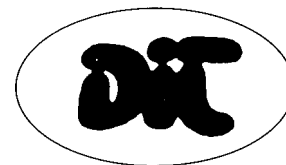




Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas ULMA con placas de hormigón polímero

CONCESIÓN



C/ SERRANO
GALVACHE, 4
28033 MADRID
España

Fabricante:
ULMA Hormigón Polímero S. Coop.
Domicilio Social:
B. Zubillaga, 89
20560 Oñate (Guipúzcoa)
España

Telf. 943 780 600
Fax: 943 717 020
hormigon@polimero.ulma.es
http://www.ulmapolimero.com/

C.D.U: 692.232.4
Revêtement de façades
Exterior 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 24 páginas.

DECISIÓN NÚM. 476/A

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,
- de acuerdo a la solicitud formulada por la Sociedad ULMA Hormigón Polímero S. Coop., para la modificación y adaptación al CTE del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA nº 476 del **Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas ULMA con placas de hormigón polímero**, así como el cambio del tipo de aluminio de la perfilera
- 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,
- en virtud de los vigentes Estatutos de la 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 14 de diciembre de 2005,

DECIDE

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 476/A al **Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas ULMA con placas de hormigón polímero**, sustituyendo el DIT nº 476, 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 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.

En cada caso, ULMA Hormigón Polímero S. Coop., a la vista del proyecto arquitectónico de la fachada realizado por el arquitecto autor del proyecto, realizará el proyecto técnico de la fachada ventilada, donde se justificará el cumplimiento de la normativa en vigor de acuerdo con los condicionantes de resistencia y tolerancias térmicas y dimensionales en base a la información facilitada por el cliente. Dicho proyecto debe incluir la correspondiente memoria de cálculo y la documentación gráfica necesaria.

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. Como recordatorio se cita el CTE.

CONDICIONES DE FABRICACIÓN Y CONTROL

El fabricante deberá mantener el autocontrol que realiza en la actualidad 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.

CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y PUESTA EN OBRA

El Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas ULMA con placas de hormigón polímero está previsto para el revestimiento exterior de fachadas mediante fijación oculta a una subestructura metálica por medio de anclajes. El Sistema no contribuye a la estabilidad de la construcción.

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por ULMA Hormigón Polímero S. Coop., o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por ésta, bajo su control técnico. ULMA Hormigón Polímero S. Coop. asegurará 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 ULMA Hormigón Polímero S. Coop., estará disponible en el IETcc. De acuerdo con lo anterior, el presente documento ampara exclusivamente aquellas obras que hayan sido realizadas por ULMA Hormigón Polímero S. Coop. 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 476/A, 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 30 de diciembre de 2010.

Queda anulado el Documento nº 476.

Madrid, 28 de diciembre de 2007.

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

Juan Monjo Carrió.

INFORME TÉCNICO

1. OBJETO

Revestimiento de fachadas ventiladas ULMA ejecutado con placas de hormigón polímero, de la empresa ULMA Hormigón Polímero S. Coop., fijadas a una subestructura vertical de aluminio, solidaria con el muro soporte.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Las placas se fijan mediante la inserción de las ranuras horizontales de las mismas, sobre la estructura formada por perfiles de aluminio horizontales. Los perfiles horizontales están anclados sobre montantes verticales que a su vez están fijados al muro soporte mediante escuadras regulables (ver figuras 1 y 2).

La composición típica de la fachada ventilada con placas de ULMA Hormigón Polímero S. Coop. Consta de las siguientes hojas:

1. Placa de hormigón polímero ULMA
2. Cámara de aire ventilada
3. Subestructura portante de fijación anclada al muro soporte

El Sistema puede incorporar aislamiento que será definido por el Proyecto de Ejecución en cumplimiento del CTE en lo relativo a Salubridad (CTE-DB-HS), Protección frente al ruido (CTE-DB-HR) y Ahorro energético (CTE-DB-HE).

El Sistema se articula mediante las oportunas fijaciones, separando las placas entre si mediante espaciadores en las juntas verticales y sirviéndose de la perfilera horizontal continua para marcar las juntas horizontales adecuadas. La junta horizontal será de 3,5 mm con una tolerancia de + 2 mm y - 1 mm. La junta vertical será mayor de 2 mm, con un máximo de 6,5 mm para placas de hasta 450 mm y un máximo de 9 mm para paneles mayores.

3. MATERIALES Y COMPONENTES DEL SISTEMA

3.1 Placas de hormigón polímero

Las placas de hormigón polímero son placas formadas por la mezcla homogénea de resinas poliéster como agente aglomerante con carbonato cálcico, cargas de origen mineral y aditivos ignífugos y resto de materias reactivas. Se fabrican mediante moldeado tras un proceso de colada. La capa superficial en gel-coat, que confiere el acabado superficial al material, está formada por la mezcla homogénea de resinas

poliéster isoftálicas, aditivos estabilizantes contra la radiación ultravioleta, pastas colorantes a base de pigmentos estables y el resto de materias reactivas.

Las placas son impermeables, ligeras y con una clasificación B-s1, d0 en cuanto a su reacción al fuego.

3.1.1 Características dimensionales

Las placas se pueden suministrar con espesores de 11 y 14 mm, distintas texturas y una amplia gama de colores. Las placas de espesor 14 mm pueden suministrarse con dos aspectos, brillante y satinado. Las dimensiones estándar vienen definidas en las siguientes tablas y en la figura 3.

DIMENSIONES DE PLACAS DE ESPESOR 11 mm		
Longitud (mm)	Altura (mm)	Peso nominal aproximado (kg)
900	900	21,0
900	600	14,0
900	500	11,7
900	450	10,5
900	300	7,0
450	450	5,3

DIMENSIONES DE PLACAS DE ESPESOR 14 mm		
Longitud (mm)	Altura (mm)	Peso nominal aproximado (kg)
1.800	900	53,5
1.800	450	26,8
1.800	300	17,8
900	900	26,8
900	600	17,8
900	450	13,4
900	300	8,9
600	900	17,8
600	450	8,9
600	300	5,9
450	450	6,7

Otras dimensiones de placas para diseños específicos se pueden obtener mediante mecanizado.

Tolerancias:

- Longitudes y alturas nominales:
 - Sobre la longitud (L): $\pm 2,0$ mm;
 - Sobre la altura (H): $\pm 2,0$ mm.
- Espesor:
 - Placas de 14 mm (+ 3,5 mm / - 1,0 mm)
 - Placas de 11 mm (+ 2,5 mm / - 1,0 mm)

- Escuadría de placas:
La diferencia entre las dos diagonales debe ser inferior a 1 mm, para las placas ≤ 900 mm, e inferior a 2 mm para las placas > 900 mm.
- Planeidad de placas: 0,2 %
- Los dos cantos horizontales de las placas están mecanizados con una ranura a lo largo de toda la placa de 1,75 mm de anchura y 8,0 mm de profundidad.

La ranura está situada en la placa de forma que el espesor entre ranura y plano tangente a la cara exterior es de 5 mm para las placas de 11 mm y de 6 mm para la placa de 14 mm (ver figura 3).

3.1.2 Características físicas y mecánicas

- Densidad aparente: 2,2 – 2,4 g/cm³.
- Módulo de rotura a flexión: ≥ 26 MPa sobre probeta de dimensiones 200 x 15 x 10 mm (l x b x h) según la norma UNE-EN ISO 178:2003, y 16 MPa en placas de 600 x 400 mm según UNE-EN ISO 10545-4:1997.
- Medida de resistencia al impacto según norma UNE-EN ISO 179-2:2000 $\geq 1,3$ kJ/m² en probeta de 150 x 10 x 10 mm.

3.1.3 Identificación

Sobre la etiqueta identificativa en el palé se indica:

- La marca comercial
- Fecha de fabricación
- Color y textura
- Dimensiones nominales
- Cantidad de placas de las dimensiones nominales correspondientes
- Etiqueta identificativa con logotipo y número de DIT

3.2 Subestructura para fijación de placas

3.2.1 Anclajes de unión al muro soporte

La definición del tipo, posición y número de anclajes para la fijación de las ménsulas al muro 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 para cada material base de apoyo.

Con carácter general, y para los casos más habituales, se emplearán anclajes del tipo Mungo MB o similar con taco de poliamida Ultramid® y tornillo de acero galvanizado de diámetro 7 mm con cabeza hexagonal de clase mínima 5.8 según DIN EN 20898 en la versión zincado Zn 5 según DIN ISO 4042.

3.2.2 Escuadras

Las escuadras, elementos de fijación de los montantes verticales a los muros soporte, son de aluminio extrusionado de aleación 6063 con tratamiento T5 cuyas características deben estar conformes con las especificaciones técnicas detalladas a continuación. Las características dimensionales de una selección de escuadras están definidas en las figuras 7.1, 7.2, 7.3 y 7.4 a título orientativo.

Propiedades físicas

- Módulo elástico: 69.500 N/mm²
- Peso específico 2,7 g/cm³
- Coeficiente de dilatación térmica lineal: $23,6 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

Propiedades mecánicas

Estado	Carga de rotura R_m (N/mm ²)	Límite elástico $R_{p0,2}$ (N/mm ²)	Alargamiento $A_{5,65}$ (%)
T5	175	130	8

Norma UNE-EN 755-2:1998.

3.2.3 Montantes verticales

Los montantes verticales son de aluminio extrusionado de aleación 6063 con tratamiento T5 de una longitud de 6.000 mm cuyas características deben estar conformes con las especificaciones técnicas detalladas en el punto 3.2.2. Las características dimensionales vienen definidas en la figura 5.

3.2.4 Perfiles guía

Perfiles de aluminio extrusionado de aleación 6063 con tratamiento T5 cuyas características deben estar conformes con las especificaciones técnicas detalladas en el punto 3.2.2. Los perfiles tienen una longitud de 3.600 mm y sus características dimensionales vienen definidas en las figuras 4.1, 4.2 y 4.3.

3.2.5 Listón intermedio

Tubo rectangular de aluminio extrusionado de aleación 6063 con tratamiento T5 cuyas características deben estar conformes con las especificaciones técnicas detalladas en el punto 3.2.2. Son perfiles con una longitud de 6.000 mm y cuyas características dimensionales vienen definidas en la figura 6.

3.2.6 Espaciadores

Con objeto de absorber los movimientos horizontales de las placas, se coloca en la junta vertical dentro del perfil guía unos espaciadores de polipropileno.

3.2.7 Tornillería

Para la fijación de los montantes verticales a las escuadras de regulación se utilizan tornillos autotaladrantes de cabeza hexagonal con arandela estampada y zincado del tipo DIN-7504-K de diámetro 6,3 mm y 25 mm de longitud. Con una resistencia a tracción de 19,64 kN y a la cizalladura de 11,78 kN.

El par de apriete es de 16,9N·m.

Para la fijación de la perfilera horizontal a los montantes verticales se utilizará el mismo tipo de tornillería.

3.2.8 Masillas

En los extremos de hileras horizontales de placas, se utilizará masilla adhesiva elástica monocomponente de tipo Sika Tack Panel o similar, para la adecuada planeidad y estabilidad de las placas y evitar el movimiento de las mismas.

4. FABRICACIÓN DE PLACAS

El proceso de fabricación de las placas de hormigón polímero tiene lugar en la factoría de ULMA Hormigón Polímero S. Coop. (Grupo ULMA) en Oñate (Guipúzcoa) e incluye las siguientes etapas:

1. Preparación de la mezcla de materias primas con la dosificación adecuada para la fabricación del gel-coat que formará el acabado superficial de la placa.
2. Esprayado del gel-coat sobre molde que formará la capa superficial de la placa

3. Proceso de curado de la capa superficial de la placa
4. Mezcla en la dosificación adecuada de las distintas materias primas conformantes del hormigón polímero y moldeo sobre la capa superficial
5. Proceso de vibración y compactado de la masa de hormigón polímero
6. Proceso de fraguado de hormigón polímero
7. Segundo proceso de post fraguado en horno para conseguir las características físico químicas del material
8. Corte, mecanizado y ranurado de las placas
9. Embalaje y almacenamiento para su expedición

5. CONTROL CALIDAD

5.1 Control de fabricación

En la fábrica se tiene implantado un Plan de Calidad en cumplimiento de lo establecido en el Sistema de Gestión de la Calidad de la empresa.

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

5.1.1 Materias Primas

Se realizan los siguientes controles:

- Control de recepción de resina
- Control de recepción de gel-coat
- Control de recepción de áridos
- Control de recepción de pastas colorantes
- Control de recepción de aditivos

Se les exige un certificado donde aporten características mecánicas y químicas que definan su producto acorde con las especificaciones y la ficha técnica, con posterior verificación por controles realizados en la fábrica.

5.1.2 Proceso de fabricación

PROCESO	CONTROL
Fabricación de Gel-Coat Preparación de la mezcla de materias primas con la dosificación adecuada	Ticket de pesada de cada componente con trazabilidad de lote
Proyección de Gel-Coat Formación de la cara externa de acabado del producto mediante la proyección de gel-coat a presión y temperatura controlada sobre molde	Se controla la temperatura de gel-coat y la presión de esprayado. Se comprueba el espesor y grado de curado de gel-coat

PROCESO	CONTROL
Moldeado de hormigón Elaboración de las placas por moldeado de hormigón polímero formado por el mezclado homogéneo de las materias primas en la dosificación correcta. Distribución, vibración, compactación y control del espesor final de la placa de hormigón polímero	Comprobación de la correcta dosificación de las materias primas
Proceso de curado del hormigón polímero Proceso de curado gradual y progresivo para conseguir las propiedades fisicoquímicas del material.	Control de reactividad y grado de curado
Desmoldeo de hormigón polímero y proceso de aseguramiento de planicidad de placas	Se realiza un control del espesor y colorimetría de placas, así como la comprobación visual del acabado general.
Proceso de post curado de hormigón polímero Proceso de post curado final en horno a temperatura controlada para conseguir las características físico-químicas finales y óptimas del material	Control de la curva de temperatura del proceso de post curado.
Proceso de mecanizado Tren de acabado para el correcto corte de las placas a las dimensiones requeridas y mecanizado de la ranura de anclaje	Control de mecanizado

5.1.3 Control del hormigón polímero

Se realiza un control de las características mecánicas del material. A tal efecto se preparan probetas de placas de las dimensiones 150 x 10 x 10 mm y 200 x 15 x 15 mm para realizar las mediciones de resistencia a impacto (UNE-EN ISO 179-2:2000) y resistencia a rotura por flexión (UNE-EN ISO 178:2003) respectivamente. Se establecen unos límites de rotura de $\geq 1,3 \text{ kJ/m}^2$ para la resistencia a impacto y $\geq 26 \text{ MPa}$ para la resistencia a flexión.

5.1.3 Producto acabado

Siguiendo las pautas de autocontrol se realiza un control de:

- Aspecto superficial y color
- Posicionamiento de la ranura
- Dimensiones
- Espesor de las placas
- Tolerancias sobre las dimensiones de placas (longitud, altura, ortogonalidad) y de las dimensiones del ranurado y su posicionamiento
- Planeidad de las placas
- Espectrocolorimetría de las placas

5.2 Sobre elementos auxiliares de fijación a fachadas

Estos elementos no son fabricados por ULMA Hormigón Polímero S. Coop., 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 escuadras, montantes verticales y perfilera horizontal 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. Así mismo 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.

6. MANIPULACIÓN, EMBALAJE, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Las placas se distribuyen en palés de madera enfrentando la cara superficial vista con la cara superficial vista de la siguiente placa para evitar el contacto entre sí de materiales de distinta dureza, a su vez se emplearán láminas de material de embalaje protector, tipo espuma de polietileno, intercaladas entre placas para evitar el deterioro por rozamiento. Las placas se suministran flejadas para su estabilidad en palés de madera. Los palés irán retractilados con etiquetas identificativas del producto y la empresa fabricante.

Las placas se suministran en palés que garantizarán la integridad, tanto en el traslado en vehículos como en las operaciones de carga y descarga.

Los palés se dispondrán en el camión de forma que no sufran desplazamiento que puedan dañar las placas 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 la manipulación, evitando dejarlos caer.

7. PUESTA EN OBRA

7.1 Especificaciones Generales

El montaje de placas sobre subestructura de aluminio lo ha de realizar personal especializado mediante elementos de fijación anticorrosibles.

La placa ya colocada no debe estar coaccionada en su plano.

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
- Formato de las placas

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

7.1.2 Ventilación

Debe tenerse en cuenta la existencia de una cámara continua de aire, de 4 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 (perfil ventilación) del revestimiento, dinteles y la salida en alfeizares de ventanas y remates al nivel de cubierta. La dimensión de la abertura de ventilación depende de la altura del muro soporte:

- 50 cm²/ml de ancho en fachadas de hasta 3 m de altura
- 65 cm²/ml de ancho en fachadas de 3 m a 6 m de altura
- 80 cm²/ml de ancho en fachadas de 6 m a 10 m de altura
- 100 cm²/ml de ancho en fachadas de altura superior a 10 m

7.2 Montaje

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

- Replanteo
- Colocación de escuadras
- Colocación de montantes verticales
- Colocación del aislante si procede
- Colocación sucesiva de perfiles horizontales y placas (de abajo - arriba) y establecimiento de juntas.

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 montantes verticales se colocarán a una distancia igual o menor de 60 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 escuadras

En primer lugar se fijarán sobre el muro soporte correspondiente las escuadras separadoras 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 150 cm.

7.2.3 Colocación de montantes verticales

Los montantes verticales se colocarán con una distancia entre ellos igual o menor de 60 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 montantes perfectamente alineados y aplomados quedarán fijados con agujeros fijos y colisos a las escuadras, de forma que garanticen el adecuado movimiento de la subestructura y buena planimetría.

La junta horizontal mínima entre montantes verticales será de 2 cm.

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 sucesiva de perfiles horizontales y placas de hormigón polímero. Establecimiento de juntas

Los perfiles horizontales se fijarán mediante tornillos autoroscantes a los montantes verticales asegurando planimetría y horizontalidad. La separación en vertical entre perfiles será acorde con la dimensión en altura de la placa, hasta 900 mm.

Para la instalación se procederá inicialmente a la colocación del primer perfil o perfil de arranque. La colocación de perfiles y placas se efectuará de abajo a arriba por filas horizontales sucesivas.

Las placas se colocarán por inserción de sus cantos horizontales ranurados inferiores en las alas de los perfiles guía, formando un anclaje continuo. El perfil nuevo que se deba fijar, se colocará sobre la hilera de placas anteriormente apoyadas sobre el perfil horizontal. La instalación debe realizarse insertando el nuevo perfil en la ranura horizontal superior de las placas. La inserción se realizará sin sobreesfuerzo, para no comprimir la pestaña del perfil, permitiendo y verificando el aseguramiento y buen posicionamiento de las placas

Las placas de una misma fila por tanto se mantendrán entre dos perfiles horizontales, que se habrán insertado por sus alas alta y baja en las ranuras previstas en los cantos horizontales de las placas.

A cada junta horizontal entre las filas de placas le corresponderá un perfil oculto o perfil guía definido por la figura 4.2. La abertura de la junta horizontal será de 3,5 mm. Las placas de una misma fila se espaciarán entre si para establecer la junta vertical, mediante el posicionamiento de los espaciadores definidos en el punto 3.2.6.

Los perfiles guía se fijarán a los montantes verticales en cada una de las intersecciones con los montantes verticales. La fijación se efectuará por medio de tornillos autoroscantes definidos en el punto 3.2.7. El empalme de perfiles-guía, a lo largo de la fachada, se realizará por alineación horizontal uno frente a otro. El empalme se

realizará fijando cada perfil sobre el montante vertical y dejando una junta abierta de 10 mm.

Excepto justificación especial, el voladizo al final del perfil estará limitado a 15 cm.

Las juntas de dilatación del edificio siempre deben coincidir con una junta vertical del sistema de fachada mediante un doble perfil.

7.2.6 Colocación de placas en la franja inferior de la fachada

Para el caso de colocación de placas en la franja inferior de la fachada se podrá incrementar el número de montantes verticales y se podrán fijar listones intermedios entre perfiles. En caso de necesidad de colocar los listones horizontales intermedios de refuerzo, será necesario realizar su colocación previa a la inserción de la placas sobre el perfil horizontal inferior.

8. CRITERIOS DE CÁLCULO

Los cálculos se realizan según el CTE, Documento Básico de Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación (CTE-DB-S-AE), considerando que:

- Las placas, deben soportar la carga del viento (presión/succión) y transmitirla a través de la subestructura y los anclajes al muro soporte, que deberá resistir dicho esfuerzo. Las placas, fijaciones, subestructura y anclajes, deben resistir los esfuerzo producidos por el viento, junto con su propio peso.
- La flecha de las placas debe ser igual o menor que $1/125$ de la distancia entre puntos de fijación.
- El peso propio de las placas se reparte entre el número de fijaciones que deberán transmitir las solicitaciones previstas.
- En aquellos casos en los que la situación topográfica del edificio, su altura o geometría hagan que sobre la fachada actúen fuerzas de viento que produzcan unos esfuerzos sobre las placas, fijaciones y subestructura se podrán incorporar apoyos intermedios para disminuir el efecto de la presión del viento. En tales casos el esfuerzo de succión del viento debe ser resistido por toda la anchura de la placa, sin considerar los apoyos intermedios.

9. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

La fabricación de placas en ULMA HORMIGÓN POLÍMERO e instalación se viene realizando desde el año 2003.

El fabricante suministra las siguientes referencias de obras:

- Centro social Os Mallos, A Coruña, 1.050 m² (2003).
- Edificio de viviendas en Puertollano, Ciudad Real, 650 m² (2003).
- Edificio de viviendas Residencial La Cava, Logroño, 3.500 m² (2004).
- Naves industriales en Polígono Industrial La Negrilla, Sevilla, 4.862 m² (2004).
- Rehabilitación de fachada de oficinas Iberinox en Basauri, Vizcaya, 205 m² (2004).
- Edificio de Centro de Enseñanza Secundaria en Castellar del Valles, Barcelona, 650 m² (2004).
- Edificio de viviendas A Cabana, A Coruña, 1.010 m² (2004).
- Edificio de Bronces Garitano en Elgoibar, Guipúzcoa, 250 m² (2005).
- Centro de Enseñanza de Turismo en Denia, Alicante, 1.400 m² (2004).
- Hotel Eurostars en Barcelona, 1.215 m² (2005).
- Hospital General de Mahón, Menorca, 9.220 m² (2005).
- Edificio del Colegio La Salle de Irún, Guipúzcoa, 1.430 m² (2005).
- Clínica San Rafael en Benalmádena, Málaga, 6.255 m² (2005).
- Oficinas la Garena en Alcalá de Henares, 1.200 m² (2005).
- Centro comercial Valdelasfuentes, Madrid, 375 m² (2005).
- Edificio de viviendas en Torrent de Can Mariner, Barcelona, 355 m² (2005).
- Almacenes generales de CAF en Beasain, Guipúzcoa, 355 m² (2005).
- Edificio central Handling Systems en Oñati, Guipúzcoa, 665 m² (2005).
- Rehabilitación clínica El Parque en Madrid, 2.100 m² (2005).
- Hotel Catalonia Pelayo, Barcelona, 1.687 m² (2006).
- Ceip El Tren De Fort Pierc, Barcelona, 857 m² (2006).
- Centro Comercial, Orihuela (Alicante) 2.471 m² (2006).
- Edificio Ingeteam, Pamplona (Navarra) 1.136 m² (2006).
- Centro Integrado Avd. Pamplona, Madrid, 1.281 m² (2006).

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

10. ENSAYOS

Los siguientes ensayos se ha realizado en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) (Informes nº 18.586-1 y 18.586-4), de acuerdo con la Norma UNE-EN-ISO 10545 y otras procedentes de la UEAtc.

10.1 Ensayos de identificación de las placas

10.1.1 Geométricos

a) Placas Serie 11

Se indican los valores máximos, mínimos y medios en las distintas mediciones realizadas a 5 placas de 600 mm x 400 mm x 11 mm de dimensiones nominales.

- Longitud: Valor máximo L = 600,0 mm
Valor mínimo L = 600,0 mm
Valor medio L = 600,0 mm
- Anchura: Valor máximo a = 400,0 mm
Valor mínimo a = 400,0 mm
Valor medio a = 400,0 mm
- Espesor: Valor máximo e = 13,20 mm
Valor mínimo e = 11,00 mm
Valor medio e = 12,34 mm
- Rectitud de bordes: Valor máximo R = 0,10 %
Valor mínimo R = 0,00 %
Valor medio R = 0,01 %
- Descuadre: Valor máximo anchura: d = 400,0 mm
Valor mínimo longitud d = 600,0 mm

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

b) Placas Serie 14

Se indican los valores máximos, mínimos y medios en las distintas mediciones realizadas a 5 placas de 600 mm x 400 mm x 14 mm de dimensiones nominales.

- Longitud: Valor máximo L = 600,0 mm
Valor mínimo L = 600,0 mm
Valor medio L = 600,0 mm
- Anchura: Valor máximo a = 400,0 mm
Valor mínimo a = 400,0 mm
Valor medio a = 400,0 mm
- Espesor: Valor máximo e = 15,70 mm
Valor mínimo e = 14,20 mm
Valor medio e = 15,22 mm

- Rectitud de bordes: Valor máximo $R = 0,10 \%$
Valor mínimo $R = 0,00 \%$
Valor medio $R = 0,02 \%$
- Descuadre: Valor máximo anchura: $d = 400,0 \text{ mm}$
Valor mínimo longitud $d = 600,0 \text{ mm}$

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, para las placas Serie 11:

$$D_{ap} = 2,319 \text{ kg/dm}^3.$$

10.1.3 Absorción de agua

Según la Norma UNE-EN ISO 10545-3:1997 el valor medio de absorción de agua para las placas Serie 11 es:

$$W = 0,0905 \%$$

10.2 Características mecánicas.

10.2.1 Ensayo a flexión del hormigón polímero

Ensayos realizados de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 178:2003.

Se han ensayado 3 probetas prismáticas de sección cuadrada de $15 \times 15 \times 200 \text{ mm}$ de hormigón polímero, a las que se ha aplicado una carga a velocidad de deformación constante en el centro de la placa. La luz entre apoyos ha sido de 160 mm .

Los valores de tensiones de rotura obtenidos han sido:

$$\begin{aligned} \text{Tensión de rotura máxima: } & \sigma_{\text{máx}} = 36,22 \text{ MPa} \\ \text{Tensión de rotura mínima: } & \sigma_{\text{mín}} = 28,20 \text{ MPa} \\ \text{Tensión de rotura media: } & \sigma_{\text{medio}} = 32,34 \text{ MPa} \end{aligned}$$

10.2.2 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 6 placas de cada serie, aplicando una carga en el centro de la placa a una velocidad de deformación constante de $6,00 \text{ mm/min}$. La luz entre apoyos ha sido de

560 mm . Los valores de tensiones de rotura obtenidos han sido:

a) Placa Serie 11 de $600 \text{ mm} \times 400 \text{ mm} \times 11 \text{ mm}$ de dimensiones nominales:

$$\begin{aligned} \text{Tensión de rotura máxima: } & \sigma_{\text{máx}} = 20,25 \text{ MPa} \\ \text{Tensión de rotura mínima: } & \sigma_{\text{mín}} = 16,00 \text{ MPa} \\ \text{Tensión de rotura media: } & \sigma_{\text{medio}} = 18,41 \text{ MPa} \\ \text{Presión uniforme de viento}^{(1)}: & P_v = 1,017 \text{ kp/m}^2 \\ & (0,0099 \text{ MPa}) \end{aligned}$$

b) Placa Serie 14 de $600 \text{ mm} \times 400 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}$ de dimensiones nominales:

$$\begin{aligned} \text{Tensión de rotura máxima: } & \sigma_{\text{máx}} = 22,77 \text{ MPa} \\ \text{Tensión de rotura mínima: } & \sigma_{\text{mín}} = 17,37 \text{ MPa} \\ \text{Tensión de rotura media: } & \sigma_{\text{medio}} = 20,19 \text{ MPa} \\ \text{Presión uniforme de viento}^{(1)}: & P_v = 1,615 \text{ kp/m}^2 \\ & (0,0158 \text{ MPa}) \end{aligned}$$

10.3 Durabilidad

Se determina para cada ensayo de durabilidad, la carga de rotura y la tensión de rotura para 6 placas, de acuerdo a lo definido en el apartado 10.2, una vez se haya realizado el ensayo de envejecimiento acelerado.

10.3.1 Estufa a $80 \text{ }^\circ\text{C}$

Se mantienen las placas en estufa a $80 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 28 días y 56 días, con los siguientes resultados de tensión de rotura y carga de rotura:

a) Placa Serie 11 a 28 días:

$$\begin{aligned} \text{Tensión de rotura máxima: } & \sigma_{\text{máx}} = 26,71 \text{ MPa} \\ \text{Tensión de rotura mínima: } & \sigma_{\text{mín}} = 19,21 \text{ MPa} \\ \text{Tensión de rotura media: } & \sigma_{\text{medio}} = 22,96 \text{ MPa} \\ \text{Presión uniforme de viento}^{(1)}: & P_v = 1,207 \text{ kp/m}^2 \\ & (0,0118 \text{ MPa}) \end{aligned}$$

b) Placa Serie 11 a 56 días:

$$\begin{aligned} \text{Tensión de rotura máxima: } & \sigma_{\text{máx}} = 28,22 \text{ MPa} \\ \text{Tensión de rotura mínima: } & \sigma_{\text{mín}} = 20,31 \text{ MPa} \\ \text{Tensión de rotura media: } & \sigma_{\text{medio}} = 24,14 \text{ MPa} \\ \text{Presión uniforme de viento}^{(1)}: & P_v = 1,261 \text{ kp/m}^2 \\ & (0,0123 \text{ MPa}) \end{aligned}$$

10.3.2 Saturación y secado

Se someten las placas de la serie 11 a la acción del siguiente ciclo: inmersión en agua a

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

temperatura ambiente durante 18 horas y 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: $\sigma_{\text{máx}} = 17,65$ MPa
 Tensión de rotura mínima: $\sigma_{\text{mín}} = 13,45$ MPa
 Tensión de rotura media: $\sigma_{\text{medio}} = 14,91$ MPa
 Presión uniforme de viento⁽²⁾: $P_v = 830$ kp/m²
 (0,0081 MPa)

10.3.3 Hielo-Deshielo

Ensayo consistente en realizar el siguiente ciclo de hielo-deshielo:

- 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 de la serie 11 son:

Tensión de rotura máxima: $\sigma_{\text{máx}} = 19,26$ MPa
 Tensión de rotura mínima: $\sigma_{\text{mín}} = 14,22$ MPa
 Tensión de rotura media: $\sigma_{\text{medio}} = 16,61$ MPa
 Presión uniforme de viento⁽²⁾: $P_v = 901$ kp/m²
 (0,0088 MPa)

En las placas que tenían hendiduras laterales no se produjo rotura en ninguna de las placas ensayadas.

10.4 Ensayo de aptitud de empleo del Sistema

10.4.1 Ensayo de choque de cuerpo duro

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:

- a) *Placa Serie 11. Separación entre perfiles horizontales de 900 mm:*

Energía de impacto	
15 Julios	Resiste

- b) *Placa Serie 14*

- b-1) *Separación entre perfiles horizontales de 600 mm:*

Energía de impacto	
15 Julios	Resiste

- b-2) *Separación entre perfiles horizontales de 900 mm:*

Energía de impacto	
15 Julios	Resiste

10.4.2 Ensayo de choque de cuerpo blando

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 los siguientes resultados.

- a) *Placa Serie 11*

- a-1) *Separación entre perfiles horizontales de 600 mm:*

Energía de impacto	
300 Julios	Resiste

- a-2) *Separación entre perfiles horizontales de 900 mm:*

Energía de impacto	
200 Julios	Fisura sin caída ni daño aparente sobre la subestructura de aluminio
300 Julios	Rompe

- a-3) *Separación entre perfiles horizontales de 900 mm con un refuerzo a media altura:*

Energía de impacto	
300 Julios	Resiste

- b) *Placa Serie 14*

- b-1) *Separación entre perfiles horizontales de 600 mm:*

Energía de impacto	
500 Julios	Resiste

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

b-2) Separación entre perfiles horizontales de 900 mm:

Energía de impacto	
500 julios	Resiste

10.4.3 Ensayo de choque térmico calor-lluvia

Para la realización del ensayo se dispuso de un montaje formado por dos placas de 14 mm de espesor, 1.800 mm de largo y 900 mm de ancho y una placa de 14 mm de espesor, 1.800 mm de largo y 600 mm de ancho.

Las placas se disponen en posición horizontal sobre perfiles guías y éstos a su vez sobre los montantes de aluminio anclados al banco de ensayos según se describe en el montaje del Sistema.

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.

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

10.4.4 Ensayos a la subestructura. Perfil vertical

Al ser el perfil totalmente simétrico el resultado es valido tanto para presión como para succión del viento.

Para realizar el ensayo se toma un perfil de aluminio de una longitud de 2,0 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 2,95 kN; equivalente, para una separación entre montantes de 0,6 m y una separación entre apoyos de 1,5 m, a 874 kp/m^2 (0,0087 MPa).

10.4.5 Ensayos a presión-succión de los puntos de fijación. Perfiles guía

Para la realización del ensayo se han dispuesto las placas de la Serie 11 de 600 x 400 x 11 mm de dimensiones nominales, montadas sobre los perfiles guía en el lado de 400 mm y éstos a su vez sobre un bastidor metálico apoyados cada 600 mm en el dinamómetro Instron 1175.

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 de las placas, obteniéndose una carga de rotura de 2,9 kN, equivalente a una presión-succión uniforme de viento de 1.225 kp/m^2 (0,0122 MPa).

10.4.6 Ensayo de reacción al fuego

Ensayo realizado en el CIDEMCO, Centro de Investigación Tecnológica, con número de informe 15964-2, con fecha 24 de abril de 2007.

El ensayo ha sido realizado conforme a las normas UNE-EN 13823:2002 y UNE-EN ISO 11925-2:2002. La clasificación de reacción al fuego obtenida según UNE-EN 13501-1:2000 es:

B-S1,d0.

10.5 Ensayos de durabilidad del sistema

10.5.1 Ensayo de fatiga a succión

Para la realización de los ensayos se dispusieron las placas de la Serie 11 de 600 mm de largo y 400 mm de ancho montadas sobre los perfiles guía en el lado de 400 mm y estos a su vez sobre un bastidor metálico apoyados cada 600 mm en la maquina de flexión, con las cargas actuando en el sentido de la succión del viento, a cinco cantos del borde.

De los ensayos estáticos de succión de viento obtenemos el valor de la carga rotura de 2,85 kN, aplicándole un coeficiente de seguridad de 2 determinamos la carga de servicio de 1,42 kN.

Los ensayos se realizan aplicando una carga de succión entre el 25% (0,35 kN) y el 75% (1,06 kN) de la carga de servicio (1,42 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 muestras de la Serie de 11 mm se obtuvo un valor medio de

carga de rotura de 4,09 kN, equivalente a una presión uniforme de viento de 1.705 kp/m² (0,017 MPa).

Al igual que en el ensayo 10.4.5, la rotura se produjo en el ranurado de la placa.

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 (%)
GRIS ARGENT	57,4	58,3	-0,9
GREGE	75,2	75,6	-0,5
OCRE ROJO	52,4	54,4	-2,0
IVOIRE	85,8	85,7	0,1
NEGRO	32,1	32,9	-0,8

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 Cumplimiento de la reglamentación nacional

11.1.2 SE - Seguridad estructural

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

El cerramiento posterior, 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 solicitaciones 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.

11.1.2 SI - Seguridad en caso de incendio

La solución completa de cerramiento debe ser conforme con el 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 con los ensayos de reacción al fuego presentados, según normas UNE-EN 13823:2002 y UNE-EN ISO 11925-2:2002, el material cumple el requisito exigido en CTE-DB-SI relativo a propagación exterior (SI 2, punto 1.4), para los materiales de revestimiento exterior de fachada y de las superficies interiores de las cámaras ventiladas de fachada. El material de revestimiento tiene una clasificación de reacción al fuego B-s1 d0, superior a la exigida por la norma.

11.3 SU - Seguridad de utilización

De los resultados de los ensayos resistencia al choque de cuerpo duro y resistencia al choque de cuerpo blando, se deduce el correcto funcionamiento del sistema en lo relativo a seguridad de utilización.

En las zonas próximas al nivel del suelo, fácilmente accesibles y sujetas a uso normal, para las placas de 11 mm de espesor y con una separación entre perfiles horizontales de 900 mm, es necesario reforzar la placa con un apoyo intermedio según se describe en el ensayo 10.4.2, apartado a-3.

11.4 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, 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).

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.

11.6 **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 en lo que respecta a la protección contra el ruido

11.5 **HE - Ahorro energético**

La solución constructiva completa de cerramiento debe satisfacer las exigencias del CTE-DB-HE, relativo a Ahorro Energético, 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 limitaciones de uso**

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 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 **Limitaciones de uso**

Los aspectos relativos al cálculo recogidos en el punto 8 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**

El CTE no especifica exigencias relativas a la gestión de residuos, no obstante, para los residuos producidos durante los procesos de fabricación y puesta en obra del sistema, y en particular de adhesivos y productos de aislamiento e impermeabilización, se seguirán las instrucciones dadas por el fabricante de los mismos de acuerdo a la normativa vigente para cada producto.

A efectos de gestión de residuos, las placas de hormigón polímero, de la empresa ULMA Hormigón Polímero S. Coop. tendrán la consideración de "residuo inerte". Se deberá prever el reciclaje del aluminio de la perfilería, ya sea para las piezas rechazadas durante la puesta en obra, como en caso de desmontaje del sistema de fachada ventilada.

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 los mismos.

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

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

Verificándose que en el proceso de fabricación de las placas y en la perfiles del grupo ULMA Hormigón Polímero S. Coop. 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, además de que la puesta en obra está suficientemente contrastada por la práctica y los resultados de los ensayos efectuados, se estima favorablemente, con las observaciones de la Comisión de Expertos en este DIT, la idoneidad de empleo del Sistema propuesto por el solicitante.

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 formuladas por la Comisión de Expertos en reunión celebrada el día 14 de diciembre de 2005⁽³⁾, en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, fueron las siguientes:

- La Comisión de Expertos valora positivamente que el fabricante garantice la puesta en obra el Sistema.
- 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
- Para la sujeción de las placas se debe prever, a efectos de succión del viento, que los valores definidos en la Norma NBE-AE-88 son valores que afectan al conjunto de la estructura, por lo que la succión real a la que puedan ser sometidas tales placas, son sensiblemente mayores. Se aconseja que ULMA, asesore específicamente en este aspecto, determinando el número de tornillos de unión de los perfiles guía a los montantes verticales y el correcto apriete de los mismos.
- 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.

⁽³⁾ La Comisión de Expertos estuvo formada por representantes de los siguientes Organismos y Entidades:

- Acciona Infraestructuras.
- Bureau Veritas (BVE).
- Consejo Superior de Arquitectos.
- Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Madrid.
- Instituto Técnico de Inspección y Control, S.A. (INTEINCO).
- Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC).
- Laboratorio de Ingenieros del Ejército.
- Ministerio de la Vivienda.
- Qualiberica.
- Sociedad Española para el Control Técnico en la Construcción, S.A. (SECOTEC).
- Universidad Politécnica de Madrid.
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

FIGURA 1

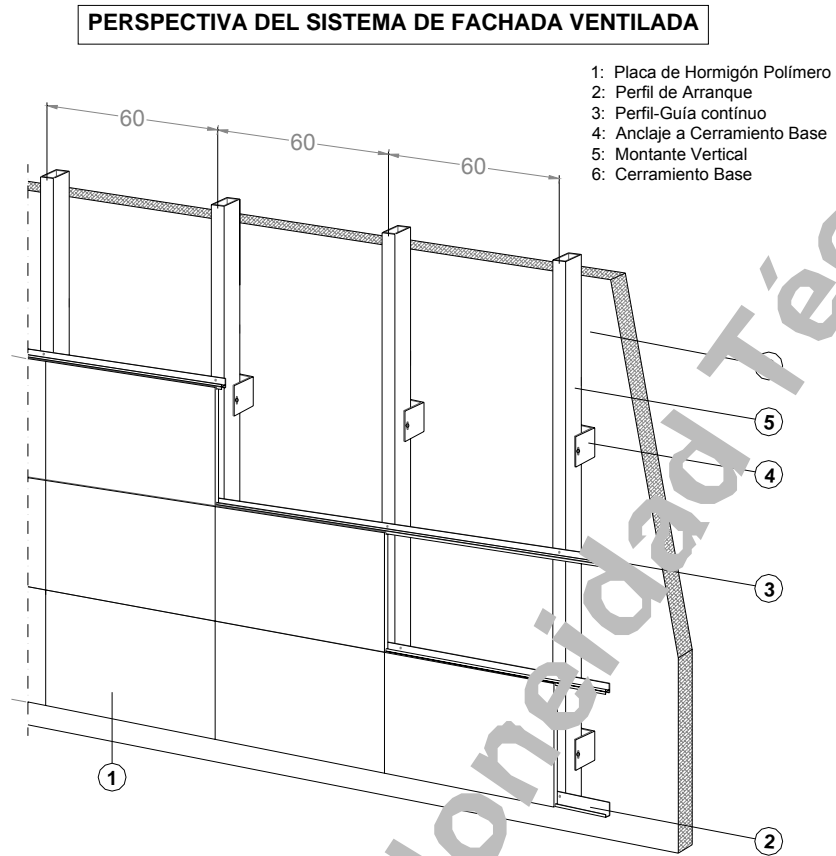


FIGURA 2

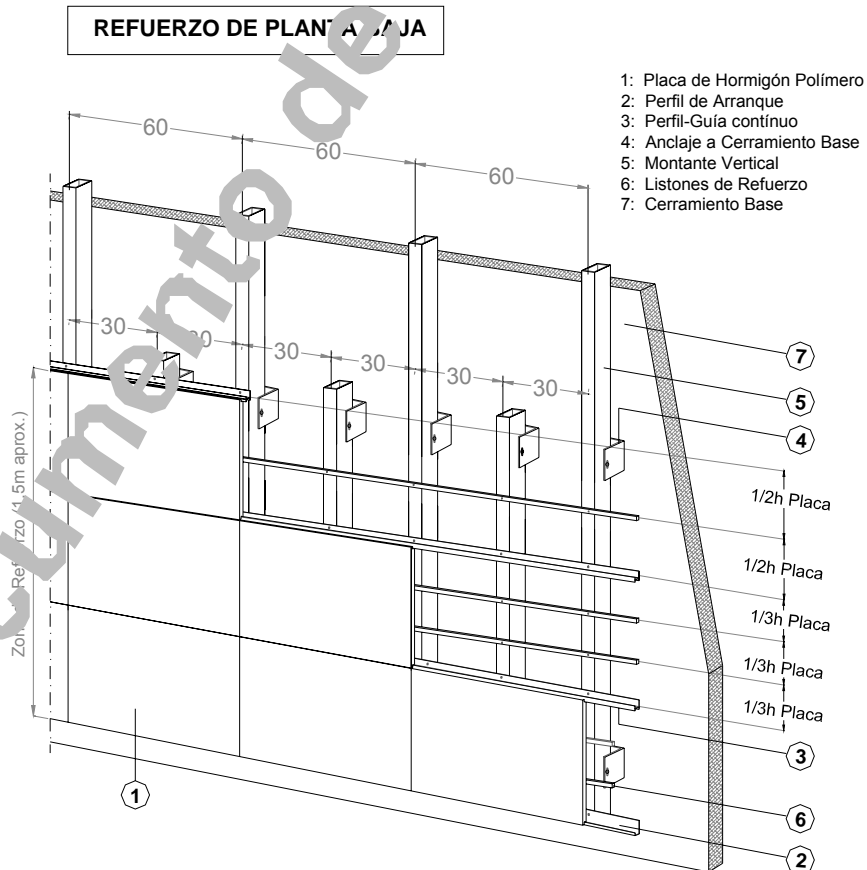


FIGURA 3. PLANO DE PLACAS CON RANURADO PARA INSTALACIÓN

PLACAS SERIE 14

PLACAS SERIE 11

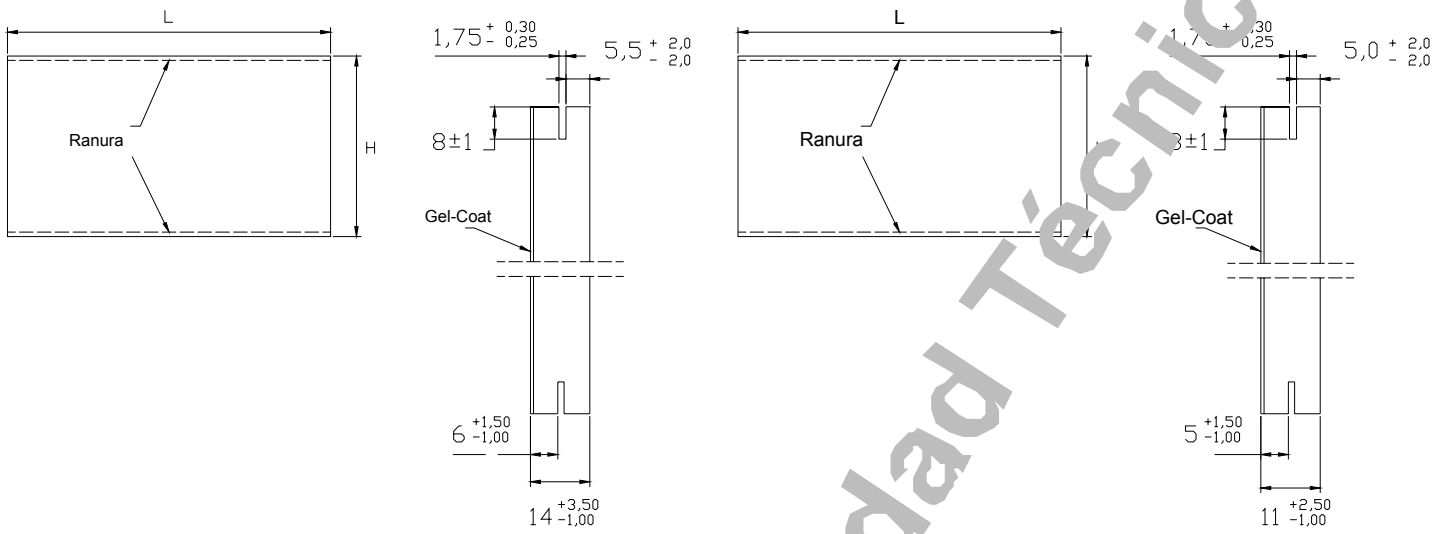
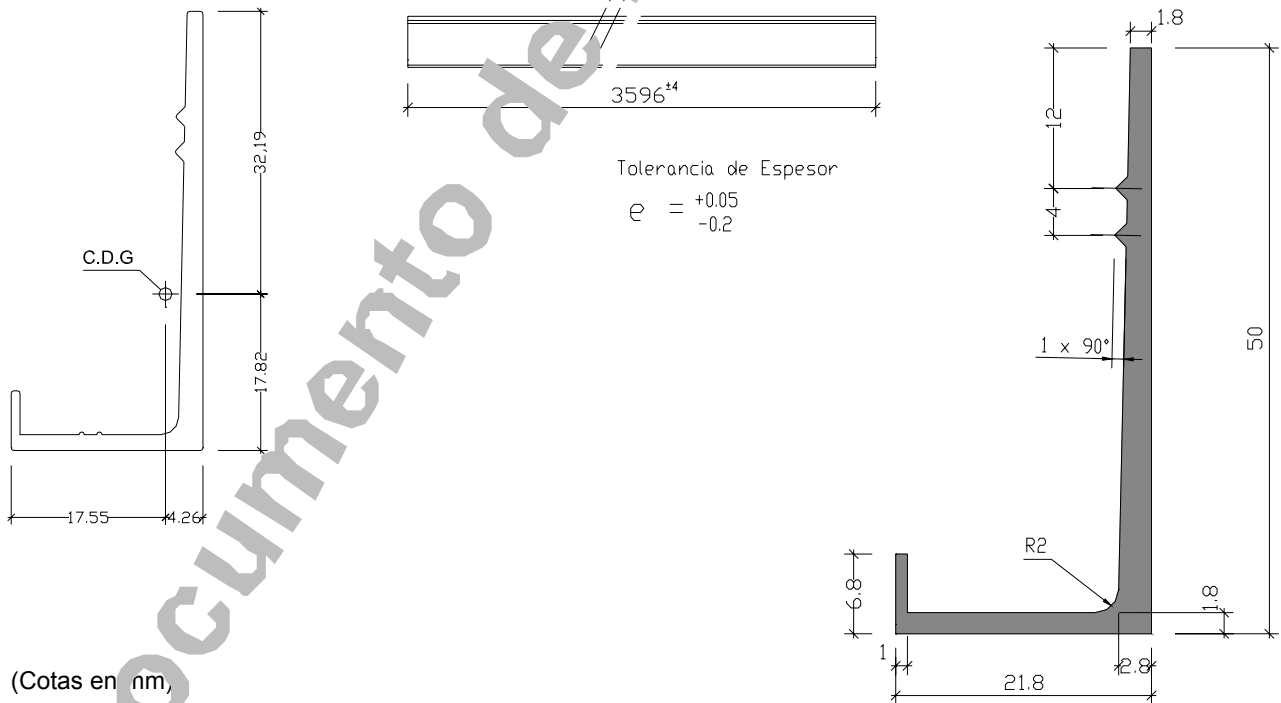


FIGURA 4. PERFILERÍA

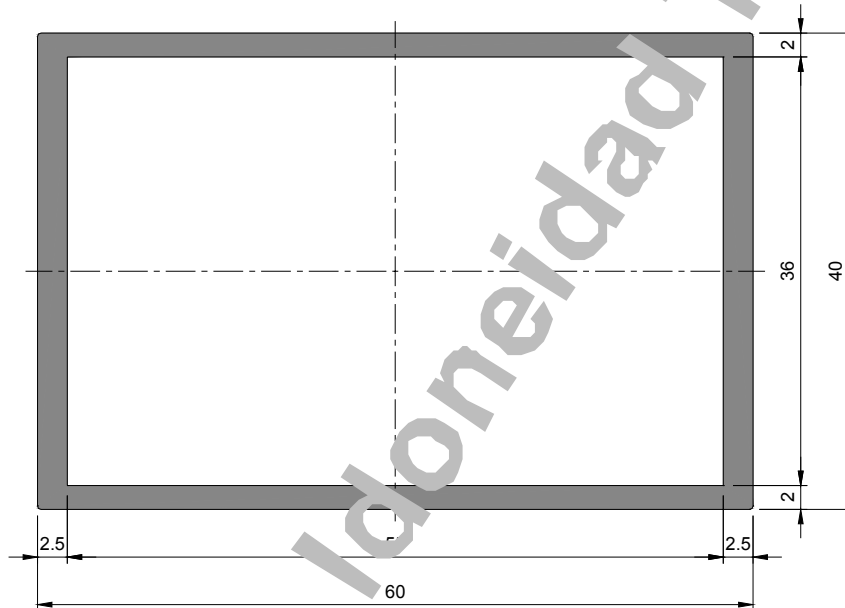
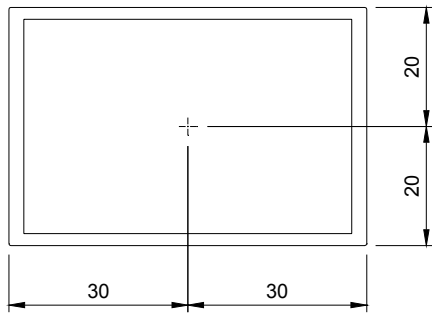
FIGURA 4.1. PERFIL DE ARRANQUE



(Cotas en mm)

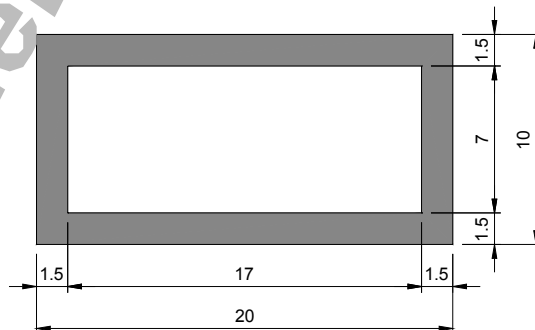
TIPO	Longitud (mm)	Sección (mm ²)	Peso (g/m)	I_{xc} (cm ⁴)	I_{yc} (cm ⁴)	i_x (mm)	i_y (mm)	x_c (mm)	y_c (mm)
Perfil arranque	3.600	158	427	3,87	0,58	15,64	6,07	4,25	17,81

FIGURA 5. MONTANTE VERTICAL



TIPO	Longitud (mm)	Sección (mm ²)	Peso (g/m)	I_{xc} (cm ⁴)	I_{yc} (cm ⁴)	i_x (mm)	i_y (mm)	x_c (mm)	y_c (mm)
Montante vertical	6.000	420	1134	10,61	22,08	15,8	22,9	30,00	20,00

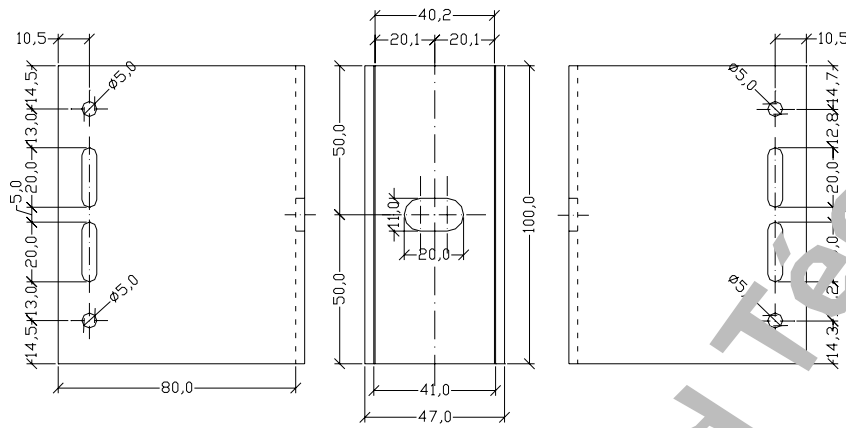
FIGURA 6. LISTÓN INTERMEDIO



TIPO	Longitud (mm)	Sección (mm ²)	Peso (g/m)	I_{xc} (cm ⁴)	I_{yc} (cm ⁴)	i_x (mm)	i_y (mm)	x_c (mm)	y_c (mm)
Listón intermedio	6.000	81	219	0,12	0,38	3,8	6,8	10,00	5,00

FIGURA 7. ESCUADRAS TIPO (Entre otras se definen las más representativas)

FIGURA 7.1



ANCLAJE TIPO U-40/100 SENCILLO 80

ESPESOR ANCLAJES: 3 mm

Todas las medidas en mm

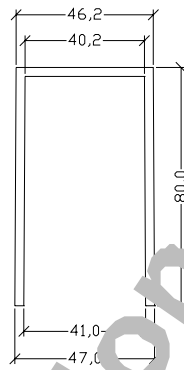
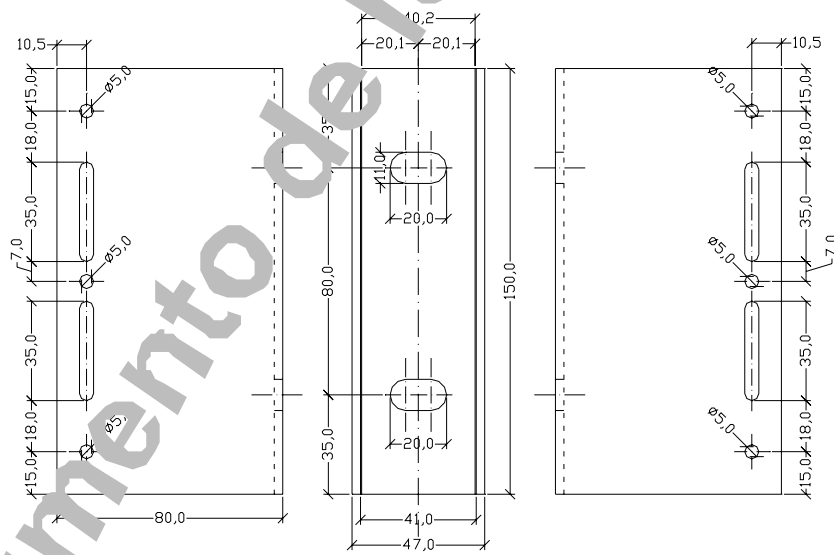


FIGURA 7.2



ANCLAJE TIPO U-40/150 DOBLE 80

ESPESOR ANCLAJES: 3 mm

Todas las medidas en mm

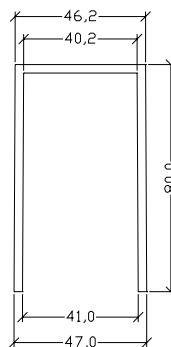
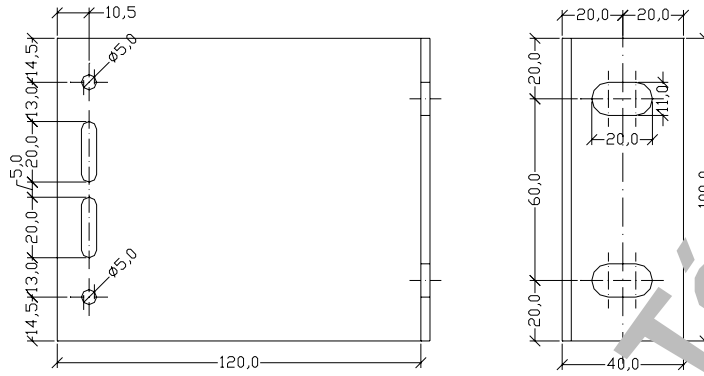


FIGURA 7.3



ANCLAJE TIPO L-40/100 SENCILLO 120

ESPESOR ANCLAJES: 3 mm

Todas las medidas en mm

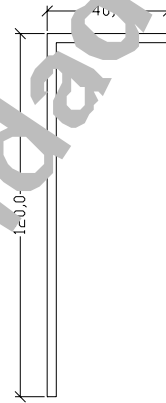
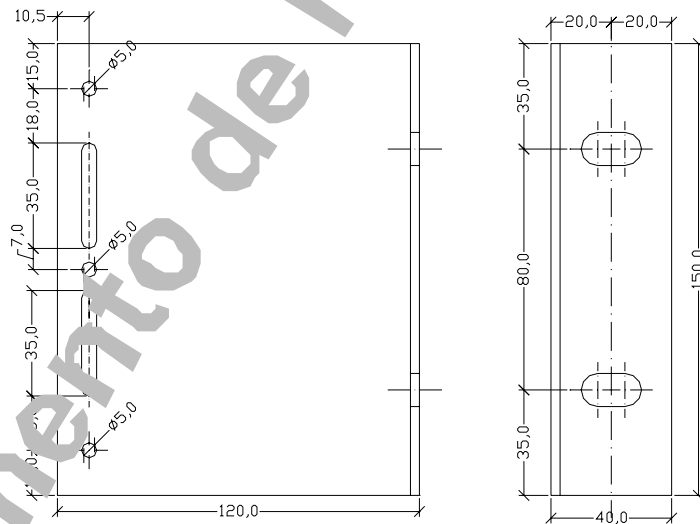


FIGURA 7.4



ANCLAJE TIPO L-40/150 DOBLE 120

ESPESOR ANCLAJES: 3 mm

Todas las medidas en mm

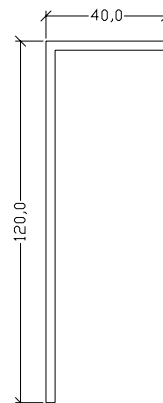


FIGURA 8

SECCIÓN VERTICAL DEL SISTEMA DE FACHADA VENTILADA

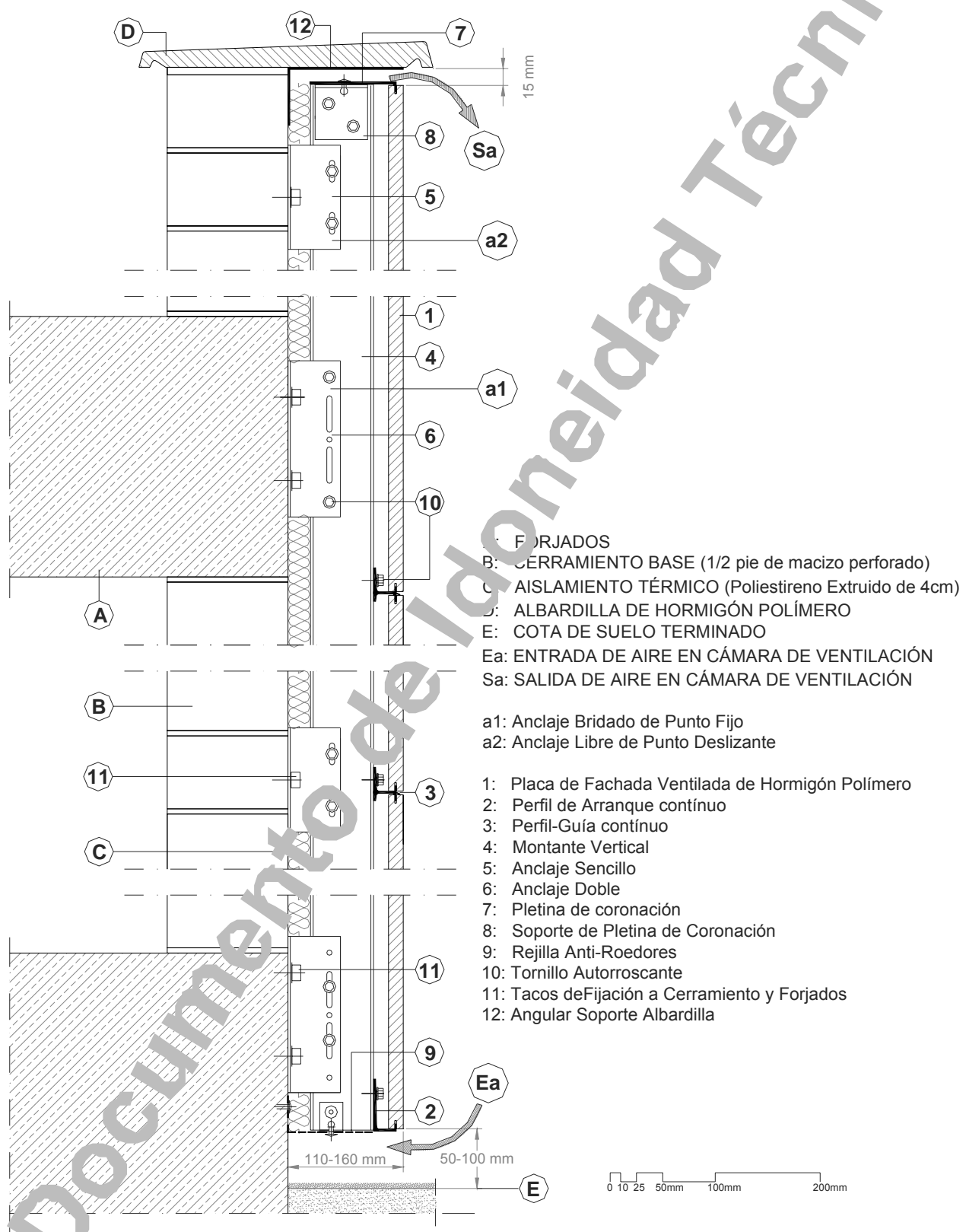


FIGURA 9

ENCUENTRO DE ESQUINA CON PIEZA DE CANTO MOLDEADO

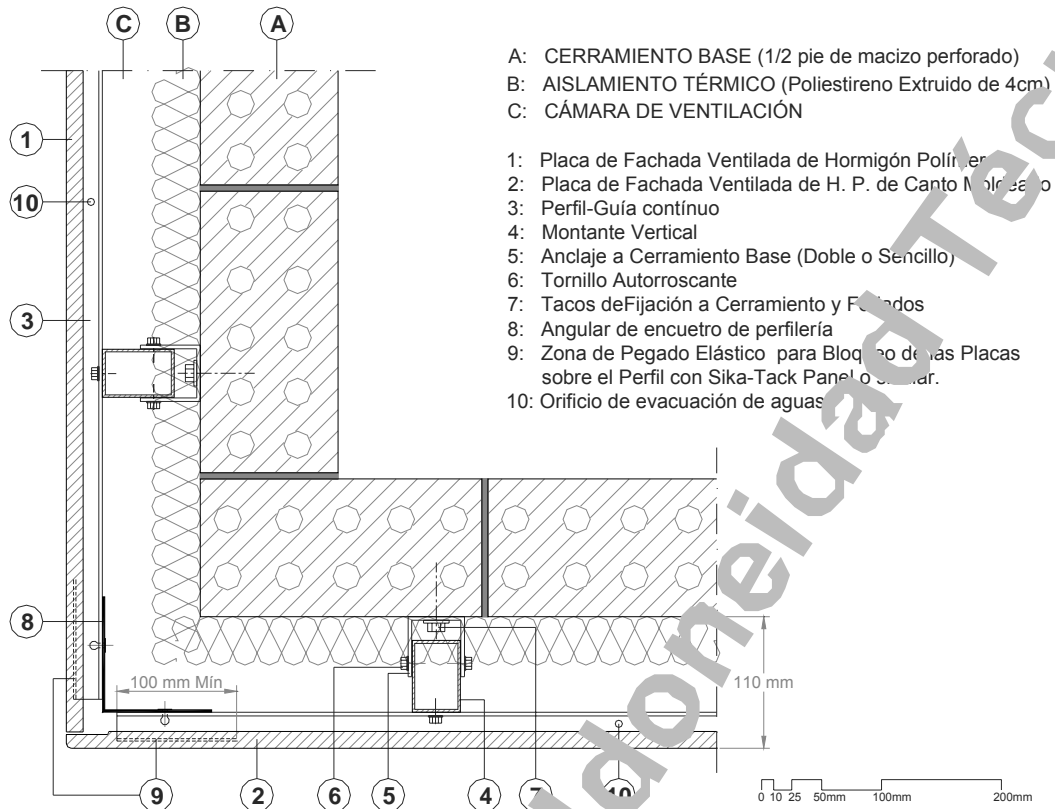


FIGURA 10

REVESTIMIENTO DE VIERTEAGUAS CON PIEZA DE CANTO MOLDEADO

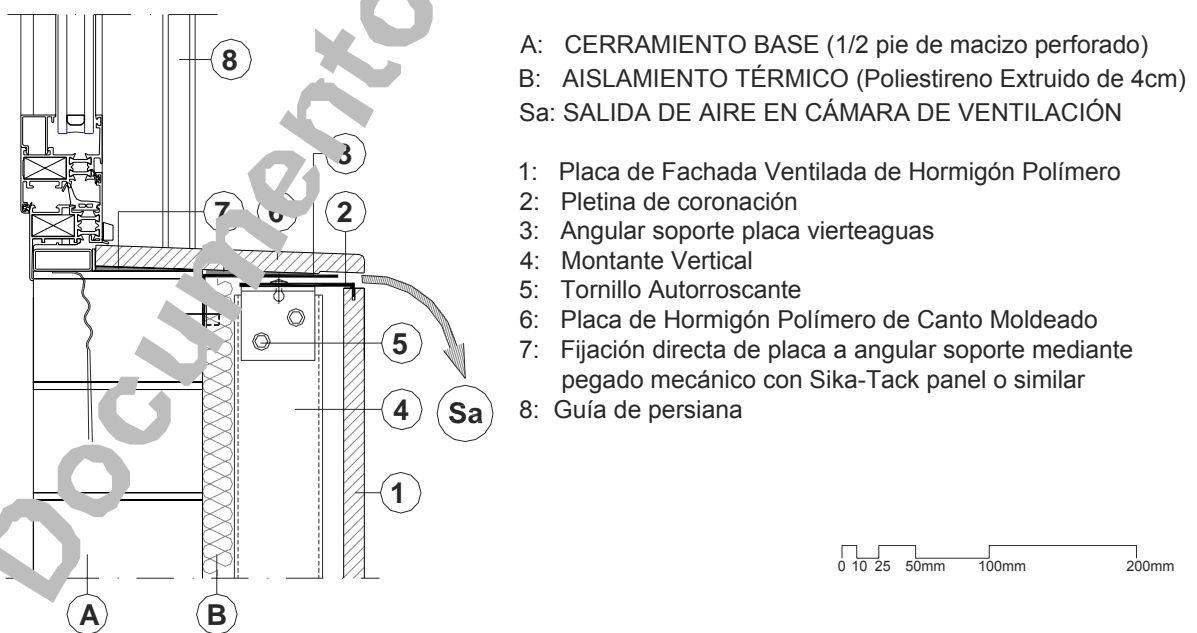


FIGURA 11

REVESTIMIENTO DE DINTEL CON PIEZA DE CANTO MOLDEADO

