



MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA
C/ Serrano Galvache nº 4. 28033 Madrid
TEL (+34) 91 3020440 FAX (+34) 91 3020700
<http://www.ietcc.csic.es>



DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: N° 528/09

Área genérica / Uso previsto:

**SISTEMA DE REVESTIMIENTO DE
FACHADAS VENTILADAS CON
PLACAS CERÁMICAS**

Nombre comercial

FRONTEK SUPERPLUS

Beneficiario

GRECO GRES INTERNACIONAL, S.L.

Sede Social

Avda. Castilla La Mancha, 1
45240 ALAMEDA DE LA SAGRA (Toledo)
ESPAÑA

Lugar de fabricación

Tlf. (+34) 925 50 05 39 Fax: (+34) 925 500 270
E-mail: informacion@grecogres.com
<http://www.grecogres.com>

Validez. Desde:

21 de mayo de 2009

Hasta:

21 de mayo de 2014

(Condicionada a seguimiento anual)

Este Documento consta de 26 páginas



MIEMBRO DE:

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

MUY IMPORTANTE

El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA constituye, por definición, una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, de la aptitud de empleo en construcción de materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales destinados a un uso determinado y específico. No tiene, por sí mismo, ningún efecto administrativo, ni representa autorización de uso, ni garantía.

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.: 69.022.325
Fachadas ventiladas
Bardage
Cladding Kit**

DECISIÓN NÚM. 528/09

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

- en virtud del Decreto n.º 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 n.º 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 las especificaciones establecidas en el Reglamento para el Seguimiento del DIT del 28 de octubre de 1998,
- considerando la solicitud formulada por la Sociedad GRECO GRES INTERNACIONAL, S.L., para la concesión de un DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA al **Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas FRONTEK SUPERPLUS con placas cerámicas**,
- en virtud de los vigentes Estatutos de l'Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc),
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, los informes de los ensayos realizados en el IETcc, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos, en sesión celebrada el día 21 de abril de 2009,

DECIDE:

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 528/09, al **Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas FRONTEK SUPERPLUS con placas cerámicas**, 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 evalúa exclusivamente el Sistema constructivo propuesto por el peticionario 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 en cada caso, las acciones que el Sistema trasmite a la estructura general del edificio, asegurando que éstas son admisibles.

En cada caso, GRECO GRES INTERNACIONAL, S.L., a la vista del proyecto arquitectónico de la fachada realizado por el arquitecto autor del proyecto, proporcionará la definición gráfica desde el punto de vista técnico del proyecto de la fachada ventilada y asistencia técnica suficiente (al menos la entrega de este DIT) que permita el cálculo y definición para su ejecución, incluyendo toda la información necesaria de cada uno de los componentes.

En cada caso, el proyecto técnico de la fachada ventilada se deberá acompañar de una memoria de cálculo que justifique el adecuado comportamiento del sistema frente a las acciones previstas.

En general, 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 Y CONTROL

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

CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y PUESTA EN OBRA

El Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas FRONTEK SUPERPLUS con placas cerámicas evaluado en el presente documento está previsto para el revestimiento de fachadas mediante fijación mecánica oculta a una subestructura metálica por medio de perfiles horizontales y clips. El sistema no contribuye a la estabilidad de la construcción.

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por GRECO GRES INTERNACIONAL, S.L., o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por el beneficiario, bajo la asistencia técnica de éste. Dichas empresas asegurarán 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 GRECO GRES INTERNACIONAL, S.L., estará disponible en el IETcc.

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.

VALIDEZ

El presente Documento de Idoneidad Técnica número 528/09, 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,
- 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 obras realizadas.

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

Este Documento deberá, por tanto, renovarse antes del 21 de mayo de 2014.

Madrid, 21 de mayo de 2009

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

Carlos Miravittles Torras

INFORME TÉCNICO

1. OBJETO

Sistema denominado comercialmente FRONTEK SUPERPLUS previsto para el revestimiento de fachadas ventiladas de edificación en obra nueva o rehabilitación, realizado con placas de material cerámico “porcelánico extruido” de la empresa VENATTO DESIGN, S.L., fijadas a una subestructura metálica de aluminio mediante fijación mecánica oculta.

La subestructura consta de perfiles verticales y horizontales de aluminio, escuadras regulables (denominadas ménsulas) y sus correspondientes anclajes previstos para colocarse sobre paramentos planos y verticales, de fábrica u hormigón, o bien sobre una estructura metálica (ver figura 1).

Las placas se apoyan directamente sobre los perfiles horizontales, a los que se fijan por medio de unas grapas (“clip”) que actúan como elementos de sustentación y retención.

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.

2. PRINCIPIO Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El Sistema FRONTEK SUPERPLUS de revestimiento de fachadas con placas cerámicas de VENATTO DESIGN, S.L., se compone de:

- Revestimiento exterior de placas de material cerámico “porcelánico extruido”, suministradas por VENATTO DESIGN, S.L.
- Cámara de aire ventilada en la que se coloca habitualmente un aislamiento térmico no suministrado por el beneficiario.
- Subestructura portante anclada al soporte. Esta subestructura, suministrada por GRECO GRES INTERNACIONAL, S.L., está formada por:
 - Ménsulas de aluminio para la transmisión de cargas de la subestructura al soporte mediante anclajes.
 - Subestructura de aluminio constituida por perfiles verticales y horizontales.
 - Sistema de fijación mecánica oculta por medio de clips de aluminio que fijan las placas a los perfiles horizontales.
- Anclajes de las ménsulas al soporte.
- Accesorios para el tratamiento de los puntos singulares.

3. MATERIALES Y COMPONENTES

3.1 Placas

Son placas cerámicas moldeadas por extrusión (ver figura 6).

3.1.1 Características

Las placas se clasifican como baldosas extruidas con baja absorción de agua (A1) según norma UNE-EN 14411⁽¹⁾, con las siguientes características declaradas por el fabricante:

Tabla 1. PLACAS		
Clasificación		
Método de fabricación	Extrusión (Grupo A)	
Absorción de agua (E)	≤ 3 % (Grupo A1)	
Características dimensionales		
Toler. sobre longitud y anchura	± 0,2 *	%
Tolerancia sobre el espesor	± 7,0 *	%
Rectitud de lados	± 0,2 *	%
Ortogonalidad	± 0,4 *	%
Planitud de superficie	± 0,2 *	%
Propiedades físicas		
Densidad aparente	≈ 2,3	g/cm ³
Absorción de agua	≤ 0,5	% (en peso)
Reacción al fuego	A1 **	
Resistencia a flexión	≥ 25 *	MPa
Coef.de dilatación térmica lineal	≤ 5·10 ⁻⁶	K ⁻¹

* Exigencia superior a la requerida por norma.

** Según Decisión 96/603/CE de la Comisión de 4 de octubre de 1996 por la que se establece la lista de productos clasificados en la clase A (sin contribución al fuego).

3.1.2 Características dimensionales

Las dimensiones estándar de fabricación de las placas están definidas en la Tabla 2 y en la figura 6.

Tabla 2. DIMENSIONES HABITUALES				
Formato (mm nom.)	Longitud (mm)	Altura (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg)
405 × 600	600	405	≈ 19,5	≈ 7,5
405 × 800	800	405	≈ 19,5	≈ 10,0
405 × 900	900	405	≈ 19,5	≈ 11,25
405 × 1.000	1.000	405	≈ 19,5	≈ 12,5

Para los mismos espesores se pueden suministrar otras dimensiones de placa inferiores a éstas, con tolerancias equivalentes, siempre que las solicitudes debidas a la acción del viento a las que están trabajando las placas sean menores que las definidas en este documento.

⁽¹⁾ UNE-EN 14411: Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características y marcado.

3.2 Subestructura para fijación de placas

3.2.1 Materiales - Aluminio

El entramado de perfiles verticales y ménsulas es de aluminio extruido de aleación aluminio-magnesio-silicio EN AW- $AlMgSi$ (6063) con tratamiento T5. Sus características básicas se detallan en la Tabla 3.

Designación	
Simbólica	EN AW- $Al MgSi$
Numérica	AW 6063
Tratamiento	T5
Norma	UNE-EN 755-2 ⁽²⁾ UNE-EN 12020-1 ⁽³⁾
Propiedades físicas	
Peso específico	2,70 g/cm ³
Coefficiente de dilatación térmica lineal	$23,6 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ (20/100 °C)
Módulo de elasticidad	69.500 MPa
Coefficiente de Poisson	0,33
Propiedades mecánicas	
Resistencia a tracción (R_m)	$\geq 175 N/mm^2$
Límite elástico ($R_{p0,2}$)	$\geq 130 N/mm^2$
Alargamiento (A)	$\geq 8 \%$

3.2.2 Perfiles

La subestructura está constituida por perfiles verticales y horizontales de aluminio extruido (6063 T5). Los perfiles verticales son de sección cuadrada y 2 mm de espesor; los perfiles horizontales son de sección abierta en "L" y de espesor aprox. 2,5 mm (ver figura 3). Las propiedades del aluminio quedaron descritas en el apartado 3.2.1.

En la Tabla 4 se detallan las características geométricas y mecánicas de los perfiles verticales y horizontales más representativos. Tolerancias según norma UNE-EN 755-9⁽⁴⁾.

3.2.3 Ménsulas

Para la fijación de los perfiles verticales al soporte se emplean escuadras regulables de aluminio extruido (6063 T5), denominadas ménsulas, de espesor aprox. 3 mm (ver figura 5). Las propiedades del aluminio quedaron descritas en el punto 3.2.1.

En la Tabla 5 se detallan las características geométricas y mecánicas de una selección de ménsulas. Tolerancias según norma UNE-EN 755-9⁽⁴⁾.

Se distinguen dos tipos de ménsulas:

- Ménsulas de sustentación, que soportan las cargas de viento y el peso propio del sistema.
- Ménsulas de retención, que soportan únicamente las cargas de viento.

PERFIL	Sección (cm ²)	Perímetro (mm)	Peso (kg/ml)	x_c (mm)	I_{xc} (cm ⁴)	r_{xc} (mm)	y_c (mm)	I_{yc} (cm ⁴)	r_{yc} (mm)
Perfil vertical 40 × 40	304,00	304,00	0,803	20,0	7,73	15,5	20,0	7,73	15,5
Perfil horizontal 26 × 75	402,96	423,15	1,270	25,28	25,79	25,30	33,11	4,42	10,47
Perfil horizontal de arranque/coronación	347,67	311,21	0,913	12,87	16,45	21,75	21,99	6,27	13,43

La geometría y dimensiones de los perfiles vertical y horizontales quedan recogidas en la figura 5.

REFERENCIA	Sección (cm ²)	Perímetro (mm)	x_c (mm)	I_{xc} (cm ⁴)	r_{xc} (mm)	y_c (mm)	I_{yc} (cm ⁴)	r_{yc} (mm)
ECI 108-60 / 100-60 / 102-60 / 104-60	321	220	37,5	11,83	19,2	17,48	7,55	15,33
ECI 108-80 / 100-80 / 102-80 / 104-80	381	260	39,2	25,97	26,1	25,8	8,16	14,6
ECI 108-100 / 100-100 / 102-100 / 104-100	441	300	40,5	47,57	32,8	34,5	8,61	13,9
ECI 108-120 / 100-120 / 102-120 / 104-120	501	340	41,5	77,88	39,4	43,5	8,95	13,4

La geometría y dimensiones de dos ménsulas de las más representativas están recogidas en la figura 5 a título orientativo.

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

⁽³⁾ UNE-EN 12020-1: 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.

⁽⁴⁾ UNE-EN 755-9: Aluminio y aleaciones de aluminio. Barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 9: Perfiles, tolerancias dimensionales y de forma.

3.2.4 Clips para fijación de las placas cerámicas

Los clips que fijan las placas a los perfiles horizontales son de aluminio extruido (6063 T5) con acabado en bruto. Las propiedades del aluminio quedaron descritas en el punto 3.2.1.

La geometría y dimensiones de los clips quedan recogidas en la figura 4.

3.3 Tornillería

Para la fijación del perfil horizontal al perfil vertical y para la fijación de éste a las ménsulas, se usan tornillos autotaladrantes de cabeza hexagonal DIN 7504 K de Ø 5,5 y L = 22 mm, de acero inoxidable A2. Ver Tabla 6.

Descripción	Tornillo autotaladrante de cabeza hexagonal
Norma	DIN 7504K UNE-EN ISO 15480 ⁽⁶⁾
Diámetro nominal	5,5 mm
Longitud	22 mm
Material	Acero inoxidable austenítico A2 (AISI 304)
Norma	EN-ISO 3506-1 ⁽⁷⁾
Clase resistente	70
Resistencia a tracción (R_m)	700 MPa
Límite elástico ($R_{p0,2}$)	450 MPa
Alargamiento en rotura (%)	≥ 0,4d
Par de apriete (N·m)	4,1

La atornilladora debe utilizarse con tope de profundidad y regulador de par de apriete. Velocidad de giro de 1.800 a 2.500 min^{-1} , con una fuerza axial de 250 N (UNE-EN ISO 10666⁽⁸⁾).

3.4 Anclajes de la unión al soporte

La definición del tipo, posición y número de anclajes para la fijación de las ménsulas al soporte se realizará en función del material base de apoyo y de los esfuerzos transmitidos al mismo, debiendo quedar reflejado en el proyecto técnico de la fachada ventilada.

Estos datos serán facilitados por el responsable del Sistema, en función de las recomendaciones del fabricante del anclaje al soporte para cada material base de apoyo.

⁽⁶⁾ DIN 7504K: Tornillos autotaladrantes de cabeza hexagonal.

⁽⁷⁾ UNE-EN ISO 15480: Tornillos autotaladrantes con cabeza hexagonal de arandela, con rosca autorroscante. (ISO 15480:1999).

⁽⁸⁾ UNE-EN ISO: 10666: Tornillos autotaladrantes y autorroscantes. Características mecánicas y funcionales.

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

3.5 Masilla de poliuretano

Entre los perfiles horizontales y las placas cerámicas se aplica un cordón de masilla para lograr una adecuada planitud del acabado y evitar el "clapeteo" de las placas.

Se emplea una masilla monocomponente de poliuretano de tipo Sista Solyplast SP-101, o similar, con las siguientes propiedades:

Descripción	Masilla monocomponente de poliuretano
Tipo	Sista Solyplast SP-101
Densidad	1,37 g/ml
Dureza	53 Shore
Módulo de elasticidad	1,60 N/mm ² (NF-P8506)
Elongación en rotura	300 % (NF-P8557)
Adherencia	> 1 MPa
Resist. a la temperatura	- 30 °C a + 90 °C
Formación de piel	30 - 40 minutos
Velocidad de curado	2-3 mm/24 horas

Los ensayos recogidos en el punto 10 del presente documento se realizaron para las placas fijadas sin la masilla de poliuretano.

4. FABRICACIÓN

4.1 Placas cerámicas

El proceso de fabricación de las placas cerámicas tiene lugar en la factoría de VENATTO DESIGN, S.L., en Alameda de la Sagra (Toledo) e incluye, generalmente, las siguientes etapas sucesivas:

- Dosificación, mezcla y molturación vía húmeda de las materias primas que compondrán el soporte de la placa cerámica.
- Atomización de parte del producto de molturación para formar el polvo de amasado.
- amasado y mezclado del producto molturado, polvo atomizado y, en su caso, óxidos calcinados (pigmentos).
- Extrusión en plano para conformar la placa.
- Secado.
- Esmaltado (según modelo).
- Cocción.
- Mecanizado (rectificado y biselado).
- Clasificación.
- Mecanizado (ranurado y enmallado).
- Embalaje y almacenamiento previo a su expedición.

4.2 Subestructura metálica

La fabricación de los perfiles se realiza en empresas de extrusión y conformado de perfiles de aluminio, que aseguren la calidad requerida y la homogeneidad de los mismos.

5. CONTROL DE CALIDAD

5.1 Placas cerámicas

VENATTO DESIGN, S.L., en su fábrica de Toledo, posee un sistema de control de producción en fábrica.

La frecuencia de los controles internos sobre la materia prima, procedimientos de fabricación y producto acabado, están establecidos en el manual de Control de Producción en Fábrica, con el conocimiento del IETcc.

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 el fabricante de las placas.

Complementariamente, el fabricante realiza los siguientes controles de recepción de materias primas:

- Muestreo y determinación de características físicas de las materias primas en recepción:
Aspecto visual, humedad (%), rechazo, análisis químico, presencia de carbonatos y pérdida por calcinación.

5.1.2 Procesos

Proceso	Control
Preparación de pastas	Control de humedad de las materias primas, control del volumen de carga del material molido, densidad y viscosidad de la barbotina proveniente del molino vía húmeda, rechazo, control de humedad del atomizado, control de temperatura de los gases de secado en el atomizador.
Extrusión	Presión de extrusión, control de vacío de la extrusora, desviación de la ortogonalidad y control dimensional.
Esmaltado	Densidad y viscosidad del esmalte. Peso de la aplicación.
Cocción	Control de la temperatura, atmósfera de los gases en el interior de los hornos durante el ciclo de cocción. Control dimensional y de densidad aparente a la salida del horno.
Mecanizado	Control dimensional a la salida del proceso de mecanizado.
Clasificación	Control superficial de aspecto, determinación de las desviaciones dimensionales en cuanto a longitud y anchura, ortogonalidad, rectitud de lados, planitud de superficie y alabeo.

5.1.3 Productos acabados

Inspección al 100% de las características dimensionales y superficiales de las placas, y muestreo para determinar las propiedades físicas y químicas de la partida, especificadas a continuación:

Característica	Control
Propiedades físicas	Absorción de agua (%)
	Resistencia a la flexión (N/mm ²)
	Resistencia a la abrasión profunda
	Dureza al rayado superficial (Escala de Mohs)
	Resistencia a la abrasión superficial en esmaltados
	Resistencia al choque térmico
	Determinación de la dilatación térmico-lineal
	Determinación de la dilatación por humedad
	Resistencia al cuarteo (en esmaltados)
	Determinación de la densidad absoluta y aparente
	Resistencia a la helada
Propiedades químicas	Resistencia a las manchas para productos esmaltados
	Resistencia a los productos domésticos de limpieza y aditivos de piscina
	Resistencia a ácidos y álcalis

Todos los controles e inspecciones son periódicamente recogidos en registros según determinan los procedimientos del sistema de gestión de calidad. Los ensayos de productos acabados se realizan según determinan las normas UNE-EN ISO 10545.

5.2 Subestructura

Estos elementos no son fabricados por GRECO GRES INTERNACIONAL, S.L., 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 controles que GRECO GRES INTERNACIONAL, S.L., realiza a los perfiles, clips y tornillería a la recepción de estos artículos son:

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

5.3 Anclajes

El suministrador del anclaje debe garantizar que los productos del sistema de anclaje hayan superado controles internos de fabricación y producto final,

de acuerdo a las normas y procedimientos internos del mismo. Asimismo, de que todos estos productos cumplen con las especificaciones del material y valores de carga que se indican en los manuales y catálogos en vigor del suministrador, siempre y cuando se instalen según sus recomendaciones e instrucciones.

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

5.4 Masilla

Se realiza un control de recepción de la masilla de poliuretano exigiendo a los proveedores un certificado de cada suministro relativo a las especificaciones técnicas y cumplimiento de la normativa respectiva.

6. ETIQUETADO, EMBALAJE, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN

Las placas se suministran en cajas de cartón perfectamente identificadas, con un máximo de cuatro unidades, plastificadas en fardos no superiores a tres cajas, paletizadas y enfundadas en plástico de flejado térmico.

En el empaquetado de las placas se indica, como mínimo:

- Marca comercial del fabricante.
- Modelo y clase.
- Fecha de fabricación y número de control, que permita su trazabilidad.
- Dimensiones nominales.
- Número de placas.
- Logotipo y número de DIT.

Las placas cerámicas se dispondrán en el medio de transporte de forma que no sufran desplazamientos que puedan dañarlas durante el transporte.

La descarga del material debe hacerse lo más cerca posible del lugar de empleo, para evitar acarreo innecesarios. Para evitar que se deteriore la superficie por rozamiento con partículas punzantes debe procurarse no deslizar las placas una sobre otra, levantándolas una a una.

Se evitará que los materiales sean golpeados tanto durante la descarga como durante la manipulación, evitando dejarlos caer. Durante el transporte y montaje de las placas se deberán usar guantes para su manipulación.

7 PUESTA EN OBRA

7.1 Especificaciones generales

La puesta en obra del sistema debe ser realizada por empresas cualificadas y especializadas en el montaje de fachadas ventiladas, reconocidas por GRECO GRES INTERNACIONAL, S.L., bajo su control y asistencia técnica.

En cualquier caso, GRECO GRES INTERNACIONAL, S.L., facilita todos los datos necesarios para realizar el proyecto y ejecución de la fachada ventilada; debiendo proporcionar, si así se solicita, asistencia técnica durante las fases de proyecto y ejecución, incluyendo la resolución de los puntos singulares.

El montaje se realiza mediante los elementos de fijación anteriormente descritos, de forma que la placa no se encuentre bajo tensión y tenga suficiente libertad de movimientos.

7.1.1 Sistema de fijación

El sistema de fijación debe prever la dilatación de las placas y debe definirse de acuerdo a:

- Cargas de viento.
- Distancias máximas entre puntos de fijación de las placas.
- Formato de las placas.

7.1.2 Ventilación

Debe tenerse en cuenta 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 de 120 cm² por cada 10 m² de paño de fachada entre forjados, repartidas al 50% entre la parte superior y la inferior. A estos efectos podrán contabilizarse las juntas entre placas.

7.1.3 Anclajes

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 en función del tipo y estado del soporte y de los esfuerzos transmitidos al mismo.

En obra se deberá comprobar el tipo y estado del soporte, y si los anclajes previstos en el proyecto técnico son adecuados al mismo. En caso de que

el anclaje previsto no sea adecuado, deberá sustituirse bajo la aprobación de la Dirección Facultativa, tomando las precauciones que sean necesarias en cuanto a posición y número de anclajes.

7.2 Montaje

La secuencia de las operaciones de puesta en obra debe ser la siguiente:

- Replanteo.
- Colocación de ménsulas.
- Colocación de perfiles verticales.
- Colocación del aislante si procede.
- Colocación de perfiles horizontales.
- Colocación sucesiva de clips y placas, de abajo hacia arriba, con establecimiento de juntas y aplicación de la masilla.

7.2.1 Replanteo

Se replanteará la fachada comprobando la planimetría del soporte a revestir, verificando el plano para una buena elección del anclaje.

Los ejes de los perfiles verticales se colocarán en función de las dimensiones de la placas de revestimiento, a una distancia igual o menor de 105 cm, dependiendo del formato de la placa, conforme a lo definido en el proyecto y justificado por cálculo.

Las características del soporte, tanto en desplome como en planeidad, deberán cumplir las condiciones fijadas en el CTE, así como en las correspondientes normas y disposiciones vigentes.

7.2.2 Colocación de ménsulas

En primer lugar se fijarán sobre el muro soporte o las vigas y/o cantos del forjado las ménsulas mediante anclajes adecuados.

Se realizará una colocación y distribución de las ménsulas alineadas en sentido vertical, distribuidas entre cantos de forjado. La distancia en vertical dependerá del tipo y estado del soporte y a su vez de las cargas que tenga que transmitir al mismo, siendo, siempre que lo permita el soporte, inferior a 110 cm.

Las ménsulas se disponen alternándolas a ambos lados del perfil vertical, duplicándolas cuando el cálculo así lo exija y al menos cada aprox. 3,6 m, coincidiendo con la estructura horizontal del edificio (vigas y/o cantos del forjado) cuando la estructura del edificio sea de pilares y forjados.

Se distinguen dos tipos de ménsulas:

- Ménsulas de sustentación, que soportan las cargas de viento y el peso propio del sistema; se anclan, generalmente, a los cantos de los forjados.
- Ménsulas de retención, que soportan únicamente las cargas de viento; se anclan, generalmente, al muro soporte.

7.2.3 Colocación de los perfiles verticales

Los perfiles verticales se colocarán fijándolos a las ménsulas con los tornillos descritos en el punto 3.4, con una distancia entre ellos igual o menor a 105 cm.

La planeidad de los entramados de perfiles de aluminio extruido debe quedar garantizada a través del adecuado sistema de anclaje, con objeto de asegurar que el sistema de revestimiento tenga buena planimetría.

Los perfiles verticales, perfectamente alineados, quedarán fijados con agujeros fijos y colisos a las ménsulas, de forma que garanticen el adecuado movimiento de la subestructura y una buena planimetría.

La junta horizontal mínima entre perfiles será de 2 mm por cada metro lineal de perfil.

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 perfiles horizontales

Se colocan, atornillándolos, los perfiles horizontales sobre el perfil vertical y se aplica un cordón de masilla descrito en el punto 3.5, sobre los perfiles en los que apoya la placa.

La junta vertical mínima entre perfiles será de 2 mm por cada metro lineal de perfil.

7.2.6 Colocación de los clips y las placas

Primero se colocan, "clipándolos", los clips inferiores sobre el perfil horizontal.

A continuación se coloca la placa de cerámica sobre los clips inferiores, encajando la patilla superior de los clips en la pieza. Acto seguido se colocan los clips superiores, encajando perfectamente sobre las ranuras superiores. Las piezas quedarán así estabilizadas.

El mismo procedimiento se empleará en los niveles superiores.

7.2.7 Juntas

Las juntas entre placas deben ser siempre abiertas. La junta vertical ha de ser de entre 3 y 6 mm; la junta horizontal será de 6 a 8 mm. En cualquier caso, las juntas horizontales deberán permitir las posibles deformaciones (ver punto 9).

Las juntas de dilatación del edificio siempre deben coincidir con una junta vertical del sistema de fachada mediante un doble perfil. En este caso, la junta vertical entre placas cerámicas no será inferior a la anchura prevista para la junta de dilatación.

Una misma placa no podrá quedar fijada a dos perfiles verticales distintos, según la dirección vertical, siendo necesario emplear los perfiles horizontales de terminación y arranque, según queda descrito en la figura 17.

Cuando una placa se fije a dos perfiles horizontales distintos, la placa deberá poder dilatarse libremente según la dirección horizontal.

8. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

La fabricación e instalación de las placas cerámicas de VENATTO DESIGN, S.L., se viene realizando desde el año 2000, y la del sistema de fachada ventilada desde el año 2006.

El fabricante aporta como referencia la siguiente obra realizada en el año 2006:

- Centro de asistencia Primaria en C/. La Cistiérnaga de Arganda del Rey (Madrid), 2.500 m². Placa FRONTEK Ref. 40,5 × 80 Iceberg.

El IETcc ha visitado esta obra, con resultado satisfactorio.

9. MEMORIA DE CÁLCULO

El proyecto técnico de la fachada ventilada deberá incluir una memoria de cálculo que justifique el adecuado comportamiento del sistema frente a las acciones previstas.

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.

Para el cálculo del Sistema se considera que las placas cerámicas deben soportar la carga del viento (presión/succión) y transmitirla, junto con su peso propio, a través de la subestructura y los anclajes al soporte. Las placas cerámicas, fijaciones, subestructura y anclajes deben resistir los esfuerzos producidos por el viento, junto con su propio peso.

Para edificios de hasta 30 m de altura y para las limitaciones recogidas en el CTE-DB-SE-AE relativas a la acción del viento, éstas 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 la placa, considerando como área de influencia la de la propia placa.

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 las placas están descritas en el punto 3.1 del presente documento. Las propiedades mecánicas de los perfiles de aluminio están descritas en el punto 3.2 del presente documento.

Los valores de resistencia a la presión/succión de viento de los puntos de fijación de la placa a la subestructura se podrán tomar de los resultados del ensayo 10.3.1, afectados de su correspondiente coeficiente de seguridad. Este valor deberá compararse 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 precisado en el proyecto técnico de la fachada ventilada, no recomendándose un coeficiente menor de 2,5.

9.3 Hipótesis de cálculo

El comportamiento mecánico del sistema depende de la disposición de las placas cerámicas respecto a los perfiles verticales, distinguiéndose tres tipos de configuraciones, con sus correspondientes hipótesis de cálculo.

9.3.1 Configuración A (ver figura A)

Es aquella en la que cada placa está apoyada lateralmente sobre dos perfiles verticales. Para esta configuración, las juntas verticales entre placas generalmente coinciden con los perfiles verticales.

Se pueden considerar las siguientes hipótesis de cálculo:

- Las acciones de viento sobre las placas, así como el peso propio de las mismas, son transmitidas por las propias placas directamente a los perfiles verticales.
- Frente a la acción de viento, las placas cerámicas se considerarán apoyadas como mínimo en cuatro puntos de fijación sobre los montantes, debiendo comprobarse su resistencia a flexión frente a las acciones de viento previstas.

Frente al peso propio, la placa se comporta como una viga de gran canto.

- Los perfiles horizontales, dada su escasa rigidez en comparación con la de las placas, actúan únicamente como elementos de sustentación y retención en los puntos de fijación.
- Los puntos de fijación entre la placa y la subestructura deberán ser capaces de transmitir el esfuerzo cortante previsto en función del área tributaria que le corresponde a dicho punto de fijación, según se recoge en la figura 1a.

9.3.2 Configuración B (ver figura B)

Es aquella en la que al menos uno de los lados laterales de la placa no está apoyada sobre un perfil vertical.

Se pueden considerar las siguientes hipótesis de cálculo:

- Las acciones de viento sobre las placas, así como el peso propio de las mismas, son transmitidas por las propias placas directamente a los perfiles verticales.
- Frente a la acción de viento las placas cerámicas trabajan en voladizo, considerándose apoyadas en los perfiles verticales. Se deberá comprobar la resistencia a flexión de las placas frente a las acciones de viento previstas.

Frente al peso propio, la placa se comporta como una viga de gran canto.

- Los perfiles horizontales actúan como elementos de sustentación y retención en los puntos de fijación y deberán ser capaces, además, de transmitir el esfuerzo cortante entre placas adyacentes.

- Los puntos de fijación entre la placa y la subestructura deberán ser capaces de transmitir el esfuerzo cortante previsto en función del área tributaria que le corresponde a dicho punto de fijación, según se recoge en la figura 1b.

9.3.3 Configuración C (ver figura C)

Es aquella en la que puede existir una placa central que no esté apoyada en ningún punto a los perfiles verticales.

Se pueden considerar las siguientes hipótesis de cálculo:

- El peso propio de la placa central se transmite a los perfiles verticales a través de los perfiles horizontales.
- La acción de viento sobre la placa central se transmite por cortante a las placas adyacentes a través de los perfiles horizontales.
- Las placas que apoyan directamente sobre los perfiles verticales trabajan en voladizo según lo descrito para la configuración B, considerando no sólo la acción de viento directamente aplicada sobre dicha placa sino también el cortante debido a la acción de viento sobre las placas centrales.
- Los perfiles horizontales deberán soportar el peso propio de las placas centrales y transmitirlo a los perfiles verticales. Además, deberán ser capaces de transmitir el cortante debido a la acción de viento sobre la placa central a las placas adyacentes.

Los perfiles horizontales, trabajando en régimen elástico, se calcularán para que, frente a la acción de peso propio de la placa central, tengan una flecha igual o inferior a la junta horizontal entre placas y no superior a $L/200$ de la distancia entre apoyos.

- Los puntos de fijación entre las placas extremas y la subestructura deberán ser capaces de transmitir el esfuerzo cortante previsto en función del área tributaria que le corresponde a dicho punto de fijación, según se recoge en la figura 1c.

9.4 Perfiles verticales y sistemas de fijación entre perfiles

Los perfiles verticales trabajan a flexión, transmitiendo las cargas puntuales que reciben, a las ménsulas de sustentación (cargas verticales y horizontales) y retención (sólo cargas horizontales).

El cálculo de los perfiles frente a la acción del viento se realizará por métodos elásticos, considerando como articuladas las uniones entre perfiles. La deformación de los perfiles, dado que no existe reglamentación específica, podrá limitarse a $L/200$ de la distancia entre apoyos.

Figura A. CONFIGURACIÓN A

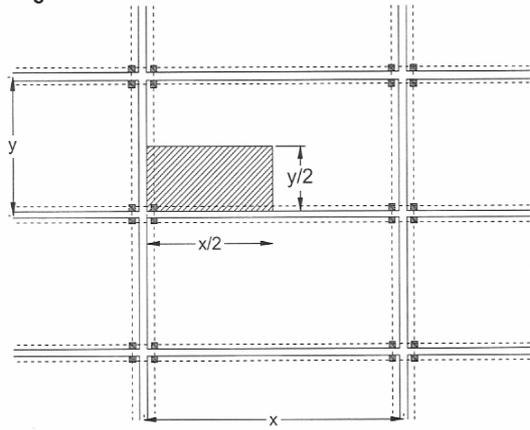


Figura B. CONFIGURACIÓN B

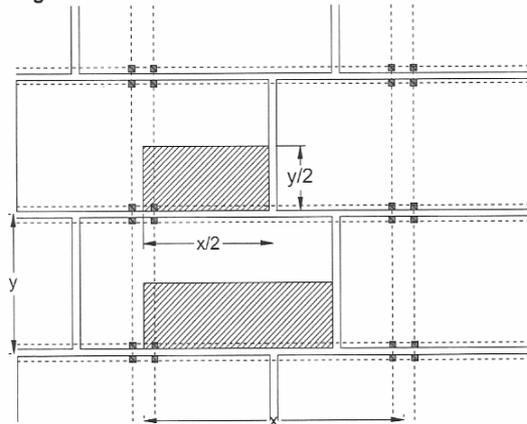
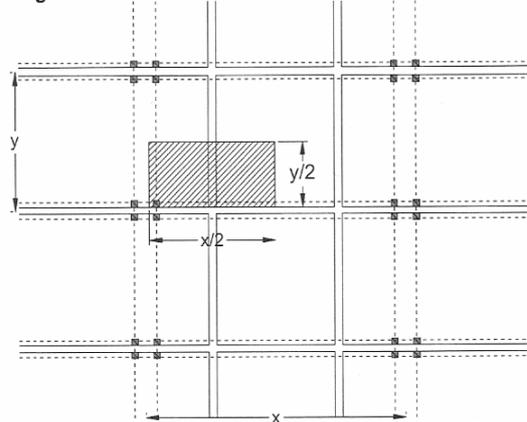


Figura C. CONFIGURACIÓN C



Complementariamente, se deberá verificar que la resistencia al arrancamiento de los tornillos, para el espesor de perfiles considerado, es suficiente para garantizar, con un coeficiente de seguridad adecuado, la transmisión de cargas en los puntos de fijación.

10. ENSAYOS

Los siguientes ensayos se han realizado en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) (Informe n.º 19.236-1 de acuerdo con la norma UNE-EN 14411⁽¹⁾) y

UNE-EN ISO 10545⁽⁹⁾, el EOTA Technical Report TR 001 "Determination of impact resistance of panels and panel assemblies" y el borrador de la Guía EOTA "Guideline for European Technical Approval of Kits for external wall claddings. Part 1: Ventilated cladding elements and associated fixing devices" (edición de enero de 2006).

10.1 Ensayos de identificación de las placas cerámicas

10.1.1 Características dimensionales

Ensayos realizados según la norma UNE-EN ISO 10545-2:1998, siendo los valores obtenidos conformes a la norma UNE-EN 14411:2004 y a lo declarado por el fabricante en el Informe Técnico.

10.1.2 Densidad aparente y absorción de agua

Ensayos realizados según la norma UNE-EN ISO 10545-3:1997, siendo los valores obtenidos conformes a la norma UNE-EN 14411:2004, declarados por el fabricante en el Informe Técnico.

10.1.3 Resistencia a flexión

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en la norma UNE-EN ISO 10545-4:1997.

Los valores obtenidos son superiores al exigido por la norma de producto, declarado por el fabricante en el Informe Técnico.

La tensión de rotura mínima obtenida en los ensayos fue de 31,8 MPa, equivalente, para una distancia entre apoyos de 1 m, a 16 kN/m² *.

Un valor de tensión de rotura de 25 MPa (N/mm²) equivale, para los distintos formatos de placa recogidos en este documento, a una presión de viento de:

Longitud × altura (mm)	Espesor (mm)	Inercia (cm ⁴)	Pv* (kN/m ²)
600 × 405	19,5	23,9	33
800 × 405	19,5	23,9	19
900 × 405	19,5	23,9	15
1.000 × 405	19,5	23,9	12

* Presión de viento equivalente, sin coeficiente de seguridad ni de mayoración de cargas.

⁽⁹⁾ UNE-EN ISO 10545: Baldosas cerámicas.

10.2 Ensayos de durabilidad de las placas

Una vez realizados los ensayos de envejecimiento acelerado, según se describen a continuación, se determina los valores de tensión de rotura según lo definido en el punto 10.1.3.

10.2.1 Estufa a 80 °C

Se mantienen las placas en estufa a 80 °C durante 28 y 56 días.

De los resultados del ensayo de resistencia a flexión se observó que no se produjeron disminuciones de la resistencia a flexión, comparadas con los valores obtenidos en el ensayo de referencia 10.1.3.

10.2.2 Saturación y secado

Se someten las placas cerámicas a la acción del siguiente ciclo, según se define en la norma UNE-EN 494:1995⁽¹⁰⁾, ensayo 7.3.5:

- Inmersión en agua a temperatura ambiente durante 18 horas.
- Secado en estufa a 60 ± 5 °C durante 6 horas.

De los resultados del ensayo de resistencia a flexión se observó que no se produjeron disminuciones de la resistencia a flexión, comparadas con los valores obtenidos en el ensayo de referencia 10.1.3.

10.2.3 Hielo-Deshielo

Ensayo consistente en realizar el siguiente ciclo de hielo-deshielo, según se define en la norma UNE-EN 494:1995, ensayo 7.4.1:

- Enfriamiento en congelador a -15 °C durante 3 horas.
- Inmersión en agua a temperatura ambiente durante 3 horas.

De los resultados del ensayo de resistencia a flexión se observó que no se produjeron disminuciones de la resistencia a flexión, comparadas con los valores obtenidos en el ensayo de referencia 10.1.3.

En ningún caso se produjo rotura en las placas ensayadas durante los ciclos de hielo-deshielo.

10.3 Ensayo de aptitud de empleo del Sistema

10.3.1 Ensayos a succión de los puntos de fijación

Ensayo realizado según procedimiento interno del Laboratorio del DIT para determinación de la resistencia a succión al viento de los sistemas de fijación de fachadas ventiladas.

Para la realización del ensayo no se dispuso la masilla de poliuretano descrita en el punto 3.5.

Se obtuvieron los siguientes valores de carga de rotura:

Dimensiones (mm)	1000 × 405 × 19,5
Carga media de rotura (kN)	6,28
Resistencia aproximada de la fijación (kN)	1,5
Presión de viento equivalente * (kN/m ²)	14,75

* Sin coeficiente de seguridad ni de mayoración de cargas.

10.3.2 Resistencia al choque de cuerpo blando

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en borrador de la Guía EOTA, apartado 5.4.4.1 "Resistance to soft body impact".

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Energía de impacto (J)	Placa de 1000 × 405 × 19,5
10 J	Sin daño aparente
3 × 60 J	Sin daño aparente
300 J	Sin daño aparente

10.3.3 Resistencia al choque de cuerpo duro

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en borrador de la Guía EOTA, apartado 5.4.4.2 "Resistance to hard body impact".

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Energía de impacto (J)	Placa de 1000 × 405 × 19,5
1 J	Sin daño aparente
3 J	Fisura sin rotura
10 J	Rotura sin caída

10.3.4 Ensayo de choque térmico calor-lluvia

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en borrador de la Guía EOTA, apartado 5.4.7 "Hygrothermal behaviour".

⁽¹⁰⁾ UNE-EN 494:1995: Placas onduladas o nervadas de fibrocemento y sus piezas complementarias. Especificación de producto y métodos de ensayo.

El ensayo se realiza en dos fases, la primera de calor-lluvia, y la segunda de calor-hielo.

Verificándose que, después de las dos fases, no se aprecia ningún defecto aparente en las placas ni deformaciones permanentes en las fijaciones, los perfiles de la subestructura o los anclajes.

10.3.5 Ensayos a la subestructura. Perfil vertical

Resistencia a presión y succión de viento

Sobre el perfil vertical de aluminio, apoyado en sus dos alas por apoyo, con una separación entre apoyos de 1,5 m se aplicó una carga en su sección central actuando según el empuje del viento.

Se obtuvo su curva carga-deformación, verificándose que el perfil, trabajando elásticamente, soporta una carga de 2,5 kN de carga total; equivalente, para una separación entre perfiles de 1,0 m y una separación entre apoyos de 1,1 m, a una sobrecarga uniforme de presión de viento de 7,9 kN/m², sin coeficiente de seguridad ni de mayoración de cargas.

10.3.6 Ensayo a carga vertical

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en borrador de la Guía EOTA "Guideline for European Technical Approval of Kits for external wall claddings. Part 1: Ventilated cladding elements and associated fixing devices" (edición de enero de 2006) apartado 5.4.2.6.2 "Resistance of vertical load".

Para la realización del ensayo se dispuso de un montaje formado por una placa cerámica de 1.000 mm de longitud y 405 mm de anchura, con un espesor de 19,5 mm, anclada a la subestructura de aluminio, que a su vez se ancla al banco de ensayo.

Seguidamente se coloca un flexímetro en el centro de la placa para poder medir los desplazamientos en sentido vertical de la misma bajo una carga estática que se corresponde con el peso de dos elementos de aplacado (31,2 kg).

Transcurridas 24 horas no se observan deformaciones ni daños aparentes ni en la placa ni en los anclajes.

10.4 Ensayos de durabilidad del sistema

10.4.1 Ensayo de fatiga a succión

Ensayo realizado según procedimiento interno del Laboratorio del DIT para determinación de la

resistencia a fatiga a succión al viento de los sistemas de fijación de fachadas ventiladas.

Los ensayos se realizan aplicando una carga a una frecuencia de 0,5 Hz durante 25.000 ciclos.

Completado el ensayo de fatiga se realiza el ensayo estático tipo inicial a succión de viento, no observándose disminución significativa de la resistencia de los puntos de fijación.

11. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

11.1 Cumplimiento de la reglamentación nacional

11.1.1 SE - Seguridad estructural

El Sistema FRONTEK SUPERPLUS de revestimiento de fachadas ventiladas con placa cerámica 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 de la fachada ventilada 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: *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).

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 sollicitaciones 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.

11.1.2 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 a la Decisión 96/603/CE de la Comisión de 4 de octubre de 1996, los productos de arcilla cocida obtienen una clasificación de reacción al fuego de clase A1 (sin contribución al fuego) sin necesidad de ensayos.

El material de revestimiento cumple el requisito exigido en CTE-DB-SI (SI-2 punto 1.4) relativo a propagación exterior, para los materiales de revestimiento exterior de fachada y de las superficies interiores de las cámaras ventiladas de fachada.

11.1.3 SU - Seguridad de utilización

El CTE no especifica exigencias relativas a la seguridad de utilización para los sistemas de fachadas ventiladas. No obstante, de los resultados de los ensayos de resistencia al choque de cuerpo duro y resistencia al choque de cuerpo blando se deduce un buen comportamiento del Sistema frente a esta solicitud.

11.1.4 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 el 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 del Informe Técnico.
- 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 de las fachadas, 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 la sección HE-1 (Limitación de la demanda energética) del CTE-DB-HE (HE-1, punto 3.2.3).

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

11.1.6 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 en lo que respecta a la protección contra el 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.

11.1.5 HE - Ahorro energético

La solución constructiva completa de cerramiento debe satisfacer las exigencias del CTE, Documento Básico de Ahorro Energético (DB-HE), en cuanto a comportamiento higrotérmico.

El Sistema, tal y como queda descrito en el Informe Técnico, a efectos de cálculo de la transmitancia térmica, según se describe en el Apéndice E del CTE-DB-HE, 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 (HE-1, Apéndice E).

11.2 Utilización del producto. Puesta en obra y condiciones de la evaluación

11.2.1 Puesta en obra

Previamente a la instalación del Sistema, se deberá verificar el tipo y estado del soporte para la definición del tipo y número de anclajes. Se deberá adecuar el tipo de anclaje al soporte, pudiendo ser necesario que el instalador reemplace el anclaje inicialmente definido en proyecto, lo que deberá ser autorizado por la Dirección Facultativa.

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 necesario, así como la correcta evacuación de aguas evitando su acumulación.

Se seguirán las recomendaciones dadas en el punto 6 del Informe Técnico para la manipulación de las placas. Además, a la hora de manipular las placas se deberá utilizar guantes de protección.

11.2.2 Condiciones de la evaluación

Los aspectos relativos al cálculo recogidos en el punto 9 del presente documento se refieren 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.

11.3 Gestión de residuos

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

11.4 Mantenimiento y 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.

Para la limpieza de las placas se seguirán las recomendaciones del fabricante de las mismas, siendo su limpieza similar al de las placas cerámicas habituales.

12. CONCLUSIONES

Verificándose que en el proceso de fabricación de las placas cerámicas FRONTEK de VENATTO DESIGN, S.L., 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.

Considerando que el proceso de fabricación y puesta en obra está suficientemente contrastado por la práctica y los resultados de los ensayos, se estima favorablemente, con las observaciones de la Comisión de Expertos en este DIT, la idoneidad de empleo del Sistema propuesto por el fabricante.

LOS PONENTES:

Tomás Amat Rueda,
Dr. Ing. de Caminos, C. y P.

Rosa Senent
Arquitecto

12. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS

Las principales observaciones de la Comisión de Expertos, en sesión celebrada en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja el día 21 de abril de 2009⁽¹¹⁾, fueron las siguientes:

- Se aconseja que GRECO GRES INTERNACIONAL, S.L., asesore en el diseño y ejecución de huecos y puntos singulares.
- 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 comprobará la continuidad de aislamiento en caso de haberse colocado.
- Dado que los perfiles no son continuos, se recomienda cuidar la continuidad en el trazado de los tramos.
- Se recomienda comprobar que ninguna placa quede fijada a dos perfiles distintos según la dirección vertical.

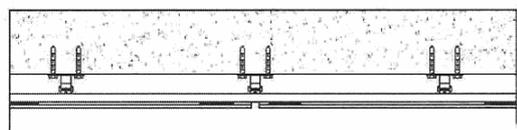
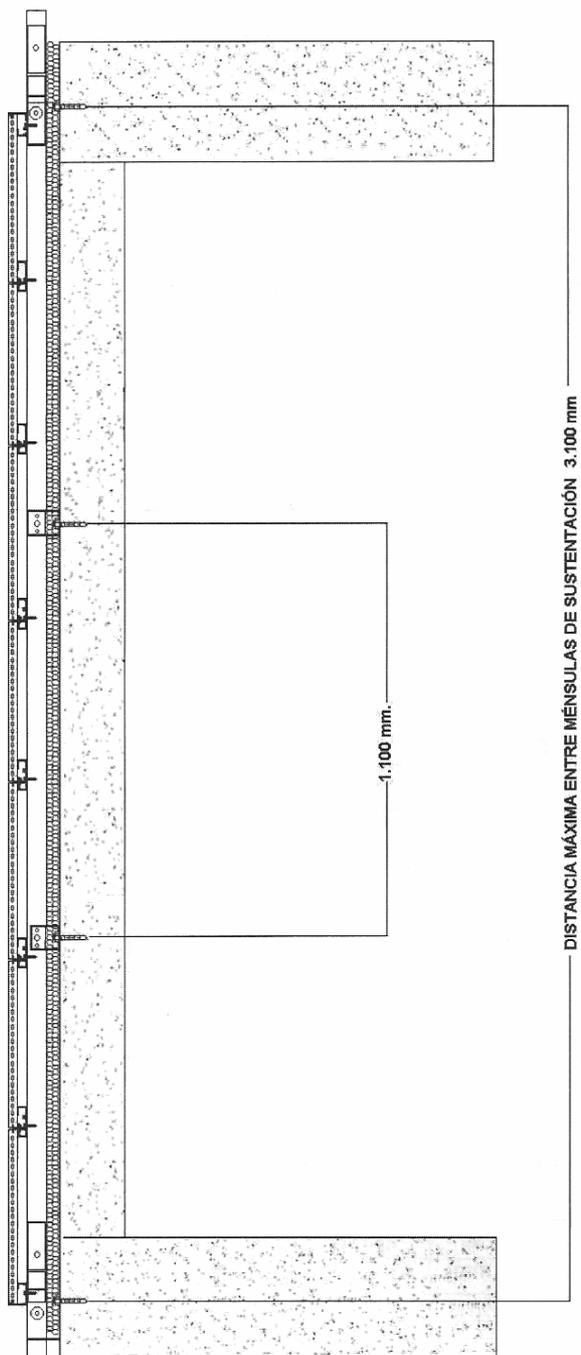
⁽¹¹⁾ La Comisión de Expertos estuvo integrada por representantes de los siguientes Organismos y Entidades:

- ACCIONA INFRAESTRUCTURAS, S.A. DIR. INGENIERÍA.
- Asociación de empresas de control de calidad y control técnico independientes (aeccti).
- Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España (CSCAE).
- Control Técnico y Prevención de Riesgos (CPV).
- DRAGADOS, S.A.
- Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Madrid (EUATM - UPM).
- FCC Construcción, S.A.
- FERROVIAL-AGROMAN, 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.
- Ministerio de la Vivienda.
- QUALIBÉRICA, S.A.
- SOCOTEC Iberia, S.A.
- SGS Tecnos, S.A.
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

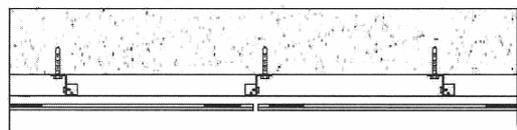
- En ambientes con categoría de corrosividad C4 o C5 según ISO 9223 se recomienda recurrir a un acero inoxidable AISI-316 para la tornillería.
- Los elementos metálicos complementarios en contacto con el Sistema, no deberán originar problemas de corrosión.
- Se recuerda que los sistemas de revestimiento de fachadas ventiladas no garantizan, sólo con la hoja exterior de revestimiento, la estanquidad del cerramiento. En todo caso se recomienda estudiar el comportamiento conjunto del

cerramiento completo, conforme a lo descrito en el CTE, Documento Básico de Salubridad (DB-HS) en lo relativo a protección frente a la humedad (HS-1).

- Las juntas del revestimiento se tendrán en cuenta en relación con las juntas de dilatación del edificio.
- Se recomienda que una copia del presente Documento de Idoneidad Técnica se incorpore al Libro del Edificio.



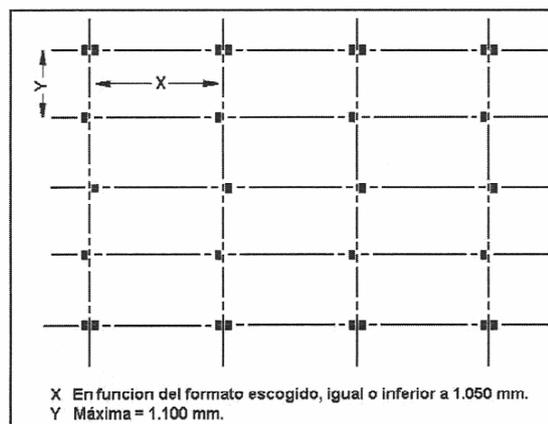
ANCLAJES DE LAS MÉNSULAS DE SUSTENTACIÓN A FORJADO



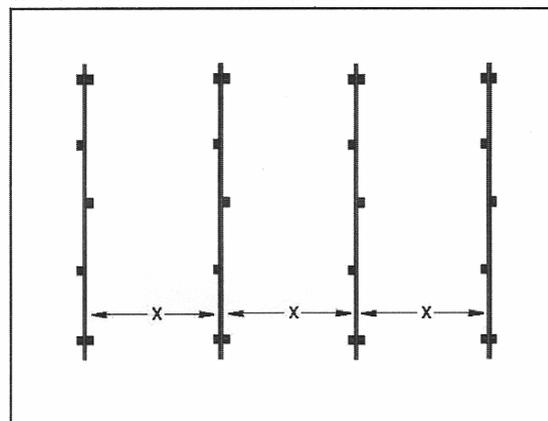
ANCLAJES DE LAS MÉNSULAS DE RETENCIÓN A CERRAMIENTO

Figura 1. SECCIONES VERTICAL Y HORIZONTAL.

1.- COLOCACION DE MENSULAS



2.- COLOCACIÓN DE PERFILES VERTICALES



3.- COLOCACIÓN DE PERFILES HORIZONTALES



4.- COLOCACIÓN SUCESIVA DE PLACAS CERÁMICAS

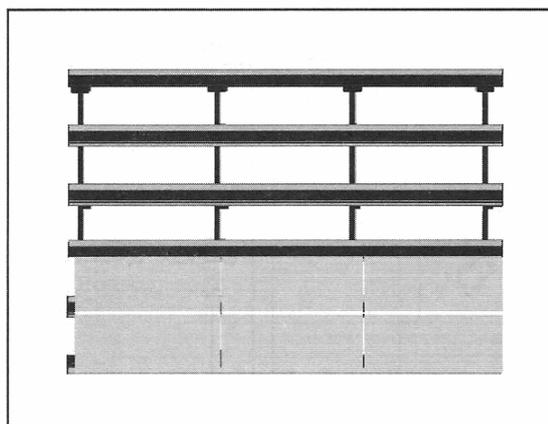


Figura 2. FASES DE MONTAJE.

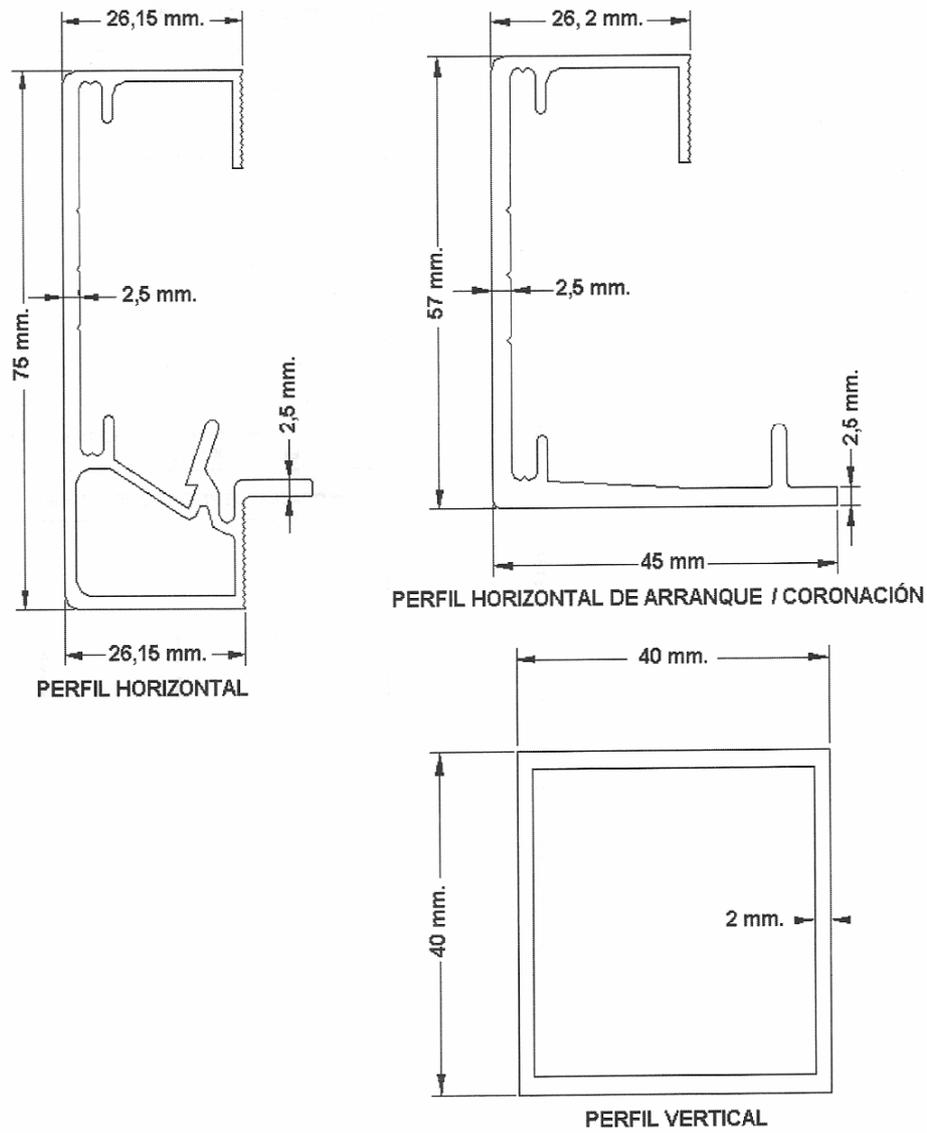


Figura 3. PERFILERÍA.

PERFIL	Sección (mm ²)	Perímetro (mm)	Peso (kg/ml)	x _c (mm)	I _{xc} (cm ⁴)	r _{xc} (mm)	y _c (mm)	I _{yc} (cm ⁴)	r _{yc} (mm)
Perfil vertical 40 × 40	304,00	304,00	0,803	20,0	7,73	15,5	20,0	7,73	15,5
Perfil horizontal 26 × 75	402,96	423,15	1,270	25,28	25,79	25,30	33,11	4,42	10,47
Perfil horizontal de arranque/coronación	347,67	311,21	0,913	12,87	16,45	21,75	21,99	6,27	13,43

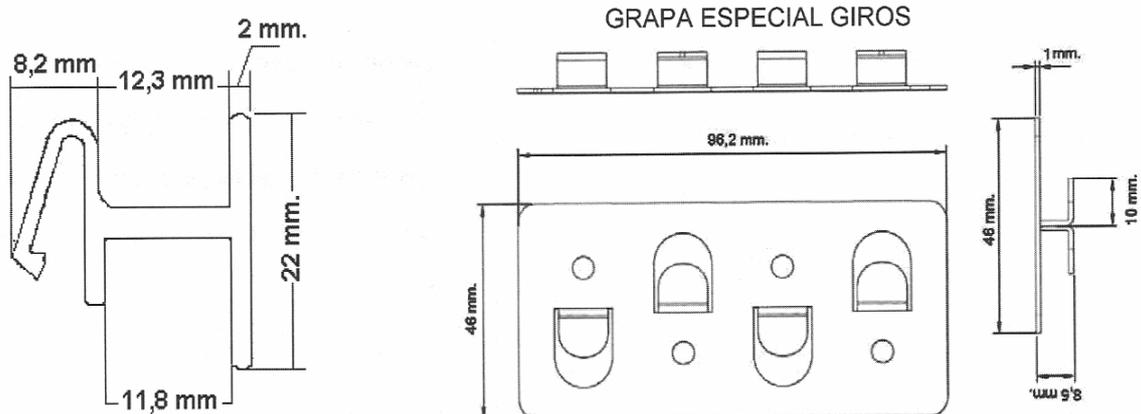


Figura 4. CLIPS DE FIJACIÓN.

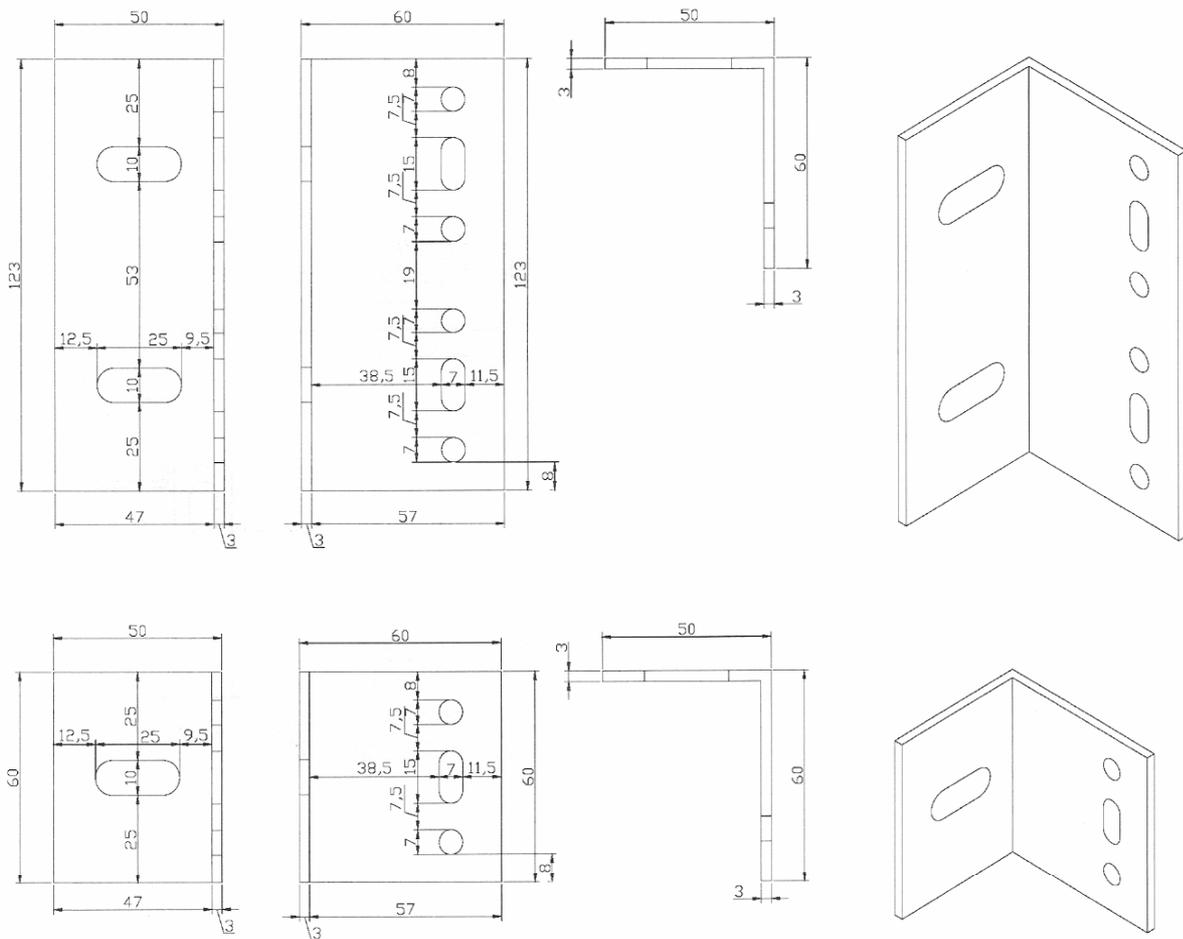


Figura 5. MÉNSULA DE SUSTENTACIÓN Y RETENCIÓN.

Tabla 6. CARACTERÍSTICAS DE LAS MÉNSULAS								
REFERENCIA	Sección (mm ²)	Perímetro (mm)	x _c (mm)	I _{xc} (cm ⁴)	r _{xc} (mm)	y _c (mm)	I _{yc} (cm ⁴)	r _{yc} (mm)
ECI 108-60 / 100-60 / 102-60 / 104-60	321	220	37,5	11,83	19,2	17,48	7,55	15,33
ECI 108-80 / 100-80 / 102-80 / 104-80	381	260	39,2	25,97	26,1	25,8	8,16	14,6
ECI 108-100 / 100-100 / 102-100 / 104-100	441	300	40,5	47,57	32,8	34,5	8,61	13,9
ECI 108-120 / 100-120 / 102-120 / 104-120	501	340	41,5	77,88	39,4	43,5	8,95	13,4

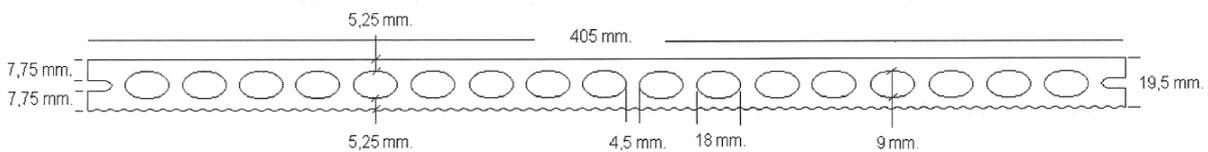
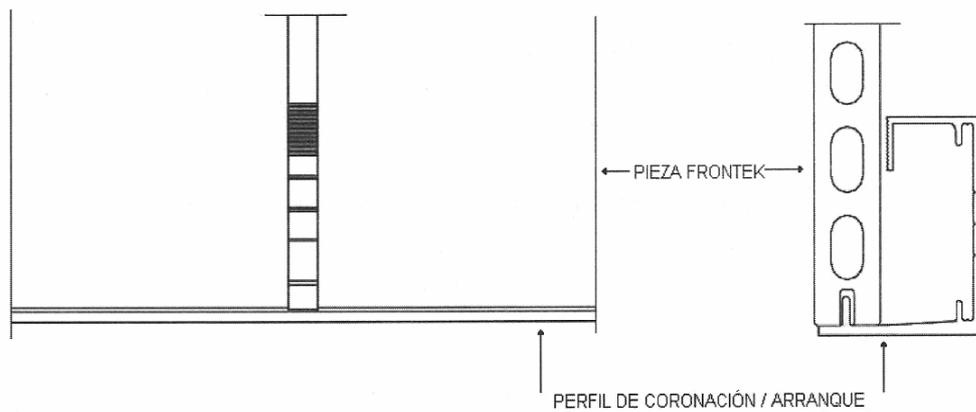
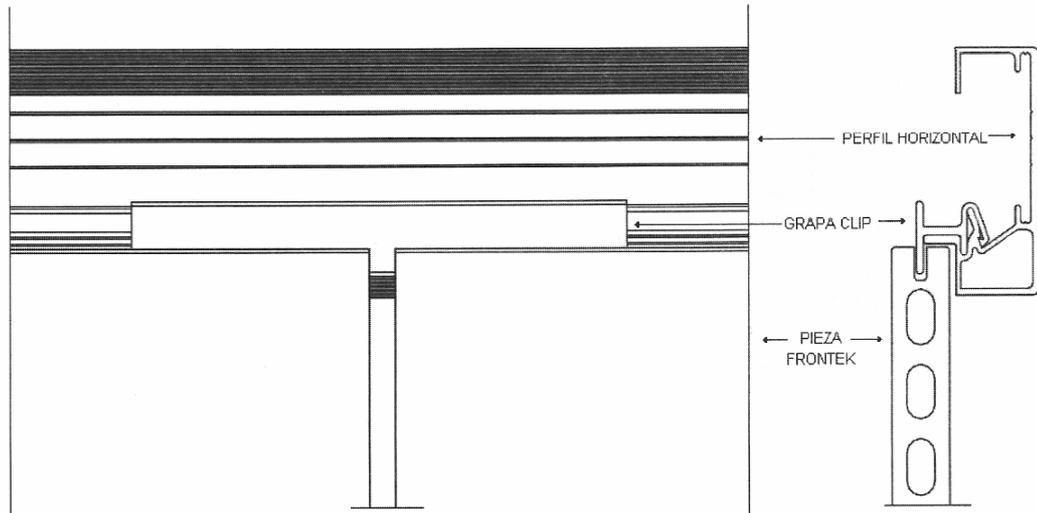


Figura 6. PLACA.



- Notas:** – Los detalles constructivos recogidos en las figuras son orientativos, debiendo definirse para cada proyecto.
 – Los detalles constructivos definidos en las figuras se refieren al sistema de fijación de la fachada ventilada, no pudiendo emplearse como justificación del cumplimiento de las restantes exigencias básicas del CTE.

Figura 7. DETALLE DEL SISTEMA DE FIJACIÓN.

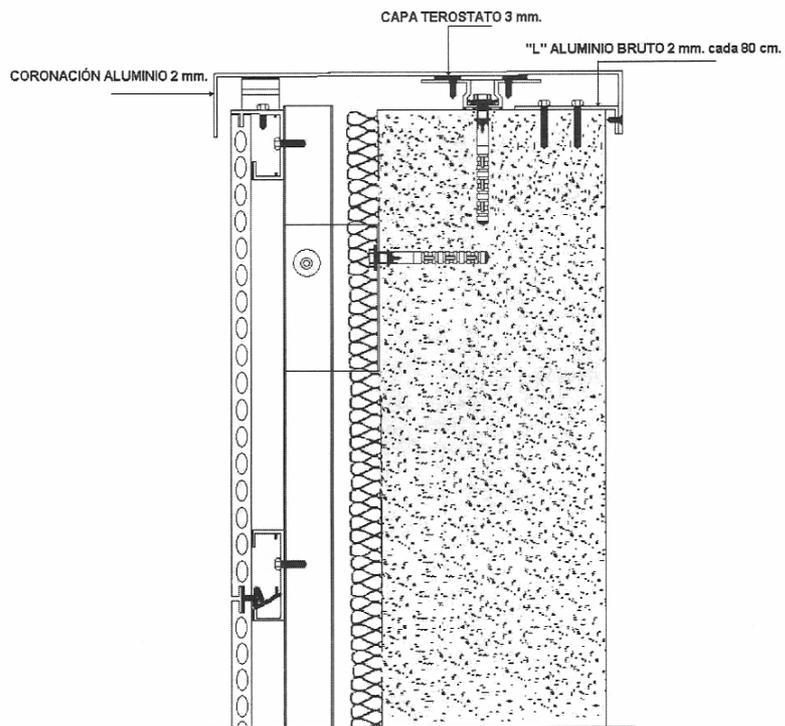


Figura 8. CORONACIÓN METÁLICA.

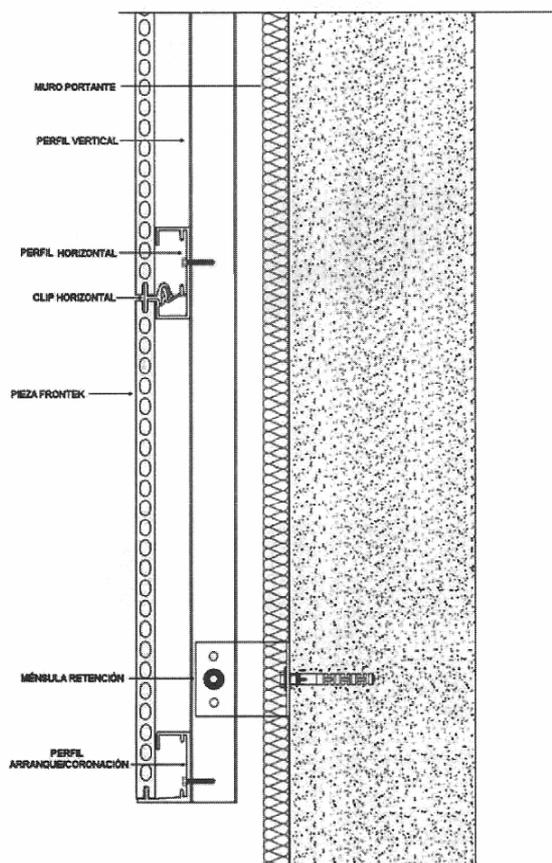


Figura 9. ARRANQUE.

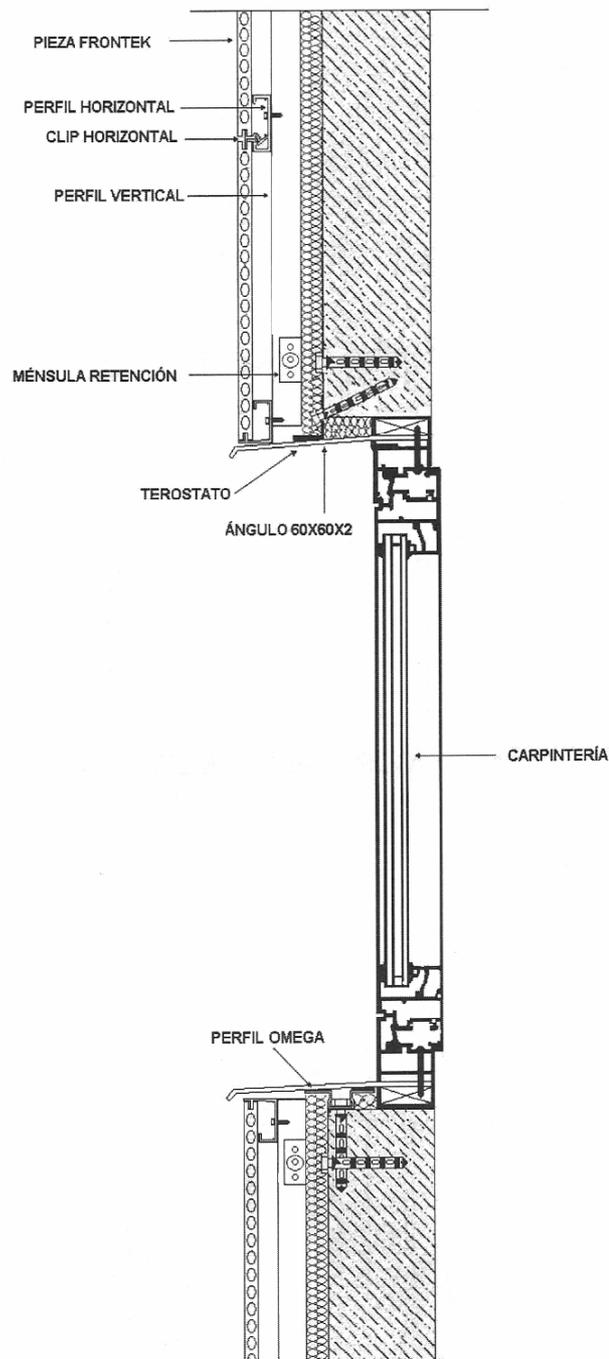


Figura 10. SECCIÓN VERTICAL POR RECERCADO METÁLICO.

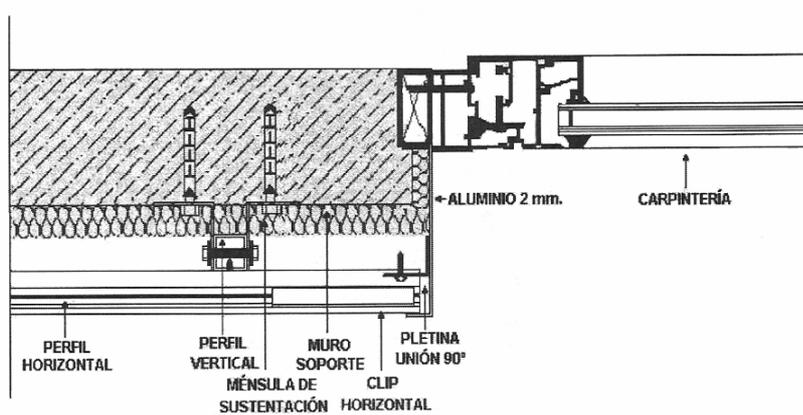


Figura 11. SECCIÓN HORIZONTAL POR RECERCADO METÁLICO.

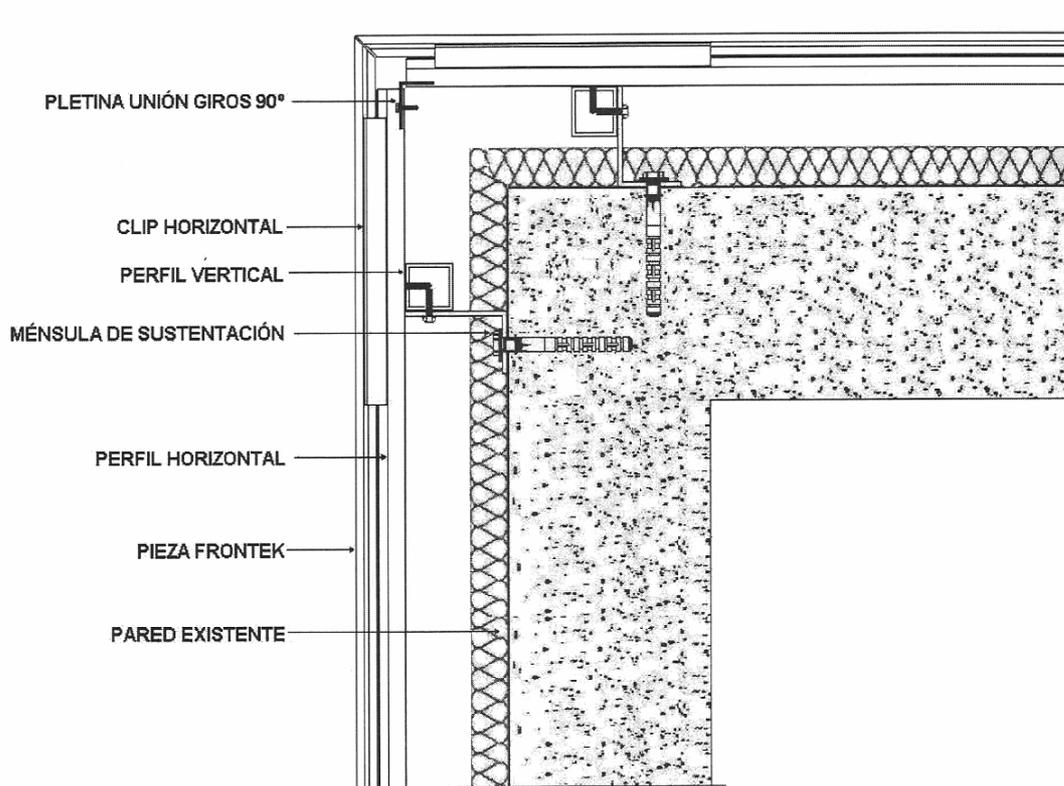


Figura 12. ESQUINA.

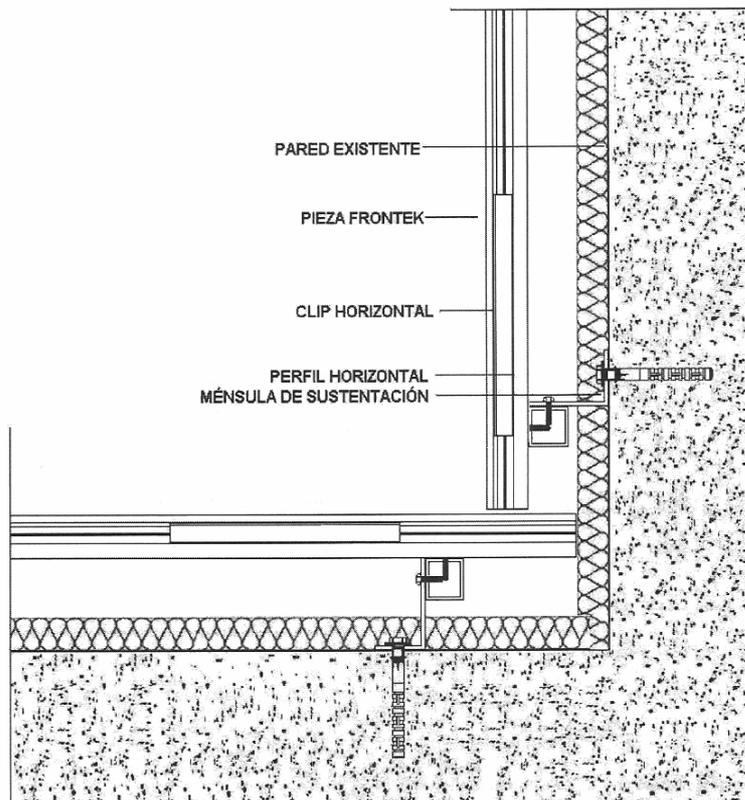


Figura 13. RINCÓN.

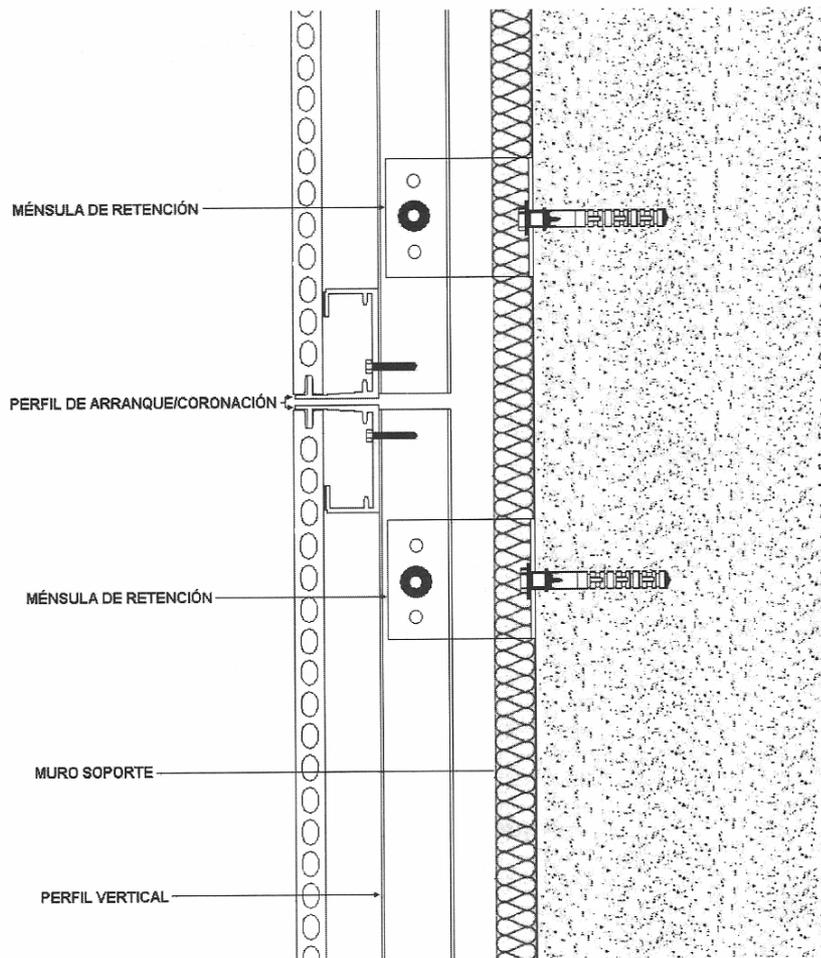


Figura 14. JUNTA ENTRE PERFILES VERTICALES.

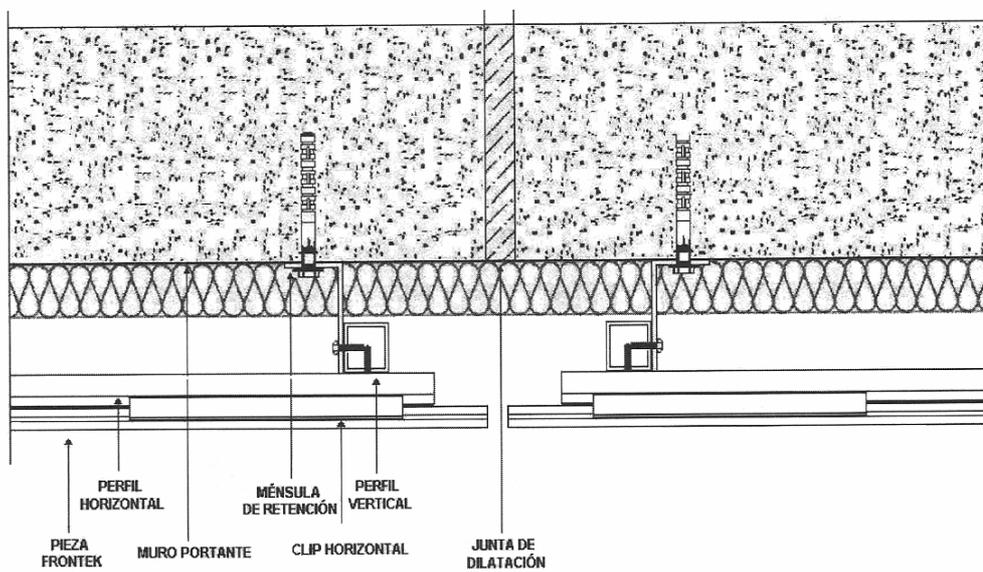


Figura 15. JUNTA DE DILATACIÓN HORIZONTAL/JUNTA ENTRE PERFILES HORIZONTALES.