

## Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas con baldosas cerámicas KERABEN

CONCESIÓN



C/ SERRANO  
GALVACHE, 4  
28033 MADRID  
España

Fabricante:  
KERABEN, S.A.  
Domicilio Social:  
Ctra. Valencia - Barcelona, km. 4,3.  
12520 NULES (Castellón)  
España

Telf. 964 659 500  
Fax. 964 659 503  
E-mail: keraben.systems@keraben.com  
http:// www.keraben.com

C.D.U: 69.022.325  
Bardage  
Cladding Kit

### 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. 511

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 (en adelante CTE) sobre conformidad con el CTE de los productos, equipos y sistemas innovadores, que establece que un sistema constructivo es conforme con el CTE si dispone de una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto,
- considerando la solicitud formulada por la Sociedad KERABEN, S.A., para la concesión de un DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA al **Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas con baldosas cerámicas KERABEN**,
- 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 13 de mayo de 2008,

### DECIDE

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 511, al **Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas con baldosas cerámicas, KERABEN** 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. 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, KERABEN, S.A., a la vista del proyecto arquitectónico de la fachada realizado por el arquitecto autor del proyecto, proporcionará la definición gráfica desde el punto de vista técnico del proyecto de la fachada ventilada y asistencia técnica suficiente que permita realizar el proyecto técnico de la fachada ventilada, con definición para su ejecución, incluyendo toda la información necesaria de cada uno de los componentes.

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

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

## CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y PUESTA EN OBRA

El Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas con baldosas cerámicas KERABEN 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.

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por KERABEN, S.A., o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por ésta, bajo su control técnico. KERABEN SYSTEMS garantizará 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 KERABEN, S.A., estará disponible en el IETcc. De acuerdo con lo anterior, el presente documento ampara exclusivamente aquellas obras que hayan sido realizadas por KERABEN, S.A. 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 511, 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 9 de junio de 2013.

Madrid, 9 de junio de 2008

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS  
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

Carlos Miravittles Torras.

## INFORME TÉCNICO

### 1. OBJETO

Revestimiento de fachadas ventiladas realizado con baldosas cerámicas KERABEN, S.A. reforzadas con malla de fibra de vidrio por su cara posterior, fijadas a una subestructura vertical de aluminio, solidaria con el muro soporte.

### 2. PRINCIPIO Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Las baldosas se fijan mediante grapas de acero inoxidable a la subestructura vertical, constituida por perfiles verticales anclados al muro soporte y/o a la estructura del edificio mediante ménsulas regulables (ver figura 1).

La composición típica de la fachada ventilada con baldosas cerámicas de KERABEN, S.A. consta de las siguientes hojas:

1. Baldosa de cerámica de KERABEN, S.A.
2. Cámara de aire ventilada en la que se coloca habitualmente un aislamiento térmico no suministrado por KERABEN, S.A.
3. Subestructura portante de aluminio anclada al muro soporte. Esta subestructura, no fabricada por KERABEN, S.A., está formada por:
  - Ménsulas.
  - Perfil vertical.
  - Placa portagrapas.
  - Grapas.

Las baldosas quedan fijadas mecánicamente a la subestructura vertical mediante unas ranuras practicadas en los bordes de la baldosa, en las que se introducen las grapas. Las grapas trabajan por sustentación y retención en los lomos de las baldosas.

Las grapas se fijan a los perfiles verticales por medio de placas portagrapas (ver figuras 3 y 4).

El Sistema puede incorporar aislamiento que será definido por el Proyecto de Ejecución cumpliendo con el CTE, en lo relativo a Ahorro Energético (DB-HE) y a protección frente al ruido (DB-HR).

El Sistema se articula mediante las oportunas fijaciones, espaciando las baldosas entre sí mediante juntas verticales y horizontales. Las juntas entre baldosas deben ser siempre abiertas. La junta vertical ha de ser de 3 a 7 mm y la junta horizontal de 4 a 6 mm.

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 del edificio y al muro soporte mediante ménsulas. Las ménsulas se disponen alternándolas a ambos lados del perfil vertical y con una distancia máxima de 1,0 m; duplicándolas cuando el cálculo así lo exija y al menos cada aprox. 3,5 m, coincidiendo con la estructura horizontal del edificio (vigas y/o cantos del forjado) cuando la estructura del edificio sea de pilares y forjados.

### 3. MATERIALES Y COMPONENTES

#### 3.1 Baldosas

Las baldosas cerámicas tienen 13 mm de espesor fabricadas con arcillas, sílice, fundentes, colorantes y otros materiales, generalmente utilizadas como revestimiento de suelos, paredes y fachadas. Se fabrican mediante molturación, tamizado, conformado, humidificación, etc., y se moldea por prensado a temperatura ambiente. A continuación son secadas y posteriormente cocidas en hornos a alta temperatura.

Las baldosas son impermeables en su cara vista y prácticamente impermeables en su costilla o cara posterior (a.a.  $\leq 0,5\%$ ), incorpora una malla de fibra de vidrio en su cara posterior adherida con resinas poliméricas para prevenir desprendimientos en caso de rotura de la baldosa.

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 14411:2007, que aplica a las baldosas cerámicas, incluyendo las baldosas que se suministran previamente montadas en baldosas u hojas, con absorción de agua,  $E \leq 3\%$ , según grupo A1 de la norma UNE-EN 14411:2007 destinadas a revestimiento de paredes y suelos en el interior y en el exterior:

- De acuerdo a su composición: baldosa cerámica.
- De acuerdo a su resistencia mecánica se define: Cumple con la normativa UNE-EN 14411:2007. Es decir, el módulo rotura será  $> 35 \text{ N/mm}^2$  (Ver punto 3.1.2).

### 3.1.1 Características dimensionales

Las dimensiones estándar de fabricación de las baldosas están definidas en la siguiente tabla:

DIMENSIONES DE BALDOSAS				
Referencia	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg)
100 x 50	1.000	500	13	≈ 15

Para el mismo espesor se pueden suministrar otras dimensiones de baldosas inferiores a éstas, con tolerancias equivalentes, siempre que las solicitaciones debidas a la acción del viento a las que están trabajando las baldosas sean menores que las definidas en este documento.

Las exigencias geométricas de las baldosas son las siguientes:

GEOMETRÍA DE BALDOSAS				
Longitud	Anchura	Espesor	Rectitud de bordes	Descuadre
Tolerancia (%)	Tolerancia (%)	Tolerancia (%)	Tolerancia (%)	Tolerancia (%)
± 0,2 %	± 0,2 %	± 5 %	± 0,2 %	± 0,2 %

Las dimensiones de las baldosas y el ranurado quedan recogidas en la figura 9.

### 3.1.2 Características físicas y mecánicas

Las propiedades físicas de las baldosas se definen en la siguiente tabla:

Propiedad	Valor	Unidad	Ensayo
Densidad	≈ 2,4	g/cm <sup>3</sup>	
Módulo de rotura Bla	≥ 35	MPa	UNE-EN 14411:2007 Sobre probeta de 100 x 50 x 13 mm.
Tensión de rotura	≥ 30	MPa	UNE-EN ISO 10545-1:1997 Sobre baldosa de 1.000 x 500 mm
Coefficiente de dilatación térmica	7·10 <sup>-6</sup>	K <sup>-1</sup>	UNE-EN ISO 10545-8:1997
Reacción al fuego	A1	-	Decisión 96/603/CE

### 3.1.3 Identificación:

Sobre la etiqueta identificativa en el palé se indica:

- Marca comercial del fabricante.
- Color y textura.
- Fecha de fabricación.
- Dimensiones nominales.
- Cantidad de baldosas de las dimensiones nominales correspondientes.
- Etiqueta identificativa con logotipo y número de DIT.
- Código de identificación del lote de fabricación (trazabilidad, fecha de fabricación, etc.).

### 3.2 Subestructura para fijación de Baldosas

#### 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 tratamiento T5 cuyas características básicas se detallan a continuación:

#### Propiedades físicas:

- Peso específico: 2,70 g/cm<sup>3</sup>.
- Coeficiente de dilatación lineal: 23,6·10<sup>-6</sup> K<sup>-1</sup> (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	R <sub>m</sub> (Mpa)	R <sub>p0.2</sub> Mpa	A %	Dureza Brinell
6063 T5	≥175	≥ 130	≥ 8	≈ 55

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

## Características de la perfilería

Las dimensiones de la ménsula más representativa quedan recogidas en la figura 5 a título orientativo; y las dimensiones de los montantes, en la figura 6.

	Dimensiones (mm)	Sección (cm <sup>2</sup> )	Perímetro (mm)	Peso (kg/ml)	x <sub>c</sub> (mm)	I <sub>xc</sub> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>c</sub> (mm)	I <sub>yc</sub> (cm <sup>4</sup> )
Perfil vertical	30 x 45 x 2,6	296,43	240,43	0,80	22,50	3,72	12,56	9,21
Ménsula 60 x 60	60 x 60 x 5,0	575,00	240,00	1,55	16,85	19,91	43,15	19,91
Ménsula 60 x 80	60 x 80 x 5,0	675,00	280,00	1,82	14,72	44,31	55,28	21,68

Se podrán emplear otras ménsulas, en función de las necesidades de cada proyecto, debiendo quedar justificado por cálculo el correcto comportamiento de las mismas frente a las solicitaciones a las que se encuentren sometidas.

### Identificación:

- Marca comercial del fabricante.
- Código de fabricación, que permite su trazabilidad.
- Material y dimensiones nominales.
- Etiqueta identificativa con logotipo y número de DIT.

### 3.2.2 Placa portagrapas para fijación de las grapas

El sistema de fijación mecánica de las baldosas a los perfiles verticales se compone de dos elementos: placa portagrapas y grapas.

Las placas portagrapas, encargadas de sustentar las grapas, se fijan a los perfiles verticales por medio de tornillos autotaladrantes.

Las placas portagrapas serán de acero inoxidable A2 AISI 304 y espesor general 2,15 mm ( $\pm 0,15$  mm) y de características dimensionales según figura 7.

### 3.2.3 Grapas para fijación de baldosas cerámicas

Las grapas serán de aluminio extruido, conforme con las especificaciones técnicas de las calidades de aluminio de aleación 6063 con tratamiento T5, de características mecánicas según punto 3.2.1 y características dimensionales según figura 8 (tolerancia de  $\pm 0,15$  mm).

## 3.3 Tornillería

- Unión del perfil vertical a las ménsulas:

Tornillo autotaladrante DIN 7504k de acero inoxidable A2 de cabeza hexagonal 5,5x19.

- Unión de la placa portagrapas al perfil vertical:

Tornillo autotaladrante de acero inoxidable A2 de diámetro 4,2 mm y longitud 14 mm, tipo DXP361 de ETANCO o similar.

## Características de la tornillería

Producto de clase	Tornillos – Varillas - Pernos				Tuercas	
	Clase de resistencia	Resistencia a tracción R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	Límite elástico R <sub>p0,2</sub> N/mm <sup>2</sup>	Alargamiento en rotura A mm	Resistencia en la carga de prueba S <sub>p</sub>	
					Tuercas de tipo 1 (m $\geq$ 0,8d) N/mm <sup>2</sup>	Tuercas estrechas (0,5d $\leq$ m < 0,8d) N/mm <sup>2</sup>
A2	50	$\geq 500$	$\geq 210$	$\geq 0,6 \cdot d$	$\geq 500$	$\geq 250$
	70	$\geq 700$	$\geq 450$	$\geq 0,4 \cdot d$	$\geq 700$	$\geq 350$
	80	$\geq 800$	$\geq 600$	$\geq 0,3 \cdot d$	$\geq 800$	$\geq 400$
M8	Clase de resistencia	Par de apriete N·m	Límite de rotura kN	Límite elástico kN	Sección de resistencia mm <sup>2</sup>	
	50	7,8	18,3	7,7	36,6	
	70	17,5	25,6	16,4		
	80	22,0	29,2	21,9		

### 3.4 Anclajes de la 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 se empleará un anclaje metálico de expansión mediante rosca, con alta capacidad de carga tipo Fixbolt o similar, en acero cincado electrolítico de 5 micras de espesor; tornillo tirafondo de cabeza exagonal de acero de calidad 6.8 (600 MPa) y métrica 8x80 según DIN 933; y arandela grande especial.

### 3.5 Malla de fibra de vidrio

Por la parte posterior de las baldosas se adhiere una malla de fibra de vidrio con acabado retardante de la llama con las siguientes características:

- Composición: 80 % (fibra de vidrio);  
20 % (Alkali resistente con acabado retardante a llama).
- Peso: 98 g/m<sup>2</sup> ± 5% (ISO 3374).
- Distancia a ejes de hilos: 12,5 x 11,8 mm.
- Carga de rotura a tracción
  - longitudinal: 1.650 N/5cm.
  - transversal: 1.400 N/5cm.

Para la fijación de la malla de fibra de vidrio se emplea adhesivo de poliuretano de dos componentes.

## 4. FABRICACIÓN DE BALDOSAS

El proceso de fabricación de las baldosas tiene lugar en la factoría de KERABEN, S.A. en Nules (Castellón) e incluye generalmente las siguientes etapas sucesivas:

- Dosificación, mezcla y amasado vía húmeda de las materias primas que compondrán el soporte de la baldosa cerámica.
- Atomización del producto de molturación para conformar el polvo húmedo conformable.
- Prensado para conformar el soporte decorable de la baldosa.
- Decoración (esmaltado, serigrafiado).
- Cocción.
- Mecanizado (rectificado) y prueba de resistencia.

- Clasificación.
- Mecanizado (ranurado) y enmallado.
- Embalaje y almacenamiento previo a su expedición.

## 5. CONTROL DE CALIDAD

### 5.1 Baldosas

KERABEN, S.A., en su fábrica de Nules (Castellón) tiene implantado un Plan de Calidad en cumplimiento de lo establecido en el Sistema de Gestión de la Calidad de la empresa aprobado por SGS con Certificado N° ES-0256/1994 de acuerdo con la norma UNE EN ISO 9001:2000.

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

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

Complementariamente, KERABEN, S.A. realiza un muestreo y determinación de las características físicas y químicas 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

PROCESO	CONTROL
<b>Preparación de pastas</b>	Control de humedad de las materias primas, verificación del tamaño de bola del material molturante, densidad y viscosidad de la barbotina proveniente de los molinos de vía húmeda, rechazo, determinación del tamaño de partícula de la barbotina, control de humedad del atomizado y distribución granulométrica del mismo control de temperatura de los gases de secado en el atomizador, contracción lineal.
<b>Prensado</b>	Presión de prensado, peso de las piezas, densidad aparente, resistencia mecánica, temperatura de salida de las piezas del secadero post prensado, desviación de la ortogonalidad.
<b>Esmaltado y decoración</b>	Densidad y viscosidad del engobe, esmalte y serigrafías. Peso de la aplicación.
<b>Cocción</b>	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.

PROCESO	CONTROL
<b>Mecanizado</b>	Control dimensional a la salida de los procesos de mecanizado.
<b>Clasificación</b>	Control superficial de aspecto, determinación de las desviaciones dimensionales en cuanto a longitud y anchura, rectitud de lados, ortogonalidad, planitud de superficie y alabeo
<b>Ranurado y enmallado</b>	Determinación de las desviaciones dimensionales en cuanto a posición y anchura de la ranura. Control del enmallado.

### 5.1.3 Productos acabados

Inspección al 100% de las características dimensionales y superficiales de las baldosas, 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/mm<sup>2</sup>).
  - 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 KERABEN, S.A., por lo que se exige a los proveedores un certificado en cada suministro relativo a las especificaciones técnicas y cumplimiento de la normativa respectiva.

Los controles que KERABEN, S.A. realiza a ménsulas, montantes, placas portagrapas y grapas 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 del anclaje debe garantizar que los productos del sistema de anclaje hayan superado controles internos de fabricación y producto final, de acuerdo a las normas y procedimientos internos del mismo. Asimismo, de que todos estos productos cumplen con las especificaciones del material y valores de carga que se indican en los manuales y catálogos en vigor del suministrador, siempre y cuando se instalen según sus recomendaciones e instrucciones.

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

## 6. EMBALAJE, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN

Las baldosas se distribuyen en palés de madera, flejadas en fardos no superiores a 3 unidades con varios puntos de pegamento entre cada una de ellas para evitar el rozamiento. En el paletizado se formará 2 bloques con separadores de cartón entre ambos y por último el palé será perfectamente flejado y enfundado.

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

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

Se evitará que los materiales sean golpeados tanto durante la descarga como durante la manipulación, evitando dejarlos caer.

Durante el transporte y montaje de las baldosas se deberán usar guantes para su manipulación.

## 7. PUESTA EN OBRA

### 7.1 Especificaciones generales

El montaje de las baldosas sobre estructura de aluminio lo ha de realizar personal especializado mediante los elementos de fijación anteriormente descritos, de forma que la baldosa no se encuentre bajo tensión y tenga suficiente libertad de movimientos.

### 7.1.1 Sistema de fijación

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

- Cargas de viento
- Distancias máximas entre puntos de fijación de las baldosas
- Formato de las baldosas

Las fijaciones de la subestructura al soporte deberán calcularse para resistir las tensiones transmitidas, para lo cual se estudiará el estado y tipo de soporte, que permitan la elección del anclaje adecuado, como se describe en el punto 3.4.

### 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.

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

## 7.2 Montaje

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

- Replanteo.
- Colocación de ménsulas.
- Colocación de perfiles.
- Colocación del aislante si procede.
- Colocación de placa portagrapas y grapas en la franja inferior de la fachada.
- Colocación sucesiva de placas portagrapas, grapas y baldosas, de abajo hacia 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.

La distancia entre ejes de perfiles dependerá del formato de baldosa, con una distancia de separación máxima aproximada de 100 cm, conforme a lo definido en el proyecto y justificado por cálculo.

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

### 7.2.2 Colocación de ménsulas

En primer lugar se fijarán sobre el muro soporte y la estructura portante correspondiente las ménsulas mediante anclajes adecuados.

Se realizará una colocación y distribución de las ménsulas alineadas en sentido vertical y contrapeadas, distribuidas entre cantos de forjado. La distancia en vertical dependerá del tipo y estado del soporte y a su vez de las cargas que tenga que transmitir al mismo, siendo, siempre que lo permita el soporte, inferior a 100 cm.

### 7.2.3 Colocación de los perfiles verticales

Los perfiles verticales se colocarán con una distancia máxima aproximada de 100 cm entre perfiles.

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

La junta horizontal mínima entre montantes verticales será de 2 mm por metro lineal de perfil.

### 7.2.4 Colocación de aislante

Siempre que se aplique, se cubrirá toda la cara exterior del muro soporte y la estructura resistente



del edificio según las especificaciones del proyecto.

#### 7.2.5 Colocación de placa portagrapas, grapas y baldosas

Primero se coloca la placa portagrapas, atornillándola, con dos tornillos al perfil vertical.

A continuación se acoplan las grapas de arranque a la placa portagrapas y se sitúa la baldosa cerámica sobre las grapas inferiores, encajando las patillas superiores de las grapas en la pieza. Acto seguido se colocan las grapas superiores, encajando perfectamente sobre las ranuras superiores y a su vez se introducen en la placa portagrapas. Las piezas quedarán así estabilizadas.

El mismo procedimiento se empleará en los niveles superiores.

#### 7.2.6 Juntas

Las juntas entre baldosas deben ser siempre abiertas. La junta vertical ha de ser entre 3 y 7 mm; la junta horizontal será de 4 a 6 mm.

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

Una misma baldosa no podrá quedar fijada a dos perfiles verticales distintos, según la dirección vertical.

### 8. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

El fabricante aporta como referencias las siguientes obras:

- Oficinas Recosan (Edificio de oficinas) Vall de Uxó (Castellón), 450 m<sup>2</sup> (2006).
- Biblioteca municipal de Ermua (Vizcaya), 1.000 m<sup>2</sup> (2006).
- Edificio de oficinas Añuri, Añezcar (Navarra), 200 m<sup>2</sup> (2006).
- Hotel ABBA, HUESCA, 1.100 m<sup>2</sup> (2006).
- Edificio de viviendas "Juan Carlos I", Talavera de la Reina, 2.500 m<sup>2</sup> (2007).
- Edificio de viviendas "Reyes Católicos", Talavera de la Reina, 6000 m<sup>2</sup> (2007).
- Hotel en Algeciras (Cádiz), 700 m<sup>2</sup> (2007).
- Geriátrico "Suite La Marquesa", Jerez de la frontera (Cádiz), 400 m<sup>2</sup> (2007).
- Rehabilitación Edificio "El Madrugador", Pto. de Sta. María (Cádiz), 8000 m<sup>2</sup> (2007).
- Rehabilitación Hospital Gran Vía, Castellón, 4000 m<sup>2</sup> (2008).

- Hotel Playa Cotobrom, Almuñécar (Málaga), 1300 m<sup>2</sup> (2008).
- Edificio de viviendas "Picasso", Jerez de la Frontera (Cádiz), 3300 m<sup>2</sup> (2008).

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 relativo a Seguridad Estructural – Acciones en Edificación. Para el cálculo se considera que:

- Las baldosas cerámicas deben soportar la carga del viento (presión/succión) y transmitirla a través de la subestructura y los anclajes al soporte, que deberá resistir dicho esfuerzo. Las baldosas, fijaciones, subestructura y anclajes, deben resistir los esfuerzos producidos por el viento, junto con su propio peso.
- La flecha de las baldosas cerámicas debe ser igual o menor que 1/150 de la distancia entre puntos de fijación.
- La flecha de los perfiles debe ser igual o menor que 1/150 de la distancia entre puntos de fijación.
- El peso propio de las baldosas se reparte entre las grapas inferiores, que, junto con la placa portagrapas, deberán transmitir las solicitaciones previstas.

### 10. ENSAYOS

Los siguientes ensayos se ha realizado en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) (Informe nº 18.780-1 de acuerdo con las normas UNE-EN ISO 10545, el EOTA Technical Report TR 001 y el borrador de la Guía EOTA "Guideline for European Technical Approval of Kits for external wall claddings. Part 1: Ventilated cladding elements and associated fixing devices".

#### 10.1 Ensayos de identificación de las baldosas cerámicas

##### 10.1.1 Geométricos

Ensayo realizado conforme a la norma UNE-EN ISO 10545-2:1998.

Se indican los valores máximos, mínimos y medios en las distintas mediciones realizadas a

10 baldosas de 1.000 mm x 500 mm x 13 mm de dimensiones nominales.

- Longitud:	Valor máximo	L = 1.000,11 mm
	Valor mínimo	L = 999,01 mm
	Valor medio	L = 999,75 mm
- Anchura:	Valor máximo	a = 499,67 mm
	Valor mínimo	a = 499,40 mm
	Valor medio	a = 499,57 mm
- Espesor:	Valor máximo	e = 13,76 mm
	Valor mínimo	e = 12,36 mm
	Valor medio	e = 13,10 mm
- Rectitud de bordes:	Valor máximo	R = 0,20 %
	Valor mínimo	R = 0,00 %
	Valor medio	R = 0,03 %
- Ortogonalidad:	Valor máximo	R = 0,15 %
	Valor mínimo	R = 0,00 %
	Valor medio	R = 0,06 %

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:

$$D_{ap} = 2,36 \text{ g/cm}^3.$$

#### 10.1.3 Absorción de agua

Según la Norma UNE-EN ISO 10545-3:1997 el valor medio de absorción de agua es:

$$W = 2,90 \%$$

### 10.2 Características mecánicas.

#### 10.2.1 Ensayo a flexión de las baldosas

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

El ensayo se ha realizado sobre 5 baldosas de 1.000 mm x 500 mm x 13 mm de dimensiones nominales, aplicando una carga en el centro de la baldosa.

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

Tensión de rotura máxima:	$\sigma_{\text{máx}} = 34,70 \text{ MPa}$
Tensión de rotura mínima:	$\sigma_{\text{mín}} = 31,05 \text{ MPa}$
Tensión de rotura media:	$\sigma_{\text{medio}} = 33,22 \text{ MPa}$

Presión uniforme de viento<sup>(1)</sup>:  $P_v = 7,44 \text{ kN/m}^2$

### 10.3 Durabilidad

Se determina para cada ensayo de durabilidad, la carga de rotura y la tensión de rotura para 5 baldosas de 1.000 mm x 500 mm x 13 mm de dimensiones nominales, de acuerdo a lo definido en el apartado 10.2, una vez se ha realizado el ensayo de envejecimiento acelerado.

#### 10.3.1 Estufa a 80 °C

Se mantienen las baldosas en estufa a 80 °C durante 28 días y 56 días, con los siguientes resultados de tensión de rotura y carga de rotura:

##### a) Estufa a 28 días

Tensión de rotura máxima:	$\sigma_{\text{máx}} = 36,41 \text{ MPa}$
Tensión de rotura mínima:	$\sigma_{\text{mín}} = 28,69 \text{ MPa}$
Tensión de rotura media:	$\sigma_{\text{medio}} = 32,46 \text{ MPa}$
Presión uniforme de viento <sup>(1)</sup> :	$P_v = 6,87 \text{ kN/m}^2$

##### b) Estufa a 56 días

Tensión de rotura máxima:	$\sigma_{\text{máx}} = 33,88 \text{ MPa}$
Tensión de rotura mínima:	$\sigma_{\text{mín}} = 29,46 \text{ MPa}$
Tensión de rotura media:	$\sigma_{\text{medio}} = 31,43 \text{ MPa}$
Presión uniforme de viento <sup>(1)</sup> :	$P_v = 7,05 \text{ kN/m}^2$

#### 10.3.2 Saturación y secado

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

- Inmersión en agua a temperatura ambiente durante 18 horas
- Secado en estufa a  $60 \pm 5 \text{ °C}$  durante 6 horas.

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

Tensión de rotura máxima:	$\sigma_{\text{máx}} = 33,80 \text{ MPa}$
Tensión de rotura mínima:	$\sigma_{\text{mín}} = 28,10 \text{ MPa}$
Tensión de rotura media:	$\sigma_{\text{medio}} = 31,24 \text{ MPa}$
Presión uniforme de viento <sup>(1)</sup> :	$P_v = 6,73 \text{ kN/m}^2$

#### 10.3.3 Hielo-Deshielo

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

<sup>(1)</sup> Presión uniforme de viento correspondiente a la tensión de rotura mínima.

- 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 baldosas cerámicas son:

Tensión de rotura máxima:  $\sigma_{\text{máx}} = 39,64 \text{ MPa}$   
 Tensión de rotura mínima:  $\sigma_{\text{mín}} = 28,98 \text{ MPa}$   
 Tensión de rotura media:  $\sigma_{\text{medio}} = 33,91 \text{ MPa}$   
 Presión uniforme de viento<sup>(2)</sup>:  $P_v = 6,94 \text{ kN/m}^2$

No se produjo rotura del ranurado de las baldosas.

#### 10.4 Ensayo de aptitud de empleo del Sistema

##### 10.4.1 Ensayo de choque de cuerpo duro

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en borrador de la Guía EOTA "Guideline for European Technical Approval of Kits for external wall claddings. Part 1: Ventilated cladding elements and associated fixing devices" (edición de enero de 2006) apartado 5.4.4.1 "Resistance to hard body impact".

Para la realización del ensayo se dispuso un montaje de baldosas de 1.000 mm x 500 mm x 13 mm de dimensiones nominales, ancladas a la subestructura de aluminio según se describe en el informe técnico, y ésta a su vez se ancló al banco de ensayo. La separación entre montantes era de 1.000 mm.

Se realizó un segundo montaje con un perfil intermedio al que se fijaron las baldosas por medio de un mástico de poliuretano.

El ensayo se realizó impactando unas bolas de acero de 0,5 y 1 kg de peso sobre las baldosas objeto de ensayo. Se obtuvieron los siguientes resultados, para las dos soluciones ensayadas:

- a) Baldosas ancladas mecánicamente en sus extremos (4 anclajes)

Energía de impacto	
1 Julios	rotura sin desprendimiento
3 Julios	rotura sin desprendimiento
10 Julios	rotura sin desprendimiento

<sup>(2)</sup> Presión uniforme de viento correspondiente a la tensión de rotura mínima.

- b) Baldosas ancladas mecánicamente en sus extremos (4 anclajes) con un perfil central

Energía de impacto	
1 Julios	no rompe ni fisura
3 Julios	fisura sin rotura
10 Julios	rotura sin desprendimiento

##### 10.4.2 Ensayo de choque de cuerpo blando

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en borrador de la Guía EOTA "Guideline for European Technical Approval of Kits for external wall claddings. Part 1: Ventilated cladding elements and associated fixing devices" (edición de enero de 2006) apartado 5.4.4.2 "Resistance to soft body impact".

Para la realización del ensayo se dispuso un montaje de baldosas de 1.000 mm x 500 mm x 13 mm de dimensiones nominales, ancladas a la subestructura de aluminio según se describe en el informe técnico, y ésta a su vez se ancló al banco de ensayo. La separación entre montantes era de 1.000 mm.

El ensayo se realizó impactando con unos sacos de 3 y 50 kg de peso sobre las baldosas objeto de ensayo situadas sobre un banco indeformable. Se obtuvieron los siguientes resultados, para las dos soluciones ensayadas:

Energía de impacto	
10 Julios	no rompe ni fisura
3 x 60 Julios	no rompe ni fisura
300 Julios	rotura sin desprendimiento

##### 10.4.3 Ensayo de comportamiento higrotérmico

Ensayo realizado conforme a las especificaciones establecidas en borrador de la Guía EOTA "Guideline for European Technical Approval of Kits for external wall claddings. Part 1: Ventilated cladding elements and associated fixing devices" (edición de enero de 2006) apartado 5.4.7 "Hygrothermal behaviour".

Para la realización del ensayo se dispusieron tres baldosas de 1.000 mm x 500 mm x 13 mm de dimensiones nominales, ancladas a la subestructura de aluminio según se describe en el informe técnico, y ésta a su vez se ancló a un muro soporte con una separación entre montantes de 1.000 mm.

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

a) Calor-lluvia

Se somete al conjunto a 80 ciclos consistentes, cada ciclo, en:

- Calentamiento a  $70 \pm 5$  °C durante 1 hora para alcanzar la temperatura y 2 horas de mantenimiento.
- Rociado con agua durante 1 hora.
- Drenaje durante 2 horas.
- Pausa de 10 minutos  $\pm$  1 minuto.

Verificándose que, después de los 80 ciclos, no se aprecia ningún defecto aparente en las baldosas ni deformaciones permanentes en los anclajes o perfiles de la subestructura.

b) Calor-hielo

Se somete al conjunto a 5 ciclos consistentes, cada ciclo, en:

- Calentamiento a  $50 \pm 5$  °C durante 1 hora para alcanzar la temperatura y 7 horas de mantenimiento.
- Enfriamiento a  $-20 \pm 5$  °C durante 1 hora para alcanzar la temperatura y 14 horas de mantenimiento.

Verificándose que, después de los 5 ciclos, no se aprecia ningún defecto aparente en las baldosas 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 1,40 kN de carga total; equivalente, para una separación entre montantes de 1,0 m y una separación entre apoyos de 1,0 m, a  $4,20 \text{ kN/m}^2$ .

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 1,40 kN de carga total; equivalente, para una separación entre montantes de 1,0 m y una separación entre apoyos de 1,0 m, a  $4,20 \text{ kN/m}^2$ .

#### 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 baldosa de 1.000 mm x 500 mm x 13 mm de dimensiones nominales, anclada a dos perfiles de aluminio, conforme a las especificaciones dadas por el fabricante y según se describe en el Informe Técnico.

Se realizaron dos series de tres ensayos, una serie con las cargas actuando en el sentido de la presión de viento y otra con las cargas actuando en el sentido de la succión del viento.

a) Resistencia al empuje del viento

La finalización del ensayo se produce por rotura del ranurado de la baldosa, obteniéndose una carga media de rotura de 2,30 kN, equivalente a una presión-succión uniforme de viento de  $4,64 \text{ kN/m}^2$ .

b) Resistencia a succión del viento

La finalización del ensayo se produce por rotura del ranurado de la baldosa, obteniéndose una carga media de rotura de 1,69 kN, equivalente a una presión-succión uniforme de viento de  $3,38 \text{ kN/m}^2$ .

#### 10.4.6 Ensayo de carga vertical

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

Para la realización del ensayo se dispuso de un montaje formado por una baldosa de 1.000 mm x 500 mm x 13 mm de dimensiones nominales, anclada a la subestructura de aluminio, que a su vez se ancla al banco de ensayo con una separación de 975 mm.

Seguidamente se coloca un flexímetro en el centro de la baldosa para poder medir los desplazamientos en sentido vertical de la misma bajo una carga estática que se corresponde con el peso de dos elementos de aplacado (30 kg).

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

## 10.5 Ensayos de durabilidad del sistema

### 10.5.1 Ensayo de fatiga a succión

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

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

Completado el ensayo de fatiga se realiza el ensayo estático tipo inicial a succión de viento. Realizando el ensayo sobre tres baldosas cerámicas se obtuvo un valor medio de carga de rotura de 1,74 kN, equivalente a una succión uniforme de viento de 3,47 kp/m<sup>2</sup>.

## 11. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

### 11.1 Cumplimiento de la reglamentación nacional

#### 11.1.1 SE - Seguridad estructural

El Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas con baldosas cerámicas KERABEN no contribuye a la estabilidad de la edificación.

El cerramiento posterior, soporte del revestimiento de baldosas, 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 composición del cerramiento, incluido, en su caso, el aislante, debe ser conforme con el CTE, Documento Básico de Seguridad frente a Incendios (DB-SI), en lo que se refiere a la

estabilidad al fuego, así como en la reacción al fuego de los materiales que lo integran.

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

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

#### 11.1.3 SU - Seguridad de utilización

Para las zonas inferiores de los edificios, junto a zonas transitables accesibles por el público, se deberá disponer un perfil vertical intermedio al que se fijarán las baldosas por medio de un mástico adhesivo según se describe en el ensayo 10.4.1.

Este perfil no se podrá considerar a efecto de resistir la succión del viento

#### 11.1.4 HS - Salubridad

La solución completa de cerramiento debe garantizar el grado de impermeabilidad mínimo exigido para el edificio al que se incorpore, según se describe en el CTE, Documento Básico de Salubridad (DB-HS), con objeto de satisfacer el requisito básico de protección frente a la humedad (HS 1, punto 2.3).

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 a la correcta solución de los puntos singulares, como 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 al conjunto del cerramiento según lo establecido en la sección HE-1 (Limitación de la demanda energética) del CTE-DB-HE (HE-1, punto 3.2.3).

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

nacional y europea.

#### 11.1.6 **HR - Protección frente al ruido**

La solución completa de cerramiento, y fundamentalmente el muro soporte más el aislamiento, debe ser conforme con las exigencias del CTE-DB-HR en lo que respecta a la protección contra el ruido.

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

#### 11.1.5 **HE - Ahorro energético**

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

El Sistema, tal y como queda descrito en el Informe Técnico, a efectos de cálculo de la transmitancia térmica, según se describe en el Apéndice E del CTE-DB-HE, la cámara de aire tendrá consideración de "cámara de aire muy ventilada", y la resistencia térmica total del cerramiento se obtendrá despreciando la resistencia térmica de la cámara de aire y de las demás capas entre la cámara de aire y el ambiente exterior, e incluyendo una resistencia superficial exterior correspondiente al aire en calma, igual a la resistencia superficial interior del mismo elemento (HE-1, Apéndice E).

#### 11.2 **Utilización del producto. Puesta en obra y 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 baldosas.

##### 11.2.2 **Limitaciones de uso**

Los aspectos relativos al cálculo recogidos en el punto 9 del presente documento se refieren al campo de aplicación del Documento Básico de

Seguridad Estructural relativo a Acciones en la Edificación del CTE (DB-SE-AE).

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

#### 11.3 **Gestión de residuos**

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 baldosas cerámicas 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 y a las recomendaciones del fabricante.

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

## 12. CONCLUSIONES

Verificándose que en el proceso de fabricación de las baldosas de KERABEN, se realiza un control de calidad que comprende:

- Un sistema de autocontrol por el cual el fabricante comprueba la idoneidad de las materias primas, proceso de fabricación y control del producto.
- Comprobación externa del proceso de

fabricación por Laboratorios Externos Acreditados.

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 13 de mayo de 2008<sup>(3)</sup>, fueron las siguientes:

- Se aconseja que KERABEN, S.A. asesore específicamente sobre los valores de succión a los que puedan ser sometidos las baldosas, determinando el número de tornillos de unión de las placas portagrapas a los montantes verticales y de éstos a las ménsulas, así como el correcto apriete de los mismos, según se define en el Informe Técnico.

Se recuerda que en función de la situación concreta del edificio, su forma y dimensiones, los valores de presión y succión de viento en determinados puntos pueden ser superiores a

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

- ACCIONA INFRAESTRUCTURAS INGENIERIA.
- AENOR.
- Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España (CSCAE).
- Control Técnico y Prevención de Riesgos (CPV).
- DRAGADOS.
- Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Madrid (EUATM).
- FCC Construcción, S.A.
- FERROVIAL AGROMAN.
- INTEC Control de Calidad.
- Instituto Técnico de Inspección y Control, S.A. (INTEINCO).
- Laboratorio de Ingenieros del Ejército.
- Ministerio de la Vivienda.
- SOCOTEC IBERIA.
- QUALIBÉRICA.
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

lo descrito en la normativa en vigor, lo que deberá tenerse en cuenta en los cálculos.

- Se aconseja que KERABEN, S.A. asesore en el diseño y ejecución de huecos y puntos singulares.
- 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
- Dado que los perfiles no son continuos, se debe extremar la nivelación de los tramos.
- Todos los elementos metálicos que se incorporen al Sistema, no deberán originar problemas de corrosión.
- Para condiciones excepcionales de alta exposición a la presencia de cloruros, se recomienda recurrir a un acero inoxidable AISI-316 para los anclajes, la tornillería y las placas portagrapas.
- Se recomienda recurrir a arandelas de material plástico que eviten el contacto entre el aluminio de la perfilería y el acero cincado de los anclajes para impedir la corrosión por par galvánico.
- Las juntas del revestimiento se tendrán en cuenta en relación con las juntas de dilatación del edificio.
- Se recuerda que los sistemas de revestimiento de fachadas ventiladas no garantizan, sólo con la hoja exterior de revestimiento, la estanquidad del cerramiento. En todo caso se recomienda estudiar el comportamiento conjunto del cerramiento completo, conforme a lo descrito en el CTE, Documento Básico de Salubridad (DB-HS) en lo relativo a protección frente a la humedad (HS-1).
- Cuando la fachada se encuentre en una zona de alta intensidad pluviométrica y expuesta a bajas temperaturas, se recomienda sellar las ranuras superiores de la baldosa con silicona.
- Se recomienda que una copia del presente Documento de Idoneidad Técnica se incorpore al Libro del Edificio.

FIGURA 1: SECCIÓN VERTICAL

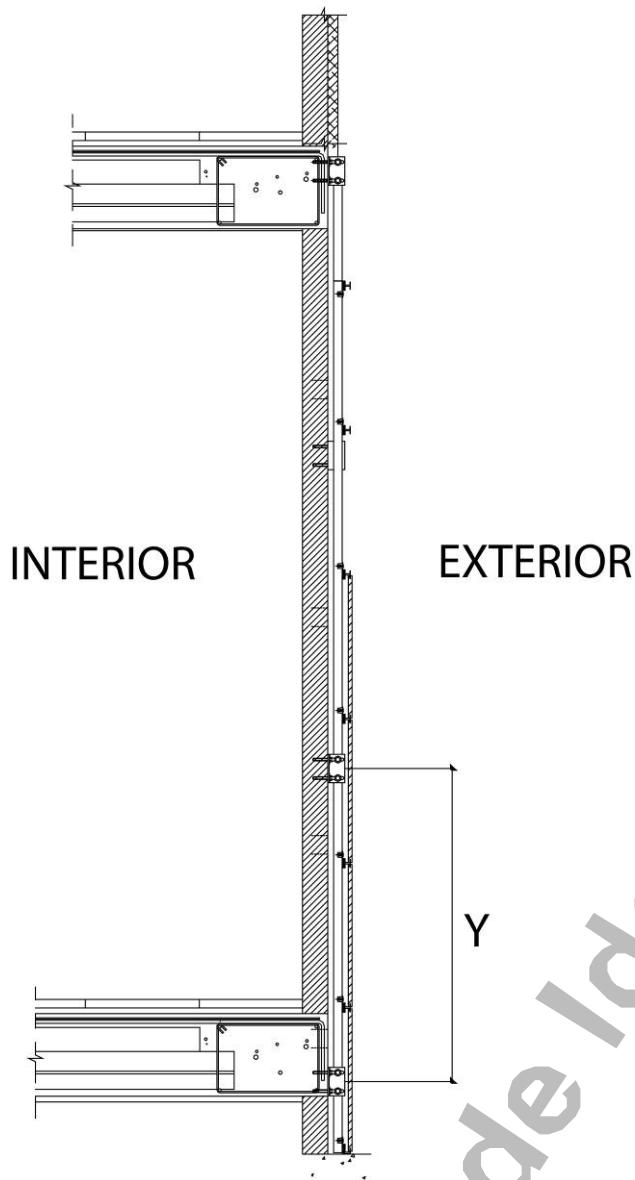


FIGURA 2: FASES DE MONTAJE

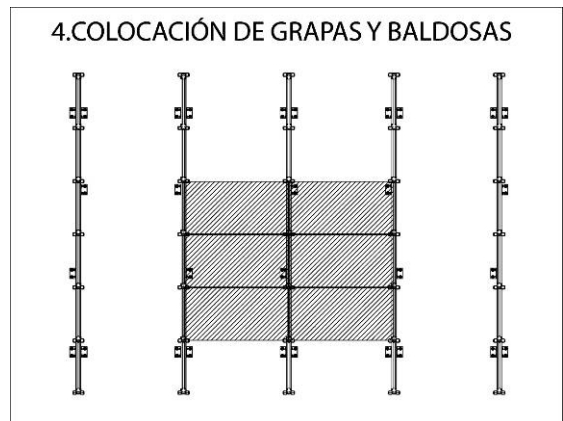
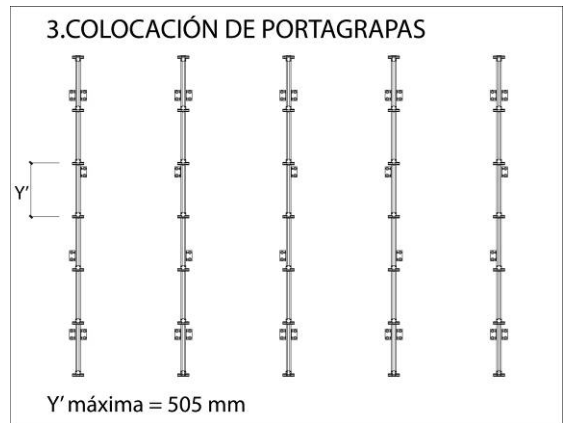
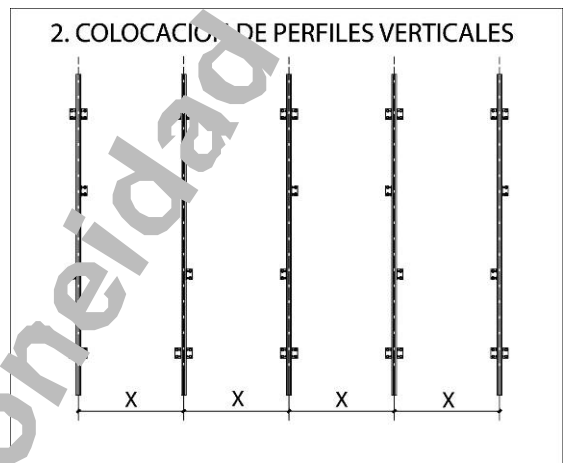
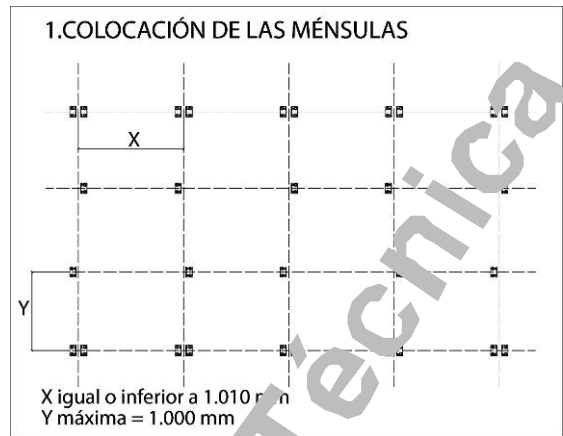
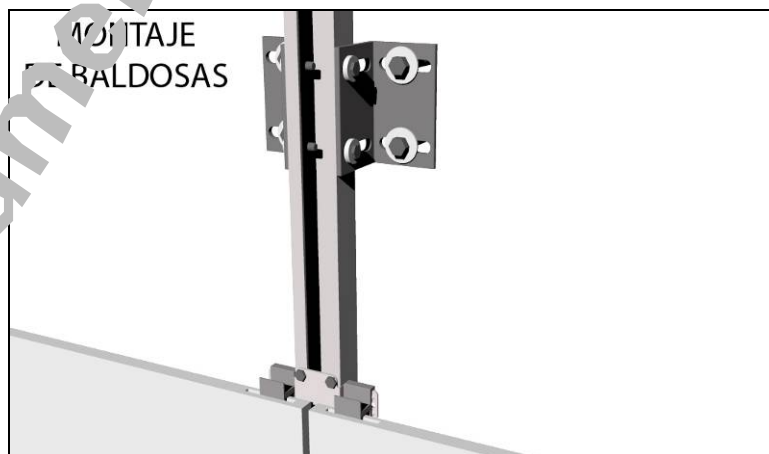
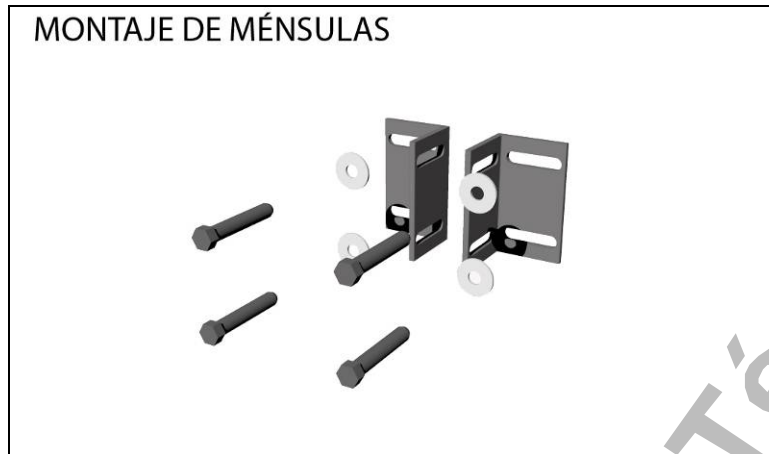


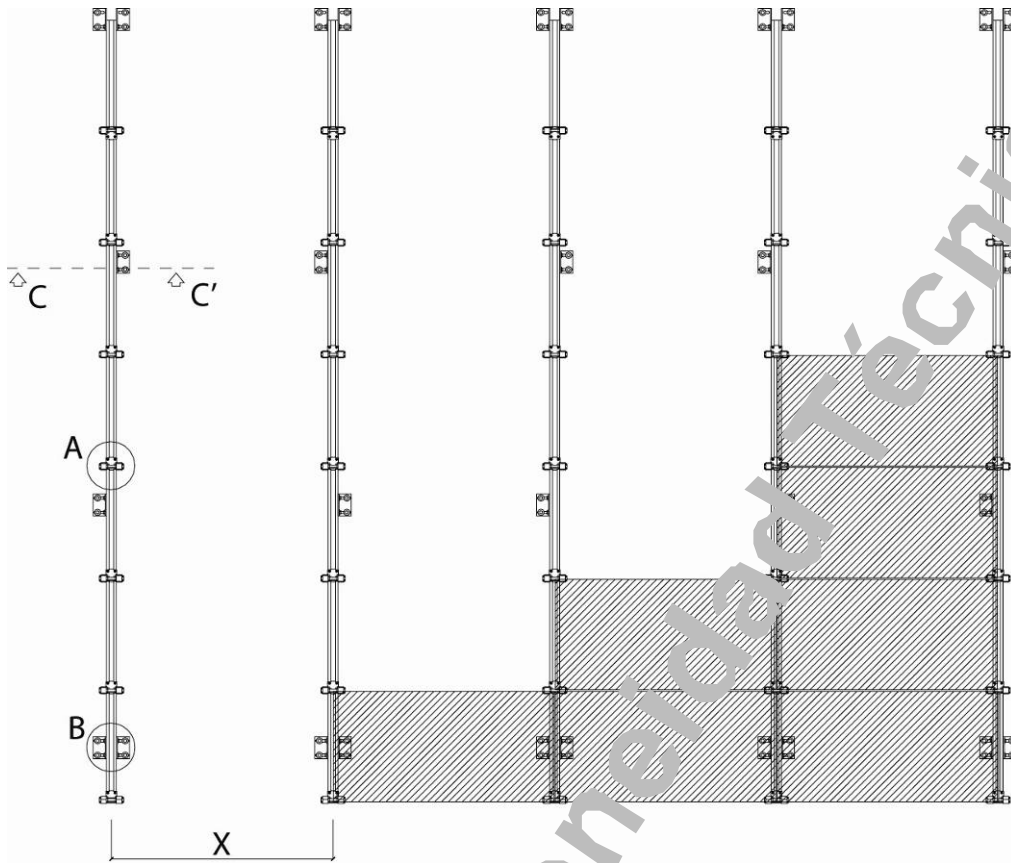


FIGURA 3: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA



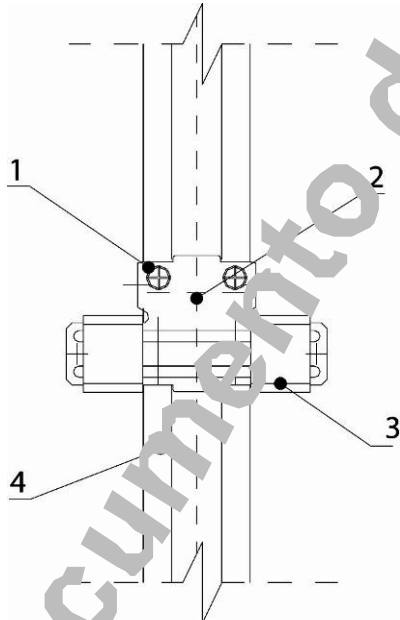
Documento de idoneidad Técnica

FIGURA 4: ALZADO DEL SISTEMA



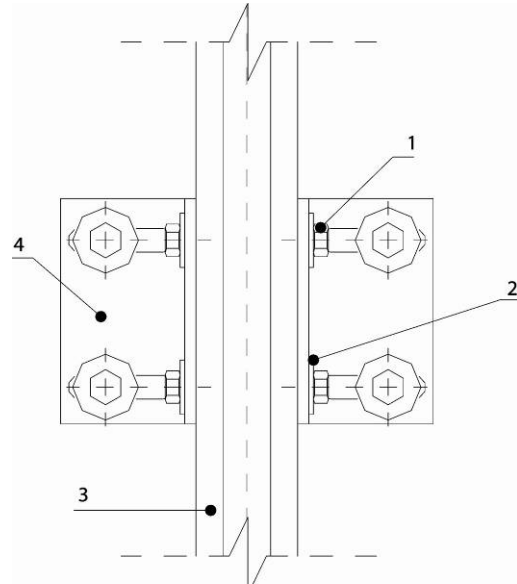
X máxima = 1.010 mm

DETALLE A:  
FIJACIÓN DE LA PLACA PORTAGRAPAS Y LAS GRAPAS



- 1. Tornillo Autorroscante
- 2. Portagrapas
- 3. Grapa
- 4. Perfil

DETALLE B:  
UNIÓN DEL PERFIL VERTICAL A LAS MÉNSULAS



- 1. Tornillo y Taco de Fijación
- 2. Arandela
- 3. Perfil
- 4. Ménsula

FIGURA 5: MÉNSULA

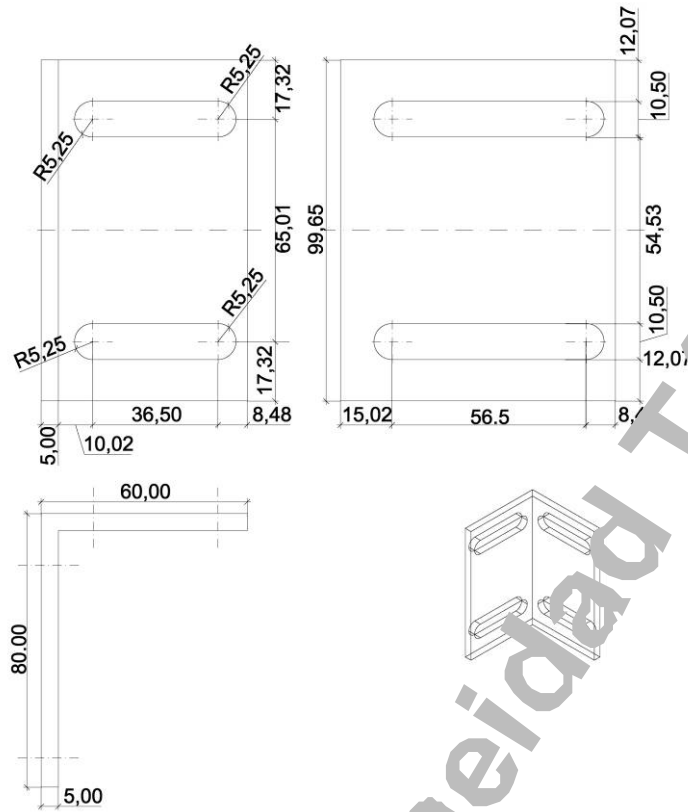


FIGURA 6: PERFIL VERTICAL

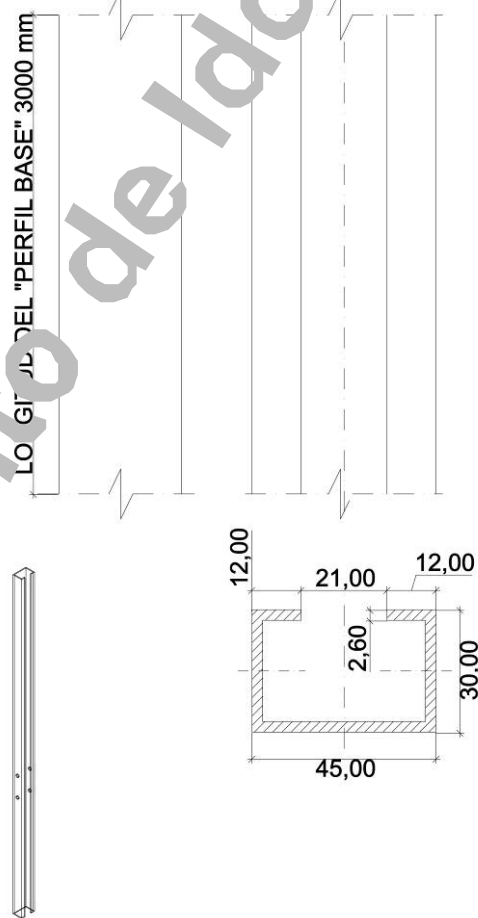


FIGURA 7: PLACA PORTAGRAPAS

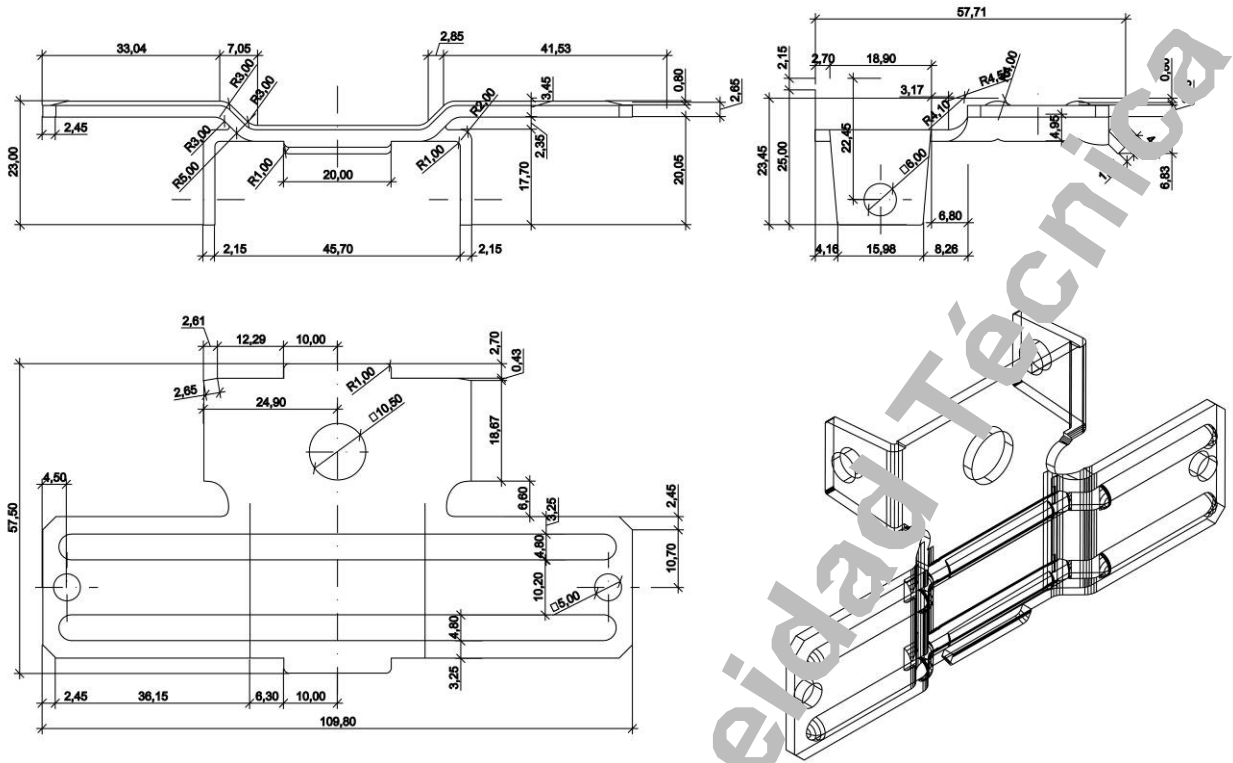


FIGURA 8: GRAPAS

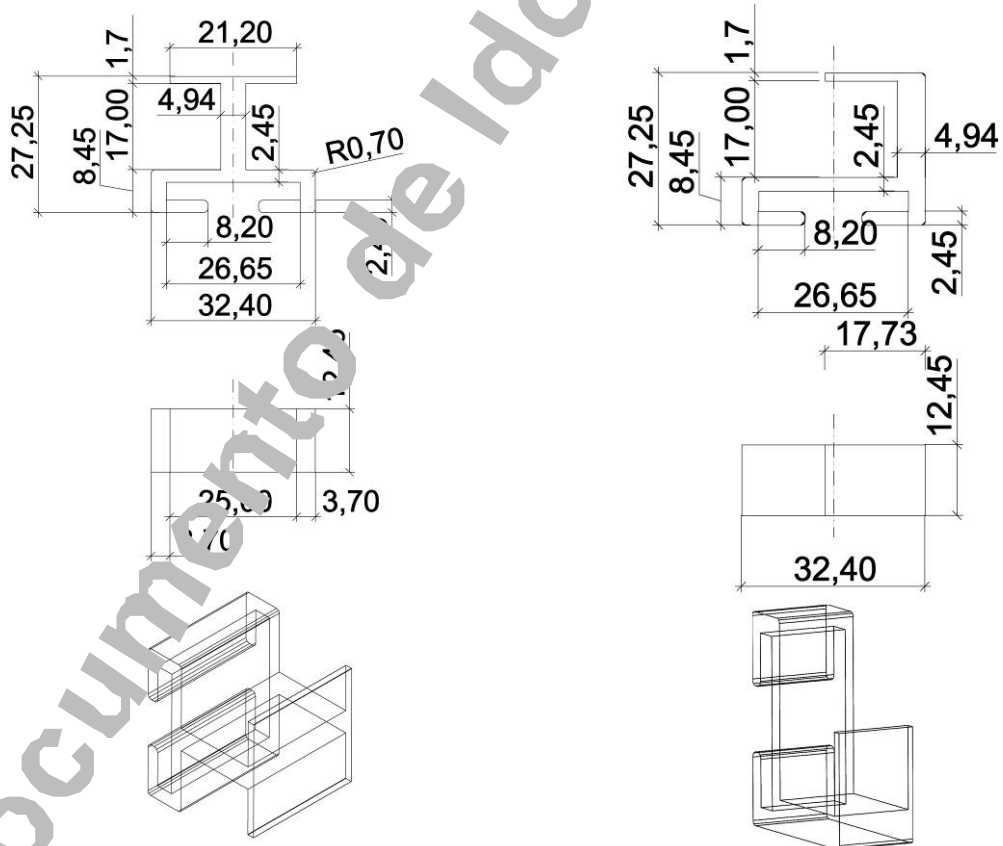
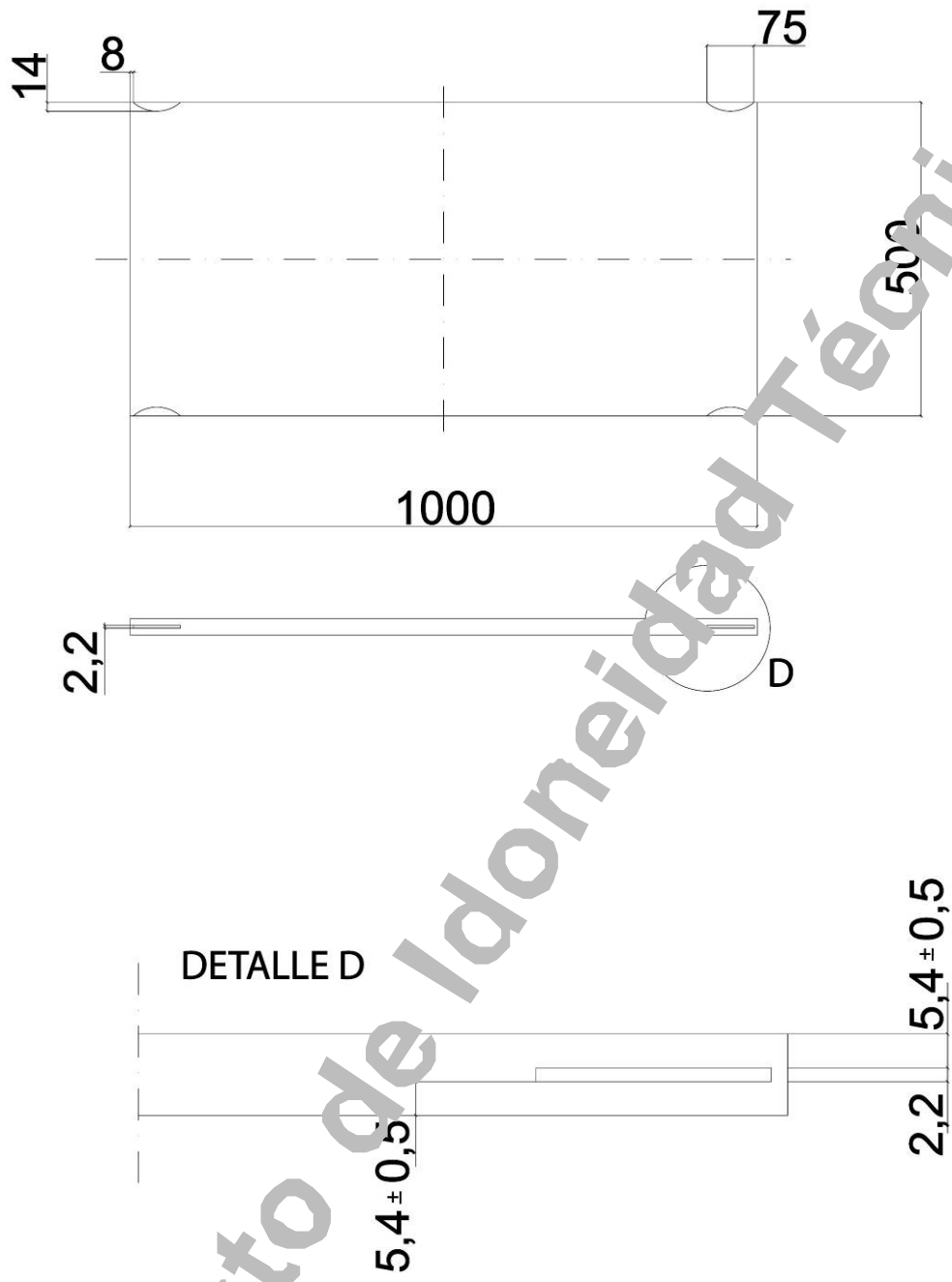
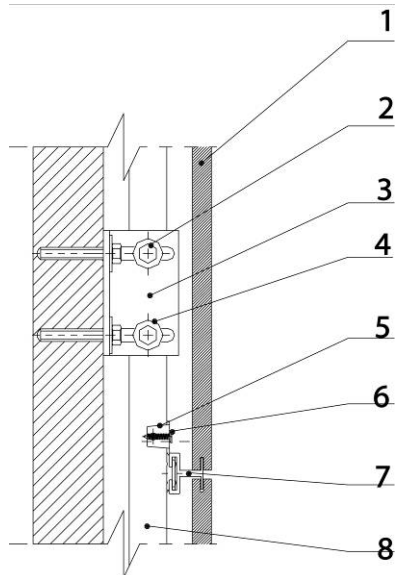


FIGURA 9: BALDOSA Y RANURADO



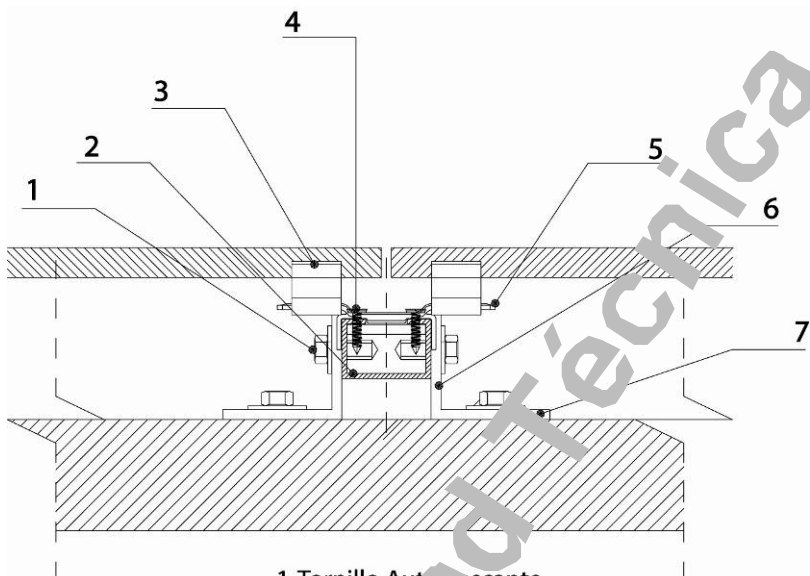
Documento de Idoneidad Técnica

FIGURA 10: SECCIÓN VERTICAL



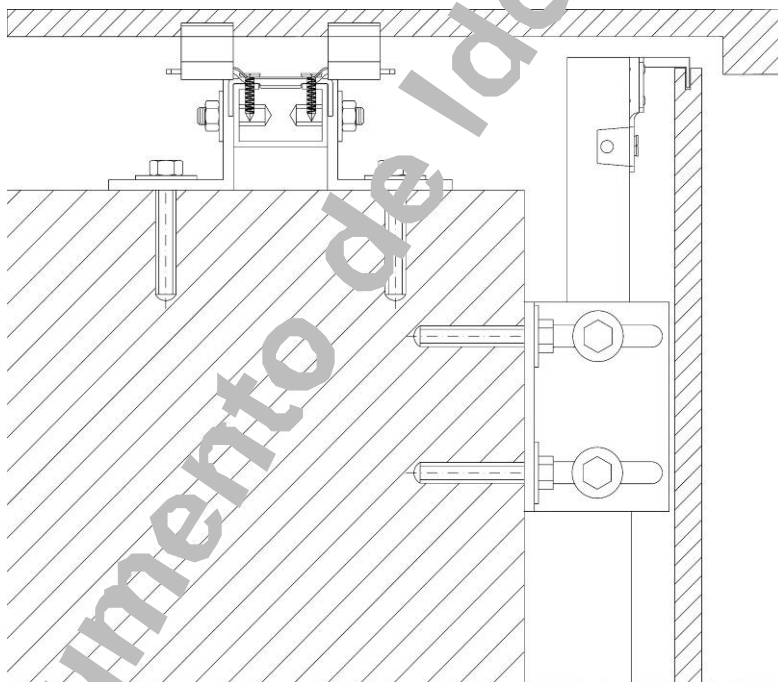
- 1. Baldosa Cerámica
- 2. Tornillo Autorroscante
- 3. Ménsula
- 4. Arandela
- 5. Portagrapas
- 6. Tornillo Autorroscante
- 7. Grapa
- 8. Perfil

FIGURA 11: SECCIÓN HORIZONTAL



- 1. Tornillo Autorroscante
- 2. Perfil
- 3. Grapa
- 4. Tornillo Autorroscante
- 5. Portagrapas
- 6. Ménsula
- 7. Ménsula

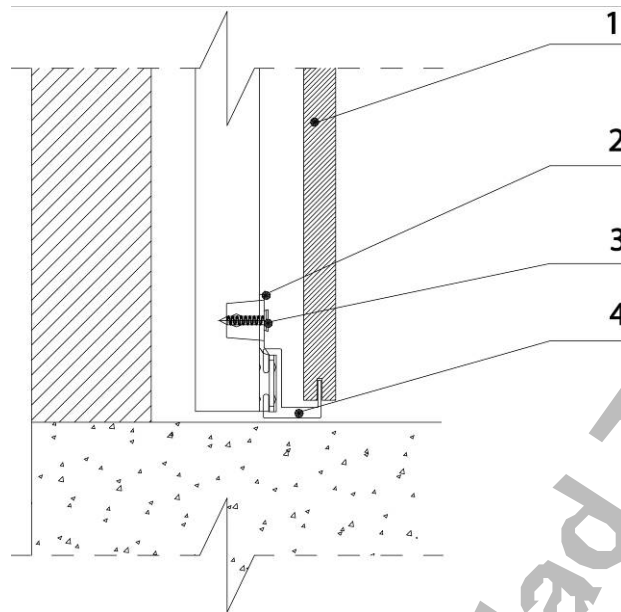
FIGURA 12: DETALLE CORONACIÓN



**Notas:**

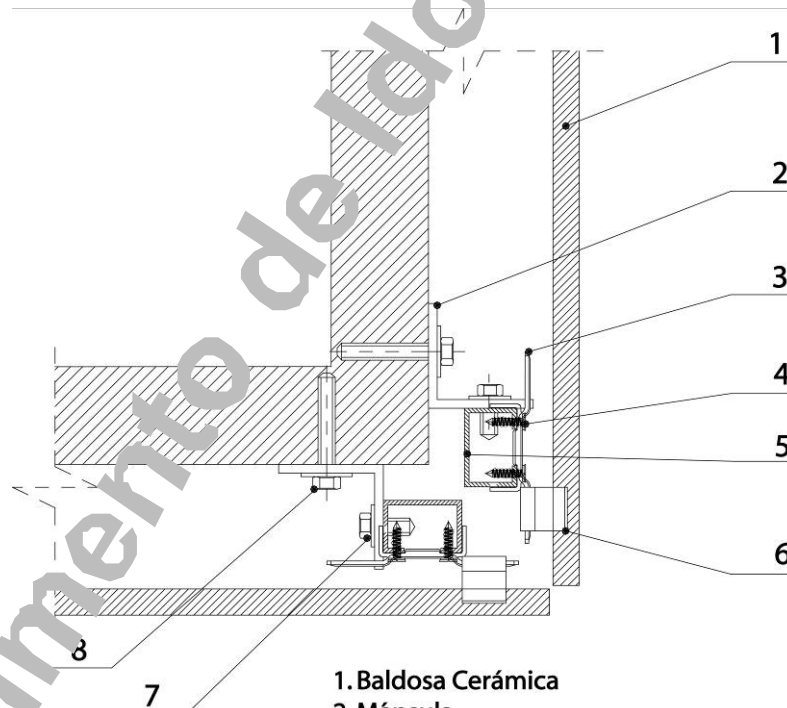
- Los detalles constructivos recogidos en las figuras son orientativos, debiendo definirse para cada proyecto.
- Los detalles constructivos definidos en las figuras se refieren al sistema de fijación de la fachada ventilada no pudiendo emplearse como justificación del cumplimiento de las restantes exigencias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

FIGURA 13: DETALLE ARRANQUE



- 1. Baldosa Cerámica
- 2. Portagrapas
- 3. Tornillo Autorroscante
- 4. Grapa Arranque

FIGURA 14: DETALLE DE ESQUINA



- 1. Baldosa Cerámica
- 2. Ménsula
- 3. Portagrapas
- 4. Tornillo Autorroscante
- 5. Perfil
- 6. Grapa
- 7. Tornillo Autorroscante
- 8. Tornillo y Taco de Fijación

FIGURA 15: DETALLE DE HUECO. SECCIÓN VERTICAL

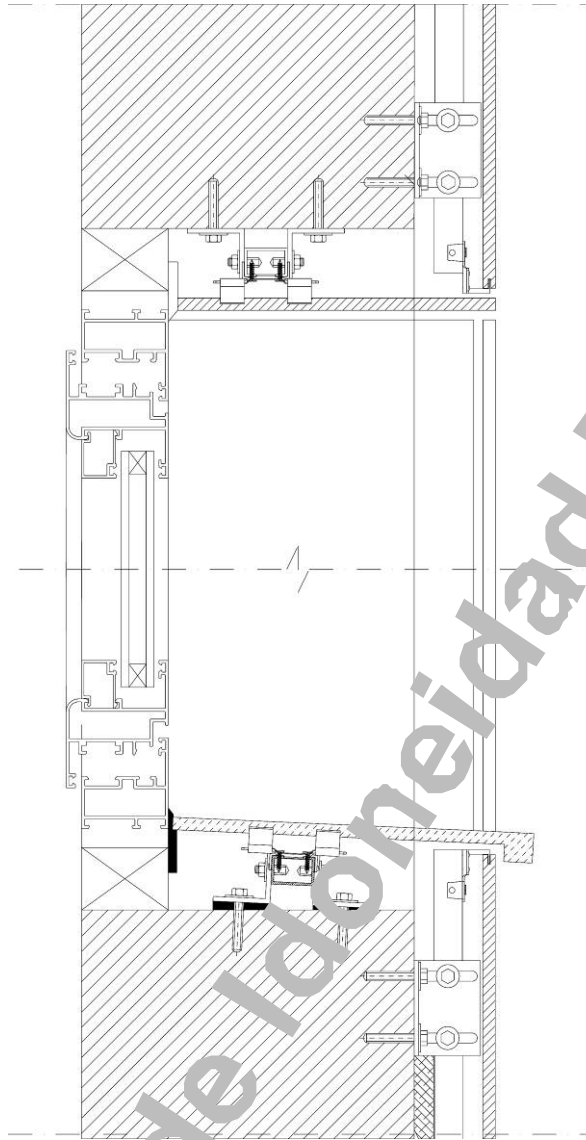


FIGURA 16: DETALLE DE HUECO. SECCIÓN HORIZONTAL

