

RESISTENCIA AL FUEGO

DE LA MAMPOSTERÍA DE LADRILLOS
Y BLOQUES CERÁMICOS HUECOS



Introducción

La seguridad al fuego en la construcción de edificios no siempre es tomada en cuenta. Sin embargo representa un aspecto muy importante pues la pérdida de vidas a causa del fuego es mucho mayor que la debida a problemas estructurales.

En la primera parte de este boletín técnico trataremos algunos aspectos teóricos de la resistencia al fuego de materiales y elementos constructivos.

En la segunda parte describiremos los ensayos y resultados de un trabajo de investigación realizado por la Cámara Industrial de Cerámica Roja en colaboración con el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) durante los años 2000 y 2001 a los que les hemos sumado los resultados de los nuevos ladrillos termoeficientes fabricados por el grupo UNICER. Se adjuntan los informes del INTI

Finalmente en la tercera parte detallaremos las conclusiones de estos ensayos.





1- Aspectos Teóricos

Las normas de resistencia al fuego dan una serie de definiciones y prescripciones que deben cumplir los materiales y elementos constructivos.

En primer término la norma IRAM 11910-1 clasifica a los materiales de acuerdo a su grado de reacción al fuego (RE) en 2 grandes grupos : "incombustibles" y "combustibles".

La mampostería cerámica está clasificada como incombustible (RE 1), para ello se ensayan los materiales según la norma IRAM 11910-2. Según esta norma todo lo que no es incombustible es combustible. A su vez los materiales combustibles tienen varios niveles de reacción al fuego que van del RE2 al RE6 según la velocidad de propagación de la llama que se mide según la norma IRAM 11910-3.

Cuando un material es combustible debe cumplir además con otras normas relacionadas con la densidad de los humos que produce (IRAM 11912), goteo etc.

La combustibilidad es un parámetro de suma importancia ya que en los últimos años, en algunos países, se han construido edificios en altura revestidos en su parte exterior con materiales aislantes combustibles que han ocasionado graves siniestros. La construcción de edificios en altura multiplica los problemas de incendio debido a que los bomberos no pueden atacar el fuego desde el exterior en los pisos altos, a la mayor velocidad del viento y a que la evacuación se torna mas lenta.

Afortunadamente en la Argentina, en algunos Códigos de Edificación como el de la CABA, sigue vigente la prohibición de empleo de materiales combustibles en los muros. (Art 3.9.9.1 d)

Respecto de los elementos constructivos: Muros, aberturas, losas, etc se utiliza el concepto de "**resistencia al fuego**"

Se define como resistencia al fuego a la aptitud de un elemento constructivo a conservar determinadas propiedades durante un tiempo cuando es sometido a la acción del fuego.

Este concepto está relacionado con los tiempos de evacuación, derrumbe y seguridad del edificio.

Las propiedades que debe conservar son las siguientes:

Capacidad portante o estabilidad: el muro no debe derrumbarse.

Ausencia de emisiones de gases: el muro no debe producir gases ni humos. Las estadísticas indican que en un incendio la pérdida de vidas por asfixia es mayor que por quemaduras. Algunos tipos de paneles livianos emiten humo y gases al estar en contacto con el fuego.

Estanqueidad: el muro no debe dejar pasar llamas, ni vapores ni gases. Es fundamental poder garantizar la no propagación y circunscripción del fuego.

Aislación Térmica: el muro no debe dejar pasar el calor por encima de ciertos límites.

Para medir la resistencia al fuego (FR) se realiza el ensayo descrito en la norma IRAM 11950. Para el ensayo se emplea un equipo consistente en un horno como el indicado en la Fig. 1 en donde se coloca el elemento a ensayar (muro, panel, puerta). En el caso de muros y paneles las medidas mínimas son 3,00m x 3,00m.

En el interior del horno hay quemadores de gas que producen llamas simulando un incendio. Sobre el muro a ensayar se colocan termocuplas que miden la temperatura del muro del lado interior (cara expuesta al fuego) y la del lado exterior (cara no expuesta).

Al encender los quemadores, el equipo regula las llamas de forma tal que la temperatura de la cara expuesta siga una curva temperatura/ tiempo predeterminada (Fig. 2), simultáneamente se va midiendo la temperatura de la cara no expuesta.

El objetivo del ensayo es medir el tiempo transcurrido desde el encendido de los quemadores hasta el momento que ocurra alguna de las alternativas indicadas a continuación en donde se interrumpe el ensayo y se mide el tiempo transcurrido.

El muro se desmorona o se producen roturas importantes.

Se producen fisuras que permiten el paso de gases desde el interior del horno

La temperatura de la superficie de la cara exterior del muro (cara no expuesta) alcanza los 160°C

El tiempo resultante se lo redondea a la hora inferior. Ej: si la cara exterior del muro demora 220 minutos en alcanzar los 160 °C, se establece que la resistencia al fuego de ese muro es de 3 horas (FR180).

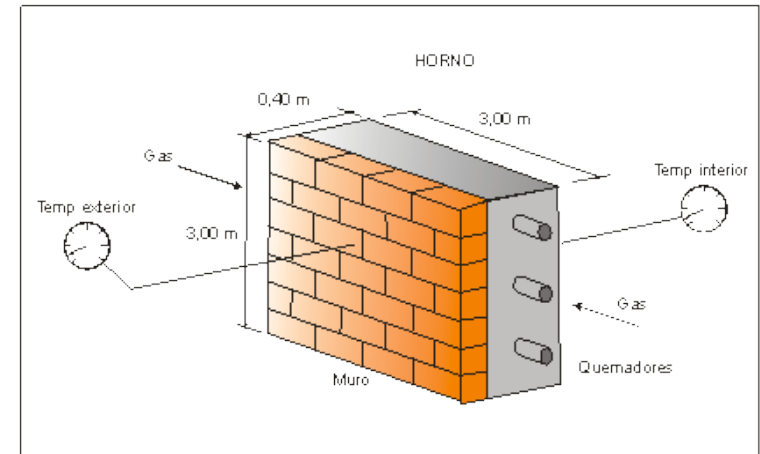


Fig.1

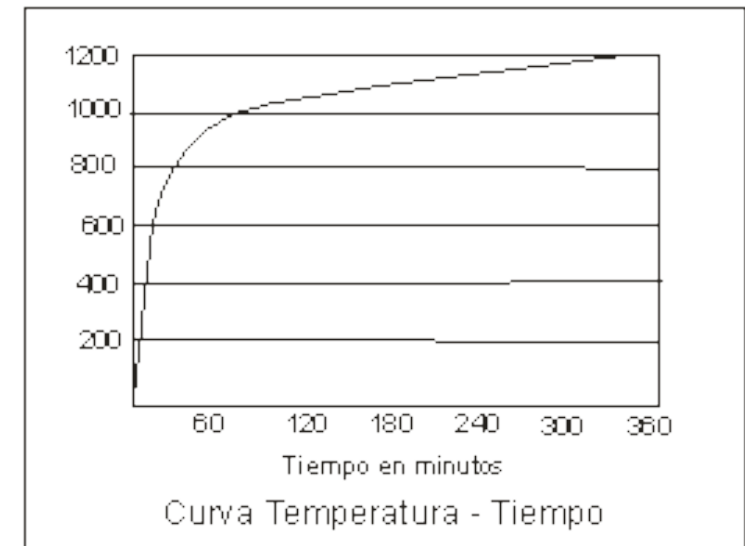


Fig.2



2- Ensayos y resultados de mampostería cerámica

Al final de este boletín se adjuntan los informes de las investigaciones realizadas en conjunto con el INTI relacionadas con la resistencia al fuego de mampostería construida con ladrillo y bloques huecos cerámicos.

Posteriormente con la aparición de los nuevos modelos de ladrillos termoeficientes el Grupo Unicer realizó nuevos ensayos que complementaron los resultados originales.

3- Conclusiones

3-1 La resistencia al fuego de la mampostería cerámica es excelente superando a la mayoría de los materiales de construcción y a muchos materiales especiales.

Los profesionales de la construcción a veces deben realizar muros cortafuego o construcciones en donde la resistencia al fuego es determinante. Para ello se suele investigar el uso de materiales exóticos y de alto costo cuya performance no ha sido verificada localmente. La mampostería cerámica debería ser la primera alternativa a considerar por la elevada resistencia al fuego, bajo costo y disponibilidad.

3-2 En ningún caso el muro falló por derrumbe, sino que el ensayo se detuvo por alcanzar la cara exterior los 160 °C.

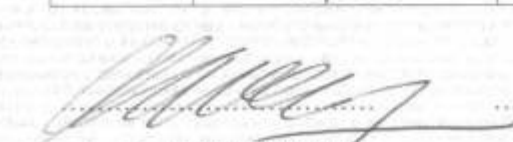
Para algunos tipos de ladrillo, se alcanzó el tiempo máximo contemplado en la norma FR 360. Este efecto ha sido comprobado en numerosos incendios reales en donde las paredes de mampostería se han mantenido en pie, mientras que todas las demás partes del edificio han sido consumidas o destruidas por el fuego.

3-3 Los revoques mejoran la resistencia al fuego. Según la literatura técnica internacional, el efecto de los mismos es disminuir el shock térmico inicial, al rato de iniciado los ensayos los revoques se desprenden.

3-4 Los resultados de los ensayos fueron coincidentes con los indicados en la literatura técnica internacional, lo que demuestra el alto grado de desarrollo alcanzado por nuestra industria de cerámica roja.

De los datos obtenidos en el ensayo efectuado y de conformidad a la Norma IRAM 11950, se concluye que en las condiciones de ensayo descritas en este informe y con las muestras especificadas se obtuvieron los siguientes resultados:

Muestra N°:	CONSTITUCIÓN MURO	Revoque cara expuesta al Fuego	Revoque cara no expuesta al Fuego	RESISTENCIA AL FUEGO
1	ladrillo común	grueso + fino	grueso + fino	FR 180
2	ladrillo cerámico no portante 12 cm espesor	sin revocar	sin revocar	FR 60
3	ladrillo cerámico no portante 12 cm espesor	grueso + fino	grueso + fino	FR 120
4	ladrillo cerámico no portante 12 cm espesor	engrosado de yeso + enlucido de yeso	engrosado de yeso + enlucido de yeso	FR 120
5	ladrillo cerámico no portante 18 cm espesor	sin revocar	sin revocar	FR 180
6	ladrillo cerámico no portante 18 cm espesor	grueso + fino	grueso + fino	FR 180
7	ladrillo cerámico no portante 18 cm espesor	engrosado de yeso + enlucido de yeso	engrosado de yeso + enlucido de yeso	FR 240
8	ladrillo cerámico portante 12 cm espesor	sin revocar	sin revocar	FR 120
9	ladrillo cerámico portante 12 cm espesor	engrosado de yeso + enlucido de yeso	grueso + fino	FR 180
10	ladrillo cerámico portante 18 cm espesor	sin revocar	sin revocar	FR 180
11	ladrillo cerámico portante 18 cm espesor	engrosado de yeso + enlucido de yeso	grueso + fino	FR 240
12	ladrillo cerámico portante 27 cm espesor	grueso + fino	grueso + fino	> FR 240



Ing. GERALDINE CHARREAU
 U. T. FUEGO



Ing. ANA MARIA DI PACE
 COORDINADORA U. T. FUEGO



Ing. ALEJANDRO STORANI
 CECON

Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida, y el INTI y CECON declinan toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este informe.

Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único
Página 1 de 16

Fecha de Informe: 02/10/2017

Solicitante

LATER-CER S.A

Calle 12 N° 1450 (y Ruta Provincial 61) (1629) Parque Industrial Pilar. Pcia. de Bs.As

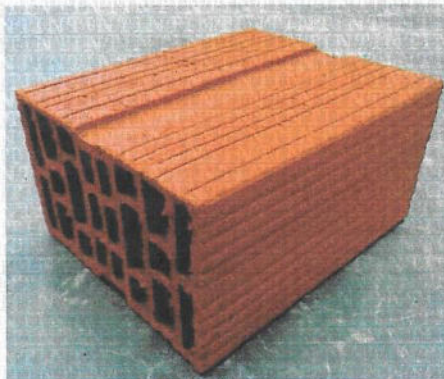
El presente informe técnico se compone de dos partes:

- *Cuerpo principal (Páginas de 1 a 3)*
 - *Anexos (Páginas de 4 a 16): A1 (Ubicación de los termopares); A2 (Curva interior del horno); A3 (Curva de temperaturas exteriores); A4 (Registro fotográfico) y A5 (Memoria técnica)**
- *El INTI acepta que el solicitante del ensayo no entregue copias del Anexo 5 a terceros por contener información confidencial perteneciente a la empresa, queda a criterio de dicha empresa la divulgación de este anexo.*

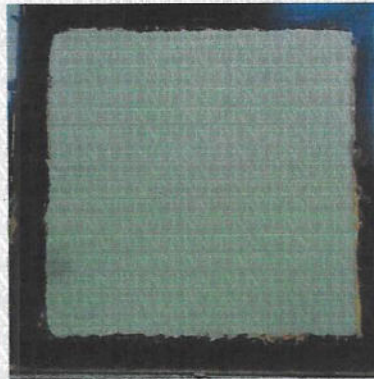
Elemento

Un muro compuesto por ladrillos de cerramiento doble muro unido con mortero de asiento de cemento, cal y arena, cuyas dimensiones son 33cm de largo, 18cm de alto y 27cm de ancho. En la cara expuesta al fuego del muro se aplicó revoque grueso y revoque fino enlucido con yeso, mientras que en la cara no expuesta al fuego sólo se aplicó revoque grueso.

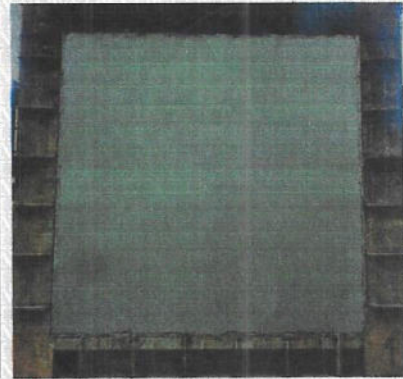
El muro fue denominado por el solicitante como: **“Ladrillo cerámico doble muro”**



Vista del ladrillo



Cara expuesta al fuego



Cara no expuesta al fuego

Determinaciones requeridas

Determinación y clasificación de la Resistencia al fuego

Fecha de Recepción

10 de Agosto de 2017

Fecha de finalización de montaje

31 de Agosto de 2017

Fecha de ensayo

27 de Septiembre de 2017.

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización escrita del INTI. Los resultados consignados se refieren exclusivamente a los elementos recibidos, el INTI y su Centro de Investigación y Desarrollo en Construcciones declinan toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este informe.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial

www.inti.gov.ar
consultas@inti.gov.ar
0800 444 4004
Facebook/INTI
Twitter @INTIArgentina

Sede Parque Tecnológico Miguelete

Avenida General Paz 5445
Casilla de Correo 157
B1650WAB San Martín,
Prov. de Buenos Aires, República Argentina
Teléfono (54 11) 4724 6350
E-mail construcciones@inti.gov.ar

Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único
Página 2 de 16

Lugar de Ensayo

Laboratorio de Resistencia al Fuego- Edificio 32. INTI- Construcciones (Parque Tecnológico Miguelete).

Responsable del Ensayo

MMO Nicolás Molina

Metodología empleada

El ensayo se realizó de acuerdo a las indicaciones de la Norma IRAM 11950: 2010 (Resistencia al fuego de los elementos de la construcción - Método de ensayo) y la clasificación se realizó de acuerdo a las indicaciones de la Norma IRAM 11949: 2014.

La superficie ensayada de la muestra fue de 3m x 3m.

La muestra fue montada por personal contratado por la empresa solicitante.

El muro se evaluó como un cerramiento simple sin estado de carga.

Resultados

La temperatura ambiente al comenzar el ensayo era de 11° C.

El programa térmico obtenido y que está dentro de las tolerancias descritas por la norma, se da en el ANEXO 2, adjunto al presente informe y que forma parte del mismo.

I. Integridad

No se detectó, en la muestra pérdida de la integridad durante el tiempo de realización del ensayo, dando negativo las comprobaciones realizadas con el pad de algodón.

II. Aislamiento térmico

Las temperaturas de la cara no expuesta se han registrado en los puntos indicados en el croquis del ANEXO1, adjunto al presente informe y que forma parte del mismo.

Las curvas de evolución de la temperatura puntual y promedio en la cara no expuesta del panel se dan en el ANEXO3, adjunto al presente informe y que forma parte del mismo.

Se han utilizado termopares de Hierro - Constantán (Tipo J).

- **Temperatura media de la cara no expuesta**

En la muestra no se alcanzó la temperatura media límite de $140^{\circ}\text{C} + T_0$ (T_0 = Temperatura ambiente) durante el tiempo de realización del ensayo.

La temperatura media corresponde al promedio de la temperatura registrada en los cinco termopares situados en el panel de acuerdo a la norma de referencia. (Para el muro corresponde al promedio de las temperaturas registradas en los puntos 2, 3, 4, 5 y 6).

- **Temperatura máxima de la cara no expuesta**

En la muestra no se alcanzó la temperatura puntual límite de $180^{\circ} + T_0$ (T_0 = Temperatura ambiente) durante el tiempo de realización del ensayo,

Observaciones

- En el minuto 242 desde el comienzo el ensayo y de común acuerdo con el solicitante se da por finalizado el mismo.

CS

Informe de Ensayo

OT N°101 -27645 Único
Página 3 de 16

Conclusiones

De los datos obtenidos en el ensayo efectuado y de conformidad a la Norma IRAM 11950, se concluye que en las condiciones de ensayo descritas en este informe y para la muestra especificada se obtuvieron los resultados expuestos a continuación:

- INTEGRIDAD 242 MINUTOS

- AISLAMIENTO TÉRMICO 242 MINUTOS

Por lo tanto, de acuerdo a la Norma IRAM 11949 y a los datos obtenidos en el ensayo efectuado, se ha obtenido la siguiente **CLASIFICACIÓN**:

Muro de "Ladrillo cerámico doble muro", espesor 27cm.
Cara no expuesta al fuego-Revoque grueso
Cara expuesta al fuego - Revoque grueso y fino con yeso

RESISTENTE AL FUEGO 240 MINUTOS

FR 240

O.T.: 27645 02/10/2017


 M.M.O. JAVIER ALVAREZ
 U.T. TECNOLOGIA EN INCENDIOS
 INTI-CONSTRUCCIONES


 Arg. BASILIO HASAPOV
 COORDINADOR
 U.T. TECNOLOGIA EN INCENDIOS
 INTI-CONSTRUCCIONES


 Ing. VICENTE L. VOLANTINO
 DIRECCION
 INTI - CONSTRUCCIONES

Nota: Debido a la naturaleza de los ensayos de comportamiento al fuego y la consecuente dificultad de cuantificar la incertidumbre de la medida de la resistencia al fuego, no es posible aportar un grado conocido de exactitud en el resultado.
 Nota 1: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida, e INTI-CONSTRUCCIONES declina toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este informe.

CS