

**Informe nº: 2201Y115_Rev1 zk-ko txostena***El presente informe anula y sustituye al informe 2201Y115 del 11 de julio de 2023***ESKATZAILEAREN DATUAK / DATOS DEL PETICIONARIO:**

Izen-abizenak / Nombre...: Epifanio Campo S.L. (CERAMICA CAMPO)
 Helbidea / Domicilio.....: Calle Crucero Villalonga S/N.
 Herria / Localidad: 36990 Villalonga, Sanxenxo (Pontevedra)

ENTSEIATU BEHARREKO MATERIALA / MATERIAL A ENSAYAR:

Muestra	Descripción
T-2201-115	Pieza cerámica "Termoperforado de 10"

ESKATUTAKO ENTSEIUAUAK / ENSAYOS SOLICITADOS:

Ensayo
Determinación de la resistencia térmica de una muestra de muro de fábrica con piezas cerámicas, según UNE-EN 1934:1998 y UNE-EN ISO 8990:1997.

Egiaztagiri honek laborategian jasotako laginei egindako entseien emaitzen azalpena jasotzen du, hortaz, Eusko Jaurlaritzako Etxebizitza, Lurzoru era Arkitektura Zuzendaritzako Etxegintzaren Kalitatea Kontrolatzeko Laborategiak bakar-bakarrik du berak entseiatutako ezaugarrien erantzukizuna, alegia, jasotako laginei dagozkienak eta ez produktuari oro har. Hemen biltzen diren ondorioek ez dituzte inolaz ere gainditzen entseiu horiek finkatzea uzten dituzten eragina eta esanahia.

Ez zaie egiaztagiri honen berririk emango hirugarrenei, eskatzaileak berariazko baimena eman ezean, lan horiek izaera partikular eta isilpekoa baitute.

Eusko Jaurlaritzako Etxebizitza, Lurzoru era Arkitektura Zuzendaritzako Etxegintzaren Kalitatea Kontrolatzeko Laborategiak agiri hau kopiatu edota argitaratzeko baimentzen du, txosten honetan lortutako emaitzak zintzo islatzen badira.

Egiaztagiri hau Eusko Jaurlaritzak Euskal Herriko Unibertsitatearekiko egindako lankidetzaren hitzarmena oinarri hartuta, Eusko Jaurlaritzaren Eraikuntzaren Kalitate Kontrolerako Laborategiko Area Termikoa garatzeko.

Este certificado contiene la exposición de los resultados obtenidos en los ensayos a que han sido sometidas las muestras recibidas en el Laboratorio, por lo que el Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación de la Dirección de Vivienda, Suelo y Arquitectura del Gobierno Vasco responde únicamente de las características por él ensayadas, referidas a las muestras recibidas y no al producto en general, y las conclusiones que aquí se formulan no exceden, en ningún caso, el alcance y significado que permiten establecer dichos ensayos.

De este certificado no se facilitará información a terceros, salvo autorización expresa del peticionario, considerando estos trabajos de carácter particular y confidencial.

El Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación de la Dirección de Vivienda, Suelo y Arquitectura del Gobierno Vasco autoriza la transcripción y/o publicación de este documento, siempre que se reflejen fielmente los resultados obtenidos en el presente informe.

Este certificado se ha emitido en base al convenio celebrado por el Gobierno Vasco, de colaboración con la Universidad del País Vasco para el desarrollo del Área Térmica del Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.

Vitoria-Gasteiz, 2023ko uztailaren 14an
En Vitoria-Gasteiz, a 14 de julio de 2023



ÍNDICE

1.	OBJETO.....	3
2.	SOLICITANTE.....	3
3.	NORMA DE ENSAYO UTILIZADAS.....	3
4.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.....	4
5.	DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO.....	8
	Recintos de ensayo.	8
	Condiciones del ensayo.	9
	Equipos de medida.	9
6.	PROCESO DE MEDIDA Y EVALUACIÓN.	11
7.	RESULTADOS.....	13



1. OBJETO.

En el presente informe se recogen los resultados del ensayo de **resistencia térmica** realizado según norma **UNE-EN 1934:1998** y **UNE-EN ISO 8990:1997** de un cerramiento vertical compuesto por una fábrica de 14 cm de espesor total, construida con piezas cerámicas de nombre comercial “Termoperforado de 10”, guarnecido de yeso por una cara y enfoscado de mortero por la otra, teniendo ambos revestimientos un espesor de 1,5 cm.

El ensayo se ha realizado en el Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco, sito en:

C/ Aguirrelanda, nº 10
01013 Vitoria – Gasteiz.

Dicho ensayo se ha realizado en virtud del convenio suscrito por el Gobierno Vasco y la Universidad del País Vasco para el desarrollo del Área Térmica del Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación.

Recepción de material:	17 de octubre de 2022
Fabricación:	Del 24 de octubre al 10 de noviembre de 2022
Acondicionado:	Del 11 de noviembre al 28 de diciembre de 2022
Ensayo:	Del 29 de diciembre de 2022 al 20 de enero de 2023

2. SOLICITANTE.

EMPRESA:	Epifanio Campo S.L. (CERAMICA CAMPO)
DIRECCIÓN:	Calle Crucero Villalonga S/N. 36990 Villalonga, Sanxenxo (Pontevedra)
PERSONA DE CONTACTO:	Gonzalo Souto Blázquez, Director Técnico

3. NORMA DE ENSAYO UTILIZADAS.

UNE-EN 1934:1998: Prestaciones térmicas de edificios. Determinación de la resistencia térmica por el método de la caja caliente utilizando el medidor de flujo de calor. Albañilería. (Ratificada por AENOR en julio de 1999.)

UNE EN ISO 8990:1997: “Determinación de las propiedades de transmisión térmica en régimen estacionario. Métodos de la caja caliente guardada y calibrada.”

4. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.

Las dimensiones de la muestra han sido 2 x 2 metros (superficie de la muestra 4 m²), habiendo sido construida sobre un premarco aislante de madera de 20 cm de anchura, revestido con un perfil metálico para darle resistencia mecánica.

La muestra consiste en un cerramiento vertical compuesto por fábrica de piezas cerámicas con referencia del fabricante “Termoperforado de 10”, dispuestas en aparejo de soga de media asta, con tendel de mortero de cemento de 1 cm y encaje vertical mediante el machihembrado de las propias piezas. El aspecto de la pieza cerámica “Termoperforado de 10” puede apreciarse en la Figura 1, con unas dimensiones declaradas de 190 mm de alto, 300 mm de largo y 110 mm de espesor.

La fábrica fue revestida de 15 mm de guarnecido de yeso por una cara y enfoscado de 15 mm de mortero por la otra cara. De la Figura 2 a la Figura 7 se muestran detalles del proceso de fabricación de la muestra, así como la referencia de los materiales de revestimiento.

La muestra ha sido acondicionada en equilibrio en una atmósfera a 23°C y 50 % de humedad relativa, y fue pesada con una frecuencia de cada dos o tres días hasta conseguir estabilidad en peso. En estas condiciones su masa, considerando el conjunto de la solución constructiva junto con el premarco fue de 1146 kg (tara del premarco:408 kg). Tras este periodo de acondicionado fue llevada a ensayo en las fechas indicadas en el apartado 1. El aspecto de la muestra terminada y preparada para ensayo puede apreciarse en la Figura 8.

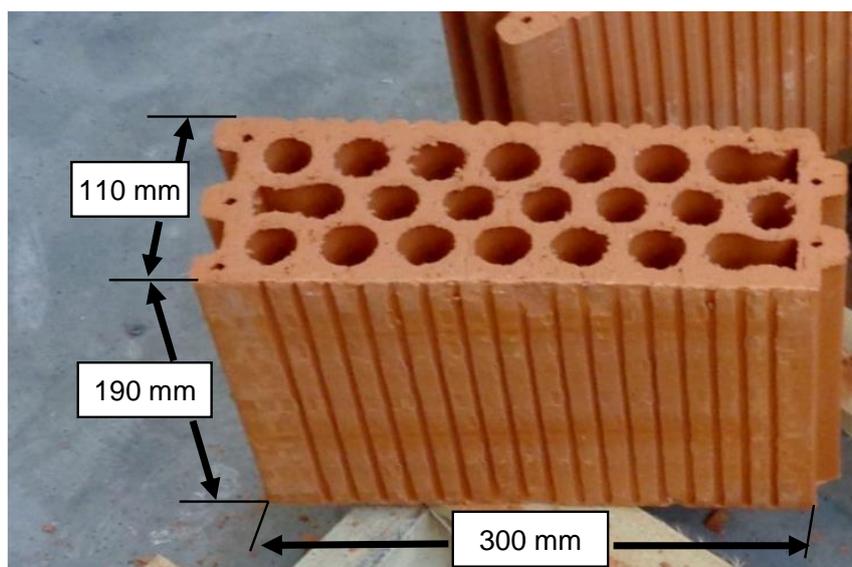


Figura 1. Aspecto y dimensiones de la pieza cerámica “Termoperforado de 10”



Figura 2. Aspecto y etiqueta de las piezas cerámicas recibidas en el laboratorio para la fabricación de la muestra.



Figura 3. Levante de la fábrica de 2 m x 2m. La muestra produjo un total de 10 hileras de aprox. 6,5 piezas cada una



Figura 4. Encaje vertical mediante el machihembrado de las piezas cerámicas (izq.), premarco de madera de 20 cm de espesor (cen.) y colocación de la fábrica a 1,5 cm del borde en espera del guarnecido de yeso (der.).



Figura 5. Altura de tendel horizontal de 1 cm.



Figura 6. Revestimiento con yeso en cara caliente (izq.), con mortero de cemento en cara fría (cen.) y detalle del espesor de mortero de 1,5 cm (der.).



Figura 7. Referencias comerciales de los materiales de los revestimientos: mortero M7,5 marca Bravo y yeso Longips de Placo Saint-Gobain. El mortero de cemento también se ha usado para el tendel.



Figura 8. Muestra preparada para ensayo tras su acondicionado

5. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO.

Recintos de ensayo.

El ensayo se ha realizado en el equipo denominado “de caja caliente guardada” cuya configuración se representa en el esquema de la Figura 9. Este equipo tiene la capacidad de realizar mediciones de la resistencia térmica de elementos de la edificación verticales, tanto bajo norma UNE EN ISO 8990:1997 como bajo norma UNE-EN 1934:1998. Está compuesto por una cámara caliente (CC) normalmente a 20 °C, una cámara fría (CF) normalmente a 0 °C y un anillo de atemperado (AT) que rodea a la muestra a la temperatura media del ensayo de 10 °C. En el interior de la cámara caliente se encuentra la caja de medida, aislada térmicamente. La caja de medida tiene una sección de medida de 1 m² en el centro de la muestra. La muestra tiene unas dimensiones de 2 m x 2 m, de forma que el conjunto tiene medio metro en todo el perímetro como zona de guarda para evitar la distorsión por flujo en el borde. Para la realización del ensayo según UNE-EN 1934:1998, se dispone de un medidor de flujo de calor Ahlborn® en sustrato de teflón, de 60 x 60 cm, posicionado en el centro de la cara caliente de la muestra contando con una mayor zona de guarda. Para la realización de mediciones según UNE-EN ISO 8990:1997 el equipo de ensayo cuenta con un vatímetro TRIAD IEC688. Este mide el calor aportado mediante resistencias eléctricas a la caja de medida, el cual es necesario para mantener condiciones de estado estable y que corresponde directamente al calor que cruza el área de medida de la muestra.

El equipo de medida en su conjunto (caja guardada y medidor de flujo de calor) fue verificado previamente a la ejecución del presente ensayo, la semana del 12 al 16 de diciembre de 2022, empleando una muestra patrón de resistencia térmica conocida. Esta consiste en un elemento vertical formado por paneles de poliestireno extruido Styrodur 3035 CS de 40 cm de espesor.

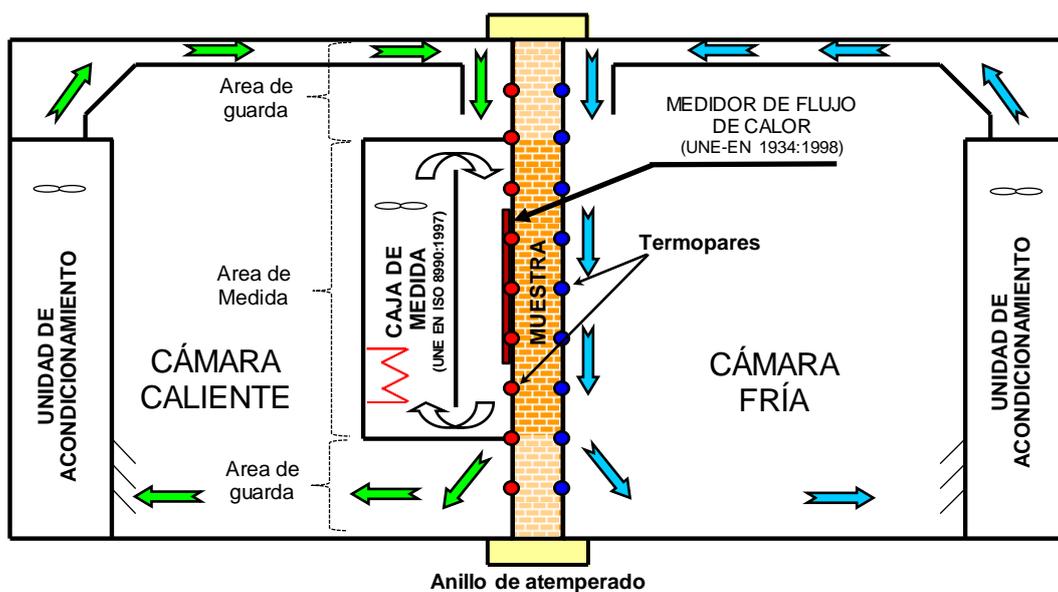


Figura 9. Esquema del equipo de ensayo para la medida de la resistencia térmica. Marca Angelantoni, Tipo TTS6, con software de control Winkratos™.

Condiciones del ensayo.

En el esquema de la Figura 10 se aprecia la disposición de la muestra dentro del equipo de ensayo. La Tabla 1 indica los parámetros de consigna en los puntos de regulación bajo los que se ha ejecutado el ensayo.

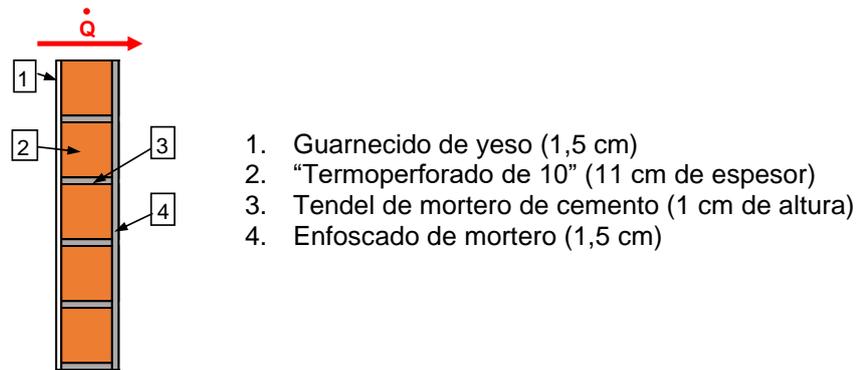


Figura 10. Disposición de la muestra dentro del equipo del ensayo

Tabla 1. Parámetros de consigna en los puntos de regulación durante el ensayo

AIRE	Cámara caliente	Cámara fría
Temperatura (°C)	20	0
Velocidad (m/s)	0,8	4,0
Dirección del aire	Paralelo	Paralelo
Sentido	Descendente	Descendente

Equipos de medida.

En el gráfico de la Figura 11 se puede apreciar la posición de los sensores de temperatura, tanto en la zona de medida (en rojo) como en la zona de guarda (en azul).

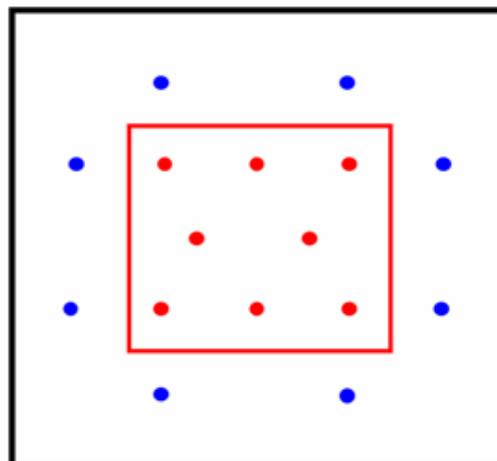


Figura 11. Disposición de los sensores de temperatura

En la Figura 12 se aprecia la cámara caliente del equipo de ensayo, mostrando la caja caliente guardada interior, la cara de la muestra revestida con yeso, y el medidor de flujo de calor dispuesto en el centro de esta.



Figura 12. Aspecto de la cámara caliente del equipo de ensayo y del medidor de flujo de calor en la cara caliente de la muestra.

El equipamiento indicado produce las lecturas de flujo de calor indicadas en la Figura 13 para un periodo continuado de 24 horas de estabilidad. Dicha estabilidad se ha dado tanto en flujo de calor como en temperaturas. El procedimiento se repite para varios días y los valores medios se resumen en el apartado de resultados. En la gráfica mostrada “Qcc caja caliente_valor medio acum.” es el calor que cruza la probeta medido según UNE EN ISO 8990, dividido entre el área de medida (ver apartado 6).

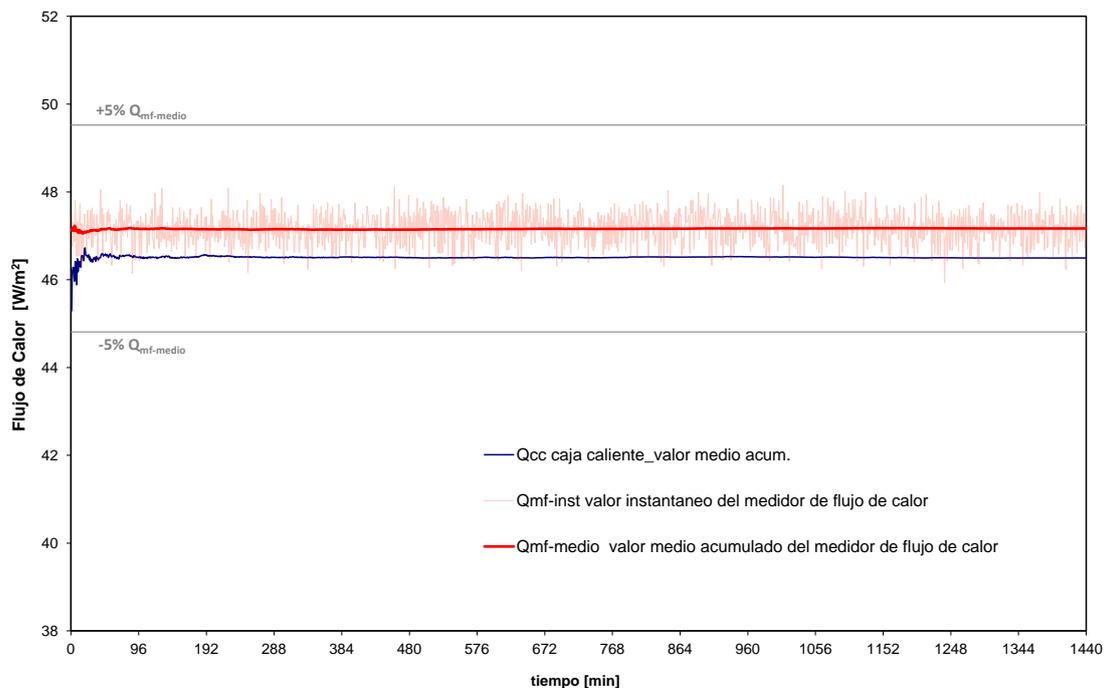


Figura 13. Flujo de calor medido en la muestra para un periodo de estabilidad de 24 horas. Qcc corresponde a UNE EN ISO 8990 y Qmf a UNE-EN 1934:1998.



6. PROCESO DE MEDIDA Y EVALUACIÓN.

La resistencia térmica superficie a superficie (cara caliente a fría) del muro (R_t) se ha calculado según la norma **UNE-EN 1934:1998** de acuerdo con la siguiente expresión:

$$R_t = \frac{T_{si} - T_{se}}{q} = \frac{\Delta T}{q} \quad [6.1]$$

donde:

- T_{si} es la temperatura de la superficie interior o lado caliente (K).
- T_{se} es la temperatura de la superficie exterior o lado frío (K).
- q es el flujo de calor medido por el sensor (W/m^2).

Por lo que la resistencia térmica superficial vendrá expresada en $m^2 \cdot K / W$.

Por su parte la transmitancia térmica U ($W / m^2 \cdot K$) está dada por la expresión:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + R_t + R_{se}} \quad [6.2]$$

siendo

- R_{si} es la resistencia térmica superficial interior, cuyo valor normalizado para el caso de un cerramiento vertical, con flujo de calor horizontal es $0,13 m^2 \cdot K / W$.
- R_{se} es la resistencia térmica superficial exterior, cuyo valor normalizado para el caso de un cerramiento vertical, con flujo de calor horizontal es $0,04 m^2 \cdot K / W$.

Así mismo, la resistencia térmica superficie a superficie (cara caliente a fría) del muro (R_s) se ha calculado según la norma **UNE EN ISO 8990:1997** de acuerdo con la siguiente expresión:

$$R_s = \frac{T_{si} - T_{se}}{\Phi/A} = \frac{\Delta T}{\Phi/A} \quad [6.3]$$

donde:

- T_{si} es la temperatura de la superficie interior o lado caliente (K).
- T_{se} es la temperatura de la superficie exterior o lado frío (K).
- Φ es el flujo de calor a través de la probeta (W).



A es la superficie de medida, perpendicular al flujo de calor con un valor de 1,065 m².

Por lo que la resistencia térmica superficial vendrá expresada en m²·K / W.

Por su parte la transmitancia térmica U (W / m²·K) vendrá dada por la expresión:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + R_s + R_{se}} \quad [6.4]$$

siendo

R_{si} es la resistencia térmica superficial interior, cuyo valor normalizado para el caso de un cerramiento vertical, con flujo de calor horizontal es 0,13 m²·K / W.

R_{se} es la resistencia térmica superficial exterior, cuyo valor normalizado para el caso de un cerramiento vertical, con flujo de calor horizontal es 0,04 m²·K / W.

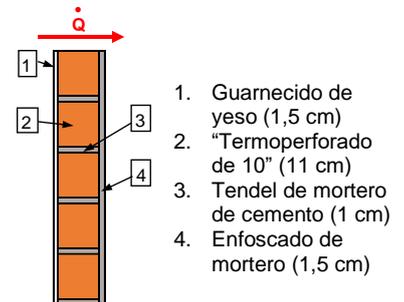
7. RESULTADOS.

Cliente: Epifanio Campo S.L. (CERAMICA CAMPO).

Descripción de la muestra: La muestra consiste en un cerramiento vertical compuesto por fábrica de piezas cerámicas de dimensiones de 190 mm de alto, 300 mm de largo y 110 mm de espesor, con referencia del fabricante "Termoperforado de 10", dispuestas en aparejo de soga de media asta, con tendel de mortero de cemento 1 cm y encaje vertical mediante el machihembrado de las propias piezas. Guarnecido de yeso por una cara y enfoscado de mortero por la otra, teniendo ambos revestimientos un espesor de 1,5 cm.

En la siguiente tabla se recogen los valores más importantes del ensayo:

Características del ensayo	Valor según	
	UNE-EN 1934:1998	UNE-EN ISO 8990:1997
Tª media superficial muestra lado caliente (°C)	17,35	
Tª media superficial muestra lado frío (°C)	0,80	
ΔT medio superficial (°C)	16,55	
Flujo de calor medio (W/m²)	47,17	46,50
Masa inicial antes de ensayo (kg)	1146	
Masa final después de ensayo (kg)	1146	
Duración del ensayo (h)	195	



Con los datos obtenidos el valor de la resistencia térmica del muro con revestimientos es:

	UNE-EN 1934:1998	UNE-EN ISO 8990:1997
R (m²·K / W)	0,35 ± 0,02	0,36 ± 0,02

Y el valor de la transmitancia para separación con el exterior, según la expresión [6.2] y [6.4] es respectivamente:

	UNE-EN 1934:1998	UNE-EN ISO 8990:1997
U (W / m²·K)	1,92 ± 0,10	1,90 ± 0,10

* En el valor de la resistencia térmica del muro, R, no se incluyen las resistencias térmicas superficiales interior y exterior, R_{si} y R_{se} .

**La incertidumbre de las medidas se encuentra dentro del rango fijado por la norma UNE-EN 1946-4:2001.

***Según las especificaciones técnicas de los fabricantes, la resistencia térmica del revestimiento de yeso es 0,04 m²·K/W, y la del revestimiento de mortero es 0,02 m²·K/W. Descontando estas al valor obtenido para el muro, se obtiene que la fábrica de piezas cerámicas y tendel de mortero de cemento sin revestimientos tiene una resistencia térmica de 0,29±0,01 m²·K/W según UNE-EN 1934:1998 y de 0,30±0,01 m²·K/W según UNE-EN ISO 8990:1997.

En Vitoria-Gasteiz, a 14 de julio de 2023

Iván Flores
Director Técnico



Juan Maria Hidalgo
Responsable de ensayos

El Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación de la Dirección de Vivienda, Suelo y Arquitectura del Gobierno Vasco autoriza la transcripción y/o publicación de este documento, siempre que se reflejen fielmente los resultados obtenidos en el presente informe.