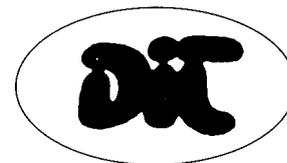




CONCESIÓN

Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas FAVEMANC XA con placas cerámicas



C/ SERRANO
GALVACHE, 4
28033 MADRID
España

Fabricante:
GRESMANC INTERNACIONAL, S.L.
Domicilio Social:
Ctra. Consuegra, km. 1,2
45470 LOS YÉBENES (Toledo)
España

Telf. 925 322 522
Fax. 925 348 410
E-mail: info@favemanc.com
http://www.favemanc.com

C.D.U: 692.232
Revêtement de Façades
External Panels

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.

Cualquier reproducción de este Documento debe ser autorizada por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Este Documento consta de 20 páginas.

DECISIÓN NÚM. 484

EL DIRECTOR 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 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 la solicitud formulada por la Sociedad GRESMANC INTERNACIONAL S.L., para la concesión de un DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA al **Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas FAVEMANC XA 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 15 de febrero de 2007.

DECIDE

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 484, al **Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas FAVEMANC XA con placas cerámicas**, considerando que,

La evaluación técnica realizada permite concluir que el Sistema es CONFORME CON EL CTE, siempre que se respete el contenido completo del presente documento y en particular las siguientes condiciones:

CONDICIONES GENERALES

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA avala 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, GRESMANC INTERNACIONAL, S.L. proporcionará la definición gráfica del proyecto de la fachada ventilada y asistencia técnica suficiente que permita el cálculo y definición para su ejecución, incluyendo toda la información necesaria de cada uno de los componentes.

En general, se tendrán en cuenta, tanto en el proyecto como en la ejecución de la obra, todas las prescripciones contenidas en las normativas vigentes: "Código Técnico de la edificación" (CTE), Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Acústicas en los Edificios" (NBE-CA-88), etc.

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 Informe Técnico.

CAMPO DE APLICACIÓN

El Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas FAVEMANC XA con placas cerámicas está previsto para el revestimiento exterior de fachadas mediante fijación a una subestructura metálica por medio de anclajes. El sistema no contribuye a la estabilidad de la construcción.

CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y PUESTA EN OBRA

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por GRESMANC INTERNACIONAL S.L., o por empresas reconocidas por ésta, bajo su control técnico, las cuales asegurarán que la utilización 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 GRESMANC INTERNACIONAL S.L., estará disponible en el IETcc.

De acuerdo con lo anterior, el presente documento ampara exclusivamente aquellas obras que hayan sido realizadas por GRESMANC INTERNACIONAL S.L. o por empresas cualificadas y 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.

VALIDEZ

El presente Documento de Idoneidad Técnica número 484, 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 realizaciones más recientes.

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 14 de marzo de 2012.

Madrid, 14 de marzo de 2007

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

Juan Monjo Carrió.

INFORME TÉCNICO

1. OBJETO

Revestimiento de fachadas ventiladas FAVEMANC XA ejecutado con placas de material cerámico "gres extruido" de la empresa GRESMANC INTERNACIONAL S.L., fijadas a una subestructura vertical aluminio, solidaria con el muro soporte.

2. PRINCIPIO Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Las placas se fijan mediante grapas de acero inoxidable a la subestructura vertical, constituida por montantes verticales, anclados a la fachada soporte mediante escuadras regulables (ménsulas de sustentación y retención) (ver fig. 1)

La composición típica de la fachada ventilada con placas cerámicas de GRESMANC INTERNACIONAL, S.L. consta de las siguientes hojas:

1. Placa cerámica FAVEMANC XA de gres extruido.
2. Cámara de aire ventilada.
3. Subestructura portante de fijación anclada al soporte.

El Sistema puede incorporar aislamiento que será definido por el Proyecto de Ejecución cumpliendo con el "Código Técnico de la Edificación, Documento Básico de Ahorro Energético" (CTE DB-HE) y la Norma Básica de la Edificación sobre "Condiciones Acústicas en los Edificios" (NBE CA-88).

El Sistema se articula mediante las oportunas fijaciones, espaciando las placas cerámicas entre sí mediante juntas verticales y horizontales. Las juntas entre placas cerámicas deben ser siempre abiertas.

Este Sistema de revestimiento se puede aplicar en soportes de obra de fábrica, hormigón o estructura metálica, tanto en obra nueva como en rehabilitación.

La subestructura del Sistema se ancla a la estructura portante del edificio mediante las ménsulas de sustentación, dispuestas de dos en dos, a ambos lados del perfil vertical. La distancia máxima entre ménsulas de sustentación es de 3,5 m (ver figura 1).

Entre las ménsulas de sustentación se disponen las ménsulas de retención, ancladas al elemento de cerramiento, separadas una distancia máxima de 1,1 m y a las que no se confía misión estructural. Las ménsulas de retención se

disponen de una en una, alternándolas a los lados del perfil (ver figura 2).

3. MATERIALES Y COMPONENTES

3.1 Placas cerámicas

Las placas cerámicas son de 4 cm de grosor fabricadas con arcillas, sílice, fundentes y otros materiales, únicamente utilizadas como revestimiento de fachadas. Se fabrican mediante molturación, tamizado, conformado, humidificación, etc. y se moldean por extrusión, generalmente a temperatura ambiente. Seguidamente son secadas y posteriormente cocidas a alta temperatura.

Las placas son impermeables en su cara vista y prácticamente impermeables en la costilla (a.a \leq 3,0 %).

La 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 A1 (sin contribución al fuego), incluye los productos cerámicos.

Sus características físicas, mecánicas y geométricas corresponden a la siguiente clasificación, según normativa UNE-EN 14411:2004, que aplica a las baldosas cerámicas de gres extruido, incluyendo las baldosas que se suministran previamente montadas en placas u hojas, con absorción de agua, $E \leq 3$ %, según grupo A1 de la norma UNE-EN 14411:2004 destinadas a revestimiento de paredes y suelos en el interior y en el exterior.

3.1.1 Tolerancias dimensionales

- Longitud y anchura: ± 2 mm
- Espesor: $\pm 2,0$ %
- Rectitud de bordes: $\pm 0,3$ %
- Descuadre: $\pm 0,5$ %

3.1.2 Características físicas y mecánicas

- Densidad aparente del material: $2,4$ kg/dm³
- Módulo de rotura de la placa: > 8 N/mm²
- Coeficiente de dilatación térmica lineal: $< 0,007$ mm/m·°C

3.1.3 Características geométricas:

FORMATO mm nominales	LONGITUD mm	ANCHURA mm	ESPESOR mm	PESO PIEZA Kg
300 x 1200	1200	300	40	17,00
300 x 1100	1100	300	40	15,60
300 x 1000	1000	300	40	14,20
300 x 900	900	300	40	12,80
300 x 800	800	300	40	11,40

Se podrán suministrar otras dimensiones de placa para diseños específicos, siempre que los valores de resistencia de cargas debidas a la acción del viento sean menores que los definidos en este documento.

3.1.4 Identificación:

Sobre la etiqueta identificativa en el palé se indica:

- Marca comercial del fabricante.
- Color y textura.
- Fecha de fabricación.
- Dimensiones nominales.
- Cantidad de placas de las dimensiones nominales correspondientes.
- Etiqueta identificativa con logotipo y número de DIT.

tratamiento T5 cuyas características básicas se detallan a continuación:

Propiedades físicas:

- Peso específico: 2,70 kg/dm³.
- Coeficiente de dilatación lineal: $23,6 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (20/100 °C)
- Módulo de elasticidad: 70.000 MPa (media de los módulos de tracción y compresión).
- Coeficiente de Poisson: 0,33.

Propiedades mecánicas:

ALEACIÓN Y TRATAMIENTO	Rm Mpa	Rp0.2 Mpa	A %
6063 T5	≥ 175	≥ 130	≥ 8

3.2 Subestructura para fijación de Placas

3.2.1 Perfilera y ménsulas

El entramado de perfiles verticales y ménsulas es de aluminio extrusionado y tiene que ser conforme con las especificaciones técnicas de las calidades de aluminio de aleación 6063 con

Según UNE-EN 755-2:1998 para perfiles extruidos.

Características del perfil

Las dimensiones quedan recogidas en la figura 3.

TIPO	Sección mm ²	Peso kg/m	Perímetro mm	x _c mm	I _{xc} cm ⁴	r _{xc} mm	y _c mm	I _{yc} cm ⁴	r _{yc} mm
T5 6063	597,07	1,612	540	24,1	2,41	20,09	0	9,8	40,56

Características de las ménsulas de sustentación y retención

La geometría y dimensiones de una selección de ménsulas están definidas en la figura 5 a título orientativo.

TIPO	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

3.2.2 Grapas para fijación de placas cerámicas

Las grapas serán de acero inoxidable A2 AISI 304 y espesor general 2 mm ($\pm 0,15$) y de características dimensionales según figura 4 .

3.2.3 Anclajes mecánicos

- Anclaje para unión de las ménsulas de retención al cerramiento:
Se utilizará cuando el material base sea ladrillo macizo, perforado, hueco u hormigón aligerado. Anclaje tipo HRD (longitud variable) compuesto por:

- 1) Taco de poliamida PA 6/6.6: Sin contenido en cadmio, plomo, halógenos ni siliconas. Rango de temperaturas de uso: de - 40 °C a + 80 °C; temperatura de colocación: de -10 °C a +40 °C.
- 2) Conjunto tirafondo de cabeza hexagonal de acero inoxidable A2 DIN 571, de diámetro 8 mm y longitud 70 mm, más arandela y taco Fischer montado de 10x80

- Anclaje para la unión de las ménsulas de sustentación a los cantos de forjado:
Anclaje con alta capacidad de carga tipo HSA (marcado CE) de longitud variable MTA de acero inoxidable A2 de 8x75, más arandela DIN 9021 y tuerca DIN 934.

- Anclaje para la unión de las ménsulas de sustentación a muro soporte de ladrillo:
Anclaje químico de inyección para ladrillo y bloque, macizo, perforado o hueco, Fischer FIP C 700 o similar.

3.2.4 Tornillería

- Unión del perfil vertical a la ménsula de retención:
Tornillo autotaladrante DIN 7504k de acero inoxidable A2 de cabeza hexagonal 5,5x22.

- Unión del perfil vertical a la ménsula de sustentación:
Conjunto de acero inoxidable formado por tornillo de cabeza hexagonal DIN 933 M8x120 más dos arandelas M8 DIN 9021 y una tuerca M8 DIN 934.

- Unión de la grapa al perfil vertical:
Tornillo autotaladrante de acero inoxidable A2 DIN 7504P de cabeza plana 4,2x16.

Características de la tornillería

Producto de clase	Tornillos – Varillas - Pernos				Tuercas	
	Clase de resistencia	Resistencia a tracción Rm N/mm ²	Límite elástico R _{p0,2} N/mm ²	Alargamiento en rotura A mm	Resistencia en la carga de prueba S _p	
					Tuercas de tipo 1 (m ≥ 0,8d) N/mm ²	Tuercas estrechas (0,5d ≤ m < 0,8d) N/mm ²
A2	50	≥ 500	≥ 210	≥ 0,6·d	≥ 500	≥ 250
	70	≥ 700	≥ 450	≥ 0,4·d	≥ 700	≥ 350
	80	≥ 800	≥ 600	≥ 0,3·d	≥ 800	≥ 400

M8	Clase de resistencia	Par de apriete N·m	Límite de rotura kN	Límite elástico kN	Sección de resistencia mm ²
	50	7,8	18,3	7,7	
	70	17,5	25,6	16,4	
	80	22,0	29,2	21,9	

4. FABRICACIÓN DE PLACAS

El proceso de fabricación de las placas cerámicas tiene lugar en las factorías de Gres de La Mancha y GRESMANC INTERNACIONAL, S.L. en Los Yébenes (Toledo) e incluye generalmente las siguientes etapas sucesivas:

- Dosificación, mezcla y amasado vía húmeda de las materias primas que compondrán el

soporte de la placa cerámica.

- Extrusión en plano para conformar la placa.
- Decoración (esmaltado, serigrafado).
- Cocción.
- Mecanizado (rectificado) y prueba de resistencia.
- Clasificación.
- Embalaje y almacenamiento previo a su expedición

5. CONTROL DE CALIDAD

5.1 Placas

El fabricante, en sus fábricas de Gres de La Mancha, S.L. poseen un sistema de gestión de calidad certificado por AENOR (nº de certificado ER-1280/2004) basado en las directrices de la norma UNE-EN ISO 9001:2000. Existen procedimientos específicos donde se explicitan los tipos, características y condiciones de los ensayos y controles.

5.1.1 Materias primas

Se realizan diversos ensayos relacionados con el control de recepción de las materias primas, análisis físico y químico de las mismas.

- Muestreo y determinación de características físicas de las materias primas en recepción: humedad (%), análisis químico, contracción lineal, distribución granulométrica y rechazo, presencia de carbonatos, pérdida por calcinación y plasticidad.

5.1.2 Procesos

- Preparación de pastas:
Control de humedad de las materias primas, verificación del tamaño de bola del material molturante, ensayo de granulometría de arcillas y chamota, humedad y presencia de carbonatos.
- Extrusión:
Presión de extrusión, peso de las piezas, temperatura de salida y entrada de las piezas al secadero post extrusión, control del vacío de la extrusora, control de pesajes de las masas, desviación de la ortogonalidad y control dimensional.
- Esmaltado y decoración:
Densidad y viscosidad del engobe, esmalte y serigrafías. 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 a la salida del horno y absorción de agua.
- 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, rectitud de lados, ortogonalidad, planitud de superficie y alabeo.

5.1.3 Productos acabados

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

- Propiedades físicas:
Absorción de agua (%).
Resistencia a la flexión (N/mm²).
Dureza al rayado superficial (Escala de Mohs).
Resistencia a la abrasión superficial en esmaltados.
Resistencia al choque térmico.
Resistencia al cuarteo.
Resistencia a la helada.
- Propiedades químicas:
Resistencia a las manchas.
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 Control de calidad sobre elementos de fijación a fachadas

Estos elementos no son fabricados por GRESMANC 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 se realizan a ménsulas y montantes verticales a la recepción de estos artículos son:

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

5.2.1 Anclajes

El suministrador 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 el anclaje se realice en hormigón, éste deberá estar en posesión del marcado CE.

6. EMBALAJE, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN

Las placas se distribuyen en palés de madera, flejadas en fardos no superiores a 10 unidades con varios puntos de pegamento entre cada una de ellas para evitar el rozamiento. En el paletizado se formará 3 pisos con separadores de cartón entre ambos y por último el palé será perfectamente flejado y enfundado.

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 acarreos 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.

7. PUESTA EN OBRA

7.1 Especificaciones generales

El montaje de las placas sobre estructura de aluminio lo ha de realizar personal especializado mediante elementos de fijación anticorrosibles, de forma que la placa no se encuentre bajo tensión y tenga suficiente libertad de movimientos. A estos efectos hay que prever margen suficiente en los orificios al efectuar las uniones, posibilitando de esta forma las dilataciones por humedad y temperatura.

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

Las fijaciones de la subestructura al soporte deberán calcularse para resistir las tensiones transmitidas, para lo cual habrá que estudiarse el estado y tipo de soporte, que permitan la elección del anclaje adecuado.

7.1.2 Ventilación

Debe tenerse en cuenta la existencia de una cámara continua de aire, de 3 cm, como mínimo, de espesor, ventilada por convección natural ascendente detrás del revestimiento, para evitar que la fachada soporte se deteriore a causa de la condensación o penetración del agua de lluvia.

Independientemente de la posición de la fachada y tipo de juntas, la ventilación de la fachada está 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. La cuantía de la abertura para ventilación debe determinarse a partir de la altura de construcción:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| - mínima: | 20 cm ² /ml. |
| - altura $h \leq 3$ metros: | 50 cm ² /ml. |
| - altura $3 < h \leq 6$ metros: | 65 cm ² /ml. |
| - altura $6 < h \leq 10$ metros: | 80 cm ² /ml. |
| - altura $10 < h \leq 18$ metros: | 100 cm ² /ml. |

7.2 Montaje

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

- Replanteo.
- Colocación de ménsulas de retención y sustentación.
- Colocación de perfiles.
- Colocación del aislante si procede.
- Colocación de las grapas en la franja inferior de la fachada.
- Colocación de placas en la franja inferior de la fachada.

7.2.1 Replanteo

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

La distancia entre ejes de perfiles dependerá del formato de placa, con una distancia de separación máxima de 125 cm.

Las características del muro soporte, tanto en desplome como en planeidad, deberán cumplir

las condiciones fijadas en las NTE, así como en las correspondientes normas y disposiciones vigentes.

7.2.2 Colocación de ménsulas

En primer lugar se fijarán sobre el muro soporte correspondiente las ménsulas mediante tacos mecánicos de fijación. 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.

7.2.3 Colocación de los perfiles verticales

Los perfiles verticales se colocarán con una distancia entre ellos igual o menor a 125 cm.

La planeidad de los entramados de montantes 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 deberán quedar perfectamente alineados y aplomados, y 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 montantes verticales será de 2 mm por metro lineal de perfil.

7.2.4 Colocación de las grapas

A continuación se colocan las grapas, comenzando por las inferiores y a una distancia entre ellas que vendrá determinada por el formato que se esté colocando y su posición.

7.2.5 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.

7.2.6 Colocación de placas cerámicas

Sobre las grapas inferiores se acopla la pieza de cerámica, encajando las patillas superiores de las grapas en la pieza. Acto seguido se colocan las grapas superiores, encajando perfectamente sobre las ranuras superiores. Las piezas deberán quedar así perfectamente estabilizadas.

7.2.7 Juntas

Las juntas entre placas deben ser siempre abiertas. La junta vertical ha de ser ≥ 4 mm; la junta horizontal será de 7 a 8 mm.

Se sellarán con material elástico las juntas del vierteaguas y el remate de coronación si éste se realiza con pieza cerámica. Excepcionalmente se pueden rellenar las juntas de arranque con un material elástico.

8. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

La fabricación de placas cerámicas FAVEMANC XA e instalación se viene realizando desde el año 2005.

El fabricante aporta como referencias las siguientes obras, construidas en 2006:

- Edificio de Oficinas, Sede de Cerámica Pastrana en Los Yébenes, Toledo. (500 m²)
- Edificio en Lepe, Huelva. (200 m²)
- Chalé en Las Matas, Madrid. (200 m²)
- Edificio en Toledo. (106 m²)
- Edificio Doñana, Isla de la Cartuja en Sevilla. (1450 m²)
- Edificio en Zamora. (500 m²)
- Centro de Salud en Villamanta, Madrid. (215 m²)
- Colegio Público en Baracaldo, Bilbao. (600 m²)
- Centro de Salud en Borja, Zaragoza. (120 m²)
- Centro de Salud en Villalba, Madrid. (837 m²)
- Centro de Salud en Toledo (886 m²).
- Centro de Disminuidos Psíquicos en Toro (1.700 m²) (en construcción).

El IETcc ha realizado diversas visitas a obras, así como una encuesta a los usuarios, todo ello con resultados satisfactorios.

9. CRITERIOS DE CÁLCULO

La definición de las acciones se realiza según el CTE DB-SE-AE (Código Técnico de la Edificación – Documento Básico de Seguridad Estructural – Acciones en Edificación). Para el cálculo se considera que:

- Las placas cerámicas deben soportar la carga del viento (presión/succión) y transmitirla a través de la subestructura y los anclajes al soporte, que deberán resistir dicho esfuerzo. Las placas cerámicas, fijaciones, subestructura y anclajes, deben resistir los esfuerzos producidos por el viento, junto con su propio peso.

- La flecha de las placas cerámicas debe ser igual o menor que 1/150 de la distancia entre puntos de fijación.
- El peso propio de las placas cerámicas se reparte entre el número de fijaciones que deberán transmitir las sollicitaciones previstas.

10. ENSAYOS

Los siguientes ensayos se ha realizado en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) (Informe nº 19010-1), de acuerdo con las normas UNE-EN ISO 10545 y el EOTA TR 001.

10.1 Ensayos de identificación de las placas cerámicas

10.1.1 Geométricos

Se indican los valores máximos, mínimos y medios en las distintas mediciones realizadas a 5 placas de 1200 mm x 300 mm x 40 mm de dimensiones nominales.

- | | | |
|-----------------------|--------------|---------------|
| - Longitud: | Valor máximo | L = 1200,0 mm |
| | Valor mínimo | L = 1199,0 mm |
| | Valor medio | L = 1199,6 mm |
| - Anchura: | Valor máximo | a = 300,0 mm |
| | Valor mínimo | a = 299,0 mm |
| | Valor medio | a = 299,7 mm |
| - Espesor: | Valor máximo | e = 40,0 mm |
| | Valor mínimo | e = 39,2 mm |
| | Valor medio | e = 39,6 mm |
| - Rectitud de bordes: | Valor máximo | R = 0,3 % |
| | Valor mínimo | R = 0,0 % |
| | Valor medio | R = 0,1 % |
| - Descuadre: | Valor máximo | R = 0,5 % |
| | Valor mínimo | R = 0,1 % |
| | Valor medio | R = 0,1 % |

Todos los resultados obtenidos entran dentro de las tolerancias definidas por el fabricante.

10.1.2 Densidad aparente

Según la Norma UNE-EN ISO 10545-3:1997 se ha obtenido:

$$D_{ap} = 2,297 \text{ g/cm}^3.$$

10.1.3 Absorción de agua

Según la Norma UNE-EN ISO 10545-3:1997 el

valor medio de absorción de agua es:

$$W = 0,508 \%$$

10.2 Características mecánicas.

10.2.1 Ensayo a flexión de las placas

Ensayos realizados de acuerdo a la norma UNE-EN-ISO 10545-4:1997.

El ensayo se ha realizado sobre 5 placas cerámicas, aplicando una carga en el centro de la placa.

a) Ensayo realizado a las placas cerámicas de 1200 x 300 x 40 mm

La luz entre apoyos ha sido de 1180 mm. Los valores de tensiones de rotura obtenidos han sido:

Tensión de rotura máxima: $\sigma_{\text{máx}} = 24,42 \text{ MPa}$
 Tensión de rotura mínima: $\sigma_{\text{mín}} = 11,55 \text{ MPa}$
 Tensión de rotura media: $\sigma_{\text{medio}} = 21,33 \text{ MPa}$
 Presión uniforme de viento⁽¹⁾: $P_v = 1430 \text{ kp/m}^2$

b) Ensayo realizado a las placas cerámicas de 1000 x 300 x 40 mm

La luz entre apoyos ha sido de 980 mm. Los valores de tensiones de rotura obtenidos han sido:

Tensión de rotura máxima: $\sigma_{\text{máx}} = 20,85 \text{ MPa}$
 Tensión de rotura mínima: $\sigma_{\text{mín}} = 10,38 \text{ MPa}$
 Tensión de rotura media: $\sigma_{\text{medio}} = 16,17 \text{ MPa}$
 Presión uniforme de viento⁽¹⁾: $P_v = 1867 \text{ kp/m}^2$

10.3 Durabilidad

Se determina para cada ensayo de durabilidad, la carga de rotura y la tensión de rotura para 5 placas cerámicas de 1000 x 300 x 40 mm, de acuerdo a lo definido en el apartado 10.2, una vez se ha realizado el ensayo de envejecimiento acelerado.

10.3.1 Saturación y secado

Se someten las placas cerámicas a la acción del siguiente ciclo, según se define en la norma UNE-EN 494:2005, ensayo 7.3.5:

- Inmersión en agua a temperatura ambiente durante 18 horas

⁽¹⁾ Presión uniforme de viento correspondiente a la tensión de rotura mínima.

- Secado en estufa a 60 ± 5 °C durante 6 horas.

Después de 50 ciclos los resultados de tensión de rotura y carga de rotura son:

Tensión de rotura máxima: $\sigma_{\text{máx}} = 15,12$ MPa
 Tensión de rotura mínima: $\sigma_{\text{mín}} = 13,25$ MPa
 Tensión de rotura media: $\sigma_{\text{medio}} = 14,12$ MPa
 Presión uniforme de viento⁽²⁾: $P_v = 2380$ kp/m²

10.3.2 Hielo-Deshielo

Ensayo consistente en realizar el siguiente ciclo de hielo-deshielo, según se define en la norma UNE-EN 494:2005, ensayo 7.4.1:

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

Las tensiones de rotura y carga de rotura obtenidas después de 50 ciclos para las placas cerámicas son:

Tensión de rotura máxima: $\sigma_{\text{máx}} = 20,67$ MPa
 Tensión de rotura mínima: $\sigma_{\text{mín}} = 11,28$ MPa
 Tensión de rotura media: $\sigma_{\text{medio}} = 16,29$ MPa
 Presión uniforme de viento⁽²⁾: $P_v = 2027$ kp/m²

10.4 Ensayo de aptitud de empleo del Sistema

10.4.1 Ensayo de choque de cuerpo duro

Ensayo realizado conforme al EOTA TR 001 (norma ISO 7892:1998).

Para la realización del ensayo se dispusieron ocho placas cerámicas una sobre otra, ancladas a la subestructura de aluminio según se describe en el informe técnico, y ésta a su vez se ancló al banco de ensayo con una separación entre montantes de 1200 mm.

El ensayo se realizó impactando una bola de acero de 1 kg de peso sobre las placas objeto de ensayo situadas sobre un banco indeformable, obteniéndose los siguientes resultados:

Energía de impacto	
3 Julios	no fisura
5 x 3 Julios	no fisura
10 Julios	perfora o fisura la capa exterior, no rompiendo la placa

⁽²⁾ Presión uniforme de viento correspondiente a la tensión de rotura mínima.

El resultado del ensayo es satisfactorio para el uso previsto.

10.4.2 Ensayo de choque de cuerpo blando

Ensayo realizado conforme al EOTA TR 001 (norma ISO 7892:1998).

Para la realización del ensayo se dispusieron ocho placas cerámicas una sobre otra, ancladas a la subestructura de aluminio según se describe en el informe técnico, y ésta a su vez se ancló al banco de ensayo con una separación entre montantes de 1200 mm.

El ensayo se realizó impactando con un saco de 50 kg de peso sobre las placas objeto de ensayo situadas sobre un banco indeformable, obteniéndose el siguiente resultado.

Energía de impacto	
450 Julios	no rompe ni se deforma

El resultado del ensayo es satisfactorio para el uso previsto.

10.4.3 Ensayo de choque térmico calor-lluvia

Ensayo realizado conforme a la norma UNE-EN 494:2005, ensayo 7.4.2.

Para la realización del ensayo se dispusieron ocho placas cerámicas una sobre otra, ancladas a la subestructura de aluminio según se describe en el informe técnico, y ésta a su vez se ancló al banco de ensayo con una separación entre montantes de 1200 mm.

Se somete al conjunto a 50 ciclos consistentes, cada ciclo, en:

- Rociado con agua durante 2 horas con 50 minutos \pm 5 minutos.
- Pausa de 10 minutos \pm 1 minuto.
- Calentamiento a 70 ± 5 °C durante 2 horas con 50 minutos \pm 5 minutos.
- Pausa de 10 minutos \pm 1 minuto.

Verificándose que, después de los 50 ciclos, no se aprecia ningún defecto aparente en las placas cerámicas ni deformaciones permanentes en los anclajes o perfiles de la subestructura.

10.4.4 Ensayos a la subestructura. Perfil vertical

a) Resistencia al empuje del viento

Considerando el perfil de aluminio de una longitud de 1,50 m biapoyado, aplicando una carga en su sección central actuando según el empuje del viento y obtenida su curva carga-deformación, se verifica que el perfil, trabajando elásticamente, soporta una carga de 5,78 kN de carga total; equivalente, para una separación entre montantes de 1,2 m y una separación entre apoyos de 1,1 m, a 1194 kp/m².

b) Resistencia a succión del viento

Considerando el perfil de aluminio de una longitud de 1,50 m biapoyado, aplicando una carga en su sección central actuando según la succión del viento y obtenida su curva carga-deformación, se verifica que el perfil, trabajando elásticamente, soporta una carga de 5,03 kN de carga total; equivalente, para una separación entre montantes de 1,2 m y una separación entre apoyos de 1,1 m, a 1039 kp/m².

10.4.5 Ensayos a presión-succión de los puntos de fijación. Anclajes

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 se ha dispuesto una placa de 1200 mm x 300 mm x 40 mm anclada a dos perfiles de aluminio, conforme a las especificaciones dadas por el fabricante y según se describe en el informe técnico. Dichos perfiles se apoyaron sobre un banco indeformable situado en el área de ensayo de una INSTRON 5582.

Las cargas se han aplicado a 5 cantos de los bordes, actuando en el sentido de la succión del viento con una velocidad constante de 3,00 mm/min.

La finalización del ensayo se produce por rotura del borde de la placa, obteniéndose una carga media de rotura de 1,32 kN, equivalente a una presión-succión uniforme de viento de 414 kp/m².

10.4.6 Ensayo de carga vertical

Ensayo realizado según procedimiento interno del Laboratorio del DIT.

Para la realización del ensayo se dispuso de un montaje formado por una placa de cerámica de

Gresmanc de 40 mm de espesor, 1200 mm de largo y 300 mm de ancho, anclada a la subestructura de aluminio, que a su vez se ancla al banco de ensayo con una separación de 1200 mm.

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 los elementos de aplacado (40 kg).

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

10.5 Ensayos de durabilidad del sistema

10.5.1 Ensayo de fatiga a succión

De los ensayos estáticos de succión de viento obtenemos el valor de la carga rotura de 1,32 kN, aplicándole un coeficiente de seguridad de 2 determinamos la carga de servicio de 0,66 kN.

Los ensayos se realizan aplicando una carga de succión entre el 25% (0,16 kN) y el 75% (0,50 kN) de la carga de servicio (0,6 kN) 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. Realizando el ensayo sobre tres placas cerámicas se obtuvo un valor medio de carga de rotura de 1,17 kN, equivalente a una presión uniforme de viento de 372 kp/m².

10.5.2 Ensayos de durabilidad del color

En este estudio se ha utilizado un espectrofotómetro Minolta portátil CM-2500d, con procesador de datos que permite obtener medidas con distintos iluminantes y ángulos de observación.

Para evaluación de la durabilidad del color se tomaron dos series de muestras de los colores más representativos del sistema objeto de estudio. Una serie de muestras se tomó como referencia de medida y a la segunda se le sometió a ciclos de envejecimiento por rayos Ultravioleta con ciclos de 6 horas de duración en los cuales se produce pulverización de agua durante 1 hora y secado durante las otras 5, con radiación ultravioleta constante durante todo el ciclo, por un periodo de 2.000 horas, conforme al Technical Report nº 10 "Exposure procedure for artificial weathering" de la EOTA y a la norma ISO 4892 / 1 / 3.

Al finalizar el periodo de exposición se realizaron las siguientes mediciones:

Muestra	L*		
	Inicial	2000 h UV	Dif (%)
Pizarra ocre	76,52	76,74	- 0,22
Riansares (Pizarra gris)	49,29	48,61	+ 0,68
Aldonza	58,20	57,26	- 0,94
Terracota Bailén	50,39	49,96	- 0,43

L* representa la medida de la luminosidad de un color.

No observándose en ningún caso diferencias significativas, así como la ausencia de fisuraciones, delaminaciones o cualquier otro defecto por apreciación visual.

11. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

11.1 SE - Seguridad estructural

El Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas FAVEMANC XA no contribuye a la estabilidad de la edificación.

El soporte del revestimiento de placas, debe cumplir con la normativa correspondiente a los requisitos esenciales de seguridad estructural que le sean propios, debiendo considerarse las acciones y sollicitaciones que correspondan a la incorporación de la fachada ventilada.

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.

11.2 SI - Seguridad en caso de incendio

La solución completa de cerramiento debe ser conforme con el Código Técnico de la Edificación CTE-DB-SI, relativo a Seguridad frente a Incendios, 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 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, que es B-s3 d2.

11.3 SU - Seguridad de utilización

Los resultados de los ensayos de aptitud de empleo del Sistema superan las exigencias establecidas en las normas, guías y CTE relativos a seguridad de utilización.

11.4 HS - Salubridad

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

A partir de la definición del Sistema que figura en el Informe Técnico, en función del grado de impermeabilidad exigido, se podrá incrementar la ventilación de la cámara de aire según se describe en el CTE-DB-HS (HS-1, punto 2.3).

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.

11.5 HE - Ahorro energético

La solución constructiva completa de cerramiento debe satisfacer las exigencias del Código Técnico de la Edificación CTE-DB-HE, relativo a Ahorro Energético, en cuanto a comportamiento higrótérmico.

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).

11.6 Protección frente al ruido

La solución completa de cerramiento debe ser conforme con las exigencias de la Norma Básica NBE-CA-88, relativa a Condiciones Acústicas en los Edificios, en lo que respecta a la protección contra el ruido

11.7 Durabilidad

De los resultados de los ensayos de aptitud de empleo del Sistema superan las exigencias establecidas en normas, guías y CTE relativos a durabilidad.

Verificándose que en el proceso de fabricación de las placas del grupo GRESMANC INTERNACIONAL 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 de 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 15 de febrero de 2007⁽³⁾, fueron las siguientes:

⁽³⁾ La Comisión de Expertos estuvo integrada por representantes de los siguientes organismos y entidades:

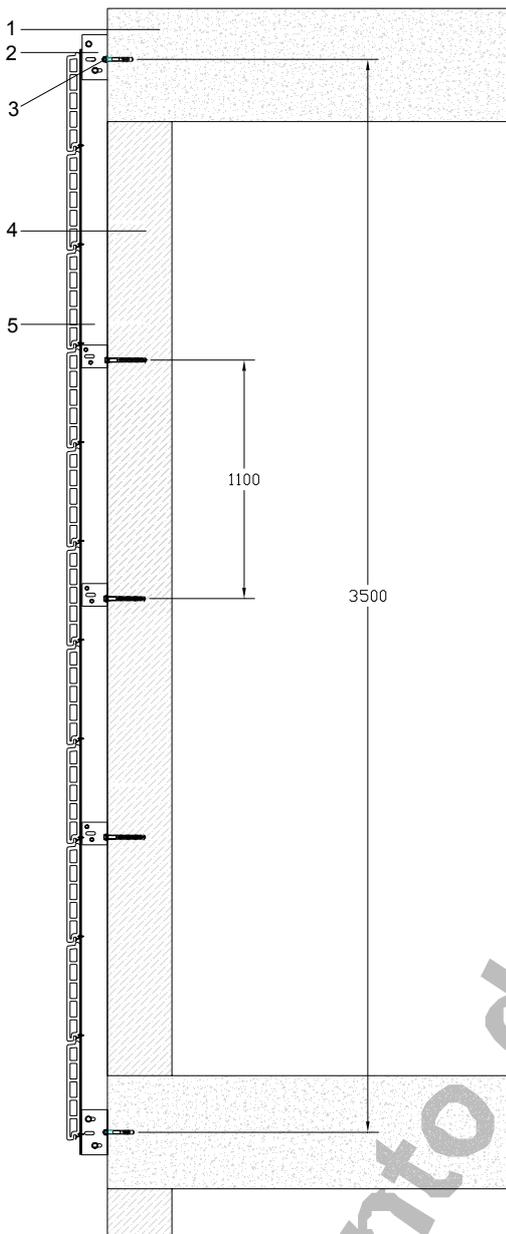
- ACCIONA Infraestructuras
- BUREAU VERITAS
- Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España (CSCAE).
- DRAGADOS, S.A.
- Escuela Universitaria de arquitectura Técnica.
- Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC).

- Según el tipo y estado del soporte, se colocará el tipo de anclaje más adecuado.
- Se recomienda que, en el montaje, se coloquen inicialmente los montantes y posteriormente el aislante, si procede
- Se aconseja que GRESMANC, asesore específicamente sobre los valores de succión a los que puedan ser sometidos las placas, determinando el número de tornillos de unión de los perfiles guía a los montantes verticales y de éstos a las ménsulas de sustentación y retención, así como el correcto apriete de los mismos, según se define en el Informe Técnico.
- Todos los elementos metálicos que se incorporen al Sistema, no deberán originar problemas de corrosión.
- Las juntas de dilatación del edificio se tendrán en cuenta en relación con las juntas del revestimiento.
- Dado que los perfiles no son continuos, se debe extremar la nivelación de los tramos.
- Se debe tener en cuenta que las placas 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 condiciones excepcionales de alta exposición a la presencia de cloruros, se recomienda recurrir a un acero inoxidable AISI-316 para la tornillería y las grapas.
- 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 remitirse a las especificaciones del Código Técnico de la Edificación (CTE-DB-HS) en lo relativo a protección frente a la humedad (HS-1).

- Instituto Técnico de Inspección y Control, S.A. (INTEINCO).
- Laboratorio de Ingenieros del Ejército
- Ministerio de la Vivienda.
- SGS TECNOS, S.A.
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

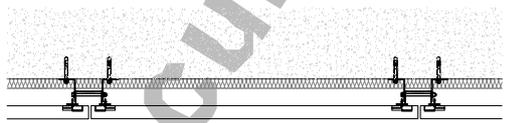
FIGURA 1: SECCIÓN VERTICAL POR FORJADO

FIGURA 2: FASES DE MONTAJE

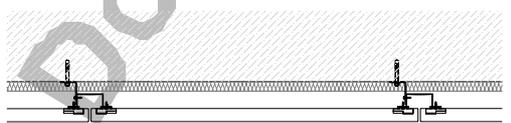


LONGITUD MÁXIMA DEL PERFIL: 3500 mm

- 1 FORJADO
- 2 SEPARADOR
- 3 ANCLAJE
- 4 CERRAMIENTO
- 5 PERFIL OMEGA X.A.

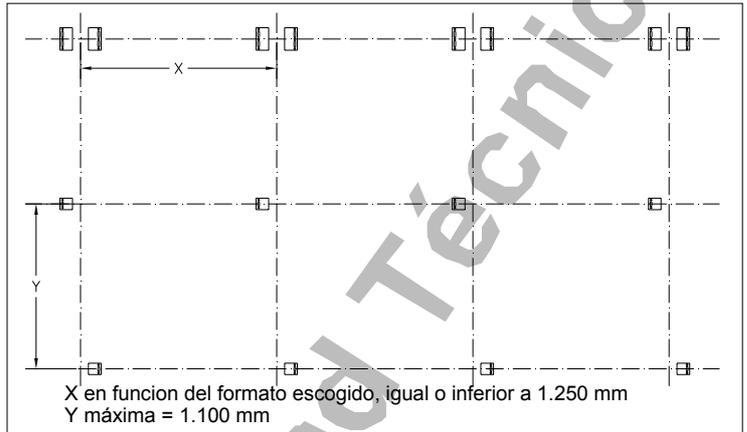


ANCLAJE DE LAS MÉNSULAS DE SUSTENTACIÓN A FORJADO

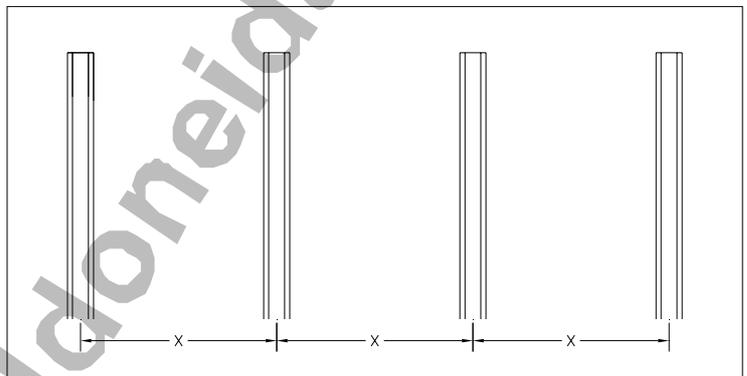


ANCLAJE DE LAS MÉNSULAS DE RETENCIÓN A LADRILLO

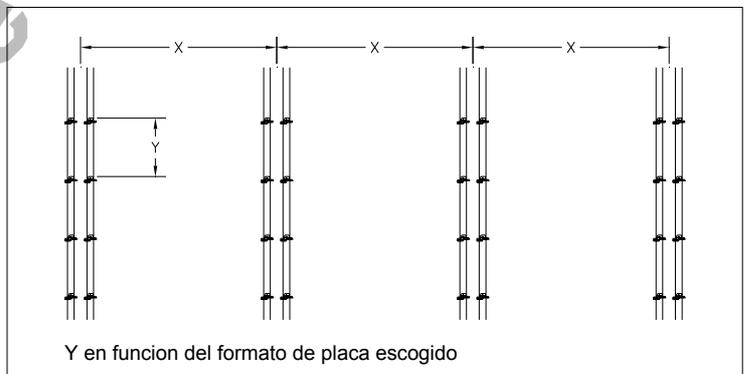
1 - COLOCACION DE SEPARADORES



2 - COLOCACION PERFILES VERTICALES



3 - COLOCACION DE GRAPAS



4 - COLOCACION DE PLACAS CERAMICAS

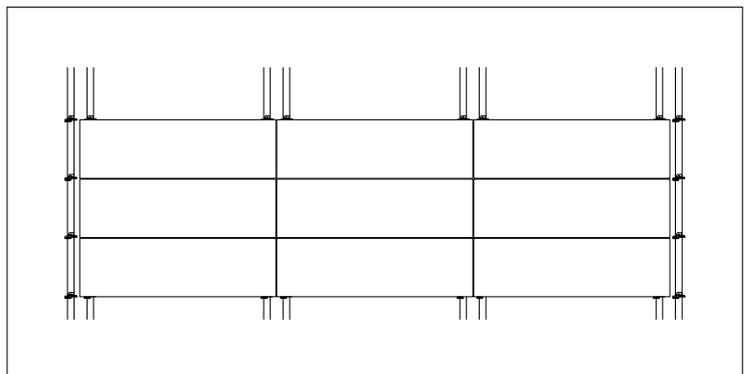
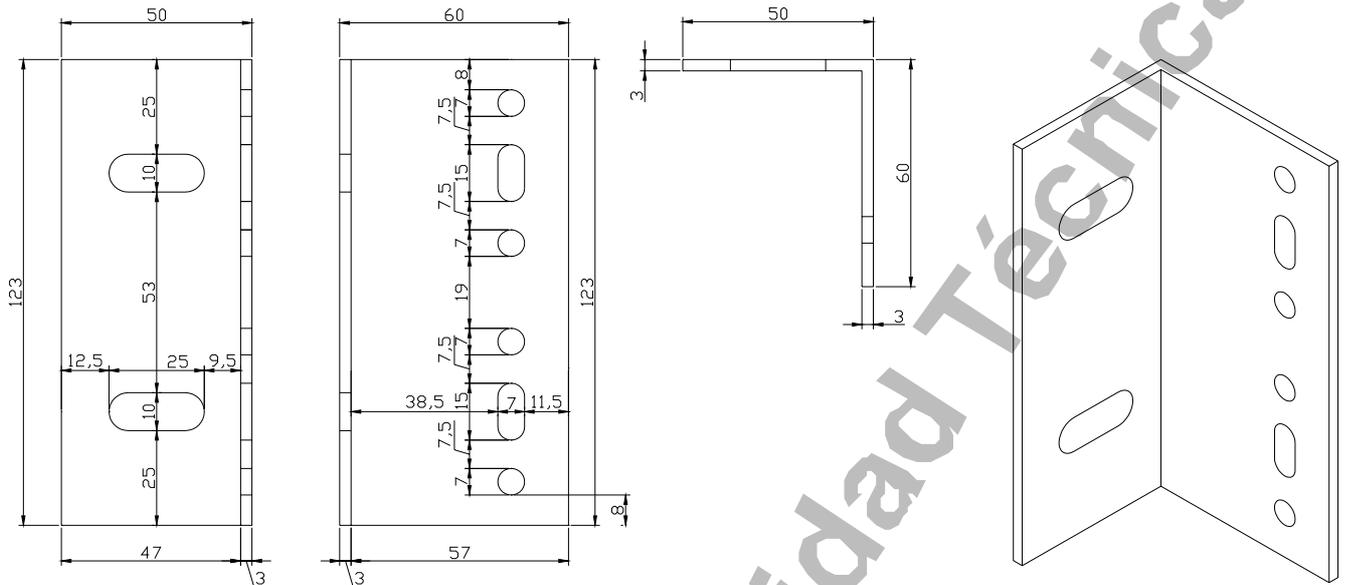
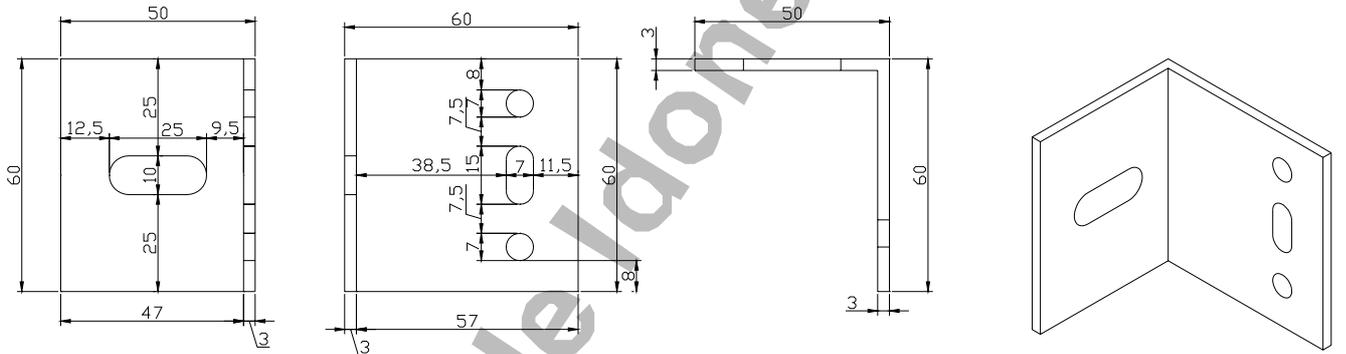


FIGURA 5: MÉNSULAS DE SUSTENTACIÓN Y RETENCIÓN

MÉNSULA DE SUSTENTACIÓN ECI 60



MÉNSULA DE RETENCIÓN ECI 60



TIPO	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 / ECI 100-60 / ECI 102-60 / ECI 104-60	321	220	37,5	11,83	19,2	17,48	7,55	15,33

FIGURA 6: PLACA CERÁMICA

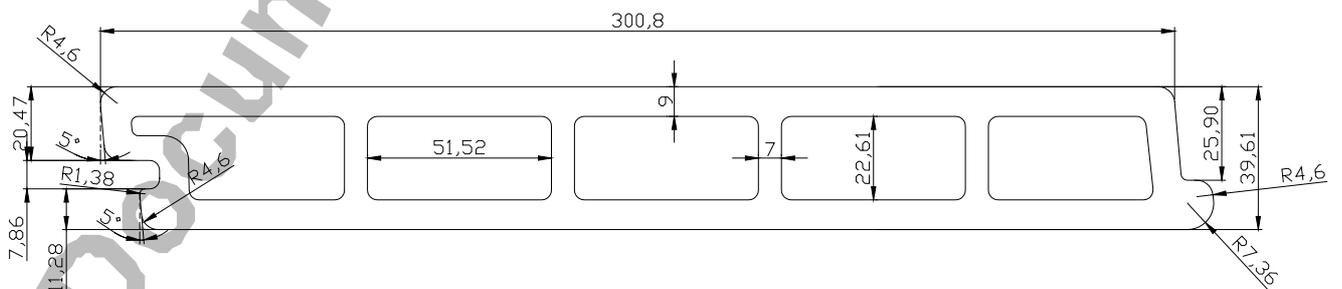


FIGURA 7: SECCIÓN VERTICAL POR VENTANA CON RECERCADO CERÁMICO

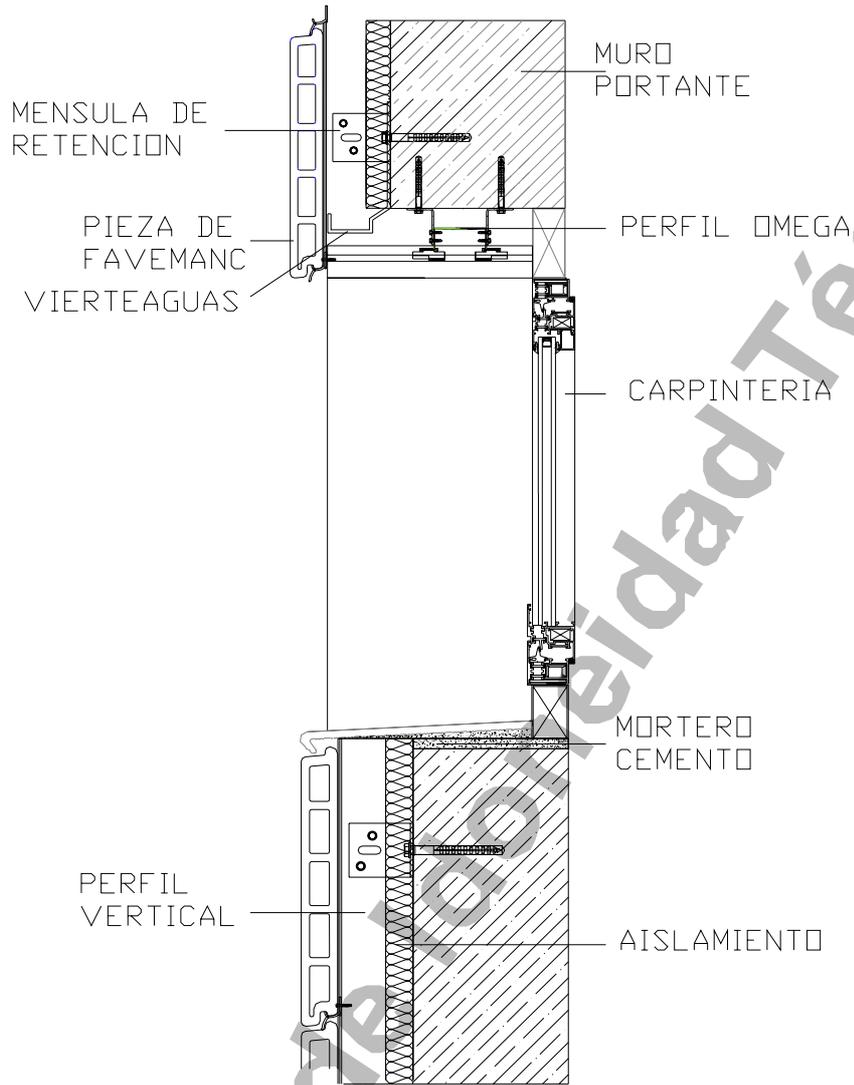


FIGURA 8: SECCIÓN HORIZONTAL POR VENTANA CON RECERCADO CERÁMICO

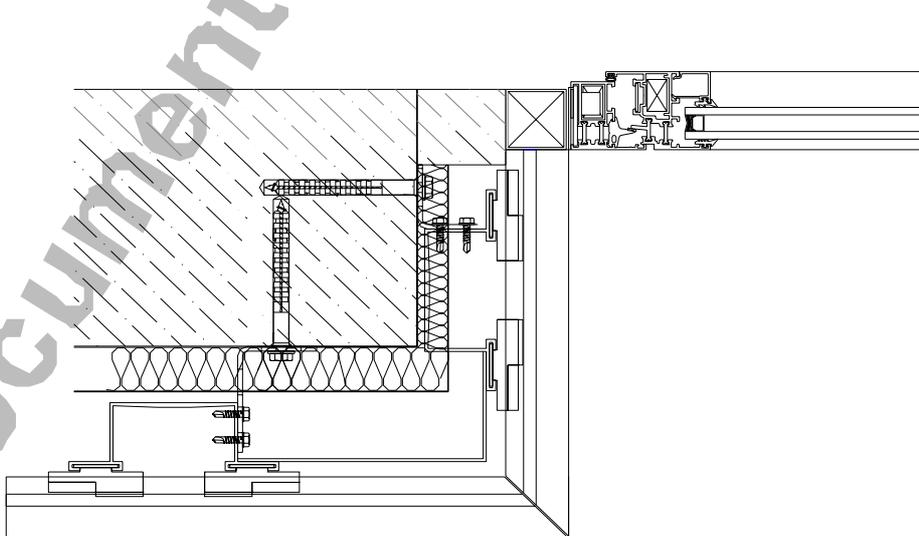


FIGURA 9: SECCIÓN VERTICAL POR VENTANA CON RECERCADO METÁLICO

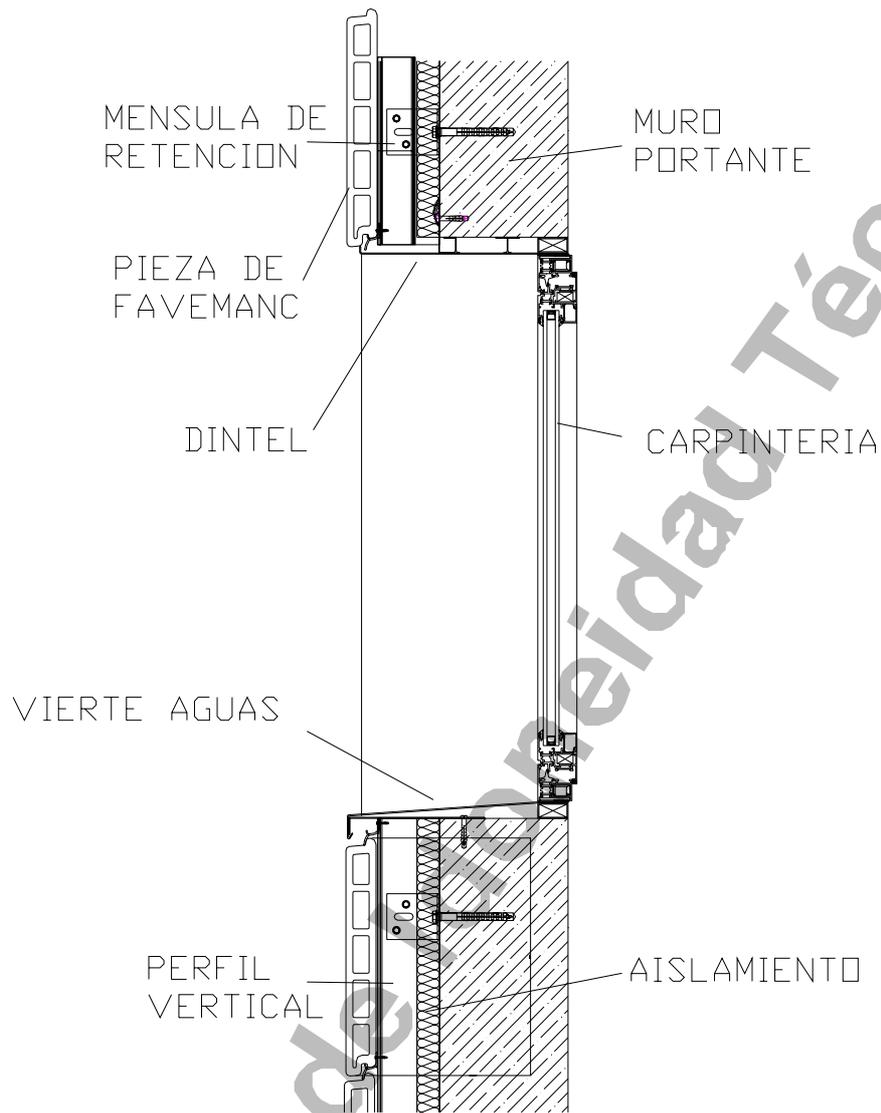


FIGURA 10: SECCIÓN HORIZONTAL POR VENTANA CON RECERCADO METÁLICO

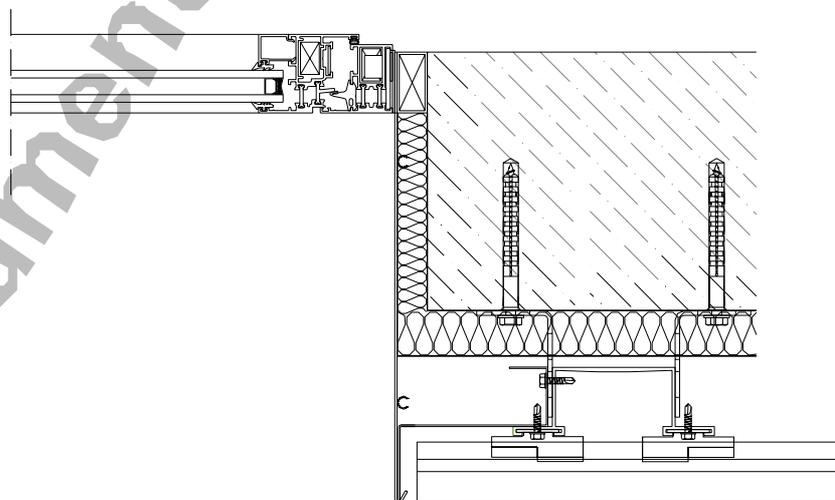


FIGURA 11: DETALLE CORONACIÓN

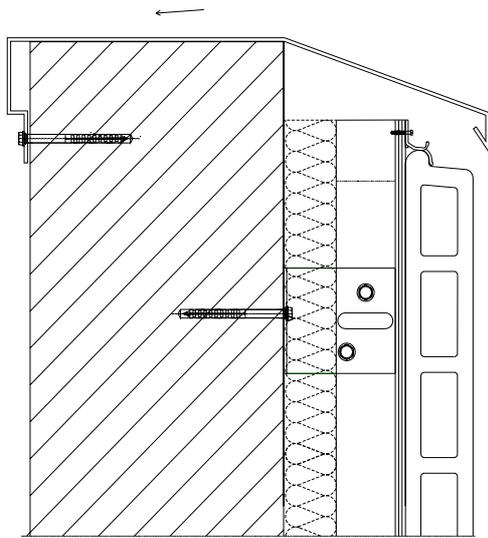


FIGURA 12: DETALLE ARRANQUE

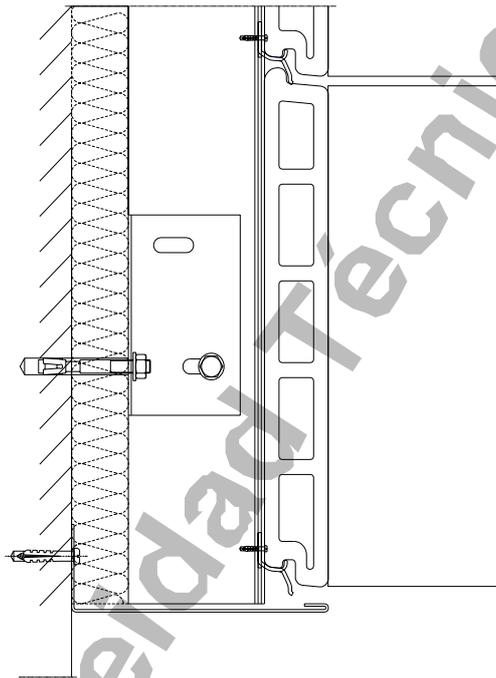


FIGURA 13: DETALLE DE ESQUINA CON PERFIL CUADRADO

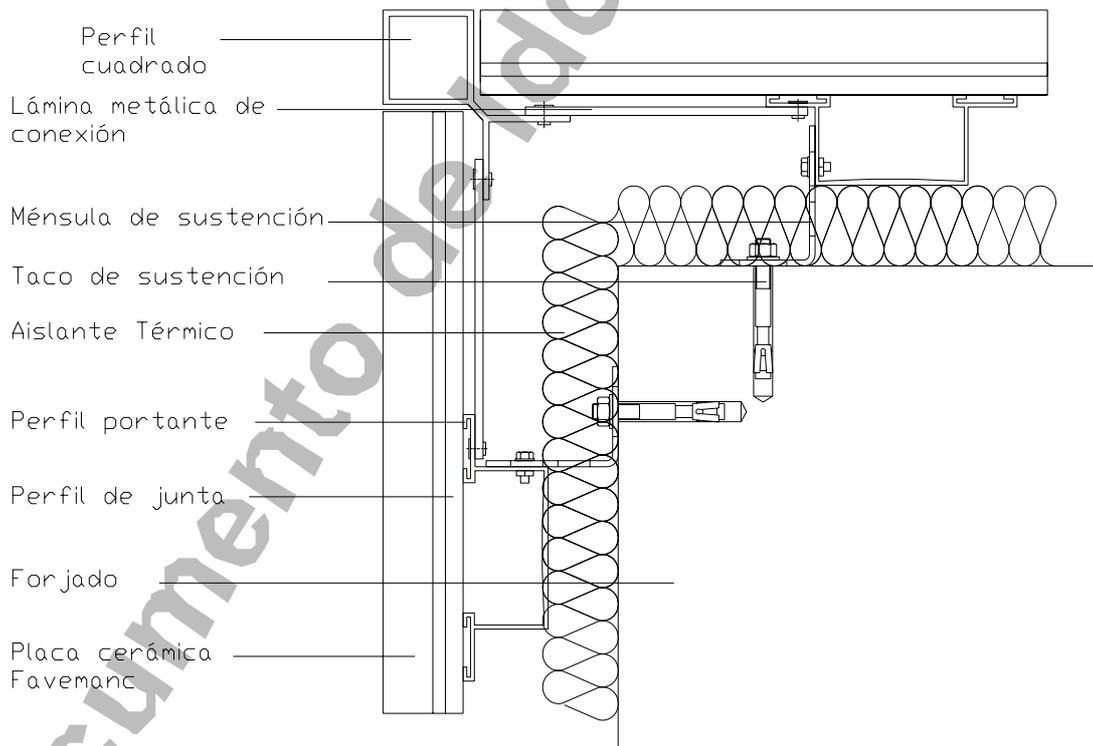


FIGURA 14: DETALLE DE ESQUINA CON PERFIL REDONDEADO

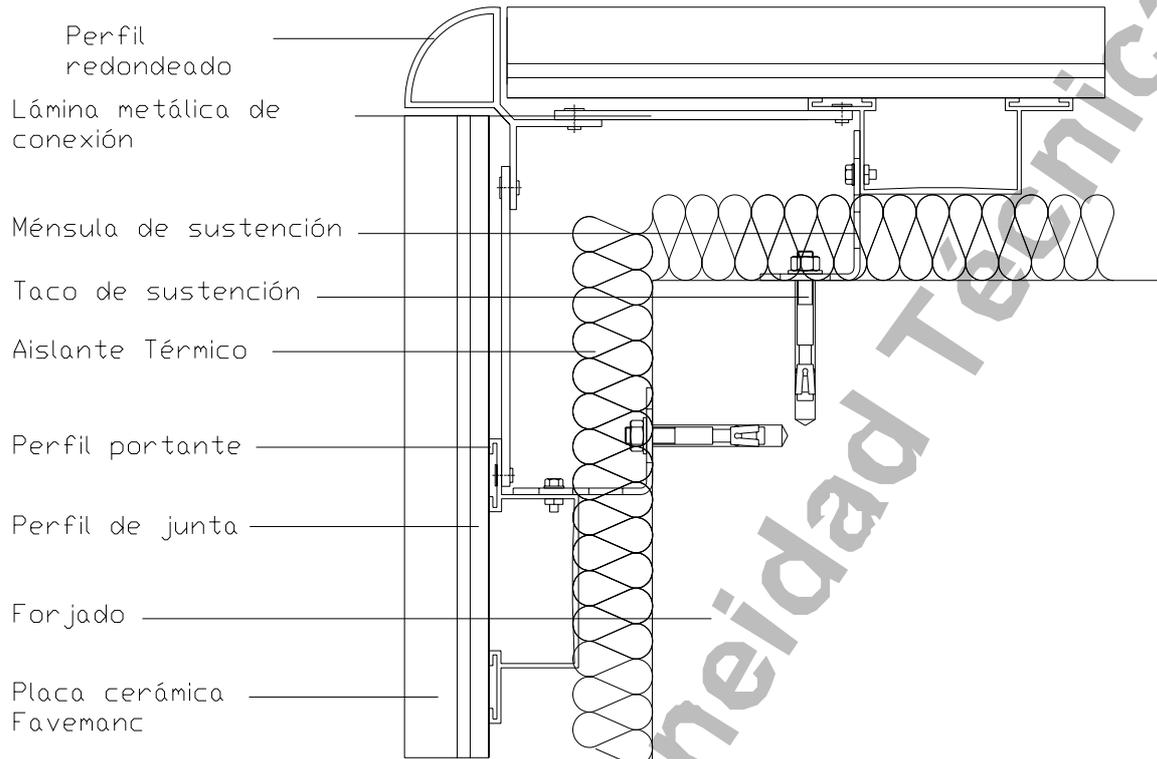


FIGURA 15: DETALLE DE ESQUINA CON PERFIL ABIERTO

