

TABLA DE TRANSMITANCIAS Y RESISTENCIAS TERMICAS DE
ELEMENTOS DE CERRAMIENTO VERTICAL

VICENTE L. VOLANTINO, MARIA E. PRADA DE MEREDIZ
División Habitabilidad, Depto. Construcciones, INTI

INTRODUCCION:

Para conocer y poder adoptar un criterio de selección entre los distintos elementos constructivos que forman parte de una vivienda o edificios en general, es necesario analizar el comportamiento higrotérmico de los mismos, dentro de la amplia gama de posibilidades que el mercado nos ofrece.

Las Tablas de Transmitancias y Resistencias Térmicas se confeccionaron con el objeto de poner a disposición del usuario, una herramienta de trabajo de fácil acceso a los requerimientos exigidos en las Normas Mínimas de Habitabilidad Higrotérmica por la Secretaría de Vivienda y Ordenamiento Ambiental, como así también para realizar el estudio de la envolvente de un edificio en el cálculo del consumo energético.

Las mismas consisten en una recopilación, estudio y selección de información de todos los elementos de cerramientos que durante diez años fueron ensayados en el laboratorio de la División Habitabilidad de INTI, en algunos casos por medio del equipo de medición de transmitancia térmica de paneles y muros, por el método de la caja caliente con caja de guarda (Normas IRAM 11564, ASTM C 236) y en otros mediante resolución teórica siguiendo los lineamientos de cálculo dados por Normas IRAM.

Para una mayor facilidad en el uso de las mismas se realizó una clasificación de los elementos constructivos en tres grandes grupos, a saber: 1) de ladrillos y bloques cerámicos huecos, 2) de bloques de hormigón huecos, 3) de otros materiales de construcción.

El contenido de este trabajo consiste en dar para cada ejemplo un esquema de su configuración, definición geométrica, constitución y características físicas.

1. DE LADRILLOS Y BLOQUES CERAMICOS HUECOS

El criterio adoptado para su ordenamiento fue el de agruparlos de acuerdo a sus características por modelo.

Luego se los reordenó dentro de cada tipo, en primer lugar, en función creciente del número de cámaras de aire (en la dirección de la transmisión de calor) y dentro de esta clasificación según el espesor.

Se da a continuación el significado de las abreviaturas empleadas en esta tabla, con sus correspondientes unidades.

e, h, l : espesor, altura y longitud respectivamente, del ladrillo o bloque, expresadas en cm.

N : número de cámaras de aire, en la dirección de la transmisión de calor.

K : transmitancia térmica del cerramiento (sin considerar las resistencias superficiales) en W/m^2C .

KT: transmitancia térmica total del cerramiento (considerando las resistencias superficiales), en W/m^2C .

R : resistencia térmica del cerramiento (inversa de K), en m^2C/W .

RT: resistencia térmica total del cerramiento (inversa de KT), en m^2C/W .

P/m²: peso por unidad de superficie del cerramiento, en kg/m². Los valores de K, KT, R, RT indicados corresponden a muros de ladrillos o bloques, habiéndose considerado las juntas horizontales y verticales, cuando las hubiere, y no poseyendo revestimiento alguno.

2. DE BLOQUES DE HORMIGON HUECOS

Se ordenaron los distintos bloques de acuerdo al número de cámaras de aire, en forma creciente, agrupándolos por modelo y de acuerdo al espesor.

En esta tabla se agrega una columna en la que se detalla el material y la densidad, con que fue construido el bloque.

Las restantes columnas tienen el mismo significado que el expresado en el punto anterior.

3. DE OTROS MATERIALES DE CONSTRUCCION

El ordenamiento realizado para este grupo, se hizo clasificándolos de acuerdo a los materiales componentes, y dentro de cada grupo se los reordenó en función decreciente de la transmitancia térmica total (KT).

La secuencia clasificatoria que se da a continuación es solamente a título indicativo, para facilitar la búsqueda del elemento deseado.

- de ladrillos cerámicos macizos.
- de cerramientos que contengan bloques huecos (cerámicos o de hormigón).
- de hormigones varios más una capa de aislación térmica.
- de hormigones varios más un panel de yeso.
- de hormigones varios más otros materiales.
- de hormigones varios con capas externas de asbesto-cemento.
- de asbesto-cemento y panel de yeso.
- de panel de yeso.
- de panel de yeso y madera.
- de maderas y aglomerados de madera en general.
- de chapa de hierro galvanizada.
- de cerramientos vidriados.

Para cada ejemplo se detallan los materiales con que están constituidos, incluyendo las densidades y los espesores correspondientes.

La siguiente columna, indica el espesor total del cerramiento en centímetros, mientras que las restantes tienen el mismo significado que anteriormente.

En la última etapa de su elaboración se procedió a una verificación analítica de los resultados, utilizando programas de simulación numérica efectuados por computadora y empleando los valores de conductividad térmica de los materiales constitutivos, obtenidos de ensayos efectuados en nuestro laboratorio,

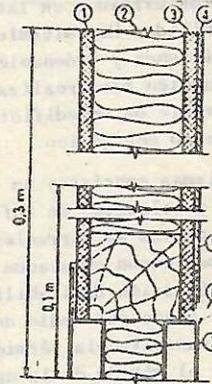
los que responden a distintos equipos de medición, como el "método de la placa caliente con placa de guarda" (Normas IRAM 11559, ASTM C 177 e ISO 2582), el método del "medidor de flujo de calor" (Norma ASTM C 518), o al método del "hilo calefactor" (DIN 51046).

En algunos casos, la tabla contiene detalles del puente térmico correspondiente al sistema analizado, para los que se debió emplear una simulación numérica basada en la resolución de la ecuación de Fourier de transmisión de calor en geometría bidimensional de múltiples materiales.

En estos ejemplos, se detalla además la zona de influencia del puente térmico, la que se encuentra acotada en el esquema correspondiente.

También se han expresado los parámetros térmicos correspondientes a dicho ancho efectivo de manera tal que si se desea conocer la transmitancia térmica total del sistema se deberá calcular por promedio ponderado.

EJEMPLO:

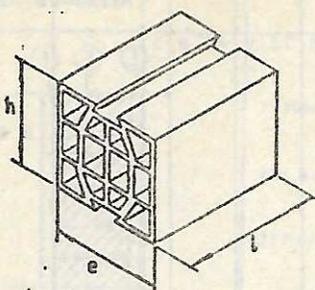
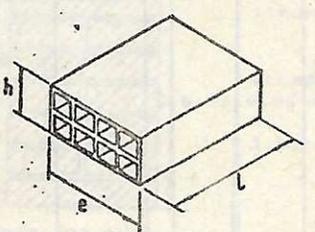
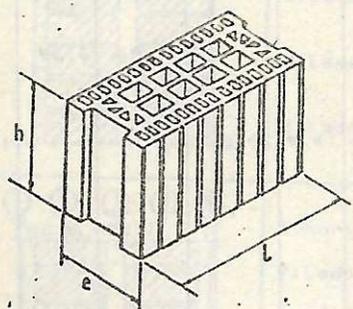
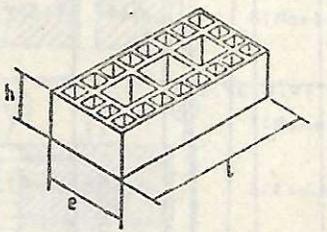


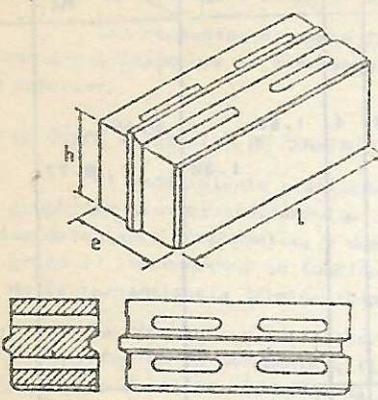
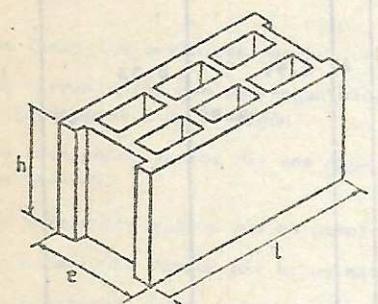
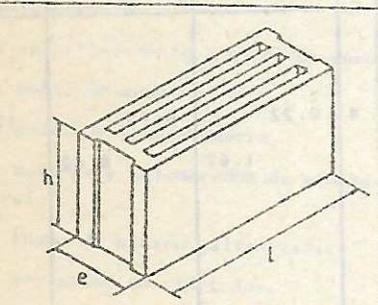
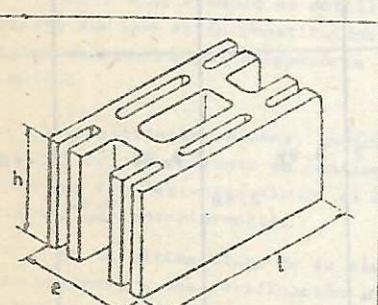
Por ejemplo, si tomamos el caso que figura en la última hoja de esta tabla y deseamos calcular el coeficiente K para un panel de 0,6 m de ancho, el cálculo sería:

$$K_{eq} = \frac{0,1m \times 1,67 + 0,2m \times 0,93}{0,3m}$$

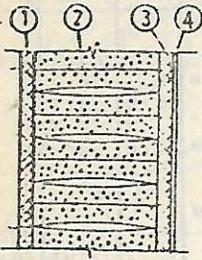
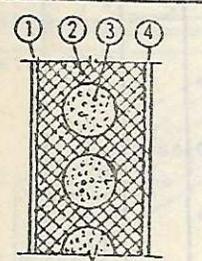
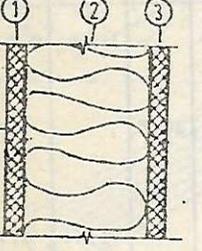
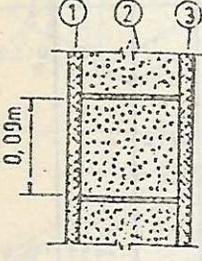
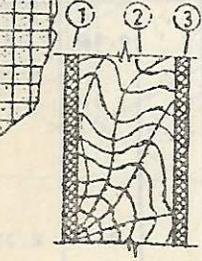
$$K_{eq} = 1,18 \text{ W/m}^2\text{C}$$

A continuación se presenta, en forma de tabla, un parcial de este trabajo concerniente a elementos de cerramiento vertical.

| ESQUEMA | DIMENSIONES | | | N | K | | R | | P m ² |
|---|-------------|------|------|---|----------------|----------------|-----|--|---------------------|
| | e | h | l | | K _t | R _t | | | |
|  | 20.0 | 18.0 | 25.0 | 4 | 1.66 1.30 | 0.60 0.77 | 136 | | |
|  | 18.0 | 8.0 | 25.0 | 4 | 2.99 2.00 | 0.33 0.50 | 125 | | |
|  | 17.0 | 19.0 | 33.0 | 4 | 2.22 1.62 | 0.45 0.62 | 127 | | |
|  | 12.0 | 6.0 | 24.6 | 3 | 3.99 2.40 | 0.25 0.42 | 166 | | |

| ESQUEMA | MATERIAL | DIMENSIONES | | | N | K | | R | | P m ² |
|---|---|-------------|------|------|---|------|------|---|-----|---------------------|
| | | e | h | l | | Kt | Rt | | | |
|  | HORMIGON $d=1500\text{kg/m}^3$ | 16.0 | 15.0 | 48.0 | 2 | 2.49 | 0.40 | | 194 | |
| | | | | | | 1.76 | 0.57 | | | |
|  | HORMIGON C/GRANULADO VOLCANICO $d=1600\text{kg/m}^3$ | 18.5 | 20.0 | 40.0 | 2 | 2.18 | 0.46 | | 194 | |
| | | | | | | 1.60 | 0.63 | | | |
|  | HORMIGON $d=2200\text{kg/m}^3$ | 14.0 | 19.0 | 39.0 | 3 | 2.57 | 0.39 | | 190 | |
| | | | | | | 1.80 | 0.56 | | | |
|  | HORMIGON $d=1887\text{kg/m}^3$ | 19.0 | 19.0 | 37.3 | 3 | 2.25 | 0.44 | | 230 | |
| | | | | | | 1.64 | 0.61 | | | |

| ESQUEMA | MATERIALES | | N | K | | R | | P m ² |
|---|---|--|------|------|------|---|-----|---------------------|
| | | | | Kt | Rt | | | |
| | 1: Mortero común $d = 1800$ $e = 1.0$ | | 15.0 | 5.62 | 0.18 | | 244 | |
| 2: Ladrillo común $d = 1600$ $e = 13.0$ | | | | | | | | |
| 3: Mortero común $d = 1800$ $e = 1.0$ | | | | 2.91 | 0.34 | | | |
| | 1: Mortero común $d = 1800$ $e = 1.5$ | | 30.0 | 2.77 | 0.36 | | 486 | |
| 2: Ladrillo común $d = 1600$ $e = 27.0$ | | | | | | | | |
| 3: Mortero común $d = 1800$ $e = 1.5$ | | | | 1.90 | 0.53 | | | |
| | 1: Mortero común $d = 1800$ $e = 1.5$ | | 30.5 | 1.94 | 0.51 | | 443 | |
| 2: Ladrillo común $d = 1600$ $e = 13.0$ | | | | | | | | |
| 3: Cámara de aire $e = 3.0$ | | | | | | | | |
| 4: Ladrillo común vista $d = 1800$ $e = 13.0$ | | | | 1.47 | 0.60 | | | |
| | 1: Mortero común $d = 1800$ $e = 1.5$ | | 32.0 | 1.89 | 0.53 | | 470 | |
| 2: Ladrillo común $d = 1600$ $e = 13.0$ | | | | | | | | |
| 3: Cámara de aire $e = 3.0$ | | | | | | | | |
| 4: Ladrillo común $d = 1600$ $e = 13.0$ | | | | | | | | |
| 5: Mortero común $d = 1800$ $e = 1.5$ | | | | 1.44 | 0.69 | | | |
| | 1: Panel de yeso $d = 800$ $e = 2.0$ | | 30.0 | 0.46 | 2.16 | | 520 | |
| 2: Espuma aminoplástica $d = 16$ $e = 5.0$ | | | | | | | | |
| 3: Ladrillo común $d = 1600$ $e = 27.0$ | | | | | | | | |
| 4: Mortero común $d = 1800$ $e = 4.0$ | | | | 0.43 | 2.33 | | | |

| ESQUEMA | MATERIALES | N | K Kg | R Rf | P m ² |
|---|--|-----|---------|---------|---------------------|
|  | 1: Tablero de fibra dura d= 1000 e= 0.32 2: Cartón formando Nido de Abejas con sus celdas rellenas de poliestireno expandido en copos e= 4.4 3: Tablero de fibra dura d= 1000 e= 0.32 4: Chapa de aluminio gofr. d= 2700 e= 0.05 | 5.1 | 1.41 | 0.71 | 15 |
|  | 1: Madera enchapada d= 600 e= 0.2 2: Tablero de madera aglomerada d= 300 e= 5.0 3: Poliestireno expandido en copos d= 30 4: Madera enchapada d= 600 e= 0.2 | 5.4 | 1.35 | 0.74 | 17 |
|  | 1: Tablero de fibra dura d= 1000 e= 0.4 2: Poliestireno expandido d= 20 e= 2.8 3: Tablero de fibra dura d= 1000 e= 0.4 | 3.6 | 1.32 | 0.76 | 10 |
|  | 1: Tablero de fibra dura d= 1000 e= 0.48 2: Celdas rellenas de poliestireno en copos e= 4.4 3: Tablero de fibra dura; d= 1000 e= 0.48 | 5.4 | 1.20 | 0.83 | 20 |
|  | 1: Tablero de fibra dura d= 1000 e= 0.48 2: Pino d= 500 e= 4.4 3: Tablero de fibra dura d= 1000 e= 0.48 | 5.4 | 4.33 | 0.23 | 38 |

2.52 0.40