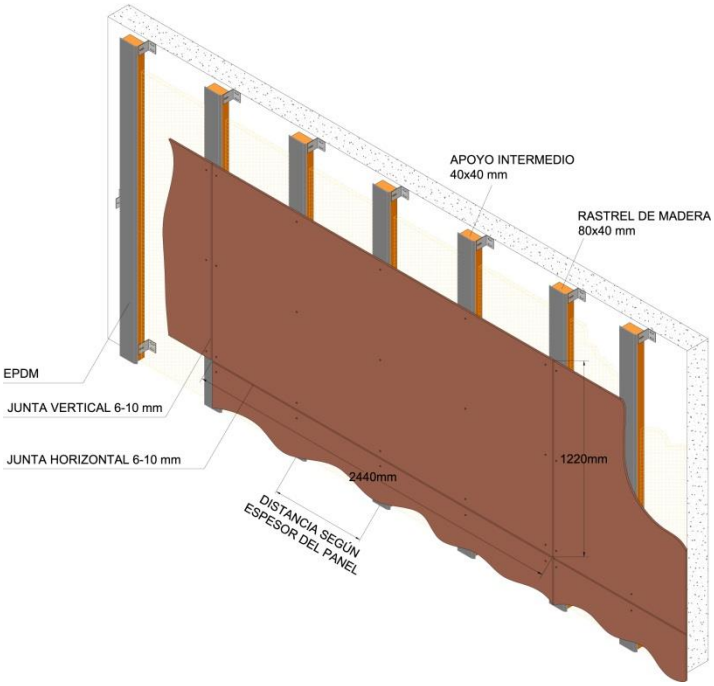
(36) Las Comisiones de Expertos estuvo integrada por representantes de los siguientes Organismos y Entidades:

- Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España (CSCAE).
- ACCIONA, S.A.
- FCC Construcción, S.A.
- SGS Tecnos, S.A.
- Ferrovial, S.A.
- Dragados, S.A.
- Instituto Técnico de Inspección y Control, S.A. (INTEINCO, S.A.).
- Instituto Técnico de Materiales y Construcciones, S.A. (INTEMAC, S.A.).
- Laboratorio de Ingenieros del Ejército – Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales (INTA).
- Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).
- Ministerio de la Vivienda.
- Escuela Técnica Superior de Edificación de Madrid (ETSEM - UPM).
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil de Madrid (ETSIC - UPM).
- Departamento de tecnología de la edificación – UPM.
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

Los detalles constructivos recogidos en las figuras son soluciones técnicas simplificadas. La realización del diseño de la fachada depende de cada edificio y tiene que adaptarse a la normativa vigente.

FIGURA 1: SISTEMA VISTO – ESQUEMA GENERAL

A. SUBESTRUCTURA DE MADERA



B. SUBESTRUCTURA METÁLICA

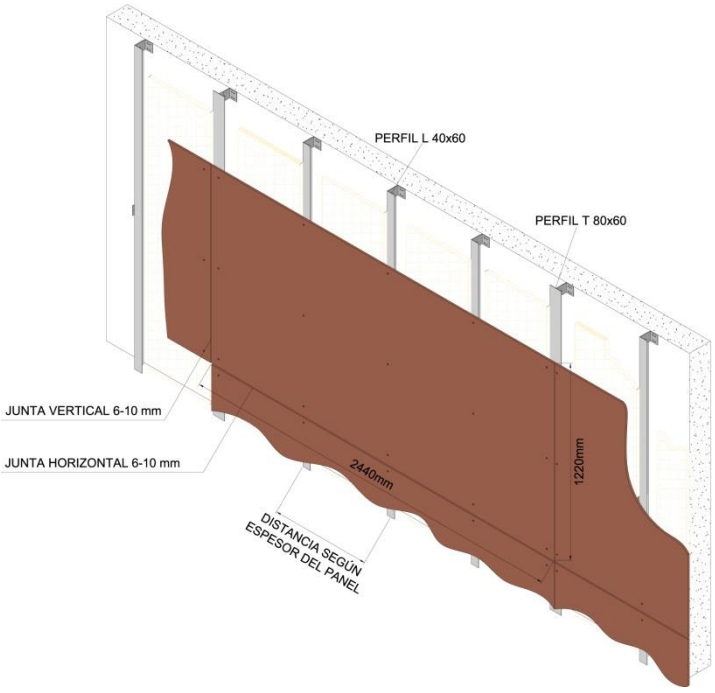


FIGURA 2: SISTEMA OCULTO – ESQUEMA GENERAL

SUBESTRUCTURA ALUMINIO

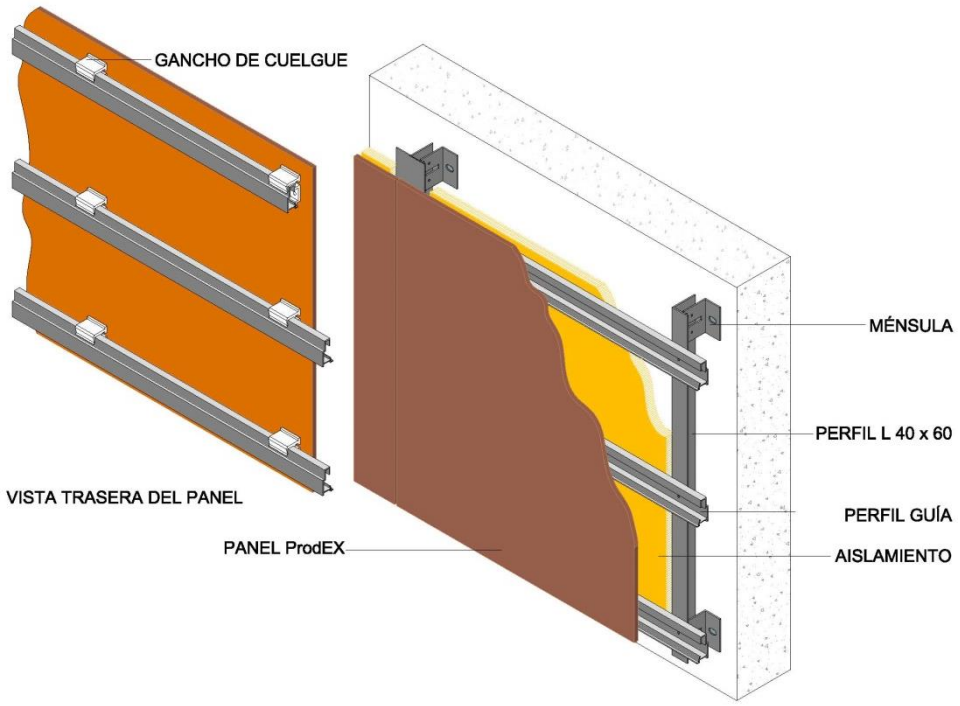
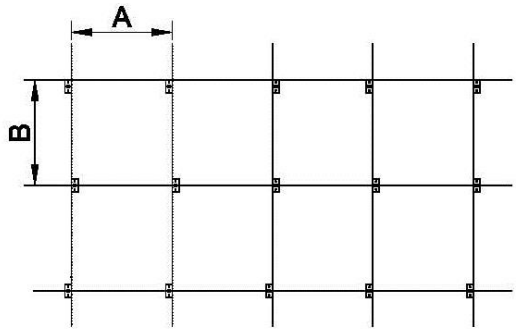
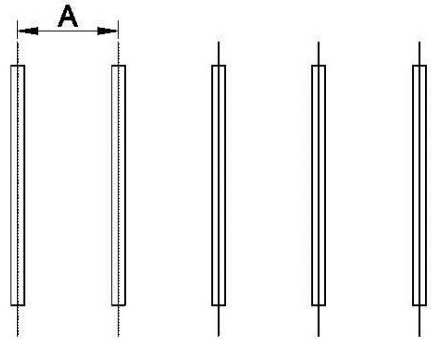


FIGURA 3: FASES DE MONTAJE

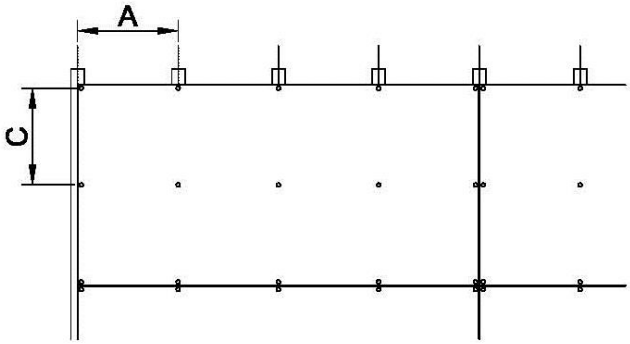
SISTEMA VISTO



1: COLOCACIÓN DE LAS MÉNSULAS



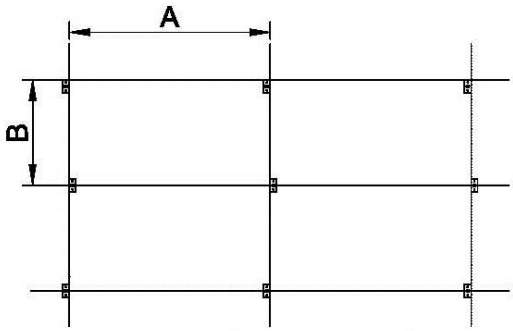
2: COLOCACIÓN DE LOS MONTANTES



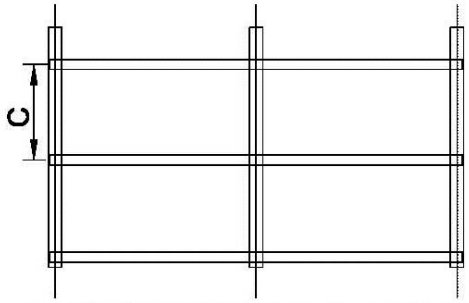
3: COLOCACIÓN DE LOS PANELES ProdEX SOBRE LOS MONTANTES MEDIANTE TORNILLOS O REMACHES

A y C varian según el espesor del panel
B max = 1000 mm

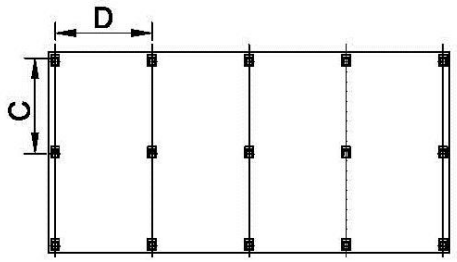
SISTEMA OCULTO



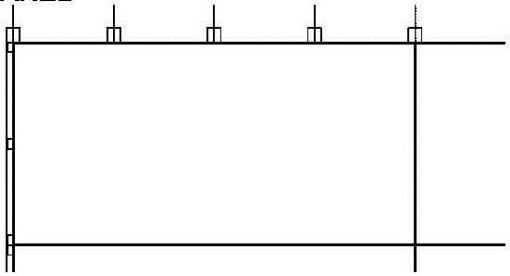
1: COLOCACIÓN DE LAS MÉNSULAS



2: COLOCACIÓN DE LOS MONTANTES Y DE LOS PERFILES GUÍA



3: COLOCACIÓN DE LOS GANCHOS DE CUELGUE EN LA CONTRACARA DEL PANEL



4: COLOCACIÓN DE LOS PANELES

A, C y D varian según el espesor del panel
B max = 1000 mm

FIGURA 4: REVESTIMIENTO – PANEL HPL ProdEX – ESQUEMA DE CONSTITUCIÓN

Film PVDF Antigrafiti

Film para obtener matices de color

Chapa de madera decorativa

Papel barrera unicolor

Núcleo de hojas de papel kraft impregnadas con resinas fenólicas
El número de hojas depende del espesor requerido

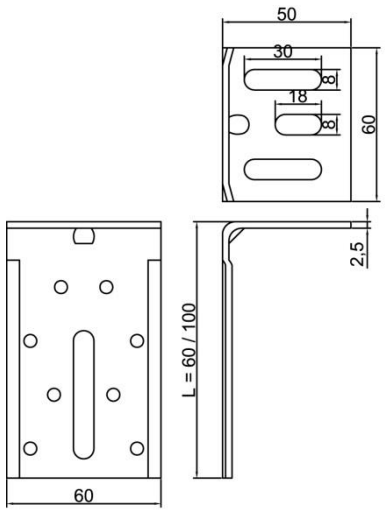
Chapa de madera decorativa

Papel barrera unicolor

Film protector de contracara

FIGURA 5: SUBESTRUCTURA – MÉNSULAS

MÉNSULAS DE ACERO GALVANIZADO



MÉNSULAS DE ALUMINIO

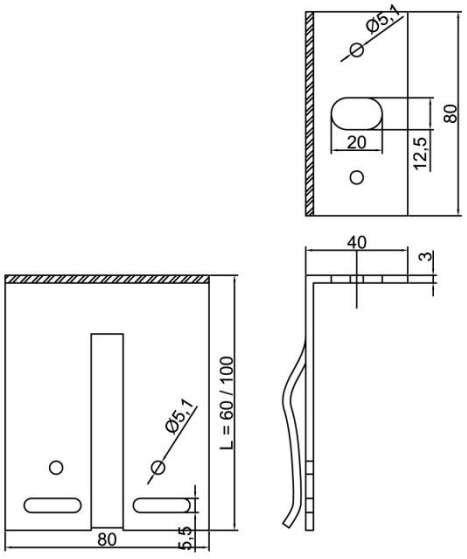
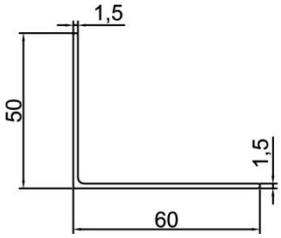


FIGURA 6: SUBESTRUCTURA – PERFILES VERTICALES

PERFIL DE ACERO GALVANIZADO



PERFILES DE ALUMINIO

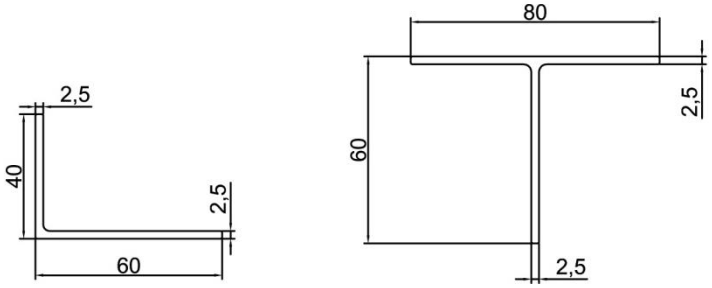


FIGURA 7: SISTEMA VISTO – ELEMENTOS DE FIJACIÓN

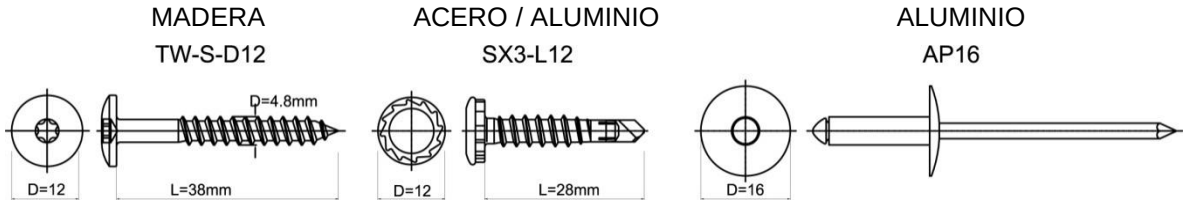


FIGURA 8: SISTEMA VISTO – ESQUEMA DE POSICIÓN DE PUNTOS MÓVILES Y PUNTO FIJO

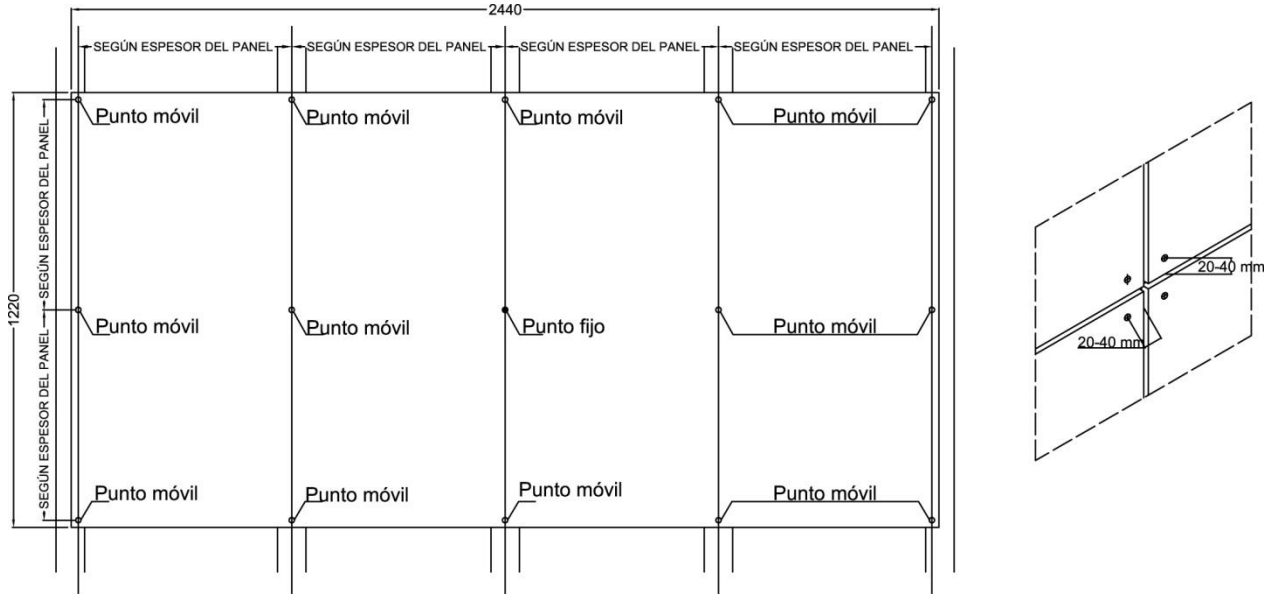


FIGURA 9. SISTEMA VISTO – PUNTOS MÓVILES Y FIJOS

FIGURA 9.1. SUBESTRUCTURA DE MADERA (TORNILLO TW-S-D12)

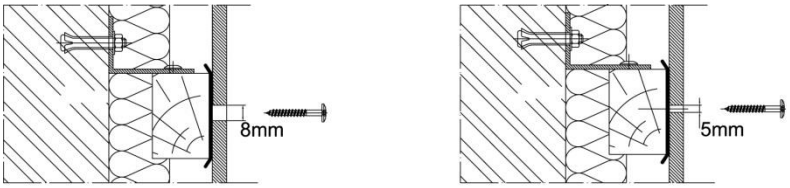


FIGURA 9.2. SUBESTRUCTURA METÁLICA (TORNILLO SX3-L12)

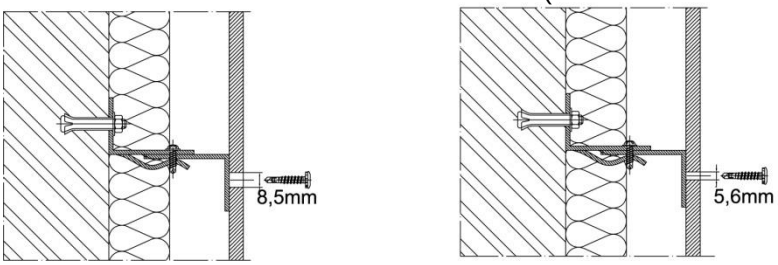


FIGURA 9.3. SUBESTRUCTURA METÁLICA (REMACHE AP16)

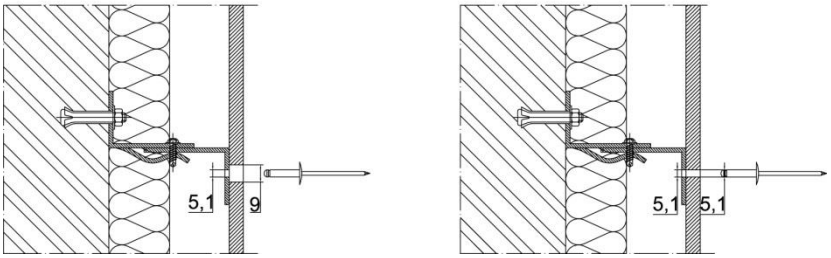
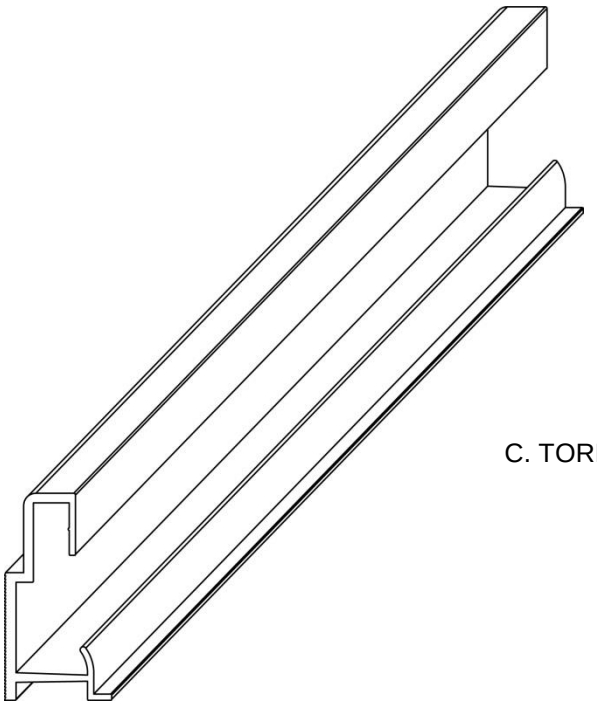
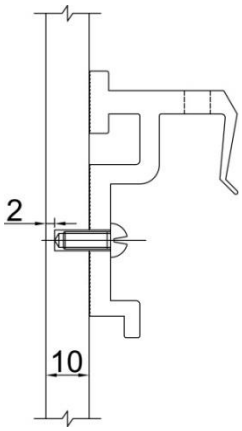


FIGURA 10: SISTEMA OCULTO – ELEMENTOS DE FIJACIÓN

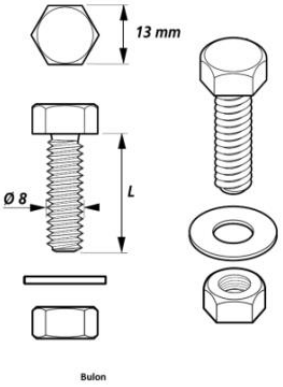
A. PERFIL GUÍA HORIZONTAL



B. GANCHO DE CUELGUE



D. BULÓN DE NIVELACIÓN



C. TORNILLO (PANEL – GANCHO)

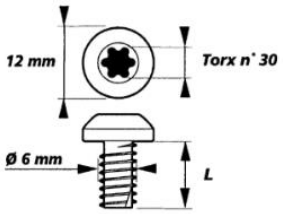


FIGURA 11: SISTEMA OCULTO – ESQUEMA DE POSICIÓN DE PUNTO FIJO Y PUNTO DE NIVELACIÓN

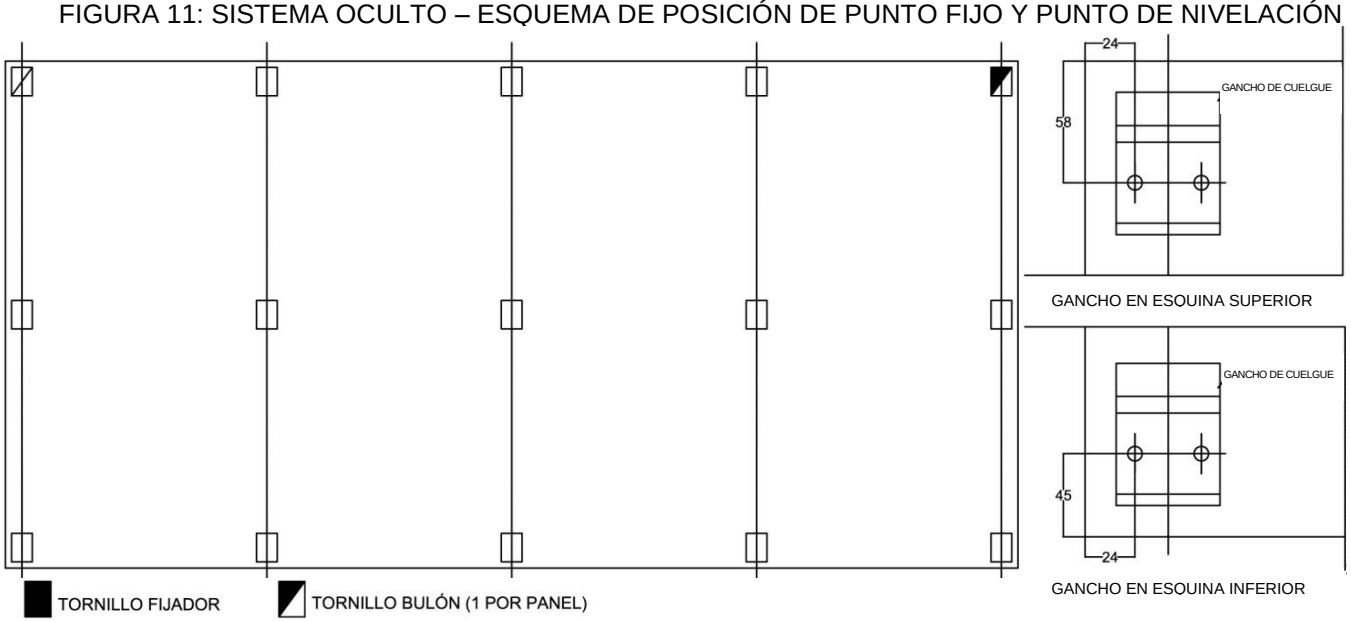
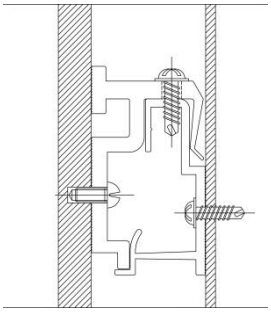
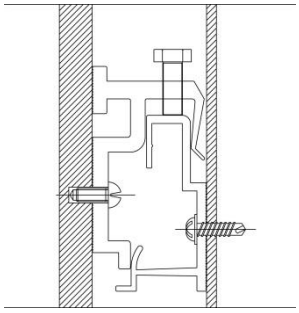


FIGURA 12: SISTEMA OCULTO – PUNTO FIJO Y PUNTO DE NIVELACIÓN

PUNTO FIJO CON TORNILLO DE AMARRE



PUNTO DE NIVELACIÓN CON BULÓN



SISTEMA VISTO

FIGURA 13. CORONACIÓN Y ARRANQUE

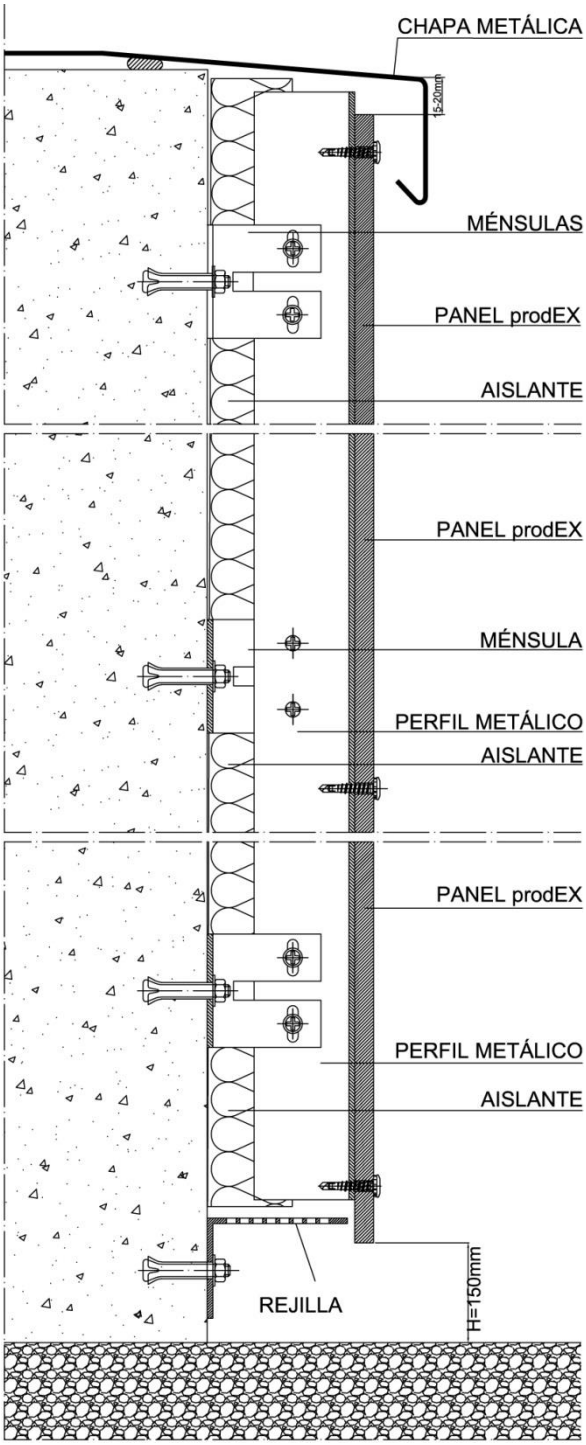


FIGURA 14. ESQUINA

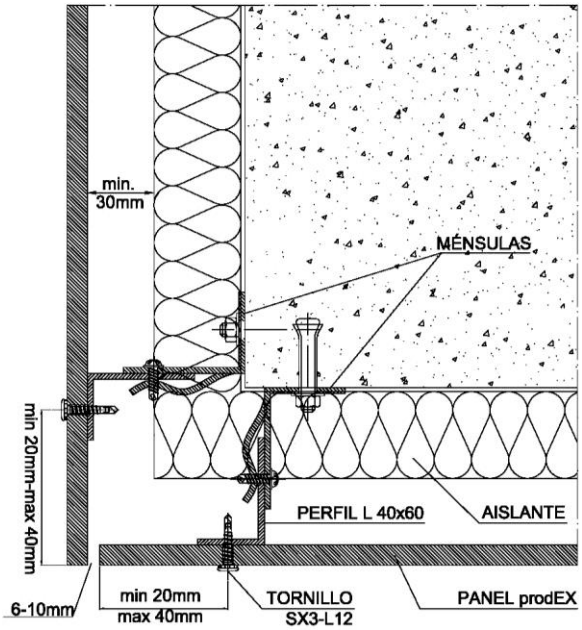
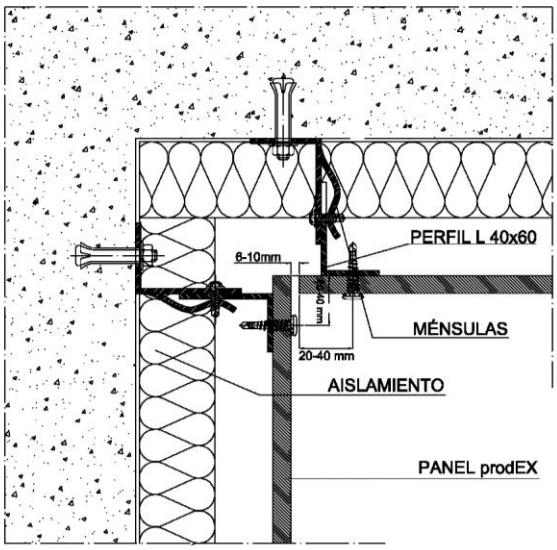


FIGURA 15. RINCÓN



SISTEMA OCULTO

FIGURA 16. CORONACIÓN Y ARRANQUE

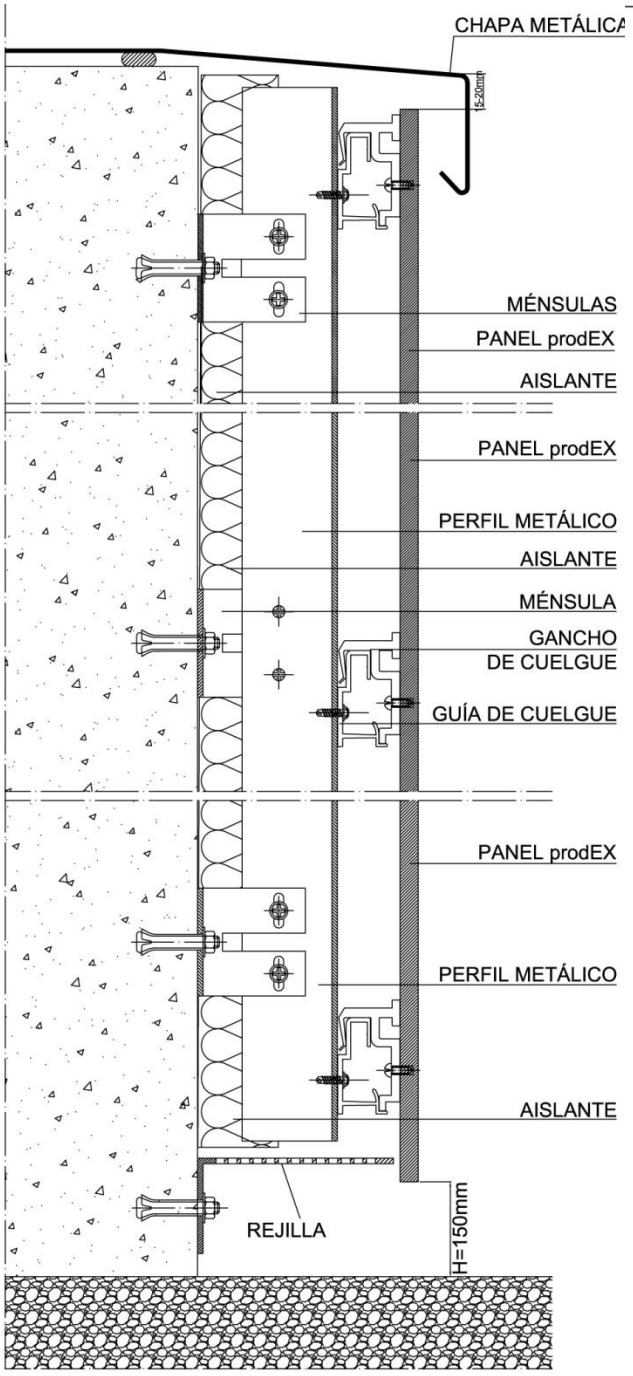


FIGURA 17. ESQUINA

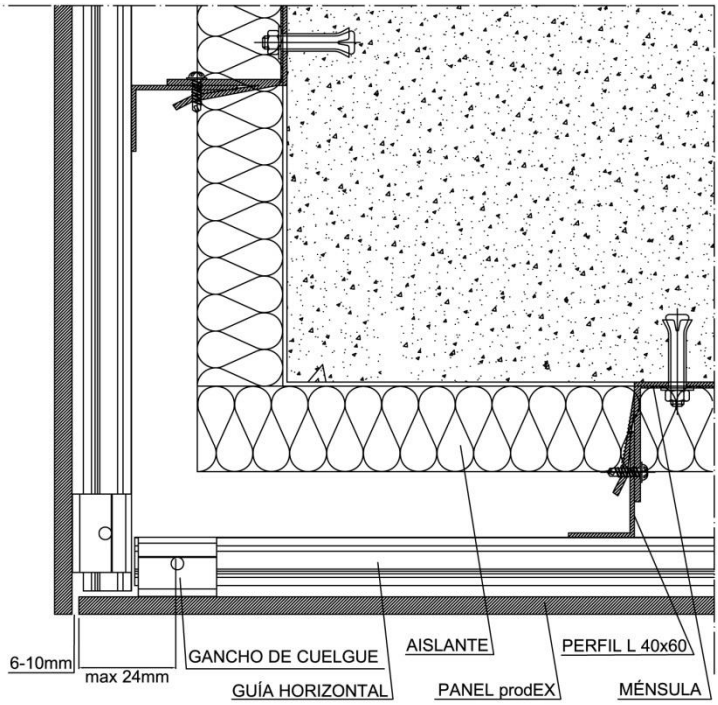


FIGURA 18. RINCÓN

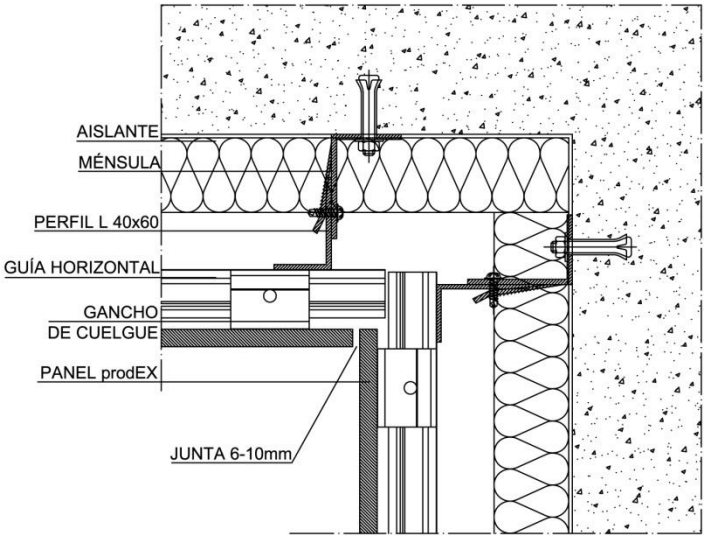
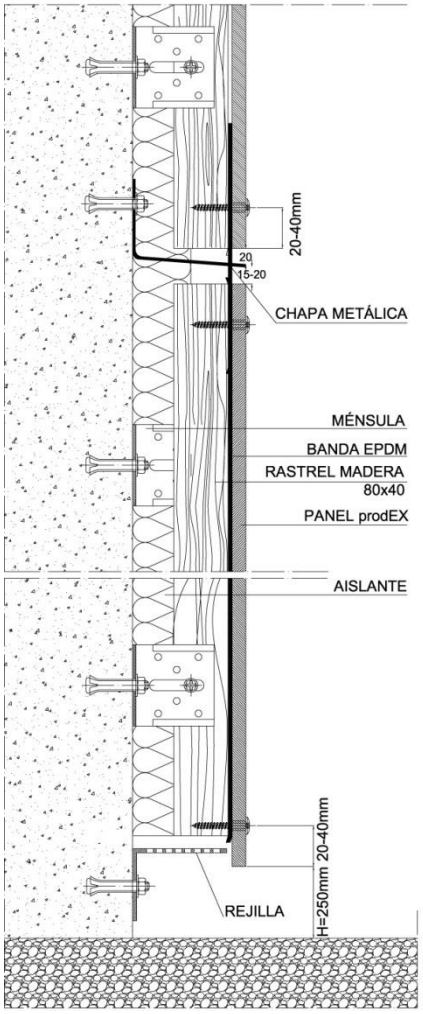
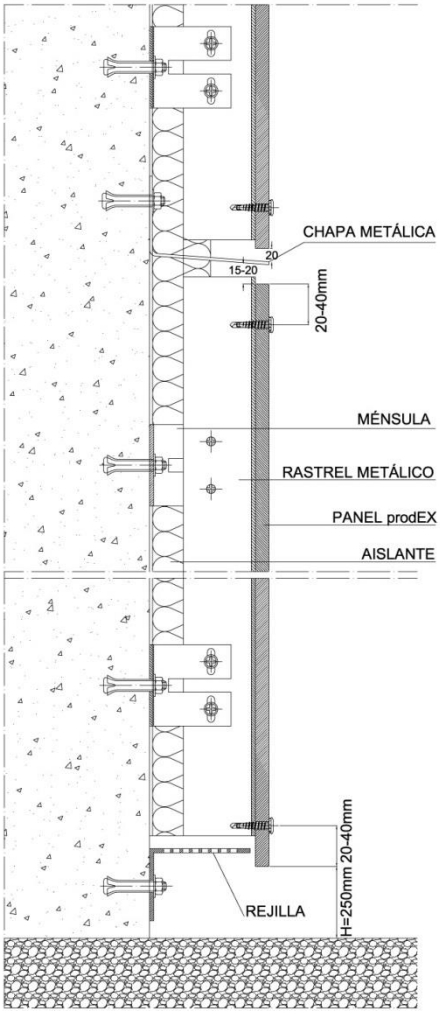


FIGURA 19. COMPARTIMENTACIÓN DE LA CÁMARA DE AIRE

19.1 SISTEMA VISTO SUBESTRUCTURA DE MADERA



19.2 SISTEMA VISTO SUBESTRUCTURA METÁLICA



19.3 SISTEMA OCULTO

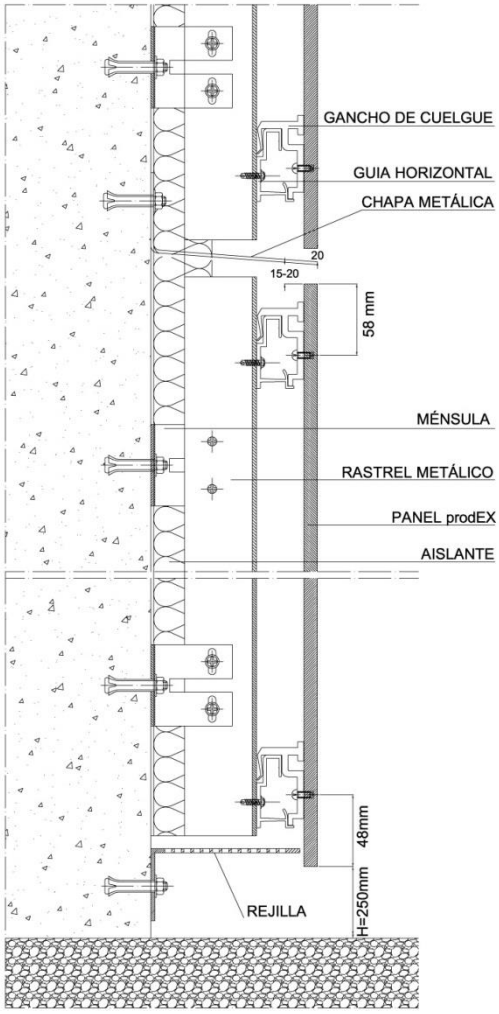
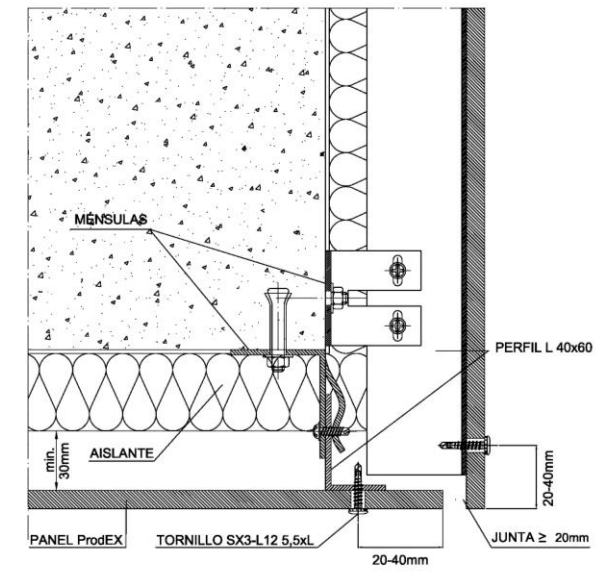
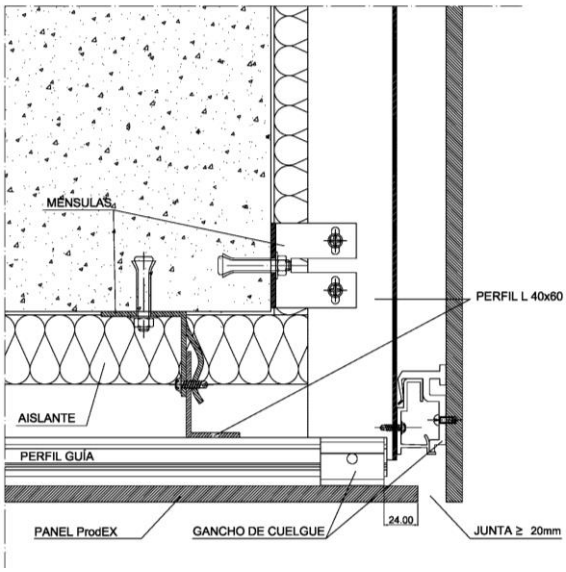


FIGURA 20. TECHO

20.1 SISTEMA VISTO



20.2 SISTEMA OCULTO