

# DAU

# 03/008 F

## Documento de adecuación al uso

Denominación comercial:

# Termoarcilla®

Tipo genérico y uso:

Sistema de obra de fábrica, de una hoja, revestida por ambas caras, ejecutada con bloques cerámicos de arcilla aligerada (Termoarcilla®), para la construcción de muros portantes y cerramientos exteriores en edificios para uso residencial.

Titular del DAU:

## CERÁMICA LA COMA SA

Carretera de Menàrguens s/n  
ES25600 Balaguer (Lleida)  
Tel. 973 44 51 04  
www.lacoma.com

Planta de producción:

Carretera de Menàrguens s/n  
ES25600 Balaguer (Lleida)

Edición vigente y fecha

F 22.05.2023

Validez (condicionada a seguimiento anual [\*])

Desde: 22.05.2023  
Hasta: 21.05.2028

Fecha de concesión inicial del DAU

22.05.2003

[\*] La validez del DAU 03/008 está sujeta a las condiciones del *Reglamento del DAU*. La edición vigente de este DAU es la que figura en el registro que mantiene el ITeC (accesible en [itec.es](http://itec.es) y a través del siguiente código QR).



Este documento consta de 40 páginas.  
Queda prohibida su reproducción parcial.

El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU ([BOE 94. 19 abril 2002](#)) para productos de construcción (edificación e ingeniería civil) inscrito en el Registro General del CTE (Resolución de 3 septiembre 2010 – Ministerio de Vivienda).



## Control de ediciones

| Edición | Fecha      | Apartados en los que se han producido cambios respecto a la edición anterior  |
|---------|------------|---|
| A       | 22.05.2003 | Creación del documento.   |
| B       | 22.05.2008 | Extensión de la fecha de validez del DAU hasta 21.05.2013   |
| C       | 22.05.2013 | Incorporación, en el cuerpo del documento, de las modificaciones existentes en el capítulo 15:<br>1.2 Usos a los que está destinado<br>2. Componentes del sistema<br>3.3 Presentación del producto<br>4. Control de la producción de las piezas Termoarcilla®<br>6. Criterios de proyecto y ejecución del sistema Termoarcilla®<br>8. Visitas de obra<br>9 Evaluación de ensayos y cálculos de adecuación al uso del sistema<br>12. Evaluación de la adecuación al uso<br>Incorporación del código QR.<br>Extensión de la fecha de validez del DAU hasta 21.05.2018 |
| D       | 21.12.2017 | Incorporación de las modificaciones derivadas de las actualizaciones del CTE.<br>Cambios en el formato de la portada<br>1. Descripción del sistema y usos previstos<br>2.1 Piezas base Termoarcilla®<br>2.2 Piezas complementarias Termoarcilla®<br>3.3 Presentación del producto<br>6. Criterios de proyecto y ejecución del sistema Termoarcilla®<br>9.1.2. Seguridad en caso de incendio (RE 2)  |
| E       | 22.05.2018 | Actualización terminológica respecto a la nueva versión de la norma EN 771-1.<br>1.2 Usos a los que está destinado<br>11 Documentos de referencia<br>Extensión de la fecha de validez del DAU hasta 21.05.2023  |
| F       | 22.05.2023 | Revisión técnica de acuerdo con las ediciones vigentes de los documentos de referencia.<br>Extensión de la fecha de validez del DAU hasta 21.05.2028  |

# Índice

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | Descripción del sistema y usos previstos                                    | 4  |
| 1.1.   | Definición del sistema constructivo   | 4  |
| 1.2.   | Usos a los que está destinado   | 4  |
| 1.2.1. | Muros portantes   | 4  |
| 1.2.2. | Cerramientos exteriores (no portantes)                                      | 5  |
| 2.     | Componentes del sistema   | 5  |
| 2.1.   | Piezas base Termoarcilla®   | 5  |
| 2.2.   | Piezas complementarias Termoarcilla®  | 9  |
| 2.3.   | Otros componentes que intervienen en el sistema Termoarcilla®               | 13 |
| 3.     | Fabricación de las piezas Termoarcilla®                                     | 15 |
| 3.1.   | Materias primas   | 15 |
| 3.2.   | Proceso de fabricación  | 15 |
| 3.3.   | Presentación del producto   | 15 |
| 4.     | Control de la producción  | 16 |
| 4.1.   | Control de materias primas  | 16 |
| 4.2.   | Control del proceso de fabricación  | 16 |
| 4.3.   | Control del producto final acabado  | 17 |
| 5.     | Almacenamiento y transporte de las piezas Termoarcilla®                     | 18 |
| 5.1.   | Almacenamiento  | 18 |
| 5.2.   | Transporte  | 18 |
| 6.     | Criterios de proyecto y ejecución del sistema Termoarcilla®                 | 18 |
| 7.     | Referencias de utilización  | 19 |
| 8.     | Visitas de obra   | 19 |
| 9.     | Evaluación de ensayos y cálculos  | 20 |
| 9.1.   | Ensayos y cálculos de adecuación al uso del sistema                         | 20 |
| 9.1.1. | Resistencia mecánica y estabilidad (RE 1) y seguridad de utilización (RE 4) | 21 |
| 9.1.2. | Seguridad en caso de incendio (RE 2)  | 25 |
| 9.1.3. | Higiene, salud y medio ambiente (RE 3)                                      | 26 |
| 9.1.4. | Protección frente al ruido (RE 5)   | 29 |
| 9.1.5. | Ahorro de energía y aislamiento térmico (RE 6)                              | 31 |
| 9.1.6. | Aspectos de durabilidad y servicio  | 32 |
| 10.    | Comisión de Expertos  | 35 |
| 11.    | Documentos de referencia  | 35 |
| 12.    | Evaluación de la adecuación al uso  | 38 |
| 13.    | Seguimiento del DAU   | 39 |
| 14.    | Condiciones de uso del DAU  | 39 |
| 15.    | Lista de modificaciones de la presente edición                              | 40 |

# 1. Descripción del sistema y usos previstos

## 1.1. Definición del sistema constructivo

El sistema de obra de fábrica con bloque Termoarcilla®, en lo sucesivo sistema Termoarcilla®, está formado por una hoja revestida, compuesta por bloques cerámicos de arcilla aligerada Termoarcilla®, con perforaciones verticales y junta vertical machihembrada, colocados con junta horizontal de mortero y junta vertical a hueso. Para la resolución de encuentros y puntos singulares se utilizan piezas complementarias o piezas base cortadas por medios mecánicos, según el caso.

Los revestimientos exteriores considerados son<sup>1</sup>:

- Mortero monocapa de cemento.
- Mortero monocapa de cal y cemento.
- Pintura sobre enfoscado tradicional.

El revestimiento interior es un enyesado con las mismas características que los utilizados en la obra de fábrica tradicional.

Los criterios de diseño y ejecución del sistema Termoarcilla® se hallan definidos en el documento *Criterios de diseño constructivo y ejecución de soluciones de una hoja de bloque Termoarcilla®, para aplicación en muros portantes y cerramientos exteriores de edificios para uso residencial*, en lo sucesivo documento *Criterios*, del Consorcio Termoarcilla® y aceptado como referencia por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC).

Asimismo, en los proyectos de construcción a los que deban aplicarse los documentos básicos del *Código Técnico de la Edificación (CTE en adelante)* debe tenerse en cuenta el cumplimiento de las exigencias básicas desarrolladas en dichos DB.

El documento *Criterios* está sujeto a actualizaciones. La versión autorizada a efectos de este DAU será la indicada por el ITeC. Se puede encontrar en su página web, [itec.es](http://itec.es).

## 1.2. Usos a los que está destinado

El uso de los bloques Termoarcilla® es la construcción de fábrica de albañilería protegida<sup>2</sup>.

### 1.2.1. Muros portantes

Las soluciones descritas están destinadas al uso en edificios de muros de carga de hasta tres alturas, de aproximadamente tres metros entre forjados<sup>3</sup>, para uso<sup>4</sup> residencial<sup>5</sup>.

Los muros pueden ser de cualquier espesor en función del cálculo, salvo aquellos que estén en contacto con ambiente exterior, cuyo espesor mínimo debe ser de 24 cm para las soluciones consideradas en este DAU. El espesor utilizado debe cumplir los diferentes requisitos de la normativa vigente, de acuerdo con la ubicación del muro en el edificio.

Los muros de las plantas sótano se pueden ejecutar con fábrica de bloques Termoarcilla® sin armar<sup>6</sup> si se cumplen los criterios del anexo E del Eurocódigo 6, parte 1-1.

En el caso de que el sistema se utilice en zonas donde la aplicación de la norma sísmica vigente sea obligatoria, deberá justificarse que la solución constructiva utilizada cumple con los requisitos dispuestos en dicha norma (véase el documento *Criterios*, apartado 3.1.1.6 “Criterios para zonas sísmicas” y las modificaciones vigentes de este apartado).

Respecto al aislamiento térmico, véase el apartado 9.1.5, “Resistencia térmica y conductividad térmica equivalente  $\lambda$ ”. Asimismo, en relación con las exigencias del *DB-HE Ahorro de energía* del CTE, debe consultarse la tabla 9.13 en la que se indican los valores térmicos de los muros Termoarcilla® objeto de DAU.

En este DAU se han considerado soluciones de forjados unidireccionales con viguetas prefabricadas<sup>7</sup>.

<sup>1</sup> Aunque no se ha considerado en este documento, también es posible emplear otros revestimientos exteriores en muros con bloques Termoarcilla®.

<sup>2</sup> La fábrica de albañilería protegida es la que está protegida frente a la penetración de agua y no está en contacto ni con el suelo ni con el agua subterránea.

<sup>3</sup> Aunque no se ha considerado en este documento, también es posible la construcción de muros con bloques Termoarcilla® de más de tres metros de altura.

<sup>4</sup> El hecho de que este documento DAU especifique el uso residencial no excluye otros usos para el bloque Termoarcilla®.

<sup>5</sup> Edificios o zonas destinados al alojamiento de personas, ya sea temporal o permanente (viviendas, hoteles, hostales, pensiones, etc.). No incluye zonas o partes del edificio con exigencias funcionales superiores a las de la vivienda, como zonas de reuniones culturales, recreativas o religiosas.

<sup>6</sup> Aunque no se ha considerado en este documento, también es posible resolver los muros de planta sótano con fábrica armada de Termoarcilla®.

<sup>7</sup> Aunque no se ha considerado en este documento, también es posible utilizar otro tipo de forjados.

### 1.2.2. Cerramientos exteriores (no portantes)

Las soluciones descritas están destinadas al uso en edificios con estructura porticada de hormigón<sup>8</sup> para uso<sup>9</sup> residencial<sup>10</sup>.

En el caso de que el sistema se utilice en zonas donde la aplicación de la norma sísmica vigente sea obligatoria, deberá justificarse que la solución constructiva utilizada cumple con los requisitos dispuestos en dicha norma (véase el documento *Criterios*, apartado 3.1.1.6 “Criterios para zonas sísmicas” y las modificaciones vigentes de este apartado).

Los cerramientos exteriores de una hoja tendrán un espesor que debe cumplir los requisitos térmicos de la normativa vigente; si el cerramiento se complementa con una hoja interior y/o un aislamiento por el exterior, los requisitos térmicos se verificarán para el conjunto de capas del cerramiento.

Respecto al aislamiento térmico, véase el apartado 9.1.5, “Resistencia térmica y conductividad térmica equivalente  $\lambda$ ”. Asimismo, en relación con las exigencias del *DB-HE Ahorro de energía* del CTE, debe consultarse la tabla 9.13 en la que se indican los valores térmicos de los muros Termoarcilla® objeto de DAU.

## 2. Componentes del sistema

El sistema de obra de fábrica con bloque Termoarcilla® que se describe en este DAU está compuesto por piezas base y piezas complementarias fabricadas por Cerámica La Coma SA, en sus instalaciones de Balaguer (Lleida), además de otros elementos adicionales que no son fabricados por el titular del DAU.

En aplicación del Reglamento de Productos de la Construcción UE 305/2011, las piezas de arcilla cocida deben contar con marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 771-1.

Se ha comprobado que Cerámica La Coma SA dispone de marcado CE para las piezas Termoarcilla® objeto de este DAU (piezas de Categoría I).

Las piezas cumplen, asimismo, los requisitos adicionales establecidos en el documento *Guía de evaluación del sistema Termoarcilla®* para uso en muros portantes y cerramientos exteriores, respecto a:

- Características de las piezas base y complementarias
- Piezas complementarias mínimas<sup>11</sup> necesarias

### 2.1. Piezas base Termoarcilla®

Las piezas Termoarcilla® fabricadas por Cerámica La Coma SA en sus instalaciones de Balaguer (Lleida) son las relacionadas en la tabla 2.1.

Las piezas base Termoarcilla® corresponden a piezas aligeradas, según la clasificación incluida en la tabla 4.1 del DB-SE-F *Estructuras de fábrica del CTE*.

Las piezas base suministradas en obra deben ajustarse a las características que se indican en la tabla 2.1.

Las piezas base de Termoarcilla® fabricadas por Cerámica La Coma SA quedan detalladas en las figuras 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4.

<sup>8</sup> Aunque no se ha considerado en este documento, también es posible utilizar soluciones con fábrica de Termoarcilla® en edificios con estructura metálica.

<sup>9</sup> El hecho de que este documento especifique el uso residencial no excluye otros usos para el bloque Termoarcilla®.

<sup>10</sup> Edificios o zonas destinados al alojamiento de personas, ya sea temporal o permanente (viviendas, hoteles, hostales, pensiones, etc.). No incluye zonas o partes del edificio con exigencias funcionales superiores a las de la vivienda, como zonas de reunión culturales, recreativas o religiosas.

<sup>11</sup> Las piezas complementarias mínimas son: terminación, media vertical, plaqueta de 4,8 o espesor próximo, ajuste vertical y dintel de 24 y 29.

| Característica <sup>12</sup>  | Pieza base Termoarcilla®                |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
|   | 29                                      | 24                                      | 19                                      | 14                                      |
| Dimensiones nominales de fabricación [mm]<br>(longitud x anchura x altura)<br>(tolerancia de fabricación) (A) | 300 x 285 x 190<br>(±4,3 x ±4,2 x ±3,4) | 300 x 232 x 190<br>(±4,3 x ±3,8 x ±3,4) | 300 x 192 x 190<br>(±4,3 x ±3,5 x ±3,4) | 300 x 142 x 190<br>(±4,3 x ±3,0 x ±3,4) |
| Masa [kg]<br>(tolerancia de fabricación) (A)  | 12,7<br>(± 5 %)                         | 10,9<br>(± 5 %)                         | 8,8<br>(± 5 %)                          | 6,7<br>(± 5 %)                          |
| Resistencia característica <sup>13</sup> a compresión.<br>Valor mínimo garantizado [N/mm <sup>2</sup> ] (A)   | 12,5                                    | 12,5                                    | 12,5                                    | 12,5                                    |
| Densidad aparente del bloque [kg/m <sup>3</sup> ]<br>(tolerancia de fabricación) (A)                          | 780<br>(± 5 %)                          | 830<br>(± 5 %)                          | 820<br>(± 5 %)                          | 850<br>(± 5 %)                          |
| Densidad de la arcilla aligerada [kg/m <sup>3</sup> ]<br>(tolerancia de fabricación) (A)                      | 1.700<br>(± 5 %)                        | 1.700<br>(± 5 %)                        | 1.700<br>(± 5 %)                        | 1.700<br>(± 5 %)                        |
| Superficie de perforaciones [% de huecos]<br>(tolerancia de fabricación) (A)                                  | 54,0<br>(± 5 %)                         | 51,0<br>(± 5 %)                         | 51,0<br>(± 5 %)                         | 50,0<br>(± 5 %)                         |
| Absorción agua [%] (B)  | 19,84                                   | 20,12                                   | 20,35                                   | 20,21                                   |
| Succión por tabla [g/cm <sup>2</sup> en 1 minuto] (B) (C)   | 0,35                                    | 0,38                                    | 0,45                                    | 0,46                                    |
| Succión por canto [g/cm <sup>2</sup> en 1 minuto] (B) (C)   | 0,35                                    | 0,35                                    | -----                                   | -----                                   |
| Expansión por humedad [mm/m] (B) (C)  | 0,30                                    | 0,30                                    | 0,30                                    | 0,30                                    |
| Heladicidad (A)   | F0                                      | F0                                      | -----                                   | -----                                   |

(A) Valores declarados por el fabricante.

(B) Valor según ensayo.

(C) Características consideradas por el DB-SE-F del CTE para la categoría A de ejecución de muros.

**Tabla 2.1:** Características de las piezas base Termoarcilla® fabricadas por Cerámica La Coma SA.

<sup>12</sup> Las normas de ensayos utilizadas se indican en el apartado 2.1 del documento Criterios.

<sup>13</sup> Resistencia característica obtenida a partir de los valores de las muestras.

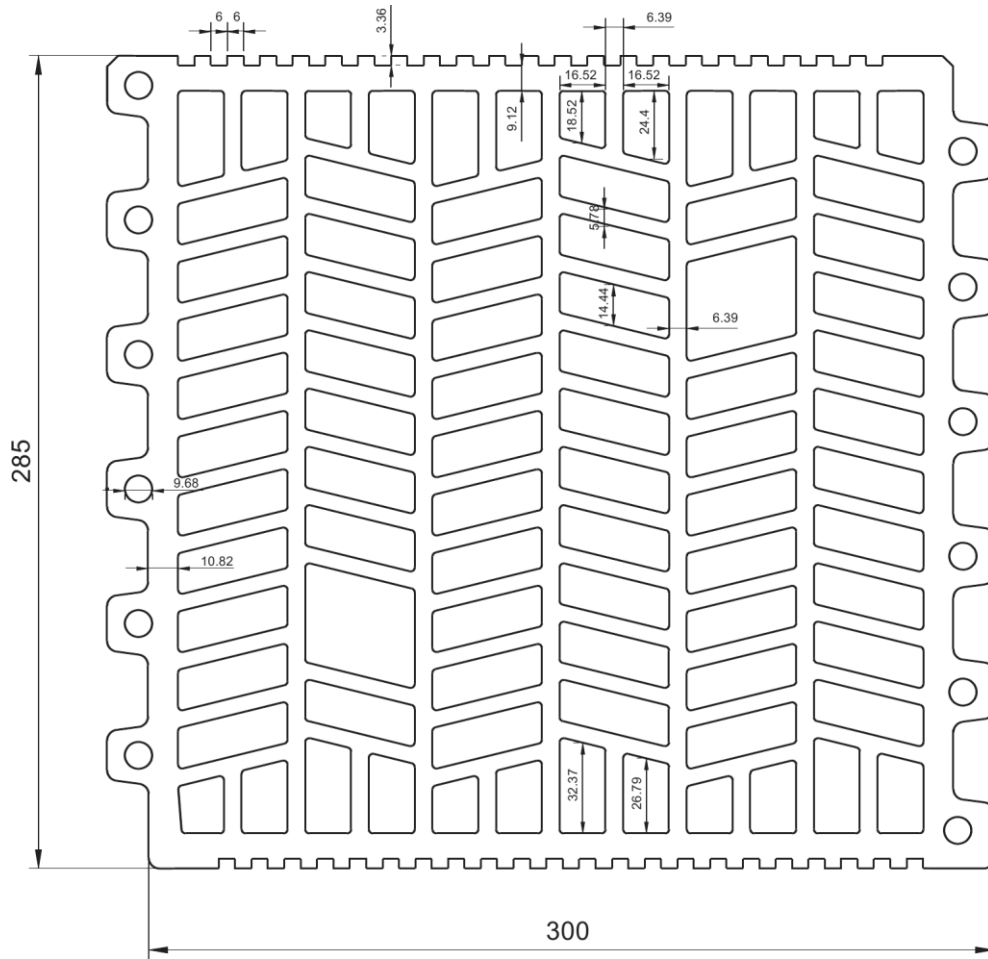


Figura 2.1: Bloque Termoarcilla® de 29. Altura nominal de 190 mm.

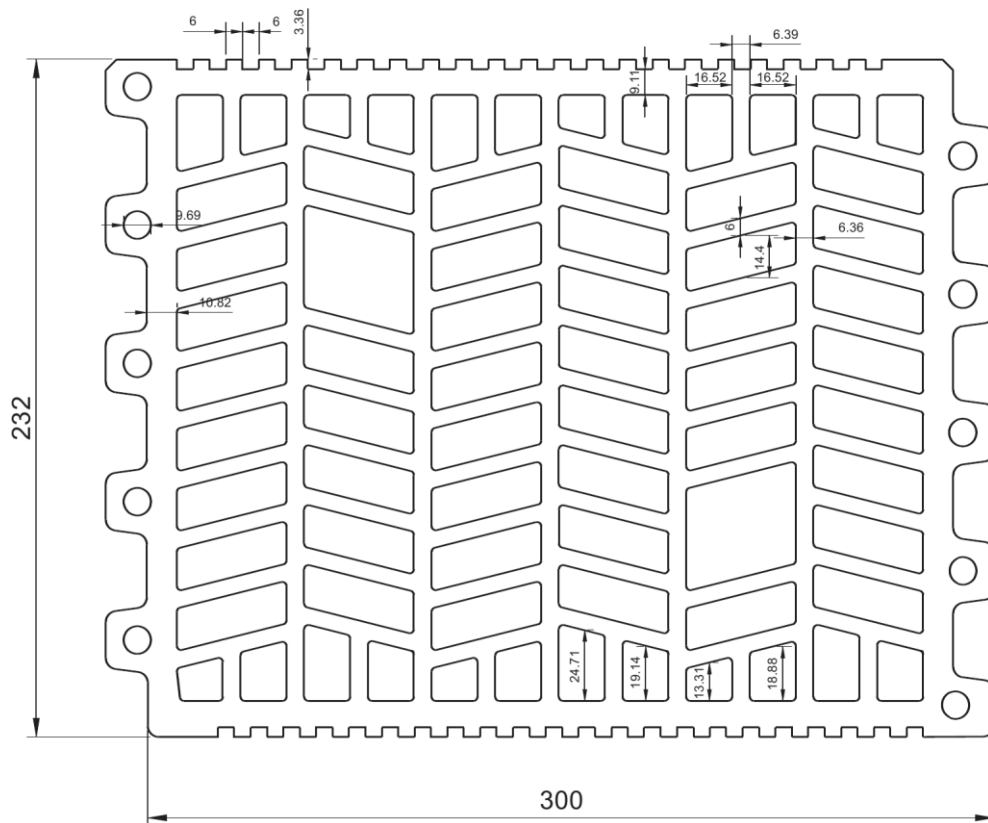


Figura 2.2: Bloque Termoarcilla® de 24. Altura nominal de 190 mm.

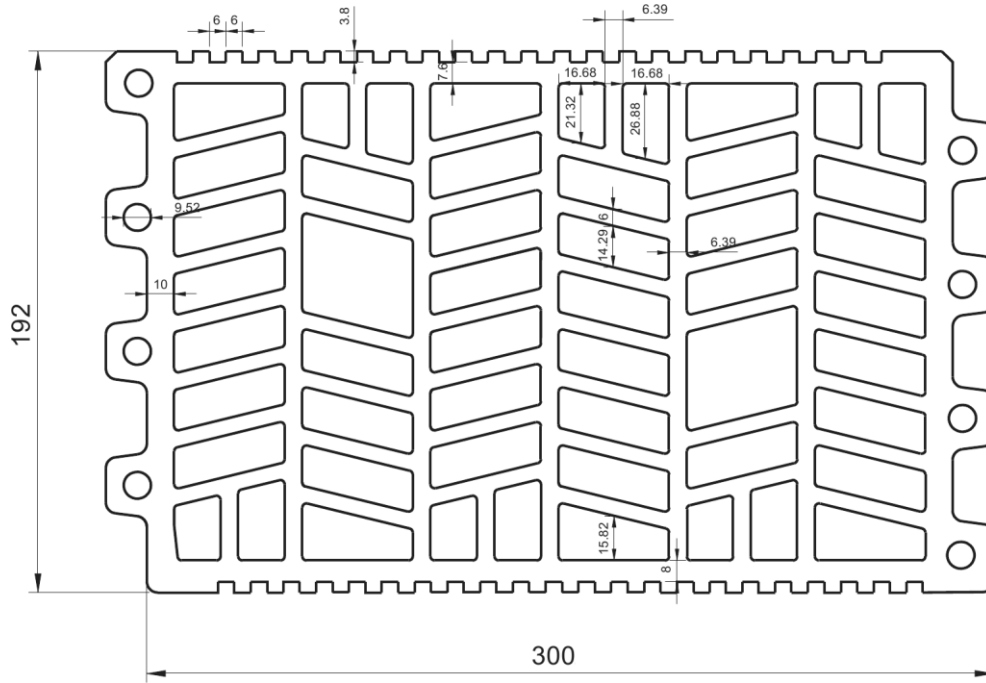


Figura 2.3: Bloque Termoarcilla® de 19. Altura nominal de 190 mm.

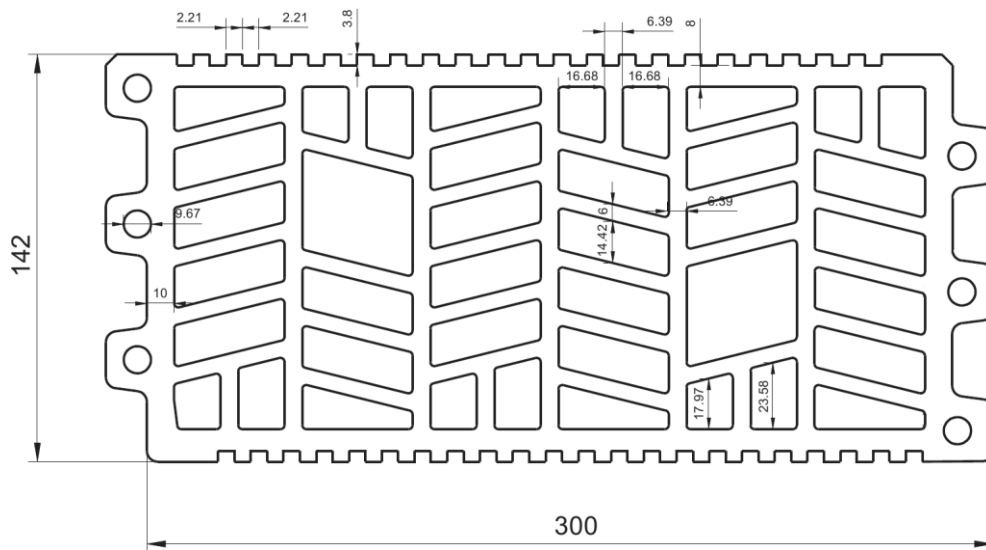


Figura 2.4: Bloque Termoarcilla® de 14. Altura nominal de 190 mm.



## 2.2. Piezas complementarias Termoarcilla®

Las piezas complementarias Termoarcilla® fabricadas por Cerámica La Coma SA en sus instalaciones de Balaguer (Lleida) son:

| Serie de piezas Termoarcilla® |                 |                 |                 |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 29                            | 24              | 19              | 14              |
| Media vertical                | Media vertical  | Media vertical  | Media vertical  |
| Terminación                   | Terminación     | Terminación     | Terminación     |
| Ajuste vertical <sup>14</sup> | Ajuste vertical | Ajuste vertical | Ajuste vertical |
| Dintel <sup>15</sup>          | Dintel          | Dintel          | Dintel          |
| Esquina                       | Esquina         | Esquina         | Esquina         |
| Otras piezas                  |                 |                 |                 |
| Plaqueta <sup>16</sup> de 4,9 |                 |                 |                 |
| Plaqueta <sup>15</sup> de 9,0 |                 |                 |                 |

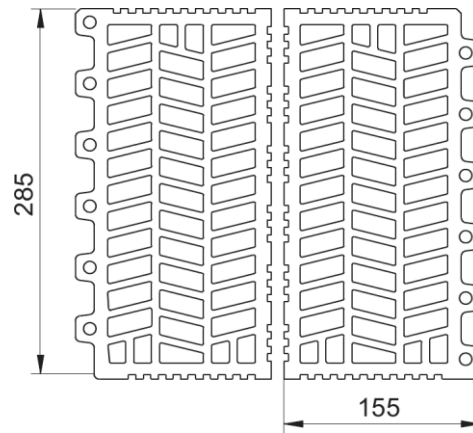
**Tabla 2.2:** Piezas complementarias Termoarcilla® fabricadas por Cerámica La Coma SA.

A efectos de resistencia mecánica, las piezas complementarias Termoarcilla® con función estructural cuentan con el mismo valor declarado de resistencia a compresión<sup>17</sup> que las piezas base.

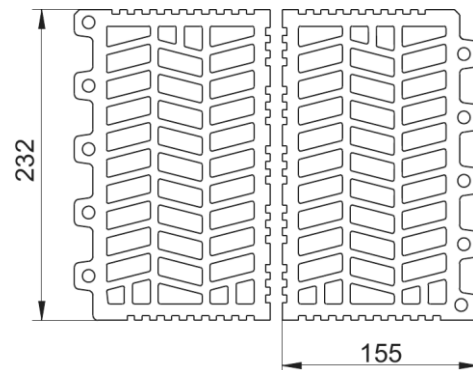
Las piezas complementarias suministradas en obra deben ajustarse a las características arriba mencionadas.

Las piezas complementarias que se suministren unidas deberán disponer de un sistema de precorte claramente definido que permita obtener, mediante corte manual, la pieza complementaria acorde con las dimensiones especificadas, adecuada para su uso sin necesidad de manipulación posterior.

A continuación, se detallan las piezas complementarias Termoarcilla® fabricadas por Cerámica La Coma SA. Las tolerancias de sus dimensiones exteriores se ajustan a la expresión  $\pm 0,25 \sqrt{\text{dimensión nominal}}$ .



**Figura 2.5:** Media vertical de 29. Altura nominal de 190 mm.



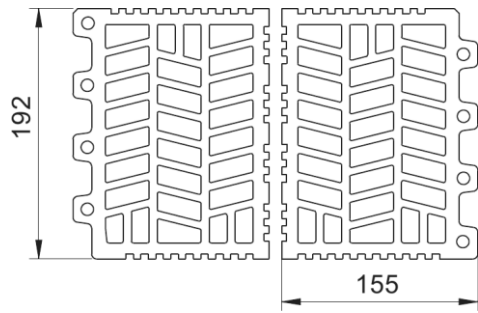
**Figura 2.6:** Media vertical de 24. Altura nominal de 190 mm.

<sup>14</sup> Esta pieza también se denomina horizontal y remate.

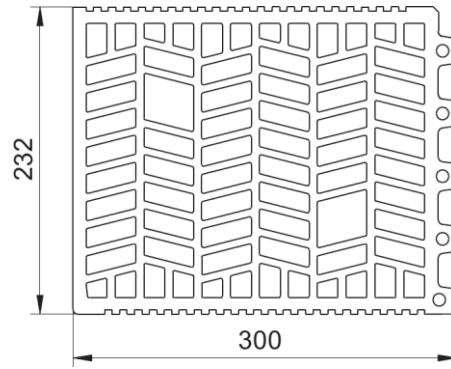
<sup>15</sup> Esta pieza también se denomina zuncho.

<sup>16</sup> Esta pieza también se denomina emparche.

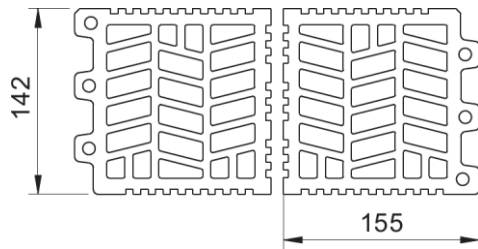
<sup>17</sup> Resistencia característica obtenida a partir de valores normalizados.



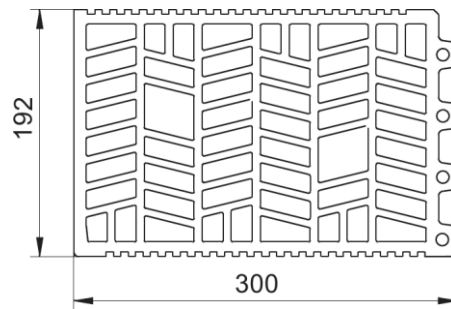
**Figura 2.7:** Media vertical de 19. Altura nominal de 190 mm.



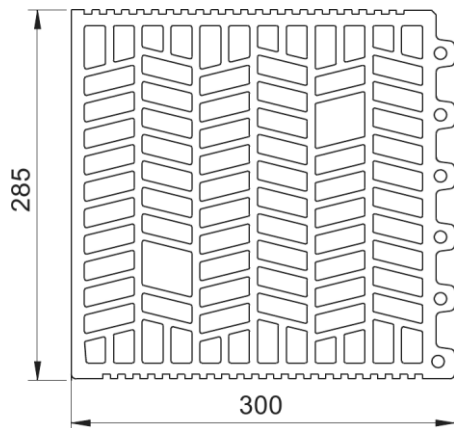
**Figura 2.10:** Terminación de 24. Altura nominal de 190 mm.



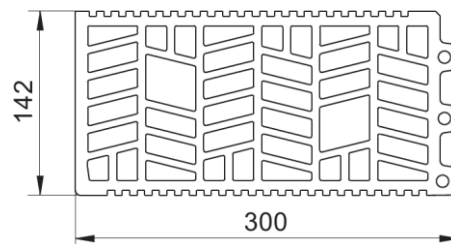
**Figura 2.8:** Media vertical de 14. Altura nominal de 190 mm.



**Figura 2.11:** Terminación de 19. Altura nominal de 190 mm.



**Figura 2.9:** Terminación de 29. Altura nominal de 190 mm.



**Figura 2.12:** Terminación de 14. Altura nominal de 190 mm.

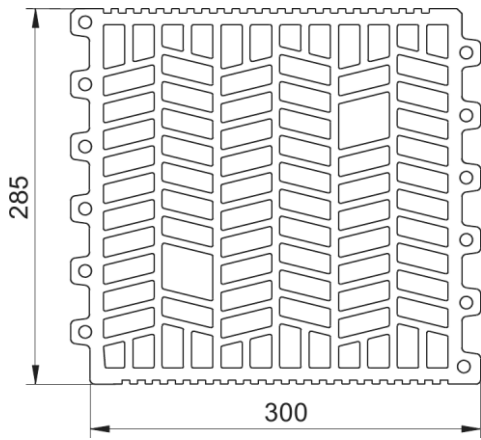


Figura 2.13: Ajuste vertical de 29. Altura nominal de 93 mm.

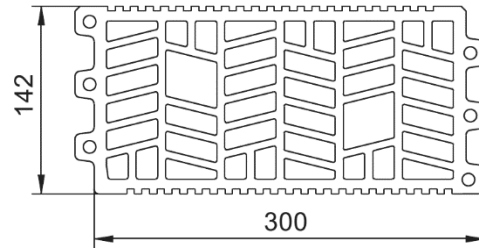


Figura 2.16: Ajuste vertical de 14. Altura nominal de 93 mm.

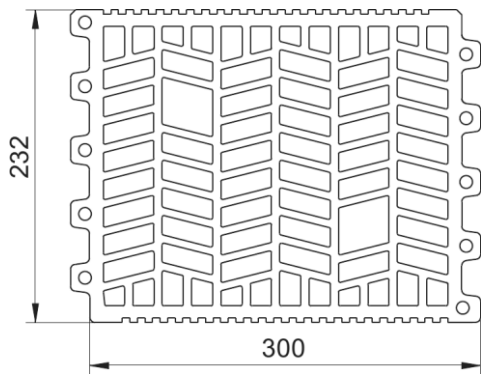


Figura 2.14: Ajuste vertical de 24. Altura nominal de 93 mm.

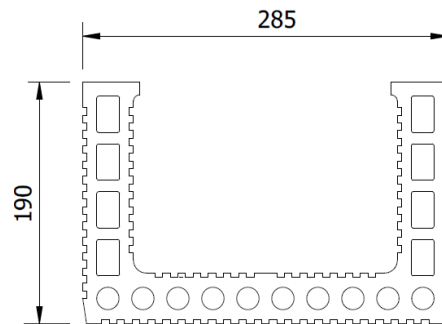


Figura 2.17: Dintel de 29. Longitud nominal de 330 mm.

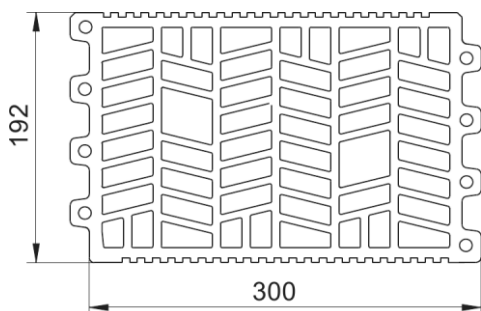


Figura 2.15: Ajuste vertical de 19. Altura nominal de 93 mm.

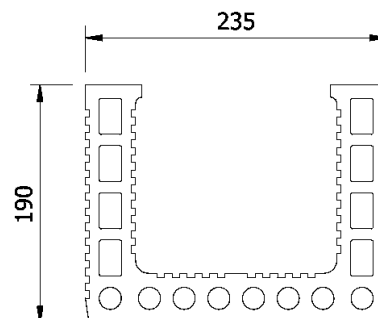


Figura 2.18: Dintel de 24. Longitud nominal de 330 mm.

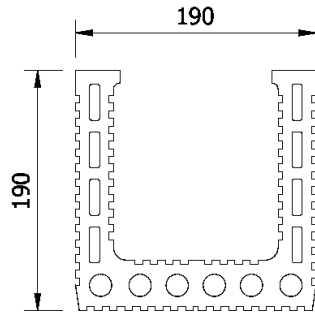


Figura 2.19: Dintel de 19. Longitud nominal de 330 mm.

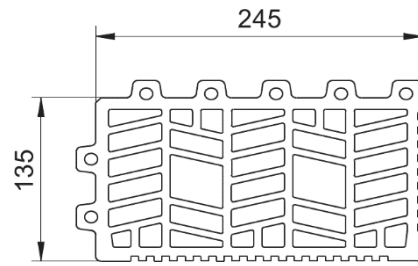


Figura 2.22: Esquina de 24. Altura nominal de 190 mm.

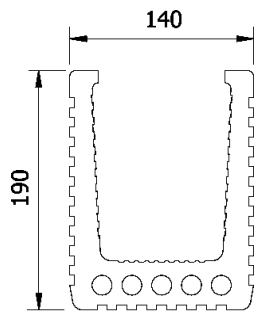


Figura 2.20: Dintel de 14. Longitud nominal de 330 mm.

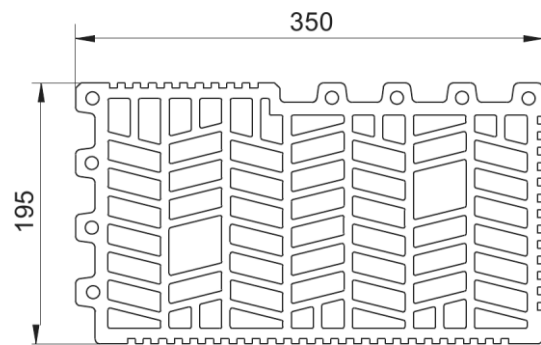


Figura 2.23: Esquina de 19. Altura nominal de 190 mm.

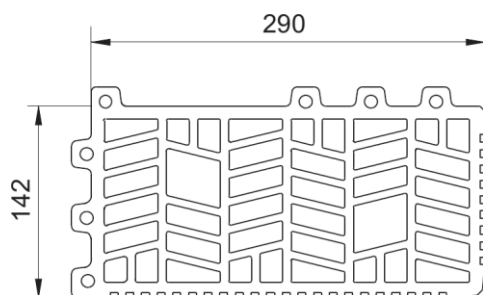


Figura 2.21: Esquina de 29. Altura nominal de 190 mm.

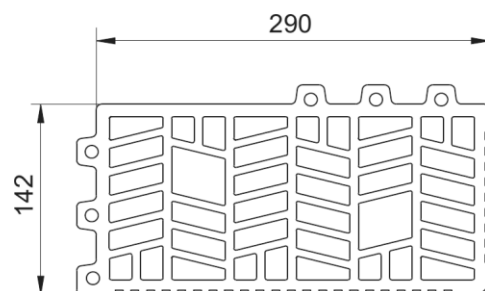


Figura 2.24: Esquina de 14. Altura nominal de 190 mm.

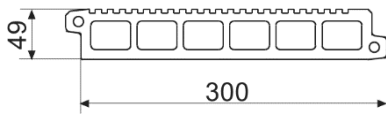


Figura 2.25: Plaqueta de 4,9. Altura nominal de 190 mm.

### 2.3. Otros componentes que intervienen en el sistema Termoarcilla®

Los componentes adicionales que forman el sistema Termoarcilla®, tal como se especifica en el documento Criterios, son:

- Morteros para tendeles

Se recomienda utilizar morteros de cal y cemento, cuyas condiciones mínimas sean las siguientes:

- Resistencia característica a compresión: la resistencia del mortero debe estar comprendida entre el 0,5 y el 0,75 de la resistencia característica de las piezas<sup>18</sup>, siendo como mínimo 7,5 N/mm<sup>2</sup> (M7,5)<sup>19</sup>
- Dosificación recomendada en volumen de cemento, cal y arena: 1:1/4:4
- Consistencia máxima: asentamiento cono de Abrams = 17 ± 2 cm
- Granulometría; se recomienda utilizar la indicada en la tabla siguiente:

| Tamiz (mm) | % de peso que pasa | Condiciones  |          |
|------------|--------------------|--------------|----------|
| 4,00       | A                  | A = 100      |          |
| 2,50       | B                  | 80 ≤ B ≤ 100 |          |
| 1,25       | C                  | 30 ≤ C ≤ 100 | C-D ≤ 50 |
| 0,63       | D                  | 15 ≤ D ≤ 70  | D-E ≤ 50 |
| 0,32       | E                  | 5 ≤ E ≤ 50   | C-E ≤ 70 |
| 0,16       | F                  | 0 ≤ F ≤ 30   |          |
| 0,08       | G                  | 0 ≤ G ≤ 15   |          |

Tabla 2.3: Granulometría recomendada para la arena de morteros hechos en obra.

Las especificaciones de los componentes del mortero están recogidas en el documento *Criterios*.

Es recomendable, en particular para muros portantes, utilizar estos morteros, producidos en fábrica o en obra

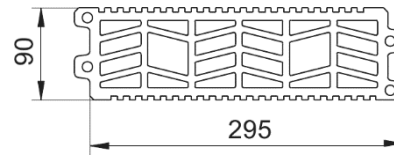


Figura 2.26: Plaqueta de 9,0. Altura nominal de 190 mm.

mediante dosificadores, con el fin de asegurar la constancia de sus características.

Se podrán utilizar otros morteros que permitan ejecutar la fábrica con prestaciones mecánicas similares. Véanse los criterios indicados en el punto “Criterios para el cálculo estructural de muros” del apartado 9.1.1.3.

- Revestimientos exteriores (morteros monocapa y pintura sobre enfoscado tradicional)
- Armadura en tendeles
- Llaves para juntas de movimiento y enlaces de muros
- Conectores para encuentros con pilares
- Perfiles para dinteles
- Mallas de refuerzo para revestimiento exterior
- Juntas de movimiento en muros y revestimientos
- Barreras antihumedad
- Mortero de alta adherencia para fijar plaquetas Termoarcilla®
- Capa separadora en encuentro con pilares
- Fijaciones

Se deberán realizar los controles y verificaciones necesarios para garantizar que los elementos suministrados en obra cumplen con las características establecidas para su utilización en el sistema Termoarcilla®.

En relación con la obligatoriedad del marcado CE de los componentes del sistema:

- Los morteros diseñados hechos en fábrica deberán disponer de marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 998-2.

<sup>18</sup> Según el apartado 4.2 del DB-SE-F del CTE, para evitar roturas frágiles de los muros la resistencia a compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas.

<sup>19</sup> Para muros Termoarcilla® ejecutados con piezas de Cerámica La Coma SA, deben utilizarse morteros con resistencia característica a compresión M 10.

- Los distintos componentes para la elaboración del mortero hecho en obra deben disponer de marcado CE conforme a las normas que les correspondan<sup>20</sup>.
- El mortero monocapa debe disponer de marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 998-1.
- La armadura en tendeles debe disponer de marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 845-3. Asimismo, se consideran aceptables los aceros establecidos en el Código Estructural y en la norma UNE-EN 10080.
- Las llaves para juntas de movimiento y anclajes de muros deben disponer del marcado CE conformes a UNE-EN 845-1.

---

<sup>20</sup> Los cementos comunes conforme a la norma armonizada UNE-EN 197-1, las cales para la construcción conforme a la norma

armonizada UNE-EN 459-1 y los áridos conforme a las normas armonizadas UNE-EN 13139 y UNE-EN 13055-1.

## 3. Fabricación de las piezas Termoarcilla®

### 3.1. Materias primas

Las materias primas para la elaboración de las piezas Termoarcilla® son:

- Arcillas
- Adiciones aligerantes

### 3.2. Proceso de fabricación

El proceso de fabricación de las piezas Termoarcilla® consta de las siguientes etapas:

- Desmenuzado
- Mezcla
- Molienda
- Amasado
- Extrusión
- Secado
- Cocción
- Empaquetado o embalaje

La mezcla arcillosa se prepara con la dosificación establecida a partir de las materias primas. Los molinos y laminadores reducen el tamaño de grano de la mezcla de modo que en el amasado se consiga la consistencia y plasticidad prevista en el proceso.

Al salir la mezcla de la amasadora, pasa por la extrusora (en cuya boquilla se encuentra el molde de la pieza que se va a fabricar) e inmediatamente después por el corte (que dará la altura a las piezas).

Antes de que las piezas lleguen al horno para su cocción, es preciso eliminar la mayor cantidad de humedad posible. Para ello, las piezas pasan por el secadero y, al salir de éste, se apilan en vagonetas para ser introducidas en el horno.

Una vez las piezas salen del horno, son transportadas a la zona donde se empaquetan, según se define en el punto 3.3.

Posteriormente se almacenan en la fábrica hasta su suministro a obra.

La descripción específica de la fabricación se recoge en el Dossier Técnico del DAU.

### 3.3. Presentación del producto

Las piezas Termoarcilla®, según se indica en el Reglamento particular de la marca AENOR para bloques cerámicos de arcilla cocida aligerada para revestir (RP 34.06), deben incluir, como mínimo, los siguientes datos:

- Logotipo de la marca AENOR, u otra marca equivalente<sup>21</sup>.
- Identificación del fabricante.
- Identificación del lugar de fabricación, si es necesario.
- Identificación de la línea de fabricación, si es necesario.
- Fecha de fabricación: día, mes y año.

Las piezas Termoarcilla® se suministran en palés de madera de 2 entradas plastificados.

La identificación de cada paquete incluye, como mínimo, el nombre del fabricante, el centro de producción, la etiqueta de marcado CE, el logotipo de la marca AENOR e información relativa a los riesgos y la seguridad de uso.

Las dimensiones y capacidad aproximada de los palés son:

| Piezas base de | Dimensiones de la base del palé (m) | Altura del palé (m) | Piezas / palé | Peso aproximado / palé (kg) |
|----------------|-------------------------------------|---------------------|---------------|-----------------------------|
| 29             | 0,96 x 0,96                         | 0,995               | 45            | 581                         |
| 24             |                                     | 1,06                | 60            | 664                         |
| 19             |                                     | 1,09                | 75            | 670                         |
| 14             |                                     | 0,995               | 90            | 613                         |

**Tabla 3.1:** Características de los palés de piezas base Termoarcilla® fabricadas por Cerámica La Coma SA.

<sup>21</sup> Marca legalmente establecida con exigencias normativas equivalentes.

| Piezas complementarias |          | Dimensiones de la base del palé (m) | Altura del palé (m) | Piezas / palé       |
|------------------------|----------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Media vertical         | Serie 29 | 0,96 x 0,96                         | 0,995               | 90                  |
|                        | Serie 24 |                                     | 1,06                | 120                 |
|                        | Serie 19 |                                     | 1,09                | 150                 |
|                        | Serie 14 |                                     | 0,995               | 180                 |
| Terminación            | Serie 29 | 0,96 x 0,96                         | 0,995               | 45                  |
|                        | Serie 24 |                                     | 1,06                | 60                  |
|                        | Serie 19 |                                     | 1,09                | 75                  |
|                        | Serie 14 |                                     | 0,995               | 90                  |
| Ajuste vertical        | Serie 29 | 0,96 x 0,96                         | 0,995               | 27 + 18 piezas base |
|                        | Serie 24 |                                     | 1,06                | 36 + 24 piezas base |
|                        | Serie 19 |                                     | 1,09                | 45 + 30 piezas base |
|                        | Serie 14 |                                     | 0,995               | 54 + 36 piezas base |
| Dintel                 | Serie 29 | 0,96 x 0,96                         | 1,05                | 45                  |
|                        | Serie 24 |                                     | 1,05                | 60                  |
|                        | Serie 19 |                                     | 1,05                | 75                  |
|                        | Serie 14 |                                     | 1,05                | 175                 |
| Esquina                | Serie 29 | 0,96 x 0,96                         | 1,08                | 90                  |
|                        | Serie 24 |                                     | 1,015               | 120                 |
|                        | Serie 19 |                                     | 1,1                 | 75                  |
|                        | Serie 14 |                                     | 1,08                | 90                  |
| Plaquetas              | 49       | 0,96 x 0,96                         | 1,15                | 240                 |
|                        | 90       |                                     | 0,75                | 150                 |

**Tabla 3.2:** Características de los palés de piezas complementarias Termoarcilla® fabricadas por Cerámica La Coma SA.

## 4. Control de la producción

Los criterios de control de la producción que aplica Cerámica La Coma SA en la fabricación de las piezas base y complementarias Termoarcilla® se realizan de acuerdo con la norma UNE-EN 771-1, con documentos relacionados a esta norma y con los requisitos de control adicionales establecidos para la concesión del DAU.

Cerámica La Coma SA tiene implantado un Sistema de Gestión de la Calidad para el diseño y producción de ladrillos y bloques cerámicos para la construcción conforme a las exigencias de la norma ISO 9001.

El control de la producción de las piezas base y complementarias Termoarcilla® que Cerámica La Coma SA tiene implantado en sus instalaciones de Balaguer (Lleida) abarca las fases y características que se detallan en las tablas siguientes:

### 4.1. Control de materias primas

| Proceso | Propiedad controlada     |
|---------|--------------------------|
| Arcilla | Características químicas |
|         | Plasticidad              |
|         | Aspecto general          |
|         | Elementos extraños       |
|         | Humedad de recepción     |

**Tabla 4.1:** Controles de recepción de las materias primas de piezas Termoarcilla® en Cerámica La Coma SA.

### 4.2. Control del proceso de fabricación

| Proceso   | Propiedad controlada   |
|-----------|------------------------|
| Mezcla    | Dosificación           |
|           | Humedad                |
|           | Porcentaje de arenas   |
|           | Calcimetría            |
| Molienda  | Granulometría          |
| Amasado   | Humedad                |
|           | Elementos extraños     |
|           | Adición aligerante     |
| Extrusión | Presión de extrusión   |
|           | Vacío                  |
|           | Amperímetro            |
|           | Grueso de los tabiques |
|           | Corte                  |
|           | Número de lote         |



|             |                           |
|-------------|---------------------------|
| Secado      | Temperaturas              |
|             | Presión                   |
|             | Velocidad de secado       |
|             | Fisuras y roturas         |
|             | Planeidad                 |
| Cocción     | Número de lote            |
|             | Temperatura               |
|             | Presión                   |
|             | Velocidad de cocción      |
|             | Velocidad de ventiladores |
|             | Aspecto y fisuras         |
| Empaquetado | Ventanillas de regulación |
|             | Flejes                    |
|             | Plastificado              |
|             | Número de piezas          |

**Tabla 4.2:** Controles de fabricación de piezas Termoarcilla® en Cerámica La Coma SA.

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| Piezas complementarias Termoarcilla® | Aspecto exterior e interior                           |
|                                      | Tolerancias dimensionales y rango                     |
|                                      | Ortogonalidad   |
|                                      | Espesor paredes                                       |
|                                      | Ajuste geométrico entre piezas (encaje)               |
|                                      | Desnivel entre cantos                                 |
|                                      | Desnivel entre tablas                                 |
|                                      | Planeidad   |
|                                      | Resistencia característica <sup>22</sup> a compresión |
|                                      | Densidad de la arcilla aligerada                      |
|                                      | Superficie de perforaciones                           |
|                                      | Densidad del bloque                                   |
|                                      | Masa del bloque                                       |
|                                      | Inclusiones calcáreas                                 |

**Tabla 4.3:** Controles del producto final acabado de piezas Termoarcilla® en Cerámica La Coma SA.

### 4.3. Control del producto final acabado

| Proceso                   | Propiedad controlada                                  |
|---------------------------|---|
| Piezas base Termoarcilla® | Aspecto exterior e interior                           |
|                           | Tolerancias dimensionales y rango                     |
|                           | Ortogonalidad   |
|                           | Espesor paredes                                       |
|                           | Ajuste geométrico entre piezas (encaje)               |
|                           | Desnivel entre cantos                                 |
|                           | Desnivel entre tablas                                 |
|                           | Planeidad   |
|                           | Resistencia característica <sup>22</sup> a compresión |
|                           | Densidad de la arcilla aligerada                      |
|                           | Superficie de perforaciones                           |
|                           | Densidad del bloque                                   |
|                           | Masa del bloque                                       |
|                           | Inclusiones calcáreas                                 |
|                           | Absorción de agua                                     |
| Succión por tabla         |   |
| Expansión por humedad     |   |
| Succión por canto         |   |

<sup>22</sup> Resistencia característica obtenida a partir de valores normalizados.

## 5. Almacenamiento y transporte de las piezas Termoarcilla®

### 5.1. Almacenamiento

Las piezas base y complementarias Termoarcilla® se almacenan de forma controlada y organizada en el patio de la fábrica hasta que son transportadas a obra o a un almacén.

Es recomendable proteger la pila de palés para evitar la entrada del agua de la lluvia, por ejemplo, cubriéndola por su parte superior.

Tanto en el almacén como en la obra debe controlarse el almacenamiento de las piezas Termoarcilla® para que no sufran desperfectos o malos usos antes de su puesta en obra.

Para el correcto almacenamiento, manipulación y traslado de los palés y piezas Termoarcilla® se debe tener en cuenta la normativa vigente en cuanto a prevención de riesgos laborales.

### 5.2. Transporte

Se debe controlar la carga y descarga de los palés para evitar desperfectos en las piezas.

A la llegada de las piezas a obra, se debe comprobar visualmente que las piezas están en buen estado.

## 6. Criterios de proyecto y ejecución del sistema Termoarcilla®

El sistema Termoarcilla® debe ser diseñado y ejecutado en obra según se define en el documento *Criterios*, del Consorcio Termoarcilla® y aceptado como referencia por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC).

El documento *Criterios* está sujeto a actualizaciones. La versión autorizada a efectos de este DAU será la indicada por el ITeC. Se puede encontrar en su página web: [itec.es](http://itec.es).

Las soluciones propuestas deben ser ejecutadas con las piezas base y complementarias de Cerámica La Coma SA fabricadas en Balaguer (Lleida).

La solución constructiva de apoyo de forjado (muro portante) con pieza L obtenida a partir del corte de la pieza de dintel, apartado 3.2.12 del documento *Criterios*, puede ejecutarse sobre la suela de las piezas de dintel, pero no debe ser ejecutada sobre las alas de las piezas de dintel de Cerámica La Coma SA (véase el apartado 9.1.1.1, punto "Resistencia a compresión").

Si por alguna causa las soluciones propuestas tuvieran que ejecutarse con piezas fabricadas por distintas empresas del Consorcio Termoarcilla® que disponen del DAU, es necesario evaluar la compatibilidad entre las piezas a utilizar (características geométricas, mecánicas y físicas).

## 7. Referencias de utilización

El sistema Termoarcilla® se lleva utilizando desde el año 1991.

Según datos facilitados por el fabricante, se ha ejecutado una superficie aproximada de 2.000.000 m<sup>2</sup> de muros con bloques fabricados por Cerámica La Coma SA en Balaguer (Lleida).

## 8. Visitas de obra

Se realizó un muestreo de obras con bloque Termoarcilla® del conjunto de fabricantes, acabadas y en ejecución, y se seleccionaron entre ellas 50 obras de toda España, para que fueran representativas del sistema. Las obras seleccionadas fueron inspeccionadas por técnicos del ITeC.

La información de las visitas de obra realizadas está recogida en el documento *Informe de las visitas de obra ejecutadas en bloque Termoarcilla®*, que se encuentra en el dossier técnico del DAU.

Los aspectos que se enumeran a continuación, identificados como resultado de las visitas de obra realizadas, se destacan como relevantes para una correcta ejecución de las obras con bloque Termoarcilla®:

### Proyecto

- El proyecto deberá contemplar desde el inicio el bloque Termoarcilla®, resolviendo adecuadamente los puntos singulares. Aquellos proyectos definidos con materiales diferentes del bloque Termoarcilla®, deberán revisarse para adecuar su contenido a las características de este sistema constructivo.
- En edificios con muros portantes no es recomendable utilizar luces superiores a 6 metros.
- Con el fin de evitar fisuras que puedan afectar la impermeabilidad del muro, es importante el diseño y ejecución del apoyo o encuentro con el forjado, dado que no existe cámara de aire ni trasdosado por detrás de la única hoja.
- Para evitar problemas causados por posibles fisuraciones en zonas traccionadas de la fábrica:
  - Para revestir las fachadas se utilizarán revestimientos y/o soluciones constructivas que puedan absorber las posibles fisuras sin pérdida de impermeabilidad.
  - En el diseño de la unión de la fachada con el último forjado, se considerará que el giro del forjado puede provocar fisuras, especialmente en fachadas lisas.
- Debe tenerse especial cuidado en el diseño de los testeros, donde se puedan acusar los efectos de la dilatación térmica (testeros muy soleados) y de la retracción de los forjados.

### Ejecución en obra

- Los bloques deben humedecerse antes de su colocación para evitar la deshidratación del mortero.
- En cerramientos o muros exteriores, la separación entre las bandas de mortero del tendel no debe ser superior a 2 cm.

- Se recomienda utilizar morteros de cal y cemento, con las especificaciones indicadas en el apartado 2.3 de documento *Criterios*. Se podrán utilizar otros morteros que permitan ejecutar la fábrica con prestaciones mecánicas similares. Véanse a este respecto las indicaciones del punto “Criterios para el cálculo estructural de muros” del apartado 9.1.1.3.
- No deben realizarse ajustes horizontales abriendo las juntas verticales ni colocando rellenos de mortero (sólo juntas verticales de mortero con dos bandas de mortero, con las condiciones indicadas en el documento *Criterios*).
- Las piezas deben cortarse con una cortadora de mesa, con disco de diámetro adecuado. Si no se dispone de la misma, el corte se realizará con una radial. No deben cortarse bloques con medios manuales.
- Las esquinas, jambas y bordes de las juntas de movimiento verticales deben ejecutarse con piezas complementarias. El uso de piezas cortadas sólo deberá realizarse cuando no puedan reducir las prestaciones de la fábrica.
- Las rozas y rebajes deben realizarse según los criterios indicados en el apartado 5.12 del documento *Criterios*. En muros portantes sería recomendable no realizar rozas; de hacerse, deben cumplirse los criterios de la tabla 4.8 del DB-SE-F del CTE.

#### Mano de obra

- Los albañiles que ejecuten los muros o cerramientos considerados deben tener los conocimientos suficientes para una correcta colocación del bloque Termoarcilla®, para lo cual el fabricante que suministre los bloques debe realizar, siempre que sea necesario, la oportuna formación del personal de obra.

## 9. Evaluación de ensayos y cálculos

Para la elaboración del presente DAU se han realizado comprobaciones a dos niveles:

1. Ensayos y cálculos del sistema, utilizando piezas representativas de diferentes fabricantes o piezas genéricas para los cálculos<sup>23</sup>.
2. Ensayos de piezas base y piezas complementarias fabricadas por la empresa Cerámica La Coma SA.

Los ensayos de sistema fueron llevados a cabo por distintos laboratorios acreditados o, en su defecto, por laboratorios con experiencia y medios adecuados. Estos laboratorios fueron:

- LGAI – Technological Center: laboratorios de construcción, mecánica y fuego.
- LABEIN – Centro Tecnológico<sup>24</sup>.
- CIDEMCO – Centro de Investigación Tecnológica.
- LOEMCO – Laboratorio Oficial para Ensayos de Materiales de Construcción

Los ensayos de piezas base y piezas complementarias fueron realizados en laboratorios acreditados para ensayos de piezas cerámicas de arcilla aligerada.

Los ensayos de sistema se llevaron a cabo de acuerdo con las directrices especificadas por el ITeC en el documento *Plan de ensayos de obra de fábrica*.

Todos los ensayos se realizaron sobre muestras tomadas en fábrica por distintos organismos o por los propios laboratorios, incluidos los ensayos específicos para Cerámica La Coma SA, cuya toma de muestras se realizó en Balaguer (Lleida).

Además, el fabricante aportó algunos ensayos de producto, correspondientes a los ensayos realizados para la concesión y/o seguimiento de la marca AENOR.

Todos los informes de ensayos y cálculos, así como los informes de toma de muestras, constan en el *Dossier Técnico del DAU 03/008*. A continuación, se presenta un resumen de los resultados de los mismos.

### 9.1. Ensayos y cálculos de adecuación al uso del sistema

Se ha evaluado la adecuación al uso del sistema Termoarcilla® en relación con el cumplimiento de la Guía de evaluación del sistema Termoarcilla®.

La Guía de Evaluación tiene en cuenta las exigencias básicas del CTE que afectan al sistema. Los valores y

<sup>23</sup> Cuando fue necesario, se realizaron con las piezas del fabricante considerado en este DAU.

<sup>24</sup> En el Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación (LCCE) del Gobierno Vasco.

métodos de ensayo de este DAU responden a las evidencias que el ITEC dispone en la actualidad y han sido revisados de acuerdo con lo que se establecen en los DB-SE, DB-SE-AE, DB-SE-C, DB-SE-F, DB-SI, DB-HS, DB-SU y DB-HE del CTE.

La evaluación del sistema ejecutado con los bloques Termoarcilla® fabricados por Cerámica La Coma SA se ha realizado sobre la base de ensayos, cálculos y visitas de obras, realizados para el conjunto de los fabricantes de Termoarcilla® y completados con ensayos realizados con las piezas de Cerámica La Coma SA en todos aquellos aspectos que se han considerado necesarios. Todos los informes relacionados con los ensayos, cálculos y visitas de obras están recogidos en el Dossier Técnico del DAU 03/008.

En aquellos valores del sistema obtenidos por extensión de resultados o de forma empírica, el fabricante podrá complementar el DAU, si lo considera oportuno, con ensayos del sistema ejecutados con sus piezas, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Utilizar laboratorios acreditados o, en su defecto, laboratorios con experiencia y medios adecuados para realizar los ensayos.
- Realizar ensayos de identificación de los bloques y otros elementos del sistema con los que se construirá la probeta a ensayar.
- La toma de muestras debe ser efectuada por el propio laboratorio o por un organismo inspector.

Los valores que se indican para el sistema deberán estar conformes con la normativa vigente (*Código Técnico de la Edificación, Documentos Básicos* u otros documentos normativos) en el momento de la redacción de proyectos.

Los resultados o conclusiones de los ensayos y cálculos del sistema que se realizaron son los siguientes:

#### 9.1.1. Resistencia mecánica y estabilidad (RE 1) y seguridad de utilización (RE 4)

##### 9.1.1.1. Piezas Termoarcilla®

###### Resistencia a compresión

Los resultados de los ensayos de resistencia a compresión, según norma UNE-EN 772-1 realizados con piezas base y piezas complementarias con función estructural han superado el valor mínimo garantizado por el fabricante. En la tabla 2.1 del presente DAU se han indicado para cada uno de los anchos de pieza los valores de resistencia característica normalizada.

Cerámica La Coma SA garantiza el valor mínimo de resistencia a compresión para las suelas de sus piezas de dintel, sin embargo, no garantiza este valor para las alas de sus piezas de dintel. Por tanto, puede ejecutarse

la solución constructiva de apoyo de forjado (muro portante) sobre la suela de las piezas de dintel, pero no debe ejecutarse esta solución sobre las alas de la pieza L obtenida por corte de dintel

###### Ajuste geométrico entre piezas

En el control del proceso de fabricación se incorporaron controles que permiten alcanzar el encaje y alineación geométricos considerados en el documento Ensayos DAU 004, Ensayo de encaje y alineación de piezas de fábrica machihembradas, en las condiciones establecidas por el ITEC.

Los resultados de los ensayos de encaje y alineación geométricos realizados con piezas base, según el documento Ensayos DAU 004, cumplen los mínimos establecidos para el DAU en el documento *Guía de evaluación del sistema Termoarcilla®* para uso en muros portantes y en cerramientos exteriores.

##### 9.1.1.2. Sistema Termoarcilla®

###### Resistencia a compresión y módulo de deformación de la obra de fábrica Termoarcilla®

Se realizaron ensayos de muretes según la norma UNE-EN 1052-1, ejecutados con piezas de diferentes anchos y resistencias características, procedentes de distintos fabricantes. Se utilizaron muretes con junta continua y junta interrumpida, con diferentes morteros. Dichos ensayos se llevaron a cabo según el documento *Plan de ensayos de obra de fábrica*.

Partiendo de los ensayos realizados (Informes LGAI, expedientes núm. 22006533 y 22033951), se puede considerar como referencia para la fábrica los valores de resistencia característica indicados en la Tabla 9.1.

Para determinar los valores de resistencia característica a compresión del muro ( $f_k$ ) con junta interrumpida<sup>25</sup> (JI) y/o Nivel II de aspecto, se deberán aplicar las correcciones siguientes al valor del Nivel I con junta continua (JC) de la tabla anterior:

$$f_k (\text{Nivel I con JI}) = f_k (\text{Nivel I con JC}) \times 0,80$$

$$f_k (\text{Nivel II con JC}) = f_k (\text{Nivel I con JC}) \times 0,80$$

$$f_k (\text{Nivel II con JI}) = f_k (\text{Nivel I con JC}) \times 0,64$$

Véanse la resistencia a compresión y nivel de aspecto de las piezas en el punto siguiente.

<sup>25</sup> No se recomienda utilizar muros con junta interrumpida con carga centrada. No obstante, por la posición de los muros con este tipo de junta, normalmente no se produce una situación con carga centrada.

| Bloque <sup>26</sup> (a) | Mortero                            | Nivel de aspecto o fisuración (b) Junta continua* | $f_k$ fábrica (MPa) |
|--------------------------|------------------------------------|---|---------------------|
| $R100 \leq f_b < R125$   | Mortero de cal y cemento 1:¼:4 (c) | Nivel I   | 2,80                |
| $R125 \leq f_b < R150$   |                                    |   | 3,40                |
| $R150 \leq f_b < R200$   |                                    |   | 4,00                |

\* Valores característicos máximos obtenidos en ensayos:

- 4,43 MPa, para bloques  $R125 \leq f_b < R200$
- 6,07 MPa, para bloques con  $f_b \geq R200$

(a) El porcentaje de huecos de las piezas = 45% - 55%.

(b) Niveles de aspecto o fisuración:

Nivel I: sobre una muestra de 6 piezas, existe como máximo una pieza fisurada<sup>27</sup>.

Nivel II: sobre una muestra de 6 piezas, existe como máximo un total de 3 piezas fisuradas, de las cuales sólo una puede presentar fisuras en las paredes exteriores. El valor de  $f_k$  para este nivel se obtiene aplicando al valor del nivel I un coeficiente corrector igual a 0,8.

(c) Resistencia a compresión: mínimo M7,5. Véanse las especificaciones indicadas en el apartado 2.3 del documento *Criterios*

**Tabla 9.1:** Resistencia característica a compresión de muros del sistema Termoarcilla®.

En muros exteriores en los que sea necesaria la mejora de los valores de resistencia característica a compresión del muro ( $f_k$ ), se puede considerar su ejecución con junta continua, teniendo en cuenta las condiciones climáticas y de exposición de cada muro. Véase el apartado 9.1.5, punto "Incidencia del tendel ejecutado con junta interrumpida o continua en el comportamiento higrotérmico del muro".

Para determinar el valor de la resistencia de cálculo a compresión de la fábrica ( $f_d$ ) deberá tenerse en cuenta el coeficiente parcial de seguridad para piezas de categoría I de fabricación (según el apartado 4.6.7 del DB-SE-F).

Para los cálculos se pueden considerar los módulos de elasticidad siguientes:

| Bloque <sup>26</sup>   | Módulo elasticidad (MPa) |
|------------------------|--------------------------|
| $R100 \leq f_b < R150$ | 5.650 <sup>28</sup>      |
| $R150 \leq f_b < R200$ | 9.200 <sup>29</sup>      |

**Tabla 9.2:** Módulos de elasticidad de muros del sistema Termoarcilla®.

Para uso en muros portantes, si las piezas recibidas en obra quedan por debajo de los niveles de aspecto

<sup>26</sup> Resistencia característica obtenida a partir de valores normalizados.

<sup>27</sup> Pieza fisurada: es aquella que tiene una o más fisuras en alguna de las paredes exteriores o de los tabiques interiores, con una longitud superior al 20% de la dimensión afectada (longitud, anchura o altura).

Fisura: es la hendidura más o menos irregular que afecta al total del espesor de una pared de bloque.

especificados, deberán ser reemplazadas por otras que los cumplan. En ningún caso deberán colocarse piezas fisuradas que presenten hendiduras con una abertura igual o superior a 1 mm.

Se utilizarán morteros de cal y cemento, con las especificaciones indicadas en el apartado 2.3 del documento *Criterios*. Se podrán utilizar otros morteros que permitan ejecutar la fábrica con prestaciones mecánicas similares. Véanse las indicaciones del apartado 9.1.1.3, punto "Criterios para el cálculo estructural de muros".

#### Piezas de Cerámica La Coma SA

| Ancho del bloque (cm) | $f_b$ (MPa) | Nivel de aspecto |
|-----------------------|-------------|------------------|
| 29                    | 12,5        | Nivel I          |
| 24                    | 12,5        | Nivel I          |
| 19                    | 12,5        | Nivel I          |
| 14                    | 12,5        | Nivel I          |

**Tabla 9.3:** Resistencia característica a compresión y nivel de aspecto de las piezas Termoarcilla® fabricadas por Cerámica La Coma SA.

#### Resistencia a flexión de la fábrica

Se realizaron ensayos de muros y muretes según la norma UNE-EN 1052-2, con rotura paralela a los tendeles, con junta interrumpida y continua, ejecutados con piezas de anchos 24 y 29 procedentes de distintos fabricantes, según el documento *Plan de ensayos de obra de fábrica*.

Se utilizó un mortero de cal y cemento, con las especificaciones indicadas en el apartado 2.3 del documento *Criterios*.

De acuerdo con los ensayos realizados (Informe de LGAI, expediente núm. 22006536), el valor característico mínimo obtenido, utilizando el mortero indicado, es 0,41 MPa<sup>30</sup>.

Este valor es un indicador de la adherencia bloque-mortero. En caso de utilizar otros morteros, debe tenerse en cuenta dicha característica, tomando como referencia el valor mínimo arriba indicado.

#### Resistencia a corte

Se realizaron ensayos (Informe de LGAI, expediente núm. 22009378), según el proyecto de norma prEN 1052-3, de marzo de 1993, disponible al ejecutar los ensayos. Las probetas fueron ejecutadas con junta interrumpida y continua, con piezas de ancho 24 y

<sup>28</sup> Rango estimado para este tipo de fábrica: 4.300 MPa–5.650 MPa.

<sup>29</sup> Rango estimado para este tipo de fábrica: 6.350 MPa–9.200 MPa.

<sup>30</sup> Valor característico máximo obtenido en los ensayos realizados: 0,49 MPa.

diferentes succiones por tabla. Las piezas procedían de diferentes fabricantes, de acuerdo con el documento *Plan de ensayos de obra de fábrica*.

Los valores obtenidos, utilizando un mortero de cal y cemento según las especificaciones indicadas en el apartado 2.3 del documento *Criterios*, cumplen con los valores mínimos<sup>31</sup> de  $f_{vk0}$  resistencia característica a corte con compresión nula, indicados en la tabla 4.5 para fábricas de mortero ordinario del DB-SE-F del CTE y también en el anexo C (normativo) de la norma UNE-EN 998-2 para morteros preparados.

#### Juntas de movimiento

Para garantizar el buen funcionamiento de la fábrica, ya sea portante o no portante (cerramiento exterior), la separación de las juntas de movimiento verticales debería ser como máximo de 12 m, según el criterio más restrictivo entre la tabla 2.1 del DB-SE-F del CTE y la tabla del apartado 2.3.4.2 del Eurocódigo 6, Parte 2 para piezas de arcilla cocida.

#### Suspensión de objetos

Se evaluó el comportamiento de los muros Termoarcilla® frente a la suspensión de cargas moderadas y de cargas elevadas mediante la colocación de fijaciones mecánicas y fijaciones químicas.

Se realizaron los siguientes ensayos (Informe de LGAI, expediente núm. 22003638):

- a) Ensayo de perforabilidad.
- b) Ensayo de suspensión de cargas excéntricas, según método de ensayo establecido en la Guía de DITE 003, *Internal partition kits for use as non-loadbearing walls*, mediante estanterías de dimensiones normalizadas.
  - b1) Cargas moderadas<sup>32</sup>.
  - b2) Cargas elevadas<sup>33</sup>.
- c) Ensayo de extracción de fijaciones sobre muro:
  - c1) Extracción de fijaciones mecánicas.
  - c2) Extracción de fijaciones químicas.

De acuerdo con lo observado en los ensayos realizados, para las piezas objeto de este DAU se considera que:

1. La pared Termoarcilla® se comporta satisfactoriamente frente a la perforación con taladro, tanto con percutor como sin percutor.
2. Se pueden fijar cargas leves utilizando tacos de plástico universales.

3. Se pueden fijar cargas moderadas con fijaciones mecánicas, mediante ensayo justificativo aportado por el fabricante de bloques, o en su defecto con fijaciones químicas.
4. Se pueden fijar cargas elevadas con fijaciones químicas.

#### 9.1.1.3. Cálculo estructural de los usos considerados

##### Comprobación de la resistencia a compresión de muros

Se realizaron ensayos de compresión de muros de una planta de altura (2,80 metros) ejecutados con piezas procedentes de diferentes fabricantes, con junta interrumpida y piezas de 24 y 29, y con junta continua y piezas de 14 cm. Las cargas se aplicaron con excentricidades de 1/6 y 1/3 del espesor del muro y también centradas, según el documento *Plan de ensayos de obra de fábrica*.

Se utilizó un mortero de cal y cemento, con las especificaciones indicadas en el apartado 2.3 del documento *Criterios*.

De acuerdo con lo observado, para el cálculo de los muros de fábrica ejecutados con morteros según las especificaciones indicadas en el apartado 2.3 del documento *Criterios*, deben utilizarse los valores de resistencia característica a compresión de los muros ( $f_k$ ) indicados en el apartado 9.1.1.2, punto "Resistencia a compresión y módulo de deformación de la obra de fábrica Termoarcilla®".

Para otros morteros distintos a los especificados en el apartado 2.3 del documento *Criterios*, véase el punto siguiente, "Criterios para el cálculo estructural de muros".

##### Criterios para el cálculo estructural de muros

En vista de las comprobaciones de cálculo realizadas, el análisis de las soluciones constructivas y las visitas de obra efectuadas, para el dimensionado de las soluciones de muros portantes consideradas en este DAU deben contemplarse los siguientes criterios:

- El número máximo de plantas será 3 (PB + 2). En el caso de edificaciones de 3 alturas, se puede añadir además un sótano resuelto con otro tipo de estructura, por ejemplo, muros de hormigón.
- La altura entre forjados de las plantas será de aproximadamente 3 m.

<sup>31</sup> Para morteros M7,5 – M10: 0,15 N/mm<sup>2</sup>.

Para morteros > M10: 0,20 N/mm<sup>2</sup>.

<sup>32</sup> Para cargas moderadas las condiciones de ensayo son:

- 500 N aplicados en 30 ciclos de carga y descarga, con una cadencia de 2.000 N/min.
- 1.000 N aplicados durante 24 h.

<sup>33</sup> Para cargas elevadas las condiciones de ensayo son:

- 2000 N aplicados en 30 ciclos de carga y descarga, con una cadencia de 2000 N/min.
- 4000 N aplicados durante 24 h.

- Los muros podrán ser de cualquier espesor en función del cálculo, salvo aquellos que estén en contacto con ambiente exterior, cuyo espesor mínimo deberá ser de 24 cm para las soluciones consideradas en este DAU. El espesor utilizado deberá cumplir los diferentes requisitos de la normativa vigente, de acuerdo con la ubicación del muro en el edificio.
- Para el cálculo de los muros de fábrica ejecutados con morteros según las especificaciones indicadas en el apartado 2.3 del documento *Criterios*, se utilizarán los valores de resistencia característica a compresión de los muros ( $f_k$ ) indicados en el apartado 9.1.1.2, punto “Resistencia a compresión y módulo de deformación de la obra de fábrica Termoarcilla®”, teniendo en cuenta la resistencia característica a compresión (valor mínimo garantizado) y el nivel de aspecto declarados por el fabricante.

Para otros morteros distintos a los especificados en el apartado 2.3 del documento *Criterios*, si no se dispone de ensayos<sup>34</sup> se podrán considerar valores de resistencia característica a compresión de los muros ( $f_k$ ) empíricos, incluidos u obtenidos según el método de cálculo utilizado, con las siguientes condiciones:

1. Datos de entrada para determinar los valores de  $f_k$  de la fábrica:
  - Como resistencia a compresión del bloque, se considerará el valor característico mínimo garantizado por el fabricante.
  - Como resistencia del mortero, se considerará un mortero M7,5.

Se recomienda utilizar morteros con la granulometría indicada en el apartado 2.3 del documento *Criterios*.

2. Diseño de las uniones con el forjado:

En aquellas uniones con muros exteriores en las que pudieran producirse giros importantes del forjado, se adoptarán medidas constructivas para evitar el riesgo de aparición de fisuras horizontales que puedan afectar la impermeabilidad del muro, como piezas o diseños que actúen a modo de tapajuntas, juntas de movimiento horizontal, o la ejecución de aleros o viseras.

- La distancia entre ejes de los muros de arriostramiento deberá ser de 8 m como máximo, igual que para el resto de fábricas. Su longitud mínima exenta (sin incluir el espesor de los muros arriostrados) será 0,2 veces la altura libre del piso; su dimensionado se deberá comprobar mediante cálculo.
- En una misma planta, cada muro tendrá la sección constante.
- La longitud mínima<sup>35</sup> de los machones en muros portantes será 45 cm. Para el cálculo se recomienda partir de una longitud de 60 cm.
- Para el apoyo de cargas concentradas se tendrán en cuenta los criterios indicados en el apartado 5.2.8 del DB-SE-F del CTE.
- Se recomienda que las pilastras tengan un ancho mínimo de 45 cm. Si se prevén pilares ejecutados con bloques, serán como mínimo de 45 x 45 cm<sup>36</sup>.
- Se utilizarán soluciones de forjados acordes con la normativa vigente. Las soluciones constructivas que se han considerado en este DAU son para forjados unidireccionales con viguetas prefabricadas<sup>37</sup>.
- Se considera recomendable no superar luces de 6 m, salvo justificación específica mediante cálculo de los muros y detalles constructivos de las soluciones de los apoyos.
- El apoyo de los forjados en los muros será como mínimo 2/3 del grueso del muro.
- Se considerarán sobrecargas de uso hasta 300 kg/m<sup>2</sup>, incluyendo la sobrecarga de tabiquería. Se seguirán las indicaciones de la normativa vigente sobre acciones en la edificación.
- En zonas con requisitos sísmicos, se tendrán en cuenta los criterios de la normativa sísmica vigente para los usos definidos en el apartado 1.2 de este DAU y el apartado 3.1.1.6 “Criterios para zonas sísmicas” del documento *Criterios*.

<sup>34</sup> Para los morteros especificados, se han determinado mediante ensayos la resistencia a compresión de la fábrica y la resistencia a flexión (indicador de la adherencia bloque - mortero). Para otros morteros, el proyectista debe valorar el comportamiento de la fábrica en relación con ambas características, teniendo en cuenta las posibles deformaciones de los muros, especialmente por efecto del giro de los extremos de los forjados.

<sup>35</sup> Para considerar un machón como portante o resistente en zonas con  $a_c \geq 0,04 \cdot g$ , deberá contar con una longitud mínima de 60 cm,

que será de 80 cm en el caso de machones situados entre una esquina y un hueco.

<sup>36</sup> El uso de pilares no deberá realizarse en edificios situados en zonas con requisitos sísmicos, con el fin de evitar diferencias de rigidez importantes en las dos direcciones de la planta.

<sup>37</sup> Aunque no se ha considerado en este documento, también es posible utilizar otro tipo de forjados.



Crterios para el cálculo de estructuras en las que se apoyarán cerramientos de bloque Termoarcilla®

Opciones a considerar:

- a) Limitar la flecha y la separación entre pilares.

En el perímetro donde se apoya el cerramiento se aplicarán las condiciones de limitación de la flecha relativa<sup>38</sup> definidas en el apartado 4.3.3.1 del DB-SE del CTE. En forjados unidireccionales con separaciones entre pilares inferiores a 5,50 m también deberá aplicarse la condición establecida en el Código Estructural, que limita la flecha activa como el menor de los valores  $L/500$  y  $L/1000 + 0,5$  cm; para separaciones iguales o superiores se preverá además un nervio de rigidización con un canto superior al del forjado.

Este criterio no será de aplicación en la opción b)

- b) Solución alternativa a la anterior, incorporando el cerramiento en el modelo de cálculo cuando su presencia resulte desfavorable para el propio cerramiento o para la estructura<sup>39</sup>.

#### Apoyo de los dinteles

En los apoyos no se deben utilizar longitudes de apoyo excesivas para evitar momentos de empotramiento relevantes que comporten concentraciones de carga importantes en la jamba. En este sentido, se podrán emplear soluciones como la ejecución de un dado de hormigón en los apoyos del dintel.

El dintel deberá apoyarse 1/5 de la luz por cada lado y, como mínimo, 30 cm en muros portantes. En cerramientos no portantes, se apoyará como mínimo 15 cm.

Muros portantes:

- No es necesaria la comprobación de cálculo para luces de hueco:

|   | Muros de 29 y 24 cm | Muros de 19 y 14 cm |
|---|---------------------|---------------------|
| Piezas $f_b \geq 15$ MPa                  | 1,20                | 0,90 m              |
| Piezas $10 \text{ MPa} \leq f_b < 15$ MPa | 0,90                | 0,60 m              |

**Tabla 9.4:** Luces máximas del apoyo de dinteles en muros portantes del sistema Termoarcilla® sin necesidad de comprobaciones de cálculo.

- Para el resto de luces, el apoyo del cargadero sobre el muro deberá justificarse mediante cálculo, teniendo en cuenta el momento de empotramiento.

#### Masa superficial de la fábrica

Los valores aproximados de masa superficial con los bloques de Cerámica La Coma SA que deben

considerarse en los cálculos estructurales y en la verificación del cumplimiento del nivel de aislamiento acústico al ruido aéreo son:

| Sistema de bloques Termoarcilla® | Sin revestimiento (kg/m²) |
|----------------------------------|---------------------------|
| Muros de 29                      | 290                       |
| Muros de 24                      | 247                       |
| Muros de 19                      | 201                       |
| Muros de 14                      | 152                       |

**Tabla 9.5:** Masa superficial de la fábrica con piezas Termoarcilla® fabricadas por Cerámica La Coma SA.

### 9.1.2. Seguridad en caso de incendio (RE 2)

#### Reacción al fuego

En el mercado CE de las piezas Termoarcilla® el fabricante declara las piezas de arcilla cocida de su fabricación dentro de la clase A1 de reacción al fuego, en base a un contenido de materia orgánica inferior o igual al 1 % de acuerdo con la Decisión 96/603/CE (modificada por la Decisión 200/605/CE) y posteriormente recogida por el Real Decreto 312/2005. El resto de componentes del sistema Termoarcilla® también están clasificados como clase A1 (sin contribución al fuego), sin necesidad de ensayo.

Por lo tanto el sistema Termoarcilla® cumple con el grado máximo las exigencias de reacción al fuego que establece el CTE para elementos constructivos con uso en techos y paredes (tabla 4.1 de la sección SI1 del DB-SI *Seguridad en caso de incendio*).

#### Resistencia al fuego

De acuerdo con el Anejo F del DB-SI *Seguridad en caso de incendio* en el CTE, la resistencia al fuego de los muros con bloques de arcilla aligerada es:

| Muro | Enfoscado            |                 | Enyesado             |                   |
|------|----------------------|-----------------|----------------------|-------------------|
|      | Por la cara expuesta | Por ambas caras | Por la cara expuesta | Por ambas caras   |
| 29   |                      |                 |                      |                   |
| 24   | EI-240               | REI-240         |                      | REI-240           |
| 19   |                      |                 | EI-240               | EI-240            |
| 14   | EI-180               | REI-180         |                      | RE-240<br>REI-180 |

**Tabla 9.6:** Grado de resistencia al fuego de los muros con bloques de arcilla aligerada, según CTE (con revestimientos de 15 mm de espesor sobre una o las dos caras del muro).

Se deduce de ello que el sistema Termoarcilla® es apto, desde el punto de vista de su resistencia al fuego, como elemento separador en los usos previstos de las tablas 1.1 y 1.2 de la sección SI1 del DB-SI *Seguridad en caso de incendio* del CTE y como elemento estructural en los

<sup>38</sup> La flecha relativa de un elemento es el descenso máximo del vano respecto al extremo con menor descenso, dividido por la luz del tramo. En caso de voladizos se considera como luz el doble del vuelo.

<sup>39</sup> Esta alternativa puede ser especialmente indicada cuando se prevean deformaciones importantes. En caso de utilizarse, se deberá diseñar y calcular el cerramiento de acuerdo con la solución adoptada.

usos previstos de la tabla 3.1 de la sección SI6 del DB-SI.

Es importante indicar que si el espesor del revestimiento es menor al nominal, la resistencia al fuego del muro será inferior a la indicada, puesto que el revestimiento continuo tiene un papel muy relevante en el comportamiento de separación frente al fuego del muro: el revestimiento se caracteriza por constituir una capa continua y sin contribución al fuego, que recubre los posibles pasos que la fábrica cerámica (sin revestimiento) pudiera dejar al fuego (a las llamas, a los humos o al propio calor producido por el fuego).

En función de las características particulares de distribución, presencia de aberturas en la fachada, etc., el proyectista deberá contemplar en cada caso si la baja disipación térmica puede conducir a unas temperaturas en situación de incendio que comporten la exigencia de una mayor estabilidad al fuego de otros elementos de la estructura, como los forjados.

### 9.1.3. Higiene, salud y medio ambiente (RE 3)

#### Grado de impermeabilidad del sistema

De acuerdo con el DB-HS *Salubridad* del CTE, el sistema Termoarcilla® es apto para las soluciones de muros de sótano y fachadas con los grados de impermeabilidad indicados en la tabla 9.7.

En relación con las soluciones constructivas que se proyecten debe observarse que:

- En los muros de gravedad en sótano con impermeabilización exterior debe disponerse un revestimiento interior hidrófugo (mortero hidrófugo, placas de yeso laminado no higroscópico u otro material hidrófugo).
- El grado de impermeabilidad de una solución de fachada con muro de una hoja Termoarcilla® está condicionado por el nivel de filtración al agua que pueda asumir la capa del revestimiento exterior (R1 o R3), bajo la premisa de un buen proyecto y ejecución del muro con el fin de evitar problemas causados por fisuras en zonas traccionadas de la fábrica.

- La resolución de los puntos singulares en muros de sótano y fachadas deberá cumplir las condiciones del apartado 2.1.3 y 2.3.3 del DB HS1 del CTE respectivamente.

#### Ensayo de impermeabilidad del sistema

Se ensayaron muros de 24 con los tres tipos de revestimiento indicados en el apartado 1.1, ejecutados con un bloque de referencia. Los materiales de revestimiento utilizados fueron seleccionados de acuerdo con las condiciones especificadas para cada tipo en el documento *Criterios*; dichas condiciones se verificaron mediante ensayos de identificación.

Los ensayos se realizaron según método basado en las normas ASTM 514-90 y ASTM 514-74, *Standard Test Method for Water and Leakage Through Masonry*, desarrollado por CIDEMCO de acuerdo con las condiciones climatológicas de nuestro país. Cada probeta fue sometida a un rociado de agua combinado con presión estática, según las condiciones indicadas al final de este apartado, en la tabla resumen de resultados.

Los revestimientos ensayados fueron los siguientes:

1. Mortero monocapa de cemento, raspado, con un espesor mínimo 10 mm y las siguientes características especificadas en DIT:
  - Densidad aparente del mortero endurecido (M):  $1.550 \pm 100 \text{ kg/m}^3$ .
  - Módulo de elasticidad del mortero endurecido (E):  $9.000 \pm 700 \text{ MPa}$ .
  - Resistencia a flexotracción del mortero endurecido (R):  $3,5 \pm 1 \text{ MPa}$ .
  - Retención de agua del mortero fresco (U):  $92,2 \% \pm 0,5 \%$ .
  - Capilaridad del mortero endurecido (C): inferior a  $1 \text{ g/dm}^2 \cdot \text{min}^{1/2}$ .
  - Retracción de secado del mortero endurecido: 1 mm/m.

| Uso del sistema Termoarcilla® | Soluciones constructivas <sup>(a)</sup>                                 | Grado de impermeabilidad     |
|-------------------------------|---|------------------------------|
| Muros de gravedad en sótano   | Con impermeabilización interior   | 1 <sup>(a)</sup>             |
|                               | Con impermeabilización exterior   | 1, 2, 3, 4, 5 <sup>(a)</sup> |
| Fachadas                      | Con revestimiento exterior de resistencia media a la filtración (R1)    | 1, 2, 3 <sup>(a)</sup>       |
|                               | Con revestimiento exterior de resistencia muy alta a la filtración (R3) | 1, 2, 3, 4, 5 <sup>(a)</sup> |

(a) La configuración de las soluciones constructivas para cada grado de impermeabilidad debe cumplir las condiciones definidas en las tablas 2.2 y 2.7 de la sección HS1 del DB-HS del CTE.

**Tabla 9.7:** Grado de impermeabilidad de los muros con bloques de arcilla aligerada, según CTE.

| Revestimiento exterior          | Ancho bloque (cm) | Probeta           | Espesor medio revest. (mm) | Tiempo ensayo (días) | Presión (Pa) | Caudal (l/m <sup>2</sup> ·min) | Resultados            |               |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|----------------------|--------------|--------------------------------|-----------------------|---------------|
|                                 |                   |                   |                            |                      |              |                                | Penetración agua (mm) | Valoración    |
| Monocapa con base cemento       | 24                | 01 <sup>(a)</sup> | 17,3                       | > 3 <sup>(c)</sup>   | 600          | 3,3                            | 4 – 5                 | Satisfactorio |
|                                 |                   | 02 <sup>(b)</sup> | 17,1                       | 3                    | 1.000        | 3,3                            | 2 – 3                 | Satisfactorio |
| Enfoscado con pintura elástica  | 24                | 01 <sup>(b)</sup> | 20,1                       | 3                    | 1.000        | 3,3                            | 9 – 10                | Satisfactorio |
|                                 |                   | 02 <sup>(b)</sup> | 19,6                       | 3                    | 1.000        | 3,3                            | 9 – 12                | Satisfactorio |
| Monocapa con base cemento y cal | 24                | 01 <sup>(b)</sup> | 10,9                       | 3                    | 1.000        | 3,3                            | 3 – 4                 | Satisfactorio |
|                                 |                   | 02 <sup>(b)</sup> | 10,7                       | 3                    | 1.000        | 3,3                            | 3 – 4                 | Satisfactorio |

(a) Probeta ensayada según la norma ASTM E514-74.

(b) Probeta ensayada según la norma ASTM E514-90.

(c) Condiciones distintas, ya que este caso fue utilizado para validar el método de ensayo.

**Tabla 9.8:** Resumen de resultados del ensayo de impermeabilidad al agua de muros del sistema Termoarcilla®.

2. Mortero monocapa de cal y cemento, raspado, con espesor mínimo 12 mm, con las siguientes especificaciones según la documentación del fabricante:

- Densidad aparente del mortero endurecido (M): entre 1.350 kg/m<sup>3</sup> y 1.550 kg/m<sup>3</sup>.
- Módulo de elasticidad del mortero endurecido (E): entre 4.000 MPa y 6.000 MPa.
- Resistencia a flexotracción del mortero endurecido (R): entre 1,5 MPa y 2,5 MPa.
- Retención de agua del mortero fresco (U): entre 95 % y 100 %.
- Capilaridad del mortero endurecido (C): inferior a 1,5 g/dm<sup>2</sup>·min<sup>1/2</sup>.

3. Enfoscado de cemento y pintura elástica:

Enfoscado de cemento de espesor 1,5 cm y acabado fratasado, con las siguientes especificaciones:

- Dosificación 1:5.
- Cemento: CEM I 32,5.
- Arena: tamaño máximo de árido = 2,5 mm.

Pintura elástica para hormigón y mortero a base de resinas acrílicas en dispersión acuosa, con las siguientes especificaciones según la hoja técnica del fabricante:

- Espesor de película: entre 95 μm y 135 μm.
- Densidad: ≈ 1,35 kg/l.
- Contenido de sólidos: ≈ 52 % en volumen, ≈ 64 % en peso.
- Coeficiente de resistencia a la difusión de H<sub>2</sub>O (para 350 μm de espesor de película seca): 1.670.
- Coeficiente de resistencia a la difusión de CO<sub>2</sub> (para 350 μm de espesor de película seca): 2,6 x 10<sup>5</sup>.

• Alargamiento a rotura:

- $\varepsilon_r = 121 \%$  a T ambiente y sin exposición a la intemperie.
- $\varepsilon_r = 70 \%$  a T = -20 °C.

Los informes de los ensayos emitidos por CIDEMCO, expediente COTE07 del 24 de mayo de 2002, indican que el resultado del ensayo para cada uno de los tres revestimientos fue satisfactorio. En ninguno de ellos el agua llegó a alcanzar la superficie de los bloques, una vez finalizado el ensayo. De acuerdo con los informes citados, el tipo de bloque y su ancho, así como la utilización de junta continua o interrumpida en el tendel, son aspectos que no afectan al resultado del ensayo.

Por tanto, para las piezas que son objeto de este DAU se estima que la impermeabilidad al agua es satisfactoria con los revestimientos arriba indicados, u otros con prestaciones equivalentes que cumplan las especificaciones indicadas en el documento *Criterios*.

**Criterios para la comprobación de la limitación de condensaciones**

La comprobación del comportamiento higrotérmico de las soluciones constructivas proyectadas podrá realizarse a partir de los valores que aparecen en la tablas 9.9 y 9.10 de este DAU y de los valores del marcado CE de los componentes del sistema declarados por los fabricantes (mortero para tendeles, mortero de enlucido, yeso, pintura, etc.), en las condiciones que define el Documento de apoyo 2 al DB-HE, *Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos* del CTE para la limitación de condensaciones (dimensiones, usos y situación de los muros respecto de los espacios divididos, clase de higrometría, las condiciones ambientales exteriores e interiores, etc.).

| Material                    | Espesor (mm)                   | Conductividad térmica equivalente $\lambda$ (W/m-K) | Densidad material (kg/m <sup>3</sup> ) | Coefficiente de difusión del vapor de agua, $\mu$ | Calor específico $c_p$ (kJ/kg·K) |
|-----------------------------|--------------------------------|---|--|---|----------------------------------|
| Plaqueta Termoarcilla®      | 96 y 48                        |   |  |   |                                  |
| Ala de dintel Termoarcilla® | Dintel 29: 40<br>Dintel 24: 30 | 0,37  | 1.850                                  | 8   | 1,0                              |
| Hormigón                    | Varios                         | 1,65  | 2.200                                  | 70/120  | 1,0                              |
| Enfoscado de mortero        | 15                             | 0,93  | 1.800                                  | 15/35   | 1,0                              |
| Enyesado                    | 15                             | 0,30  | 900                                    | 4/10  | 1,0                              |

**Tabla 9.9:** Características higrotérmicas de los materiales del sistema Termoarcilla®.

| Material                         | Espesor (mm) | Conductividad térmica equivalente $\lambda$ (W/m-K) | Densidad material (kg/m <sup>3</sup> ) | Coefficiente de difusión del vapor de agua, $\mu$ | Calor específico $c_p$ (kJ/kg·K) |
|----------------------------------|--------------|---|--|---|----------------------------------|
| Trasdosado de ladrillo perforado | 40           | 0,76  | 1.600                                  | 5/10  | 1,00                             |
| Espuma de polietileno            | 5            | 0,05  | 70                                     | 100/100   | 2,30                             |
| Poliestireno expandido           | 10           | 0,034   | 20                                     | 60/60   | 1,45                             |

**Tabla 9.10:** Características higrotérmicas de materiales presentes en puentes térmicos.

Los resultados obtenidos son:

| Muro             | Punto analizado                                       | $U_p$ (W/m <sup>2</sup> ·K) | $f_{Rsi}$ | Condensación intersticial |
|------------------|---|-----------------------------|-----------|---------------------------|
| Termoarcilla® 29 | Encuentro con pilar, solución sin trasdosado interior | 1,40                        | 0,65      | No                        |
|                  | Encuentro con pilar, solución con trasdosado interior | 1,31                        | 0,67      | No                        |
|                  | Dintel  | 1,73                        | 0,57      | No                        |
|                  | Caja de persiana                                      | 1,66                        | 0,59      | No                        |
|                  | Jamba. Estudio en el entorno de la carpintería        | 2,02                        | 0,49      | No                        |
|                  | Antepecho. Estudio en el entorno de la carpintería    | 2,03                        | 0,49      | No                        |
| Termoarcilla® 24 | Encuentro con pilar, solución sin trasdosado interior | 1,46                        | 0,63      | No                        |
|                  | Encuentro con pilar, solución con trasdosado interior | 1,36                        | 0,66      | No                        |
|                  | Dintel  | 1,97                        | 0,51      | No                        |
|                  | Caja de persiana                                      | 1,66                        | 0,59      | No                        |
|                  | Jamba. Estudio en el entorno de la carpintería        | 2,02                        | 0,49      | No                        |
|                  | Antepecho. Estudio en el entorno de la carpintería    | 2,03                        | 0,49      | No                        |

**Tabla 9.11:** Resultados de la comprobación del límite de condensaciones en puentes térmicos.

En relación con las prestaciones higrotérmicas de los muros Termoarcilla® deberá tenerse en cuenta que:

- En este tipo de soluciones<sup>40</sup>, la permeabilidad al vapor del revestimiento exterior utilizado es relevante<sup>41</sup>. A mayor permeabilidad al vapor del revestimiento exterior, menor riesgo de condensaciones.

- Los revestimientos utilizados deberán cumplir el punto 2.4 del documento *Criterios*.
- En cuanto al uso de junta interrumpida o continua en muros exteriores, véase el apartado 9.1.5, punto "Incidencia del tendel ejecutado con junta interrumpida o continua en el comportamiento higrotérmico del muro".

<sup>40</sup> Soluciones de una hoja con revestimiento exterior continuo.

<sup>41</sup> Resistividad al vapor de los revestimientos utilizados en los ensayos de impermeabilidad y adherencia:

- Monocapa de cemento:  $\nu = 94,5$  MN·s/g·m, según DIT correspondiente.

- Monocapa de cal y cemento:  $\nu = 40$  MN·s/g·m, según ensayo CIDEMCO, exp. COTE07.

- Pintura:  $\nu = 10236$  MN·s/g·m, según ensayo CIDEMCO, exp. COTE07.

- Asimismo, se realizaron ensayos de permeabilidad al vapor, según prEN ISO 12572<sup>42</sup>, *draft* de marzo de 1997, de pieza y de fábrica sin revestir, con un bloque Termoarcilla® de referencia y con un ladrillo perforado del mismo fabricante.
- Los resultados de los ensayos están recogidos en los informes de LGAI, expedientes núm. 22032576 y 22033330.
- A partir de los resultados obtenidos, se estima que el valor aportado por el Consorcio Termoarcilla®,  $r_v = 47,5 \text{ MN}\cdot\text{s}/\text{g}\cdot\text{m}$  que equivale a un factor de resistencia a la difusión de vapor de agua  $\mu$  de 8, puede considerarse como referencia para la fábrica Termoarcilla® sin revestir.

#### Comprobación de la limitación de condensaciones en puentes térmicos

Se realizaron cálculos según se indica en el Documento de apoyo 3 al DB-HE, *Puentes térmicos* del CTE para la comprobación de la limitación de condensaciones en diferentes puentes térmicos de las soluciones constructivas más significativas, indicadas en el documento Criterios.

Para la realización de los cálculos se tomaron los siguientes datos:

- Temperatura interior: 20 °C.
- Humedad relativa del ambiente interior: 55 % (clase de higrometría 3, uso residencial).
- Temperatura exterior y humedad relativa exterior: los valores medios de la población con menor temperatura para la zona climática más severa a la que el sistema Termoarcilla® puede utilizarse según los datos indicados en el apartado 9.1.5 de este documento.
- Las características higrotérmicas de los materiales que intervienen en el sistema utilizadas para los cálculos se incluyen en las tablas 9.9 y 9.10. Las características de los elementos se tomaron de los datos declarados por los fabricantes, de la norma UNE-EN ISO 10456 y de la norma UNE-EN 1745, excepto los valores de conductividad térmica de las plaquetas y de los dinteles a los que se les otorgó el valor de  $\lambda$  más desfavorable obtenido en los ensayos realizados para la concesión del DAU.

A partir de los resultados obtenidos, considerando la zona climática más severa de las zonas climáticas para la que el sistema es apto (véase el apartado 9.1.5 del DAU) y clase de higrometría 3 (uso residencial), se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Las soluciones de encuentros con pilares cumplen la limitación de condensaciones.

- Las soluciones de dinteles con pieza U de Termoarcilla® cumplen la limitación de condensaciones.
- Las soluciones de caja de persianas cumplen con la limitación de condensaciones.
- Las soluciones de huecos exteriores (jambas y antepechos) no cumplen con la limitación de condensaciones.

En este último caso se recomienda utilizar soluciones que incrementen el aislamiento térmico en la zona del cerramiento donde se entrega la carpintería como pueden ser:

- Colocar un material o revoco aislante.
- Disponer de una doble ventana o una protección colocada en haces exteriores.
- En algunos casos también será válida una solución con mocheta mediante corte de piezas.

La solución de frente de forjado corresponde a un puente térmico formado por encuentro de cerramientos. Tal como se indica en el Documento de apoyo 3 al DB-HE, *Puentes térmicos* del CTE, la comprobación de condensaciones en este tipo de puentes se calculará por métodos descritos en la norma UNE-EN ISO 10211. Estos métodos se basan en la utilización de modelos geométricos tridimensionales y bidimensionales deducidos de los planos de la edificación en estudio.

Por tanto, el análisis de este tipo de encuentros en el sistema Termoarcilla® está condicionado al proyecto específico en el que se quiera utilizar este sistema.

Como orientación, si se analizan estas soluciones de frente de forjado con la misma metodología de cálculo que la utilizada para los puentes térmicos integrados, se obtiene que se cumple la limitación de condensaciones para el frente de forjado con plaqueta Termoarcilla® de 9,6 cm mientras que no se cumple dicha limitación cuando la solución es con plaqueta Termoarcilla® de 4,8 cm.

#### 9.1.4. Protección frente al ruido (RE 5)

##### Aislamiento acústico al ruido aéreo

Se realizaron ensayos de muros revestidos por ambas caras con un enyesado de 1,5 cm de espesor, según la norma UNE-EN ISO 140-3<sup>43</sup>, ejecutados con los cuatro anchos de pieza y dos densidades distintas para cada ancho, procedentes de diferentes fabricantes. Dichos ensayos se realizaron de acuerdo con el *Plan de ensayos de obra de fábrica*.

Para los diferentes casos ensayados se determinaron el índice global de reducción acústica  $R_w$  y el término de adaptación espectral  $C$  y  $C_{tr}$ , según la norma UNE-EN ISO 717-1 (informes de Labein núm. B-130-IN-CM-111 C1 a C10).

<sup>42</sup> La prEN ISO 12572 se anuló por la UNE-EN ISO 12572.

<sup>43</sup> La norma UNE-EN ISO 140-3 se anuló por la UNE-EN ISO 10140-2.

A partir de los datos obtenidos en los ensayos se han determinado los siguientes parámetros acústicos para los muros con piezas objeto de DAU<sup>44</sup>:

| Ancho pieza muro (cm) | Junta horizontal del muro | R <sub>A</sub> (dBA) | R <sub>Atr</sub> (dBA) | R <sub>w</sub> (dB) | C (dB) | C <sub>tr</sub> (dB) |
|-----------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|---------------------|--------|----------------------|
| 29                    | continua                  | 51                   | 48                     | 52 <sup>(a)</sup>   | -1     | -4                   |
| 24                    | continua                  | 50                   | 47                     | 51 <sup>(b)</sup>   | -1     | -4                   |
| 19                    | continua                  | 46                   | 43                     | 48 <sup>(c)</sup>   | -2     | -5                   |
| 14                    | continua                  | 44                   | 42                     | 45 <sup>(d)</sup>   | -1     | -3                   |

(a) Valor máximo obtenido 53 dB.

(b) Valor máximo obtenido 52 dB.

(c) Valor máximo obtenido 49 dB.

(d) Valor máximo obtenido 48 dB.

**Tabla 9.12:** Parámetros de aislamiento acústico al ruido aéreo de muros Termoarcilla® a partir de datos de ensayo.

Estos valores se consideran como las prestaciones mínimas de muros Termoarcilla® revestidos con enyesado de 1,5 cm por las dos caras. En caso de muros revestidos con enfoscado en una o ambas caras, el valor de aislamiento acústico será mayor, en función del número de caras enfoscadas.

La masa por unidad de superficie de referencia para los distintos anchos de muro Termoarcilla® con piezas de Cerámica La Coma SA debe tomarse de la tabla 9.5 de este DAU, a cuyos valores deberán añadirse un total de 36 kg/m<sup>2</sup> en concepto de masa media del revestimiento de yeso aplicado en ambas caras como en los muros objeto de ensayo.

Según los ensayos realizados por LABEIN, en los muros de 29 y 24 con junta horizontal de mortero interrumpida se observó una reducción de 2 dB<sup>44</sup> en el índice global de reducción sonora R<sub>w</sub>.

En muros exteriores en los que sea necesaria la mejora<sup>45</sup> de los valores de aislamiento acústico al ruido aéreo, puede considerarse la ejecución con junta continua, teniendo en cuenta las condiciones climáticas y de exposición de cada muro. Véase el apartado 9.1.5, punto "Incidencia del tendel ejecutado con junta interrumpida o continua en el comportamiento higratérmico del muro".

Los parámetros de la tabla 9.12 deberían adoptarse teniendo en cuenta que las juntas verticales entre piezas no pueden quedar separadas, debiendo existir un correcto encaje entre los machihembrados de las

mismas. De lo contrario, se producirá una reducción de las prestaciones acústicas de la fábrica.

Los parámetros acústicos de los distintos anchos de muros Termoarcilla® deberán encontrarse dentro de los límites indicados en la norma de aislamiento acústico que sea de aplicación al proyecto en el momento de su redacción, dependiendo de los usos como elementos de separación que deban asumir.

En relación con las exigencias básicas de protección frente al ruido definidas por el CTE en el DB-HR debe destacarse que:

- Los espacios delimitados por sistemas de paredes (elementos constructivos interiores de separación, fachadas y medianerías) deben proyectarse y construirse para que sus prestaciones de aislamiento acústico al ruido aéreo (masa superficial, R<sub>A</sub>, R<sub>Atr</sub>, D<sub>nT, A</sub> y D<sub>2m, nT, Atr</sub>) sean acordes con los valores límite definidos en el apartado 2.1 del DB-HR, para recintos protegidos o recintos habitables en función de los usos que separen.
- En relación con la protección frente al ruido procedente de zonas comunes en recintos habitables, los elementos de separación vertical con puertas o ventanas entre un recinto protegido y una zona común deben contar con un índice global de reducción acústica R<sub>A</sub> del muro de 50 dBA como mínimo. Los valores de R<sub>A</sub> obtenidos en los ensayos de muros de 24 y 29 alcanzan este valor mínimo de R<sub>A</sub> del muro.
- Además de la verificación de las prestaciones de aislamiento acústico exigibles a los materiales, los elementos constructivos de una edificación deben disponerse de acuerdo con las condiciones de diseño y ejecución de uniones entre elementos definidas en los apartados 3.1.4 y 5 del mismo DB.

#### Diseño según la opción simplificada

En el caso de medianerías<sup>46</sup>, para verificar el cumplimiento del DB-HR de los muros Termoarcilla® proyectados mediante la opción simplificada (apartado 3.1.2 y Anejo I del DB-HR) deberá considerarse que el valor del índice global de reducción acústica ponderado R<sub>A</sub> de las superficies que constituyan estos cerramientos no puede ser inferior a 45 dBA. Esta condición para usos de medianería se cumple con los valores de R<sub>A</sub> obtenidos en los ensayos de muros de 19, 24 y 29, definidos en la tabla 9.12 del DAU.

<sup>44</sup> El fabricante podrá complementar el DAU, si lo considera oportuno, con ensayos de muros ejecutados con sus propias piezas, realizados según las condiciones indicadas en la introducción del apartado 9.1.

<sup>45</sup> Teniendo en cuenta que, en las fachadas, los huecos y perforaciones son los elementos que mayor incidencia tienen en el aislamiento al ruido aéreo, esta mejora tiene sentido en muros exteriores sin huecos.

<sup>46</sup> Entendidas como superficies de cerramiento que lindan total o parcialmente con edificios ya construidos o que puedan construirse legalmente.

Para las fachadas, en la misma opción simplificada, el índice de reducción acústica  $R_A$  de la parte ciega de estos cerramientos deberá ser conforme con los valores de la tabla 3.4 del DB-HR en función del nivel límite de  $D_{2m,nT, Atr}$ , exigido según el índice de ruido día,  $L_d$ , y del porcentaje de huecos de dicha fachada. Esta condición deberá verificarse para cada proyecto según la superficie de huecos de la fachada y el espesor del muro.

| Ancho pieza muro (cm) | Valores térmicos de hojas de fábrica Termoarcilla® sin revestir <sup>(a)</sup> |                             |   |                             |   |                             |  |                             |
|-----------------------|--|-----------------------------|---|-----------------------------|---|-----------------------------|--|-----------------------------|
|                       | Junta horizontal continua <sup>(b)</sup>                                       |                             | Junta horizontal continua de mortero $\lambda = 0,7 \text{ W/m}\cdot\text{K}^{(c)}$ |                             | Junta horizontal interrumpida <sup>(b)</sup> con cámara de aire de 3 cm |                             | Junta horizontal interrumpida <sup>(b)</sup> con banda aislante <sup>(d)</sup> de 3 cm |                             |
|                       | $\lambda_{equ}$ (W/m·K)  | $R_m$ (m <sup>2</sup> ·K/W) | $\lambda_{equ}$ (W/m·K)   | $R_m$ (m <sup>2</sup> ·K/W) | $\lambda_{equ}$ (W/m·K)   | $R_m$ (m <sup>2</sup> ·K/W) | $\lambda_{equ}$ (W/m·K)  | $R_m$ (m <sup>2</sup> ·K/W) |
| 29                    | 0,314  | 0,923                       | 0,264   | 1,098                       | 0,265   | 1,095                       | 0,242  | 1,199                       |
| 24                    | 0,314  | 0,749                       | 0,264   | 0,889                       | 0,257   | 0,913                       | 0,235  | 0,999                       |
| 19                    | 0,314  | 0,612                       | 0,263   | 0,729                       | 0,251   | 0,764                       | 0,230  | 0,833                       |
| 14                    | 0,319  | 0,452                       | 0,269   | 0,535                       | 0,247   | 0,584                       | 0,228  | 0,631                       |

(a) Valores de resistencia y conductividad térmica que no incluyen las resistencias superficiales interiores ni exteriores.

(b) Soluciones con mortero de albañilería de conductividad  $\lambda = 1,3 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ .

(c) Soluciones con mortero de albañilería de conductividad  $\lambda = 0,7 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ . La adecuación al uso de los muros Termoarcilla® con morteros ligeros (de densidad inferior o igual a  $1.300 \text{ kg/m}^3$ ) no ha sido objeto de evaluación en el presente DAU.

(d) Tira flexible de espuma de poliéster de célula abierta y densidad  $20 \text{ kg/m}^3$  cuya adecuación al uso no ha sido evaluada en el presente DAU.

**Tabla 9.13:** Valores térmicos para muros sin revestir con piezas Termoarcilla® fabricadas por Cerámica La Coma SA.

Y para los cerramientos verticales interiores, los valores de masa superficial e índice global de reducción acústica ponderado  $R_A$  de muros en usos de tabiquería o en elementos de separación verticales entre recintos deberán ser iguales o superiores a los que se indican en las tablas 3.1, 3.2 y el apartado 3.1.2.3.4 del DB-HR. Los valores de  $R_A$  de muros con piezas Termoarcilla® de la tabla 9.12 alcanzan el valor mínimo exigido para usos de tabiquería.

Para el uso de los muros Termoarcilla® como elementos de separación verticales entre unidades de uso distintas o entre una unidad de uso y zona común, según la opción simplificada, debería añadirse otra capa al cerramiento: un trasdosado adicional o una segunda hoja de fábrica con banda elástica perimétrica, en función de la masa superficial y el  $R_A$  del ancho de muro Termoarcilla® correspondiente.

### 9.1.5. Ahorro de energía y aislamiento térmico (RE 6)

#### Resistencia térmica y conductividad térmica equivalente $\lambda$

Se realizaron cálculos<sup>47</sup> del comportamiento térmico de distintos anchos de piezas Termoarcilla®, determinando la resistencia térmica y la conductividad térmica de las piezas y muros según la metodología indicada en el Anexo E<sup>48</sup> del Reglamento particular de la marca Aenor

de piezas de arcilla cocida para fábricas a revestir RP 34.14, que se basa a su vez en el Anexo D de la norma UNE-EN 1745 *Fábrica de albañilería y componentes para fábrica. Métodos para determinar las propiedades térmicas*

En la tabla 9.13 se indican los resultados de resistencia térmica para soluciones de muros Termoarcilla® con piezas de Cerámica La Coma SA. También se ha calculado la conductividad térmica equivalente obtenida a partir de las resistencias térmicas y anchos de muros respectivos.

#### Transmitancia térmica

En los cálculos de transmitancia térmica de cerramientos con muros Termoarcilla® de Cerámica La Coma SA pueden considerarse las resistencias térmicas indicadas en la tabla 9.13, en función de los usos y soluciones de capas térmicamente homogéneas que se adopten.

El documento de apoyo 1 al DB-HE, *Cálculo de parámetros característicos de la envolvente* del CTE indica los cálculos que deberán realizarse para determinar la transmitancia térmica,  $U$ , de los cerramientos.

En relación con las exigencias básicas de ahorro de energía definidas en la sección HE1 del DB-HE del CTE

<sup>47</sup> Cálculos realizados por LGAI Technological Center SA.

<sup>48</sup> Anexo E de RP 34.14: *Método de cálculo de transmitancia térmica de muro*.

como parámetros objetivos debe destacarse que los sistemas de paredes deben proyectarse y construirse de modo que la demanda energética del edificio sea inferior a la de un edificio en que los parámetros de los cerramientos o particiones verticales interiores que componen su envolvente térmica no superen los valores de las tablas 3.1.1.a-HE1, 3.1.1.b-HE1 o 3.1.1.c-HE1 de la sección HE1 del DB-HE para las distintas zonas climáticas.

#### Incidencia del tendel ejecutado con junta interrumpida o continua en el comportamiento higrotérmico del muro

En el Documento *Criterios* se recomienda el uso de junta interrumpida en los tendeles de muros y cerramientos en contacto con ambiente exterior, con el fin de reducir el puente térmico en la junta de mortero y optimizar el comportamiento térmico del muro.

De acuerdo con los ensayos realizados (informes de CIDEMCO, expediente COTE07, de 3 de febrero de 2003) en muros ejecutados con junta continua y junta interrumpida, según las especificaciones del documento *Criterios*, se observó que:

- La influencia de la junta continua o interrumpida es mínima en cuanto al comportamiento térmico (resistencia térmica interna y coeficiente de transmisión térmico).
- Con la presencia de la junta continua no se aprecian temperaturas superficiales más bajas que en el caso de la junta interrumpida. En ambos casos la diferencia de temperatura superficial entre la zona de la junta y la zona del bloque es mínima. La presencia del revestimiento interior minimiza el efecto del puente térmico producido por la junta continua.
- Desde el punto de vista higrotérmico, no hay evidencias de que exista un comportamiento diferenciado del muro por efecto de la junta de mortero cuando su ejecución es interrumpida o continua.

Por lo anteriormente indicado, en muros exteriores en los que sea necesaria la mejora de prestaciones mecánicas ( $f_k$ ) o acústicas (aislamiento al ruido aéreo), se puede considerar su ejecución con junta continua, teniendo en cuenta las condiciones climáticas y de exposición de cada fachada.

Para ambos tipos de juntas, en caso de muros exteriores en condiciones desfavorables (por ejemplo fachadas orientadas a norte en zonas frías), deberá prestarse especial atención a las condiciones de uso y a las condiciones del ambiente interior, con el fin de evitar riesgos de condensaciones intersticiales en los tendeles.

<sup>49</sup> Desfase entre la onda de temperatura externa al muro y la transmitida por el muro a la zona interior.

<sup>50</sup> Rango entre 4,8 y 5,6 m<sup>2</sup>·°C/W.

#### Inercia térmica

Las propiedades higrométricas del sistema Termoarcilla® necesarias para el cálculo de la inercia térmica y eficiencia energética del edificio se describen a continuación:

- Conductividad térmica  $\lambda$  (W/m·K): definida para espesor de muro en la tabla 9.13 del DAU.
- Coeficiente de difusión del vapor de agua  $\mu$ : 8 (valor de referencia para la fábrica sin revestir definido en el apartado 9.1.3 del DAU).
- Densidad aparente del bloque  $\rho$  (kg/m<sup>3</sup>): definida para cada pieza en la tabla 2.1 del DAU.
- Calor específico  $c_p$  (kJ/kg·K): 1,0 (valor de referencia tomado de anexo A de la norma UNE-EN 1745).

Por otra parte, se realizaron ensayos de impedancia térmica de muros de 29 y 24 cm de espesor, revestidos, según procedimiento interno de CIDEMCO, con las mismas piezas y densidades que en el apartado anterior y también con los mismos revestimientos. Dichos ensayos se han efectuado de acuerdo con el documento *Plan de ensayos de obra de fábrica*.

Para los diferentes casos ensayados se determinó la impedancia térmica y el desfase  $\delta^{49}$ : Informe de CIDEMCO, núm. de expediente COTE07, con fecha 26 de noviembre de 2002.

Los valores promedio resultantes fueron:

Para muros de 29 cm de espesor con junta interrumpida: una impedancia térmica de 5,2 m<sup>2</sup>·°C/W<sup>50</sup> y un desfase  $\delta$  de 10,3 horas<sup>51</sup>.

Para muros de 24 cm de espesor con junta interrumpida: una impedancia térmica de 3,5 m<sup>2</sup>·°C/W<sup>52</sup> y un desfase  $\delta$  de 8,1 horas<sup>53</sup>.

Dichos valores se pueden considerar para la fábrica de Termoarcilla®. El rango de valores obtenido en los ensayos disponibles se ha indicado mediante notas al pie de la página.

La influencia del espesor del bloque en el desfase es significativa, con un incremento de más de un 25 % en el bloque de 29 respecto al bloque de 24.

#### 9.1.6. Aspectos de durabilidad y servicio

##### Inclusiones calcáreas de las piezas

Los resultados de los ensayos de inclusiones calcáreas realizados con piezas base de 29 y 24, según norma UNE 67039, superan las condiciones mínimas establecidas en la *Guía de evaluación*.

<sup>51</sup> Rango entre 10,8 y 9,6 horas.

<sup>52</sup> Rango entre 3,1 y 3,8 m<sup>2</sup>·°C/W.

<sup>53</sup> Rango entre 8,4 y 7,7 horas.



### Adherencia / durabilidad bloque-mortero revestimiento exterior

Se realizaron ensayos con los tres tipos de revestimiento indicados en el apartado 1.1. Para cada tipo, se seleccionaron los materiales de revestimiento utilizados de acuerdo con las condiciones especificadas en el apartado 2.4 del documento *Criterios*; dichas condiciones se verificaron mediante ensayos de identificación.

Cada revestimiento se ensayó con dos bloques de referencia, por su cara exterior (estriado profundo) y por su cara interior.

Se efectuaron los siguientes ensayos:

- Ensayo de adherencia del mortero endurecido (morteros monocapa y enfoscado), según UNE-EN 1015-12, Determinación de resistencia a la adhesión de revoco y enlucido endurecidos, aplicados sobre soportes.
- Ensayo de adherencia y permeabilidad al agua del mortero endurecido después de ciclos de envejecimiento (morteros monocapa), según prEN 1015-21, *draft* de abril de 1999, *Determination of the compatibility of one-coat rendering mortars with backrounds through the assessment of adhesive strength and water permeability after conditioning*.

Los tres revestimientos ensayados fueron los mismos que se especifican en el punto "Impermeabilidad del sistema", del apartado 9.1.3.

Se obtuvieron los resultados indicados en la tabla 9.14, de acuerdo con los informes de:

- Ensayos de adherencia según UNE-EN 1015-12, emitidos por LGAI, expedientes núm. 22004791, 21016715 a 21016718, 22001289 a 22001292 y 21018778 a 21018781.
- Ensayos de adherencia y permeabilidad al agua después ciclos de envejecimiento según prEN 1015-21, emitidos por LGAI, expedientes núm. 22004792 a 22004800.

En los morteros monocapa ensayados, después de los ciclos de envejecimiento la permeabilidad al agua fue menor o igual a 1 ml/cm<sup>2</sup> 48 h (valor límite para el marcado CE de morteros monocapa según la tabla 2 de la norma UNE-EN 998-1) y los valores de adherencia en ningún caso fueron inferiores a los valores de adherencia sin envejecimiento.

Los valores de adherencia del enfoscado se encuentran en rango de valores que se puede considerar normal para morteros tradicionales (0,3 MPa a 0,6 MPa).

No se observaron diferencias de comportamiento relevantes en relación con la diferente succión por canto de los bloques utilizados ni con el diferente estriado de sus cantos.

Por lo tanto, se considera que los tres revestimientos ensayados, seleccionados de acuerdo con las condiciones especificadas en el apartado 2.4 del documento *Criterios*, se comportan satisfactoriamente con soportes de fábrica de bloque Termoarcilla®. Es importante aplicar las medidas referentes al soporte indicadas en el DIT o DAU correspondiente o, en su defecto, en las especificaciones del fabricante (productos con certificado de calidad).

### Durabilidad del sistema

De acuerdo con lo observado en las visitas de obra, si se aplican los criterios y especificaciones indicados en el documento *Criterios* y se realiza un mantenimiento del sistema adecuado, se puede considerar que la fábrica de bloque Termoarcilla® tiene una durabilidad similar a la de la obra cerámica tradicional.

En caso de aparición de fisuras en el revestimiento exterior, se recomienda no demorar su reparación, dado que no existe cámara de aire ni trasdosado por detrás de la única hoja.

| Revestimiento             | Bloque:<br>succión<br>por canto<br>g/cm <sup>2</sup> -min | Bloque:<br>cara ensayada     | Revestimiento:<br>adherencia<br>N/mm <sup>2</sup> | Revestimiento:<br>adherencia después<br>ciclos envejecimiento<br>N/mm <sup>2</sup> | Revestimiento:<br>permeabilidad al agua<br>después ciclos<br>envejecimiento ml/cm <sup>2</sup> -48h |
|---------------------------|---|------------------------------|---|--|---|
| Monocapa<br>cemento       | 0,16  | Exterior (estriado profundo) | 0,42  | 0,73   | 0,18  |
|                           | 0,06  | Exterior (estriado profundo) | 0,47  | 0,89   | 0,10  |
|                           | 0,16  | Interior (estriado)          | 0,33  | 0,67   | 0,11  |
|                           | 0,06  | Interior (sin estriado)      | 0,40  | 0,75   | 0,19  |
| Monocapa cal y<br>cemento | 0,16  | Exterior (estriado profundo) | 0,29  | 0,40   | 0,05  |
|                           | 0,06  | Exterior (estriado profundo) | 0,30  | 0,54   | 0,04  |
|                           | 0,16  | Interior (estriado)          | 0,29  | 0,34   | 0,05  |
|                           | 0,06  | Interior (sin estriado)      | 0,39  | 0,56   | 0,08  |
| Enfoscado                 | 0,16  | Exterior (estriado profundo) | 0,39  | --   | --  |
|                           | 0,06  | Exterior (estriado profundo) | 0,34  | --   | --  |
|                           | 0,16  | Interior (estriado)          | 0,39  | --   | --  |
|                           | 0,06  | Interior (sin estriado)      | 0,38  | --   | --  |

Tipo de rotura observado en los ensayos de adherencia después de ciclos de envejecimiento: en ambos monocapas, la rotura es adhesiva en más del 75 % de las extracciones; el resto son roturas cohesivas.

**Tabla 9.14:** Resumen de resultados de ensayos de adherencia y durabilidad de distintos revestimientos sobre muros Termoarcilla®.

## 10. Comisión de Expertos

Este DAU ha sido sometido a la consideración de una Comisión de Expertos, tal y como se indica en el *Reglamento del DAU* y en la Instrucción de trabajo para la elaboración del DAU.

La Comisión de Expertos ha estado constituida por representantes de distintos organismos e instituciones, que han sido seleccionados en función de sus conocimientos, independencia e imparcialidad para emitir una opinión técnica respecto al ámbito cubierto por este DAU.

Los comentarios y observaciones realizados por los miembros de esta Comisión han sido incorporados al texto del presente DAU.

## 11. Documentos de referencia

Las referencias que se listan a continuación han sido empleadas en la elaboración y uso del DAU; las marcadas con un asterisco (\*) corresponden a normas derogadas, algunas por el Código Técnico de la Edificación, en los plazos previstos por el mismo. Con dos asteriscos (\*\*) se indican los proyectos de norma disponibles en el momento de realizar los ensayos.

Documento de criterios de diseño y ejecución del sistema Termoarcilla®:

- *Criterios de diseño constructivo y ejecución de soluciones de una hoja de bloque Termoarcilla®, para aplicación en muros portantes y cerramientos exteriores de edificios para uso residencial.* Consorcio Termoarcilla, Abril 2003.

Reglamentación de construcción de obligado cumplimiento:

- CTE – Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Vivienda, marzo de 2006 y sus actualizaciones. Parte I.
- CTE – Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Vivienda, marzo de 2006 y sus actualizaciones. Parte II:
- DB-SE Seguridad estructural
- DB-SE-AE Acciones en la edificación
- DB-SE-C Cimientos
- DB-SE-F Estructuras de fábrica
- DB-SI Seguridad en caso de incendio
- DB-HS Salubridad
- DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad
- DB-HE Ahorro de energía
- DA-DB-HE/1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente
- DA-DB-HE/2 Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos
- DA-DB-HE/3 Puentes térmicos
- DB-HR Protección frente al ruido
- Código Estructural (Real Decreto 470/2021)
- NCSE-02 Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación.
- Reglamento de Productos de la Construcción (UE) 305/2011.
- La actual evaluación del sistema Termoarcilla®, y en consecuencia, la redacción del presente DAU, hacen referencia a la reglamentación básica indicada anteriormente.

Normas de producto armonizadas (marcado CE):

- UNE-EN 197-1 Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.
- UNE-EN 459-1 Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad.
- UNE-EN 771-1 Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Piezas de arcilla cocida.
- UNE-EN 845-1 Especificación de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 1: Llaves, amarres, colgadores, ménsulas y ángulos.
- UNE-EN 845-3 Especificación de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 3: Armaduras de tendel prefabricadas de malla de acero.
- UNE-EN 998-1 Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 1: Morteros para revoco y enlucido.
- UNE-EN 998-2 Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería.
- UNE-EN 13055-1 Áridos ligeros. Parte 1: Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado.
- UNE-EN 13139 Áridos para morteros.

Otras normas de ensayo, cálculo y clasificación:

- UNE-EN 1996-1-1 Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica. Parte 1-1: Reglas generales para estructuras de fábrica armada y sin armar.
- UNE-EN 1996-2 Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica. Parte 2: Consideraciones de proyecto, selección de materiales y ejecución de la fábrica.
- UNE 67031 Ladrillos y bloques cerámicos de arcilla cocida. Ensayo de succión\*.
- UNE 67039 EX Productos cerámicos de arcilla cocida. Determinación de las inclusiones calcáreas.
- UNE 7050 Tamices y tamizado de ensayo.
- UNE-EN 10080 Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.
- UNE-EN 772-1 Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión.
- UNE-EN 772-3 Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 3: Determinación del volumen neto y del porcentaje de huecos por pesada hidrostática de piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería.

- UNE-EN 772-11 Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 11: Determinación de la absorción de agua por capilaridad de piezas para fábrica de albañilería de hormigón, hormigón celular curado en autoclave, piedra artificial y piedra natural, y de la tasa de absorción de agua inicial de las piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería.
- UNE-EN 772-13 Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 13: Determinación de la densidad absoluta seca y de la densidad aparente seca de piezas para fábrica de albañilería (excepto piedra natural).
- UNE-EN 772-16 Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 16: Determinación de las dimensiones.
- UNE-EN 772-20 Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 20: Determinación de la planeidad de las caras de piezas para fábrica de albañilería de hormigón, piedra artificial y piedra natural.
- UNE-EN 1015-12 Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 12: Determinación de la resistencia a la adhesión de los morteros de revoco y enlucido endurecidos aplicados sobre soportes.
- UNE-EN 1015-21 Métodos de ensayos de los morteros para albañilería. Parte 21: Determinación de la compatibilidad de los morteros de revoco monocapa con los soportes.
- UNE-EN 1052-1 Métodos de ensayo para fábricas de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión.
- UNE-EN 1052-2 Métodos de ensayo para fábricas de albañilería. Parte 2: Determinación de la resistencia a flexión.
- UNE-EN 1364-1 Resistencia al fuego de elementos no portantes. Parte 1: Paredes.
- UNE-EN 1365-1 Resistencia al fuego de elementos portantes. Parte 1: Paredes.
- UNE-EN 1745 Fábrica de albañilería y componentes para fábrica. Métodos para determinar las propiedades térmicas.
- UNE-EN 1934 Prestaciones térmicas de edificios. Determinación de la resistencia térmica por el método de la caja caliente utilizando el medidor de flujo de calor. Albañilería.
- UNE-EN ISO 140-3 ERRATUM Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 3: Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción\*.
- UNE-EN ISO 717-1 Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los

elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.

- UNE-EN ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- UNE-EN ISO 10140-2. Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 2: Medición del aislamiento acústico al ruido aéreo.
- UNE-EN ISO 10211 Puentes térmicos en edificación. Flujos de calor y temperaturas superficiales. Cálculos detallados.
- UNE-EN ISO 10456 Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrotérmicas. Valores tabulados de diseño y procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño.
- UNE-EN ISO 12572 Prestaciones higrotérmicas de los productos y materiales para edificación. Determinación de las propiedades de transmisión de vapor de agua. Método del vaso.
- prEN ISO 12572, draft de marzo de 1997. Prestaciones higrotérmicas de los productos y materiales para edificios. Determinación de las propiedades de transmisión de vapor de agua\*,\*\*.
- prEN 1015-21, *draft* de abril de 1999. Métodos de ensayos de los morteros para albañilería. Parte 21: Determinación de la compatibilidad de los morteros de revoco monocapa con los soportes\*\*.
- prEN 1052-3, *draft* de marzo de 1993. Métodos de ensayo para fábricas de albañilería. Parte 3: Determinación de la resistencia inicial a cortante\*\*.
- 2000/605/CE, de 26 de septiembre de 2000 que modifica la Decisión 96/603/CE por la que se establece la lista de productos clasificados en la clase A, sin contribución al fuego, prevista en la Decisión 94/611/CE por la que se aplica el artículo 20 de la Directiva 89/106/CEE del Consejo sobre los productos de construcción. Diario Oficial de la Comunidades Europeas. (12.10.2000) L 258, pág. 36-37.

## 12. Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 03/008 siguiendo los criterios definidos en el *Guía de Evaluación del DAU 03/008*, elaborado por el ITeC:

- resultados de los ensayos de las piezas
- resultados de los ensayos y los cálculos del sistema
- información obtenida en las visitas de obra realizadas
- evidencias del control de producción en fábrica
- criterios de proyecto y ejecución del sistema Termoarcilla®

y teniendo en cuenta la metodología prescrita por el *Reglamento del DAU*, la autorización y registro del ITeC para la concesión del DAU\* y lo indicado en el apartado 5.2 del artículo 5 del *Código Técnico de la Edificación*, relativo a la evaluación de productos y sistemas constructivos innovadores, se considera que el ITeC tiene evidencias para declarar que el sistema de obra de fábrica con bloque Termoarcilla®, construido con piezas base y complementarias (de acuerdo con el marcado CE, la marca AENOR y con las características

especificadas en este DAU) fabricadas por Cerámica La Coma SA en la planta de producción de Carretera de Menàrguens s/n, 25600 Balaguer (Lleida), ejecutado por personal cualificado de acuerdo con las instrucciones citadas en este DAU, y con las condiciones indicadas en el apartado 1.2, es adecuado para la construcción de:

- muros portantes en edificios de hasta 3 plantas (planta baja más dos plantas) para uso residencial
- cerramientos exteriores (no portantes) en edificios con estructura porticada de hormigón para uso residencial

puesto que da respuesta a los requisitos reglamentarios relevantes en materia de resistencia mecánica y estabilidad, protección contra incendios, aislamiento acústico y térmico, seguridad de uso, salud e higiene, así como los requisitos de durabilidad y servicio.

En consecuencia, y una vez sometido este documento a la consideración de la Comisión de Expertos y recogidos los comentarios realizados por la Comisión, el ITeC otorga el DAU al sistema de obra de fábrica con bloque Termoarcilla® por Cerámica La Coma SA.

La validez del DAU queda sujeta a las acciones y condiciones de seguimiento que se especifican en el capítulo 13 y a las condiciones de uso del capítulo 14.

(\*) El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU (BOE 94, 19 abril 2002) para productos de construcción (edificación e ingeniería civil) y está inscrito en el Registro General del CTE: <https://www.codigotecnico.org/RegistroCTE/OrganismosAutorizados.html>.

**DAU** 03/008  
Documento  
de adecuación al uso



El Director Técnico del ITeC



## 13. Seguimiento del DAU

El presente DAU queda sujeto a las acciones de seguimiento que periódicamente lleva a cabo el ITeC, de acuerdo con lo establecido en el *Reglamento del DAU*. El objeto de este seguimiento es comprobar que las características del producto y del sistema constructivo, así como las condiciones de puesta en obra y de fabricación, siguen siendo válidas para los usos a los que el sistema está destinado.

En caso de que existan cambios relevantes que afecten a la validez del DAU, éstos darán lugar a una nueva edición del DAU que anulará a la anterior (esta nueva edición tomará el mismo código del DAU que anula y una nueva letra de edición).

Cuando las modificaciones sean menores y no afecten a la validez del DAU, éstas se recogerán en una lista de modificaciones, que se incorporará como capítulo 15 del DAU; además, dichas modificaciones se incorporarán al texto del DAU.

El usuario del DAU debe consultar siempre la versión informática del DAU disponible en formato pdf en la página web del ITeC, [itec.es](http://itec.es), para así cerciorarse de las posibles revisiones del mismo que hayan podido ocurrir durante su vigencia. Este documento es también accesible a través del código QR que consta en el sello del DAU.

## 14. Condiciones de uso del DAU

La concesión del DAU no supone que el ITeC sea responsable de:

- La posible presencia o ausencia de patentes, propiedad intelectual o derechos similares existentes en el producto objeto del DAU o en otros productos, ni de derechos que afecten a terceras partes o al cumplimiento de obligaciones hacia estas terceras partes.
- El derecho del titular del DAU para fabricar, distribuir, instalar o mantener el producto objeto de DAU.
- Las obras reales o partidas individuales en que se instale, se use y se mantenga el producto; tampoco es responsable de su naturaleza, diseño o ejecución.

Asimismo, el DAU nunca podrá interpretarse como una garantía, compromiso o responsabilidad del ITeC respecto a la viabilidad comercial, patentabilidad, registrabilidad o novedad de los resultados derivados de la elaboración del DAU. Es, pues, responsabilidad del titular del DAU la comprobación de la viabilidad, patentabilidad y registrabilidad del producto.

La evaluación del DAU no supone la conformidad del producto con los requisitos previstos por la normativa de seguridad y salud o de prevención de riesgos laborales, en relación con la fabricación, distribución, instalación, uso y mantenimiento del producto. Por lo tanto, el ITeC no se responsabiliza de las pérdidas o daños personales que puedan producirse debido a un incumplimiento de requisitos propios del citado marco normativo.

## 15. Lista de modificaciones de la presente edición

La versión informática del DAU recoge, si las hubiera, las actualizaciones, modificaciones y correcciones de la edición F del DAU 03/008, indicando para cada una de ellas su fecha de incorporación a la misma, de acuerdo con el formato de la tabla siguiente. Los cambios recogidos en la tabla se incorporan también al texto del DAU, que se encuentra disponible en la página web del Instituto, [itec.es](http://itec.es).

El usuario del DAU debe consultar siempre esta versión informática del DAU para así cerciorarse de las posibles revisiones del mismo que hayan podido ocurrir durante su vigencia.

| Número | Página y capítulo | Donde decía... | Dice... |
|--------|-------------------|----------------|---------|
|--------|-------------------|----------------|---------|



**Institut de  
Tecnologia de la Construcció  
de Catalunya**

Wellington 19  
ES08018 Barcelona  
T +34 933 09 34 04  
[qualprod@itec.cat](mailto:qualprod@itec.cat)  
[itec.es](http://itec.es)

