

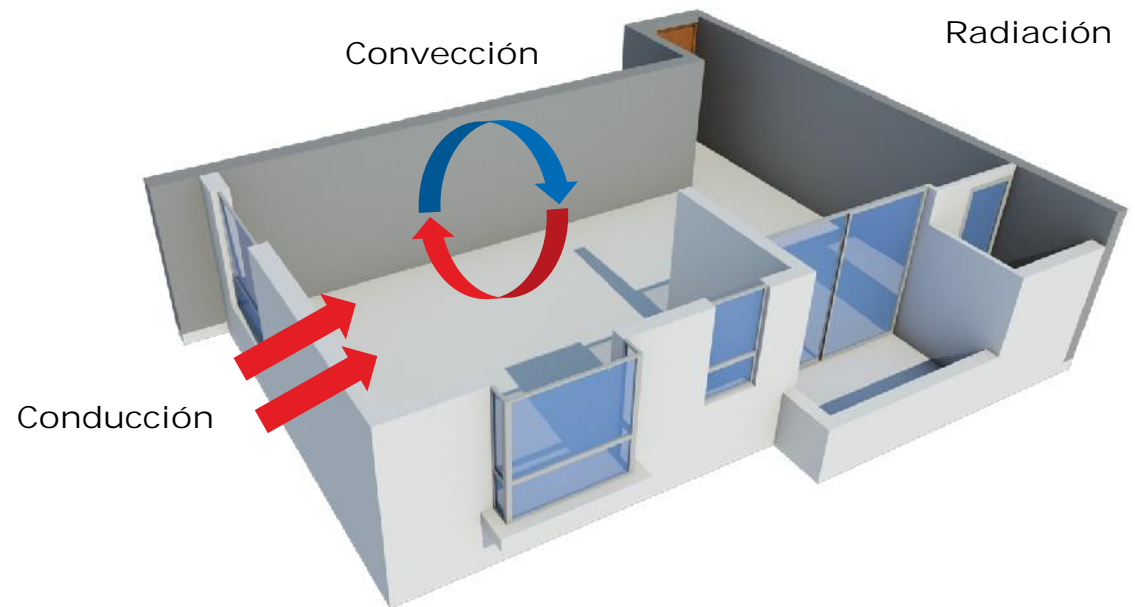


Cálculo de transmitancia

Elementos físicos de la envolvente térmica

Fundamentos de transferencia de calor

- Transferencia de calor por conducción (al interior de sólidos)
- Transferencia de calor por radiación (infrarrojos y luz visible)
- Transferencia de calor por convección (movimiento de fluidos, en este caso aire)



Elementos físicos de la envolvente térmica

Fundamentos de transferencia de calor – Conceptos

Conductividad Térmica, λ o k (W/m K)

- Cantidad de calor que en condiciones estacionarias pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de material homogéneo de extensión infinita, de caras planas y paralelas y de espesor unitario, cuando se establece una diferencia de temperatura unitaria entre sus caras. Se expresa en $W/(m \times K)$.

Material	Densidad aparente (kg/m ³)	Conductividad térmica λ (W/mK)
Hormigón armado normal	2400	1,63
Ladrillo macizo hecho a máquina	1000	0,46
Ladrillo macizo hecho a máquina	1200	0,52
Ladrillo macizo hecho a máquina	1400	0,6
Ladrillo macizo hecho a máquina	1800	0,79
Ladrillo macizo hecho a máquina	2000	1
Lana mineral, colchoneta libre	40	0,042
Lana mineral, colchoneta libre	50	0,041
Lana mineral, colchoneta libre	70	0,038
Lana mineral, colchoneta libre	90	0,037
Lana mineral, colchoneta libre	110	0,04
Lana mineral, colchoneta libre	120	0,042
Madera - álamo	380	0,091
Madera - alerce	560	0,134
Madera - coigüe	670	0,145
Madera - Lingue	640	0,136
Madera - pino insigne	410	0,104
Madera - raulí	580	0,121
Madera - roble	800	0,157

Material	Densidad aparente (kg/m ³)	Conductividad térmica λ (W/mK)
Tablero aglomerado de partículas de madera	400	0,095
Tablero aglomerado de partículas de madera	420	0,094
Tablero aglomerado de partículas de madera	460	0,098
Tablero aglomerado de partículas de madera	560	0,102
Tablero aglomerado de partículas de madera	600	0,103
Tablero aglomerado de partículas de madera	620	0,105
Tablero aglomerado de partículas de madera	650	0,106
Tablero de fibra de madera	850	0,23
Tablero de fibra de madera	930	0,26
Tablero de fibra de madera	1030	0,28
Poliestireno expandido	10	0,043
Poliestireno expandido	15	0,0413
Poliestireno expandido	20	0,0384
Poliestireno expandido	30	0,0361
Poliuretano expandido	25	0,0272
Yeso cartón	650	0,24
Yeso cartón	700	0,26
Yeso cartón	870	0,31

Fuente: extracto anexo A.1 de la NCh 853 2007

Elementos físicos de la envolvente térmica

Fundamentos de transferencia de calor – Conceptos

Transmitancia Térmica, U (W/m² K)

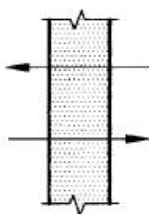
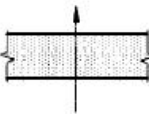
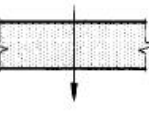
- Flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas ente los dos ambientes separados por dicho elemento. Se expresa en W/(m² x K).

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}}$$

- R_{si} : Resistencia térmica de superficie al interior, (m² K/W).
 - R_{se} : Resistencia térmica de superficie al exterior, (m² K/W).
 - e : Espesor del material, (m). (es muy importante trabajar en metros).
 - λ : Conductividad térmica del material, (W/(m K)).
- Respecto a las soluciones constructivas más comunes, es posible identificar elementos homogéneos y elementos heterogéneos simples.

Elementos físicos de la envolvente térmica

Fundamentos de transferencia de calor – Conceptos

Resistencias térmicas de superficie en $m^2 \times K/W$							
Posición del elemento y sentido del flujo de calor		Situación del elemento					
		De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
		R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$
Flujo horizontal en elementos verticales o con pendiente mayor que 60° respecto a la horizontal		0,12	0,05	0,17	0,12	0,12	0,24
Flujo ascendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60° respecto a la horizontal		0,09	0,05	0,14	0,10	0,10	0,20
Flujo descendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60° respecto a la horizontal		0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

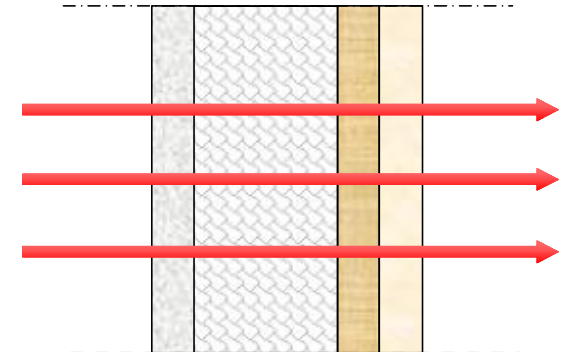
Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}}$$

Flujo de calor

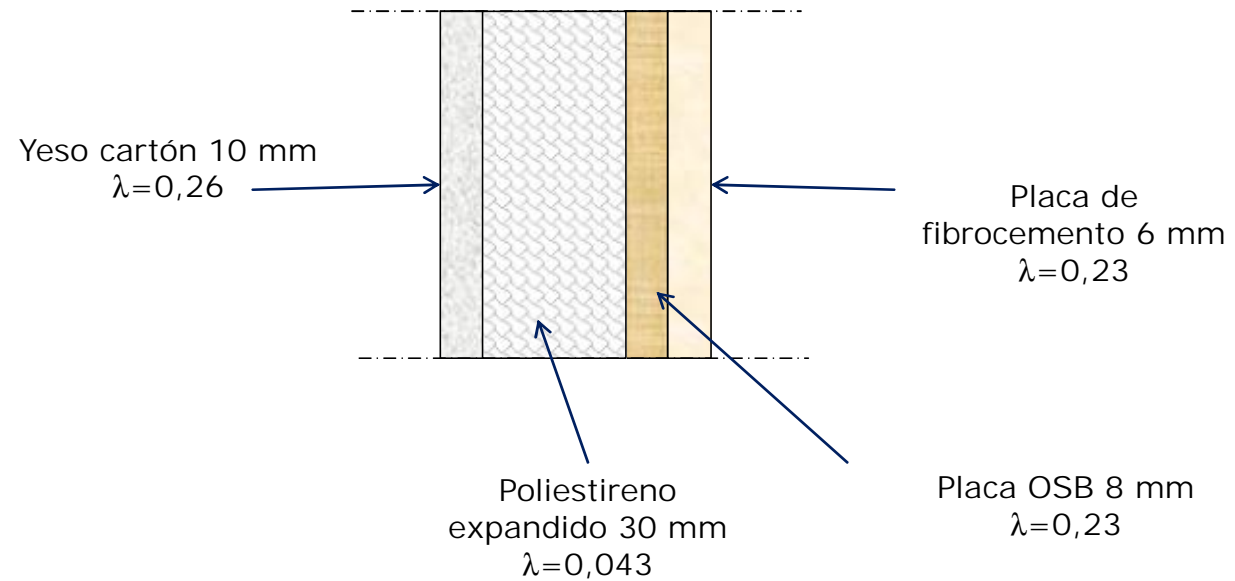


- El elemento homogéneo tiene la misma composición a cualquier altura de una línea paralela al flujo de calor.

2.3. Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°1



Elementos físicos de la envolvente térmica

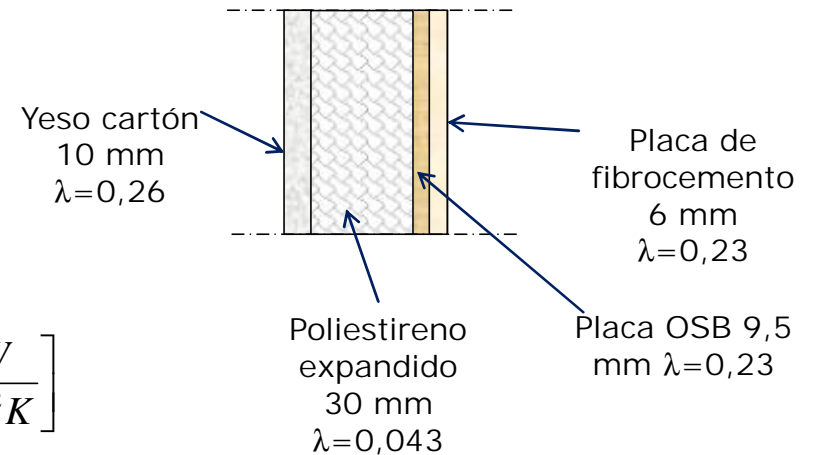
Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°1

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U = \frac{1}{0,12 + \frac{0,01}{0,26} + \frac{0,03}{0,043} + \frac{0,0095}{0,23} + \frac{0,006}{0,23} + 0,05} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U = 1,0272 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

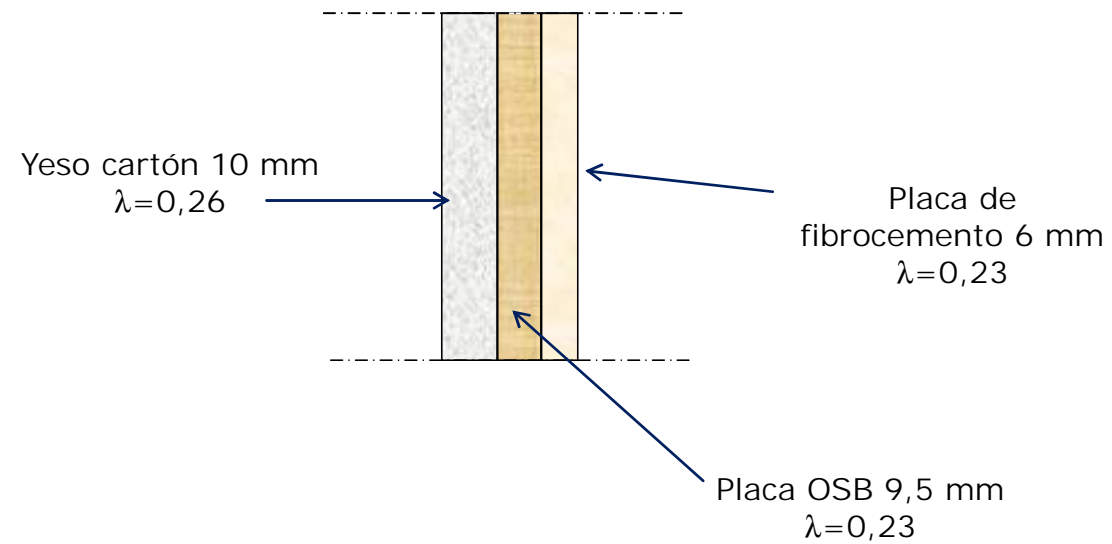


Material	e	λ	R=e/λ o valor tabla
R _{si}			0,12
Yeso cartón	0,01	0,26	0,0385
Poliestireno	0,03	0,043	0,6977
OSB	0,0095	0,23	0,0413
Fibrocemento	0,006	0,23	0,0261
R _{se}			0,05
		R	0,9735
		U	1,0272

Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°2



Elementos físicos de la envolvente térmica

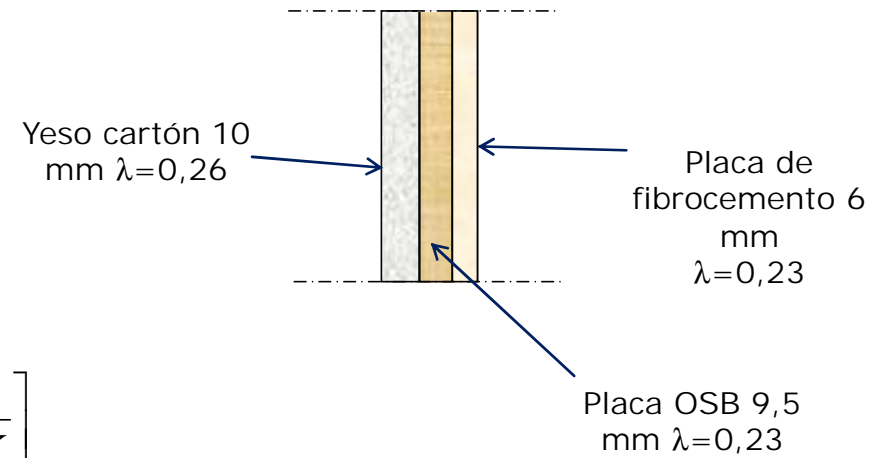
Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°2

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U = \frac{1}{0,12 + \frac{0,01}{0,26} + \frac{0,0095}{0,23} + \frac{0,006}{0,23} + 0,05} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U = 3,625 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

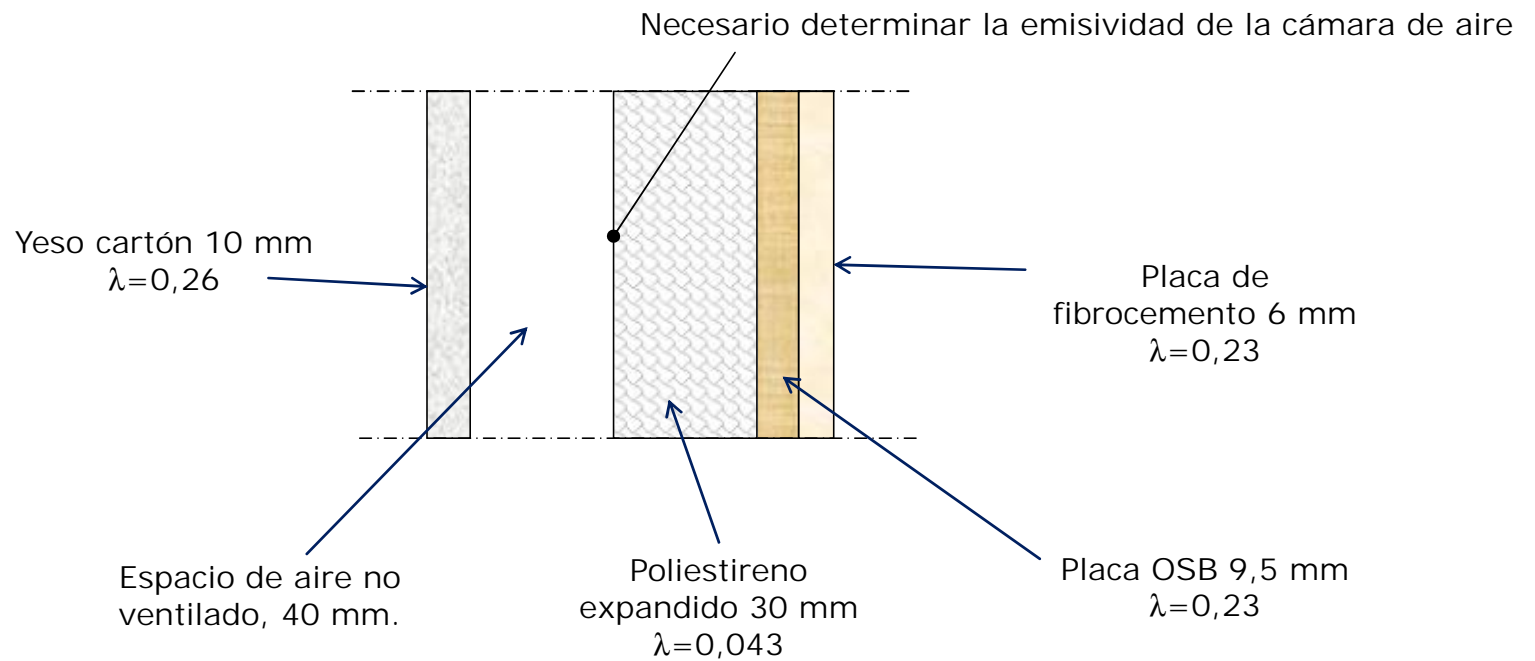


Material	e	λ	$R=e/\lambda$
R _{si}			0,12
Yeso cartón	0,01	0,26	0,0385
OSB	0,0095	0,23	0,0413
Fibrocemento	0,006	0,23	0,0261
R _{se}			0,05
R			0,2759
U			3,6251

Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°3



Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°3

NCh853 – Anexo C

En general se distinguen cuatro casos característicos, ellos son:

- a) caso general (materiales corrientes de construcción, tales como madera, hormigón, ladrillos, vidrio, papeles no metálicos, etc.): $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,9$ de donde $E = 0,82$, ver Figura C.1;
- b) una de las superficies de la cámara es brillante, $\varepsilon_1 = 0,2$, la otra superficie, en cambio, corresponde a materiales corrientes de construcción, $\varepsilon_2 = 0,9$ de donde $E = 0,20$, ver Tablas C.1, C.2 y C.3;
- c) ambas superficies de la cámara son brillantes, $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,2$ de donde $E = 0,11$, ver Tablas C.1, C.2 y C.3;
- d) una de las superficies de la cámara es muy brillante, $\varepsilon_1 = 0,05$, la otra superficie en cambio, corresponde a materiales corrientes, $\varepsilon_2 = 0,9$ de donde $E = 0,05$, ver Tablas C.1, C.2 y C.3.

Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°3

NCh853 – Anexo C

Tabla C.1 - Resistencia térmica por unidad de superficie de cámaras de aire no ventiladas -
Cámaras de aire verticales, flujo térmico horizontal

Espesor de la cámara, mm	Emisividad total, E			
	0,82	0,20	0,11	0,05
Resistencia térmica, R_g , m ² x K/W				
5	0,105	0,17	0,20	0,20
10	0,140	0,28	0,32	0,38
15	0,155	0,35	0,43	0,51
20	0,165	0,37	0,46	0,55
25	0,165	0,37	0,46	0,55
30	0,165	0,37	0,46	0,55
35	0,165	0,37	0,46	0,55
e ≥ 40	0,165	0,37	0,46	0,55

Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

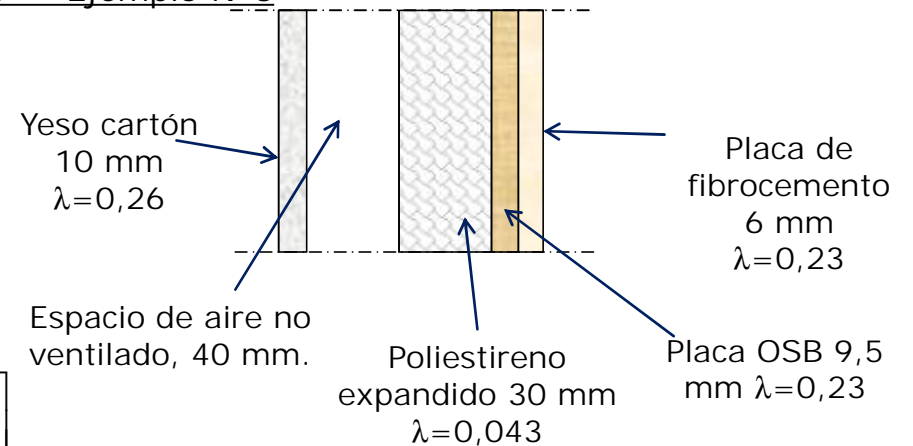
Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°3

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_i + R_g + R_e + R_{se}} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U = \frac{1}{0,12 + \frac{0,01}{0,26} + 0,165 + \frac{0,03}{0,043} + \frac{0,0095}{0,23} + \frac{0,006}{0,23} + 0,05} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U = 0,878 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Resistencia cámara de aire

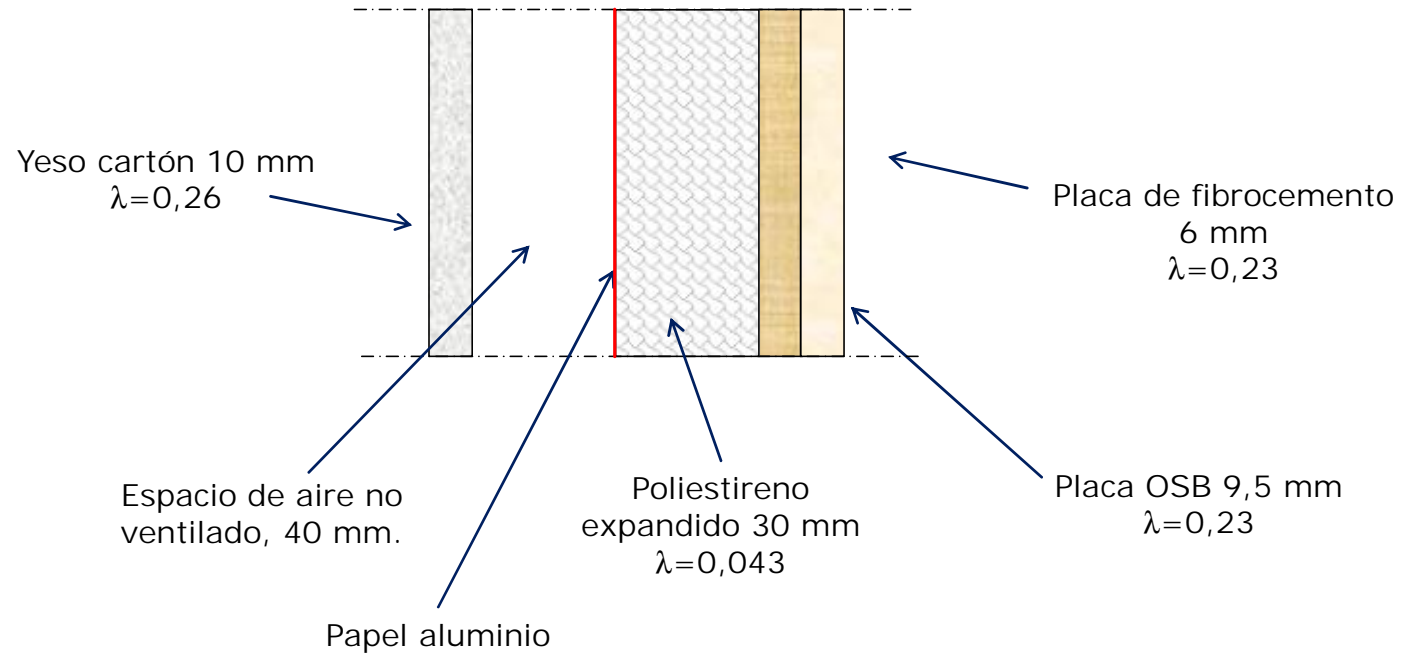


Material	e	λ	$R=e/\lambda$
Rsi			0,12
Yeso cartón	0,01	0,26	0,0385
Camara de aire			0,1650
Poliestireno	0,03	0,043	0,6977
OSB	0,0095	0,23	0,0413
Fibrocemento	0,006	0,23	0,0261
Rse			0,05
R			1,1385
U			0,8783

Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°4



Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°4

NCh853 – Anexo C

En general se distinguen cuatro casos característicos, ellos son:

- a) caso general (materiales corrientes de construcción, tales como madera, hormigón, ladrillos, vidrio, papeles no metálicos, etc.): $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,9$ de donde $E = 0,82$, ver Figura C.1;
- b) una de las superficies de la cámara es brillante, $\varepsilon_1 = 0,2$, la otra superficie, en cambio, corresponde a materiales corrientes de construcción, $\varepsilon_2 = 0,9$ de donde $E = 0,20$, ver Tablas C.1, C.2 y C.3;
- c) ambas superficies de la cámara son brillantes, $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,2$ de donde $E = 0,11$, ver Tablas C.1, C.2 y C.3;
- d) una de las superficies de la cámara es muy brillante, $\varepsilon_1 = 0,05$, la otra superficie en cambio, corresponde a materiales corrientes, $\varepsilon_2 = 0,9$ de donde $E = 0,05$, ver Tablas C.1, C.2 y C.3.

Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°4

NCh853 – Anexo C

Tabla C.1 - Resistencia térmica por unidad de superficie de cámaras de aire no ventiladas -
Cámaras de aire verticales, flujo térmico horizontal

Espesor de la cámara, mm	Emisividad total, E			
	0,82	0,20	0,11	0,05
	Resistencia térmica, R_g , m ² x K/W			
5	0,105	0,17	0,20	0,20
10	0,140	0,28	0,32	0,38
15	0,155	0,35	0,43	0,51
20	0,165	0,37	0,46	0,55
25	0,165	0,37	0,46	0,55
30	0,165	0,37	0,46	0,55
35	0,165	0,37	0,46	0,55
e ≥ 40	0,165	0,37	0,46	0,55

Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

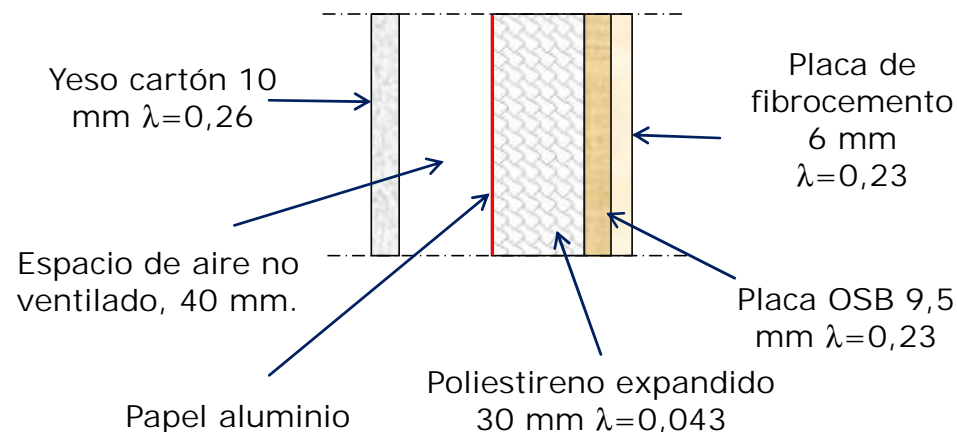
Elemento homogéneo en contacto con el exterior – Ejemplo N°4

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_i + R_g + R_e + R_{se}} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U = \frac{1}{0,12 + \frac{0,01}{0,26} + 0,37 + \frac{0,03}{0,043} + \frac{0,0095}{0,23} + \frac{0,006}{0,23} + 0,05} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Resistencia
cámara de
aire

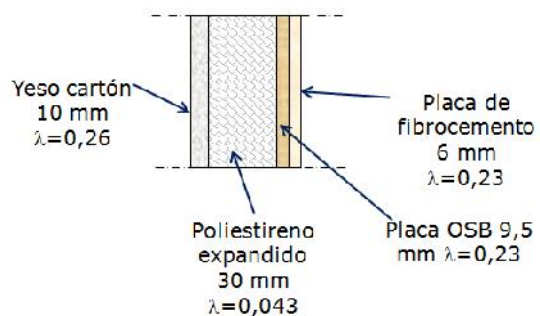
$$U = 0,744 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$



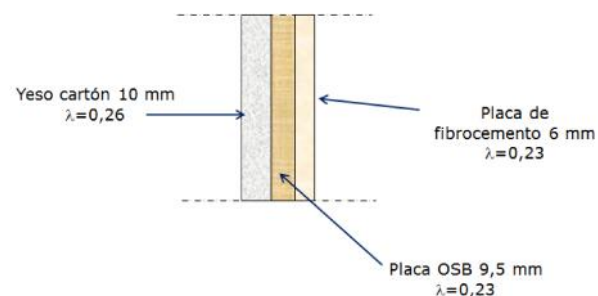
Material	e	λ	$R=e/\lambda$
R _{si}			0,12
Yeso cartón	0,01	0,26	0,0385
Camara de aire			0,3700
Poliestireno	0,03	0,043	0,6977
OSB	0,0095	0,23	0,0413
Fibrocemento	0,006	0,23	0,0261
R _{se}			0,05
R			1,3435
U			0,7443

Elementos físicos de la envolvente térmica

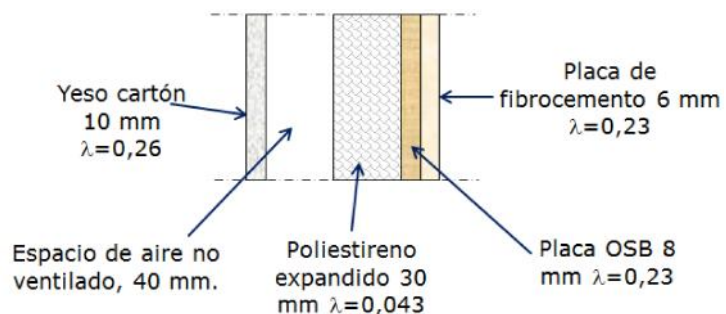
Comparación resultados Transmitancia Térmica (W/m^2K)



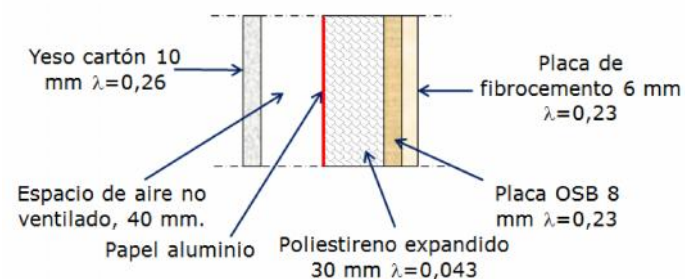
$$U = 1,0272 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$



$$U = 3,625 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$



$$U = 0,878 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$



$$U = 0,744 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Elementos físicos de la envolvente térmica

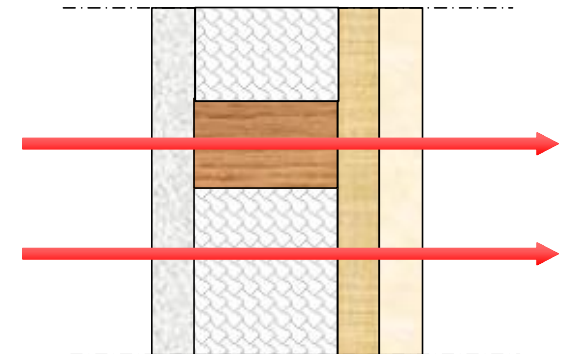
Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento heterogéneo simple

$$U = \frac{U_1 A_1 + U_2 A_2}{A_1 + A_2}$$

$$U = \frac{\sum U_i A_i}{\sum A_i}$$

Flujo de calor



- El elemento heterogéneo tiene composiciones diferentes en la sección.
- Un elementos heterogéneo simple debe cumplir con 2 condiciones:
 - La heterogeneidad queda perfectamente definida por dos planos perpendiculares a las caras del elemento.
 - El conjunto tiene una constitución tal que no se producen flujos térmicos laterales de importancia entre la heterogeneidad y el resto del elemento.

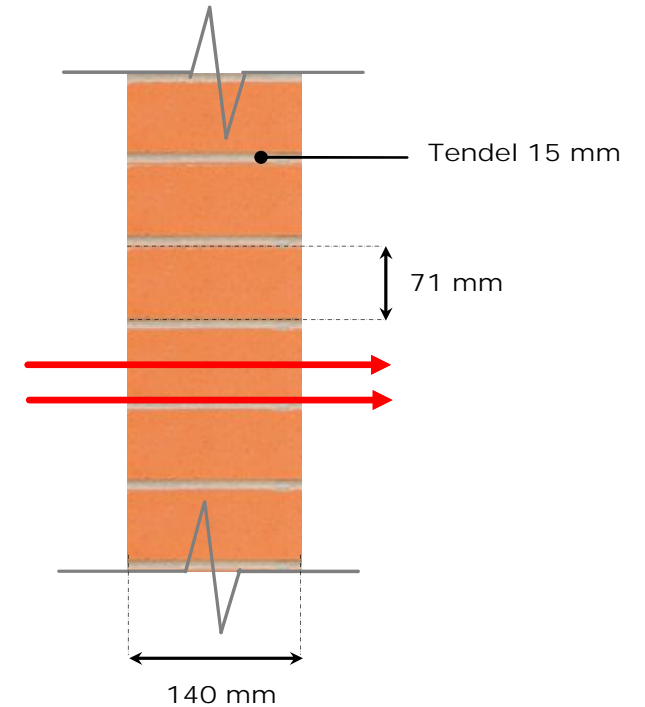
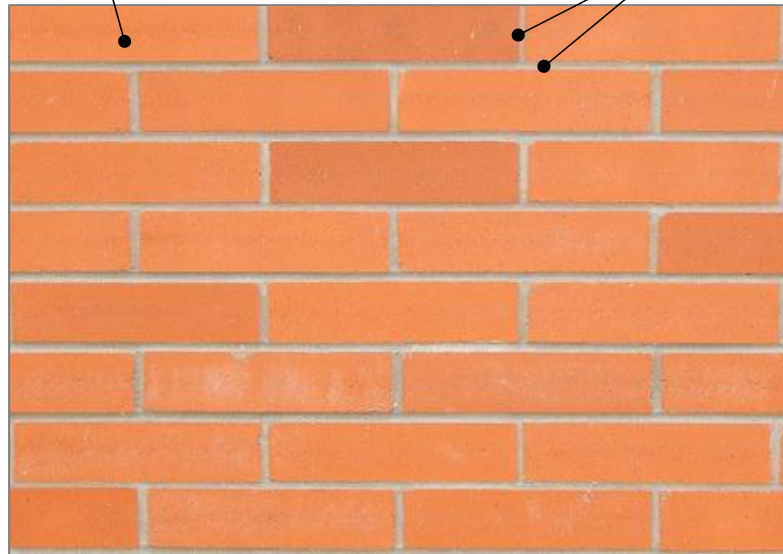
Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento heterogéneo simple

Ladrillos de 14 x 29 x 7,1 cm
Macizos hecho a máquina ($\lambda = 0,52 \text{ W/mK}$)

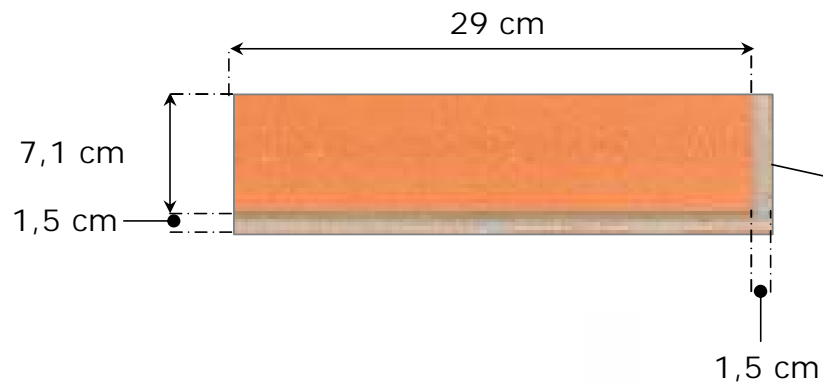
Yaga y tendel de mortero de cemento
($\lambda = 1,40 \text{ W/mK}$) de 15 mm



Elementos físicos de la envolvente térmica

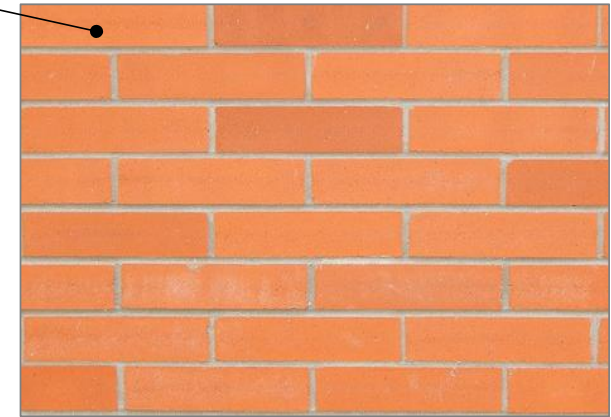
Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento heterogéneo simple



$$\text{Superficie Ladrillo} = 0,29 \text{ m} \times 0,071 \text{ m} = 0,02 \text{ m}^2$$

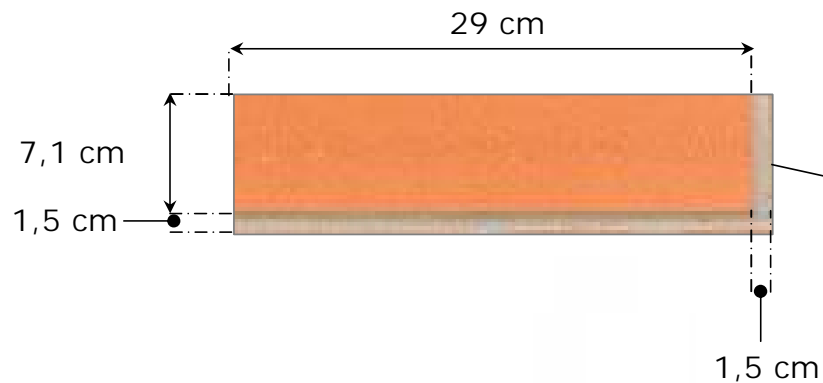
$$\text{Superficie Mortero} = (0,29 \text{ m} \times 0,015 \text{ m}) + (0,086 \text{ m} \times 0,015 \text{ m}) = 0,0056 \text{ m}^2$$



Elementos físicos de la envolvente térmica

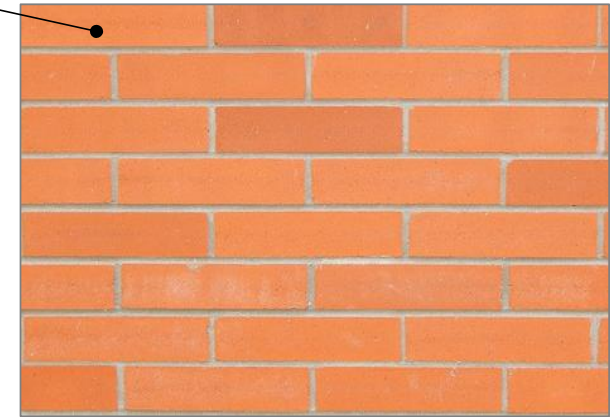
Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento heterogéneo simple



$$U_{ladrillo} = \frac{1}{0,12 + \frac{0,14}{0,52} + 0,05} = 2,28 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U_{mortero} = \frac{1}{0,12 + \frac{0,14}{1,4} + 0,05} = 3,7 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$



Elementos físicos de la envolvente térmica

Valor de Transmitancia Térmica para el sistema de calificación

Elemento heterogéneo simple

Superficie Ladrillo = 0,02 m²

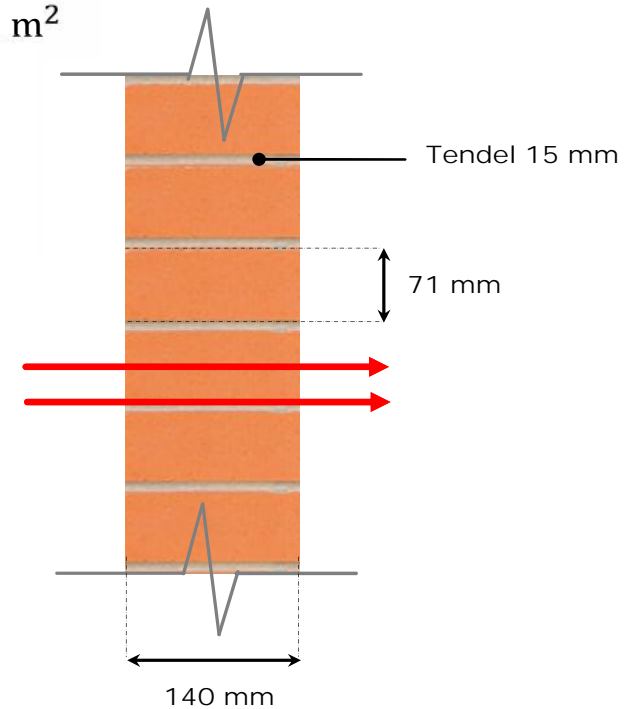
Superficie Mortero = 0,0056 m²

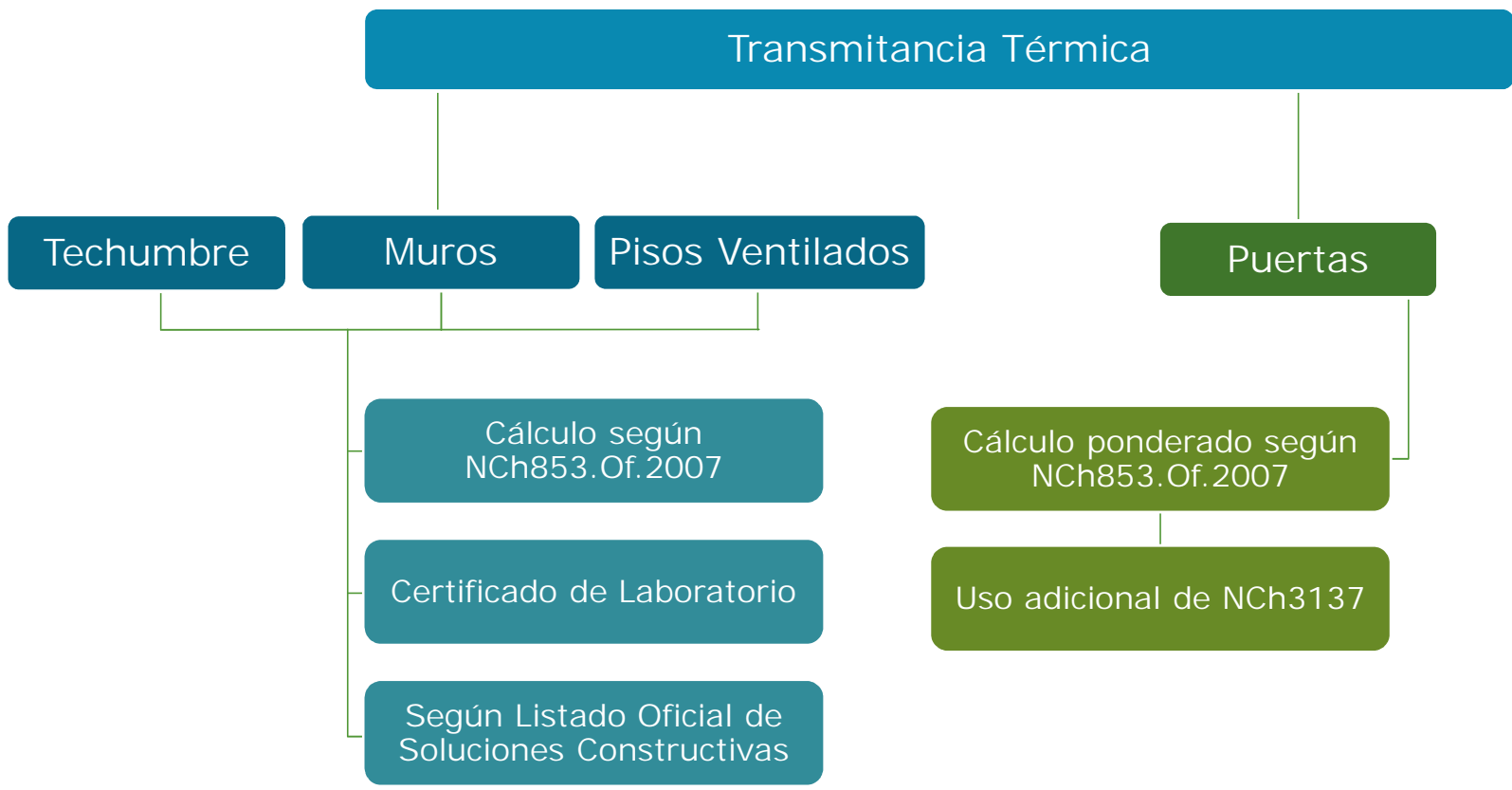
$$U_{ladrillo} = 2,28 \left[\frac{W}{m^2K} \right]$$

$$U_{mortero} = 3,7 \left[\frac{W}{m^2K} \right]$$

$$U_{Ponderado} = \frac{U_1 A_1 + U_2 A_2}{A_1 + A_2}$$

$$U_{Muro} = \frac{\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \text{Ladrillo} & & \text{Mortero} & \\ \hline U & \text{Área} & U & \text{Área} \\ \hline 2,28 & 0,02 & 3,7 & 0,0056 \\ \hline \end{array}}{\begin{array}{|c|c|} \hline \text{Área} & \text{Área} \\ \hline \text{ladrillo} & \text{mortero} \\ \hline \end{array}} = 2,59 \left[\frac{W}{m^2K} \right]$$







Techumbre/Muros/Pisos Ventilados Modo 1: Cálculo según NCh853.

- Cálculo del valor de U en conformidad a la normativa oficial NCh853(INN2007), debiendo adjuntar el evaluador en dicho caso una **memoria de cálculo correspondiente**.
- A su vez, para obtener los valores de conductividad térmica de los materiales, existen tres opciones:
 1. Utilizar los valores del Anexo A de la Norma NCh853 (INN 2007).
 2. Avalar valor de conductividad térmica a través de certificado de ensayo del material. Para ello, el laboratorio debe encontrarse inscrito en el registro oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
 3. Utilizar un valor de conductividad indicado en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU. En este caso se debe indicar el código del material aislante o solución constructiva de donde se obtuvo el valor de conductividad térmica y se debe adjuntar una copia de la ficha correspondiente.

Techumbre/Muros/Pisos Ventilados Modo 2: Certificado de Laboratorio.

- Certificado de ensayo de la solución constructiva (en base a la norma NCh851, INN2008).
- Este certificado de ensayo debe ser emitido por un laboratorio con inscripción vigente en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, y debe formar parte de la carpeta de calificación.

Link:
<http://proveedores tecnicos.minvu.cl/>



PROVEEDORES TÉCNICOS
Ministerio de Vivienda y Urbanismo

Estimado Proveedor

Ha accedido al Portal de Proveedores Técnicos del MINVU, desde el cual podrá acceder a la generación en línea de certificados y otras funcionalidades disponibles en los Registros Nacionales de Proveedores MINVU.

Accesos

- Auto-registro
- Recuperar contraseña
- Consulta en Línea
- Login de Acceso
- Solicitud de inscripción en Registro de Ascensores
- Certificación de Equipamiento para Ascensores
- Normativa, Formularios y Nóminas de Registros Técnicos**
- Visualizar las Normas Técnicas Obligatorias

Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Alameda 234, Santiago, Chile
Código postal: 8513402
Teléfono: +56 21 261 9100
Fax: +56 21 261 7330

Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Sistema de Chile

Techumbre/Muros/Pisos Ventilados

Modo 3: Listado Oficial de Soluciones Constructivas

- Utilizar una solución constructiva que corresponda a alguna de las soluciones inscritas en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico, confeccionado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Al utilizar esta alternativa, se deberá identificar el código y nombre de la solución en la definición del muro, la solución constructiva utilizada y se debe adjuntar una copia de la ficha correspondiente, la que debe formar parte de la carpeta de la calificación.

<http://www.minvu.cl/>

The screenshot shows the website interface for the Ministry of Housing and Urbanism (MINVU) in Chile. The header includes the logo and name of the ministry, along with contact information (600 901 11 11) and social media icons. A navigation menu at the top features several categories: SUBSIDIOS, VIVIENDA (highlighted with a red box), BARRIO, CIUDAD, MINISTERIO, EMERGENCIAS, and OIRS. Below this is a secondary menu with options like MÁS NOTICIAS, BIBLIOTECA, MARCO NORMATIVO, GUÍAS DE AYUDA, PREGUNTAS FRECUENTES, OTROS SITIOS, OFICINAS REGIONALES, and CONTACTENOS. The main content area is titled 'MI VIVIENDA' and features a banner image of a family. Below the banner, there are three main columns of content: 'Subsidios Habitacionales', 'Ayuda para el Postulante', and 'Información Técnica y Legal'. The 'Información Técnica y Legal' column contains a list of links, with 'Listados Técnicos Oficiales' highlighted by a red box. A red arrow originates from the 'VIVIENDA' menu item and points directly to this highlighted link. Other links in the same column include 'Manual para la Postulación en Línea', 'Tabla de Costos Unitarios', and 'Normas Legales'. A 'Ver más' link is also present at the bottom of the list.



Techumbre/Muros/Pisos Ventilados

Método 3: Listado Oficial de Soluciones Constructivas

Ejemplo 1

Código

Nombre Solución Constructiva

1.2.M.B1.6		Ladrillo Fiscal Industrializado (290 mm x 140 mm x 50 mm)			
INSTITUCIÓN		Industrias Princesa Ltda.	VIGENCIA	Marzo 2019	
MECANISMO DE ACREDITACIÓN					
Cálculo NCh 853		----	Informes de Ensaye NCh 851	X	
Ensayes Asociados		----	Institución	N° Informe	
NCh	Institución	N° Informe	UBB	16162	
851	----	----		16160	
850	----	----		16161	
AISLANTE TÉRMICO					
Nombre		----			
Densidad	Conductividad Térmica (λ)	Fuente Conductividad Térmica			
[kg/m ³]	[W/m°C]	NCh 853	Informes de Ensaye N°		
----	----	----	----		
ZONA TÉRMICA	ESPESOR AISLANTE [mm]	RESISTENCIA TÉRMICA (Rt) [m²K/W]	TRANSMITANCIA TÉRMICA (U) [W/m²K]	RESISTENCIA AL FUEGO	
1	0	0,48	2,08	F-90	
2	0				
3	0				
4	0			Código Listado Fuego	A.2.2.90.01
5	0			Informe de ensaye N°	877.205
6	0			Institución	IDIEM
7	0				

Valores de Transmitancia Térmica según espesor de aislante requerido por cada zona térmica.



Techumbre/Muros/Pisos Ventilados

Método 3: Listado Oficial de Soluciones Constructivas

Ejemplo 1

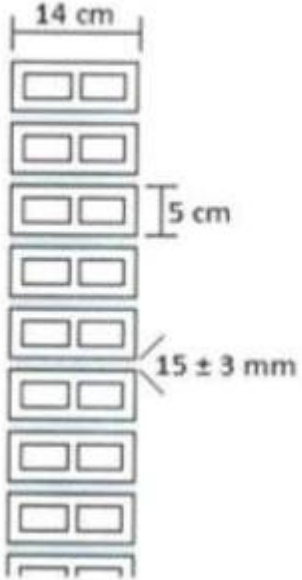
ZONA TÉRMICA	ESPESOR AISLANTE [mm]	RESISTENCIA TÉRMICA (Rt) [m ² K/W]	TRANSMITANCIA TÉRMICA (U) [W/m ² K]	RESISTENCIA AL FUEGO	
1	0	0,48	2,08	F-90	
2	0				
3	0				
4	0				
5	0			Código Listado Fuego	A.2.2.90.01
6	0			Informe de ensaye N°	877.205
7	0			Institución	IDIEM



Techumbre/Muros/Pisos Ventilados

Método 3: Listado Oficial de Soluciones Constructivas

Ejemplo 1

Descripción Solución Constructiva	Detalle Constructivo
<p>Muro de albañilería constituido con ladrillos cerámicos hecho a máquina de nombre comercial "Ladrillo Fiscal Industrializado" de dimensiones 290 x 140 x 50 [mm], utilizando un mortero de pega de dosificación 1:3 en volumen, de 15 mm de espesor promedio entre ladrillos (con un máximo de 18 mm y un mínimo de 12 mm).</p> <p>El peso nominal de cada ladrillo es de 1,7 kilogramos.</p>	 <p>14 cm</p> <p>5 cm</p> <p>15 ± 3 mm</p>



Techumbre/Muros/Pisos Ventilados

Método 3: Listado Oficial de Soluciones Constructivas

Ejemplo 2

Código 1.2.M.C26.8	Muro tabique perimetral con montantes de acero galvanizado tipo C de 60x38x0,85mm, exterior sistema EIFS Andes Termo FFS sobre fibrocemento 10mm, interior dos planchas de yeso cartón RF12,5mm.						
A. Único valor de Resistencia (Rt) y Transmitancia (U) Térmica para la solución constructiva							
RESISTENCIA TERMICA (Rt):	---- (m ² *K/ W)				TRANSMITANCIA TERMICA (U)	---- (W/m ² *K)	
B. En caso que se modifique el espesor del material aislante manteniendo el resto de la configuración constructiva:							
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Rt (m² *K/ W)	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,78
U (W/m² *K)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,56
Espesor Aislante (mm)	30	30	30	30	30	30	55



Techumbre/Muros/Pisos Ventilados

Método 3: Listado Oficial de Soluciones Constructivas

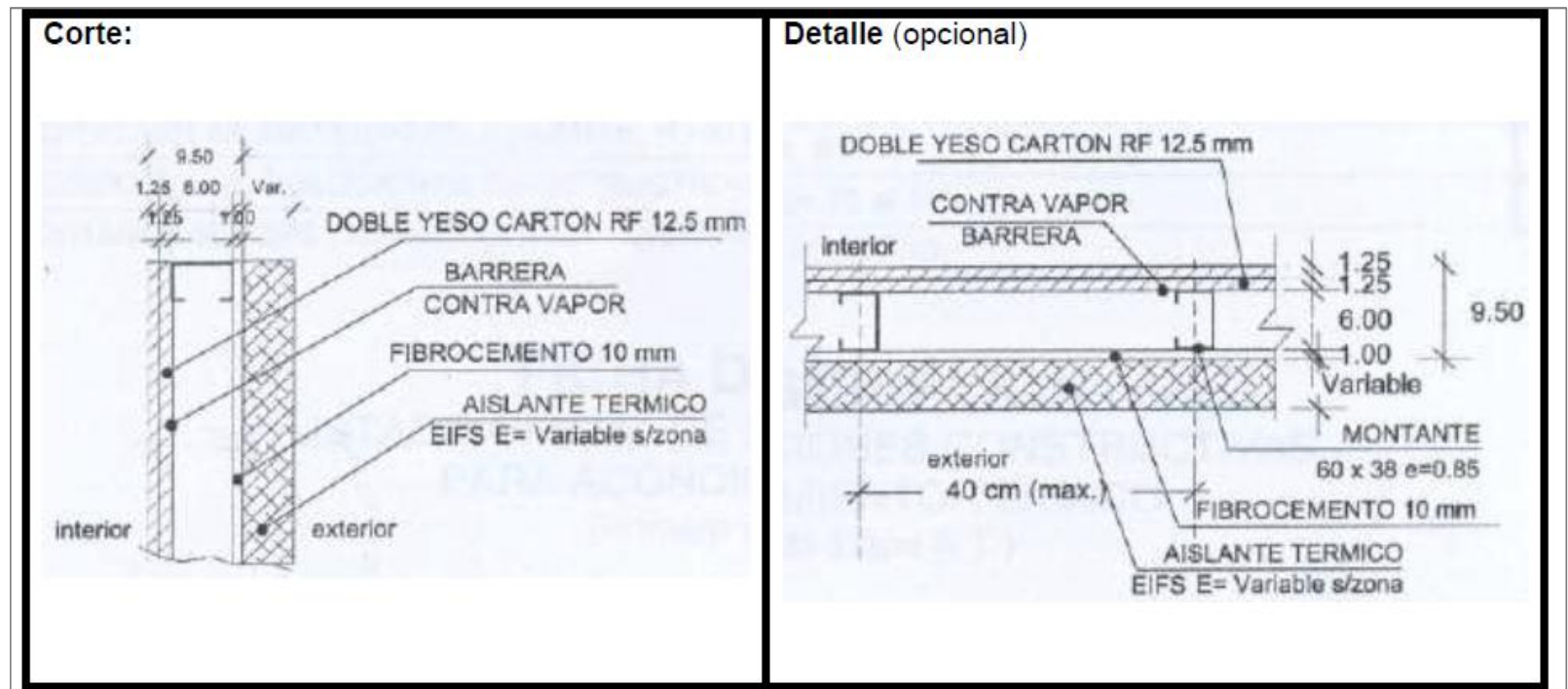
Ejemplo 2

Descripción de la Solución Constructiva				Genérico	----	Marca Comercial	X
<p>Muro tabique perimetral conformado por montantes de acero galvanizado "Metalcón" tipo C de 60 x 38 x 0,85mm, distanciados entre ejes a máximo 40cm y de dos soleras (superior e inferior) 62 x 25 x 0,85mm. Esta estructura está forrada por una de sus caras con dos planchas de yeso cartón "Gyplac" RF de 12,5mm. La otra cara está revestida con una placa de fibrocemento "Permanit" de 10mm de espesor, sobre la cual se adosa el sistema Andes Termo FFS, consistente en la aplicación de poliestireno expandido de densidad 15kg/m³ y espesor variable según zona térmica, adherido al fibrocemento con adhesivo Drybond o Styroglue. Sobre el poliestireno expandido se coloca el mismo Drybond o Styroglue, reforzado con malla de fibra de vidrio sobre este un imprimante y puente de adherencia Omegaflex Primer y Omegaflex Finish como terminación.</p> <p>Nota: Entre la estructura soportante y el forro que se fija por el lado interior debe ir colocada una barrera de vapor (por ejemplo, láminas de polietileno de 0,05 ó 0,10mm de espesor). En caso de incluir cantería, se debe aumentar el espesor del poliestireno expandido según su densidad.</p>							
Forma de cumplir con las exigencias				Densidad material aislante	Institución		Vigencia
Certificado de ensaye	----	Cálculo (NCh 853)	X	15kg/m ³	Andes Construction Chile S.A.		NCh 853

Techumbre/Muros/Pisos Ventilados

Método 3: Listado Oficial de Soluciones Constructivas

Ejemplo 2





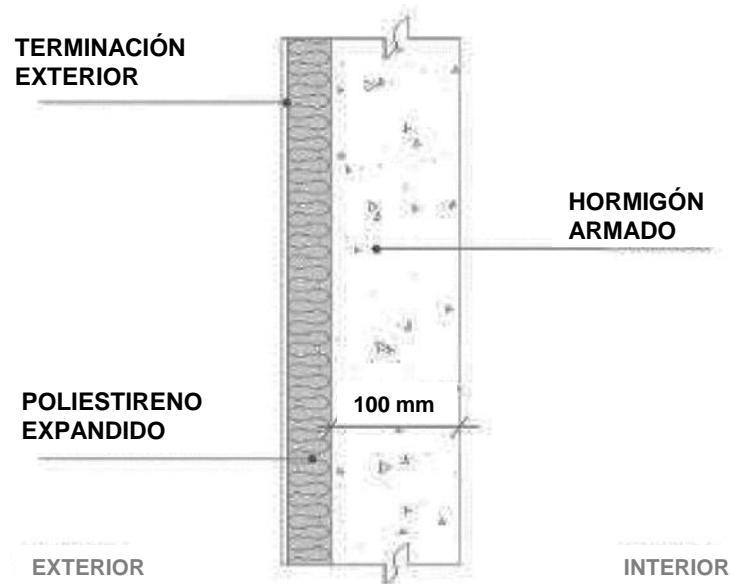
Taller de Ejercicios

Demanda de energía y
envolvente térmica

Taller de Ejercicios

Ejercicio N°1: Determine la Transmitancia Térmica del muro descrito a continuación.

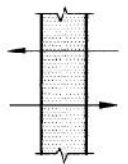
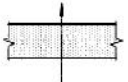
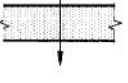
- Muro de hormigón armado de 100 mm de espesor ($d = 2.400 \text{ kg/m}^3$ y $\lambda = 1,63 \text{ W/mK}$) con aislante exterior adherido a la cara del muro, correspondiente a poliestireno expandido de 20 mm de espesor ($d = 15 \text{ kg/m}^3$, y $\lambda = 0,0413 \text{ W/mK}$).
- El revestimiento exterior corresponde a mortero de cemento de 10 mm de espesor ($d = 2.000 \text{ kg/m}^3$ y $\lambda = 1,4 \text{ W/mK}$).
- La solución constructiva se implementara en un conjunto habitacional en Santiago.



Taller de Ejercicios

Ejercicio N°1: Respuesta

Método 1: Cálculo según NCh853

Resistencias térmicas de superficie en m² x K/W							
Posición del elemento y sentido del flujo de calor		Situación del elemento					
		De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
		R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$
Flujo horizontal en elementos verticales o con pendiente mayor que 60° respecto a la horizontal		0,12	0,05	0,17	0,12	0,12	0,24
Flujo ascendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60° respecto a la horizontal		0,09	0,05	0,14	0,10	0,10	0,20
Flujo descendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60° respecto a la horizontal		0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U = \frac{1}{0,12 + \frac{0,10}{1,63} + \frac{0,02}{0,0413} + \frac{0,01}{1,40} + 0,05} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U = 1,38 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Taller de Ejercicios

Ejercicio N°1: Respuesta

Método 2: Determinación según Listado Oficial de Soluciones Constructivas

Código 1.2.G.A5	Muro de Hormigón Armado de 100 mm, con aislante exterior de poliestireno expandido						
Descripción de la Solución Constructiva				Genérico	X	Marca Comercial	----
Muro de hormigón armado de 100 mm de espesor mínimo con aislante exterior adherido a la cara del muro, correspondiente a poliestireno expandido de densidad 15 kg/m ³ o superior. La capa de terminación exterior corresponde a un mortero delgado sobre malla de fibra de vidrio							
Forma de cumplir con las exigencias				Densidad material aislante	Institución		Vigencia
Certificado de ensaye	----	Cálculo (NCh 853)	X	15 kg/m ³	Instituto Chileno del Cemento y el Hormigón		NCh 853

Taller de Ejercicios

Ejercicio N°1: Respuesta

Método 2: Determinación según Listado Oficial de Soluciones Constructivas

Código 1.2.G.A5	Muro de Hormigón Armado de 100 mm, con aislante exterior de poliestireno expandido
---------------------------	--

A. Único valor de Resistencia (Rt) y Transmitancia (U) Térmica para la solución constructiva

RESISTENCIA TERMICA (Rt):	---	(m ² *K/ W)	TRANSMITANCIA TERMICA (U)	---	(W/m ² *K)
------------------------------	-----	------------------------	------------------------------	-----	-----------------------

B. En caso que se modifique el espesor del material aislante manteniendo el resto de la configuración constructiva:

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Rt (m ² *K/ W)	0.59	0.59	0.59	0.71	0.71	0.95	1.68
U (W/m ² *K)	2.11	2.11	1.68	1.68	1.40	1.04	0.59
Espesor Aislante (mm)	10	10	15	15	20	30	60

$$U = 1,40 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$



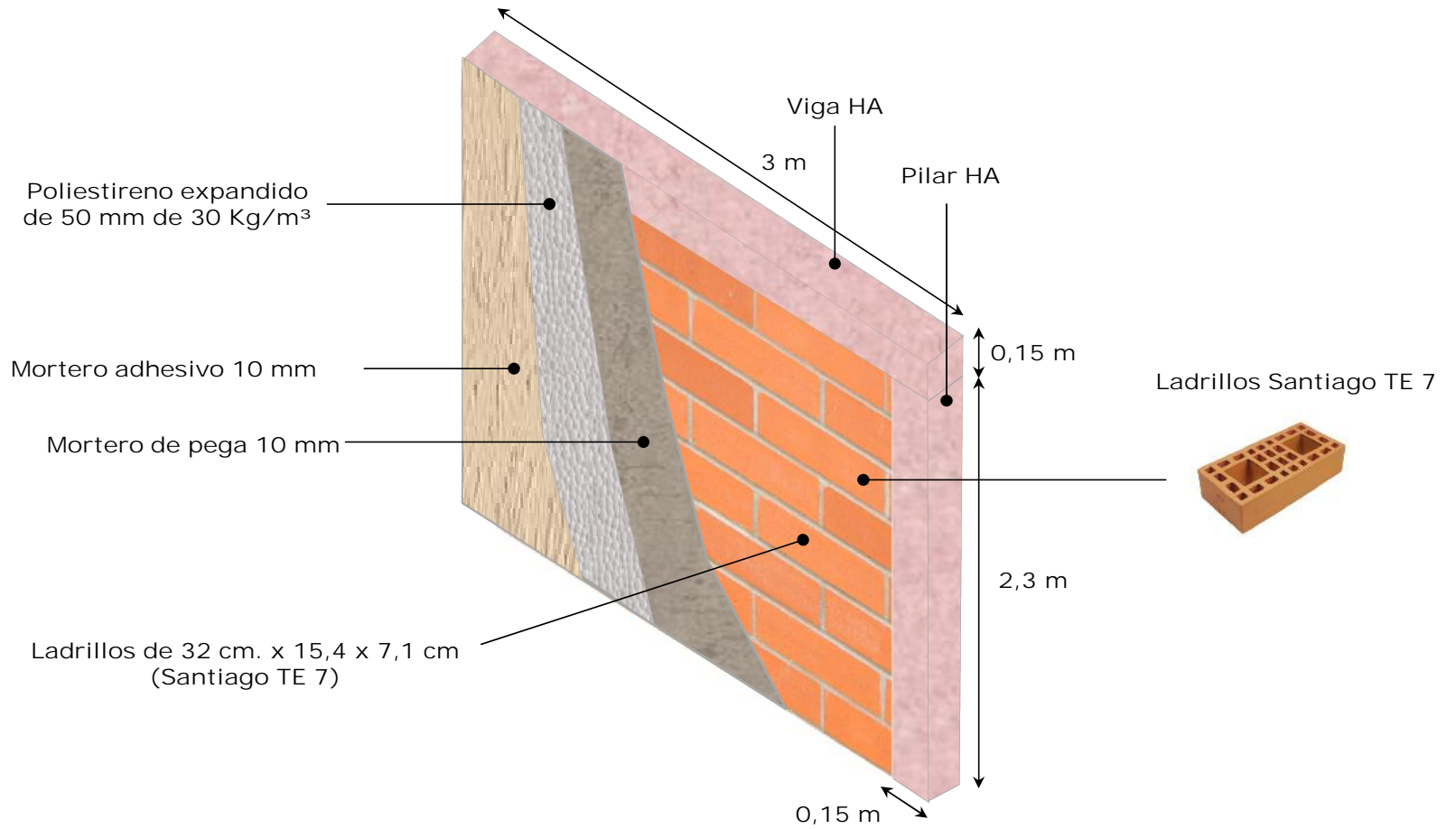
Taller de Ejercicios

Ejercicio N°2: Determinar la Transmitancia Térmica de un muro de albañilería.

- Muro de albañilería confinada compuesta por ladrillos de 32 x 15,4 x 7,1 cm (Santiago TE 7) con una tendel y llaga de 15 mm.
- El muro se encuentra aislado exteriormente por un sistema EIFS, compuesto con un mortero de pega especial ($\lambda = 1,13 \text{ W/mK}$, valor obtenido mediante ensayo) de 10 mm adherido al sustrato, una placa de poliestireno expandido ($\lambda = 0,0361 \text{ W/mK}$) de 50 mm de espesor (densidad 30 Kg/m^3) y una terminación de mortero adhesivo de 10 mm pintado color beige grano fino ($\lambda = 1,40 \text{ W/mK}$).
- Además el muro posee cadenas y pilares de hormigón armado ($\lambda = 1,63 \text{ W/mK}$) de 15,4 cm de espesor. Las cadenas tienen 3 m de largo y 15 cm de ancho, a su vez, los pilares son de 2,3 m de alto y 15 cm de espesor.
- Importante: La solución constructiva global no se encuentra en el listado de soluciones constructivas y en el listado de materiales de la normativa NCh853 no se encuentran el valor de (λ) para ladrillos perforados hechos a máquina.

Taller de Ejercicios

Ejercicio N°2: Determinar la Transmitancia Térmica de un muro de albañilería.




Taller de Ejercicios

Ejercicio N°2: Respuesta

Ficha Técnica Fabricante

SANTIAGOTE 7	
dimensiones [cm] ⁽¹⁾	32 x 15,4 x 7,1
peso [kg.] ⁽²⁾	3,15
unidades/m2. cantería 1,5 cm	35
hiladas en 1mt altura cantería 1,5 cm	11,5 unid.
zona térmica	1, 2 y 3



Normas
Ladrillo MqP Grado 1, según clasificación de la NCh 169 Of. 2001, que satisface los requisitos especificados en la NCh 1928 Of. 93 modificada el 2003 y NCh 2123 Of. 97 modificada el 2009. Cumple con las reglamentaciones acústica y térmica, incorporadas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Usos
Ladrillo diseñado para ser utilizado en muros perimetrales y medianeros de vivienda, edificios y estructuras sismorresistentes

Productos Especiales
Santiagote Mitad
Para solucionar terminaciones en vanos de ventanas y puertas.

SantiagoTE

Propiedades del Producto

- Resistencia a la compresión: $\geq 150 \text{ Kg/cm}^2$
- Adherencia al mortero: $\geq 4,0 \text{ Kg/cm}^2$
- Resistencia al fuego: F 180
- Aislación acústica ⁽³⁾: $\geq 45 \text{ dB (A)}$
- Transmitancia térmica ⁽⁴⁾: $\leq 1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Absorción de agua: $\leq 14 \%$

Fuente: Idiem
(1) Tolerancia dimensional según NCh 169 Of. 2001
(2) El peso del producto se mide en base seca
(3) Índice de reducción acústica obtenida en ensayo sobre muro dividido con ladrillo sin llenado de huecos con mortero
(4) Ensayo de transmitancia térmica sin revestimiento

SANTIAGOTE 7	
dimensiones [cm] ⁽¹⁾	32 x 15,4 x 7,1
peso [kg.] ⁽²⁾	3,15
unidades/m2. cantería 1,5 cm	35
hiladas en 1mt altura cantería 1,5 cm	11,5 unid.
zona térmica	1, 2 y 3



SANTIAGOTE 9	
dimensiones [cm] ⁽¹⁾	32 x 15,4 x 9,4
peso [kg.] ⁽²⁾	4,19
unidades/m2. cantería 1,5 cm	27
hiladas en 1mt altura cantería 1,5 cm	9 unid.
zona térmica	1, 2, 3 y 4

SANTIAGOTE 11	
dimensiones [cm] ⁽¹⁾	32 x 15,4 x 11,3
peso [kg.] ⁽²⁾	4,78
unidades/m2. cantería 1,5 cm	23
hiladas en 1mt altura cantería 1,5 cm	7,5 unid.
zona térmica	1, 2, 3, 4 y 5

Terminaciones

Para albañilería a la vista: Liso, Rasguñado, Mediterráneo, Milán, Rústico

Para estuco: Rayado

Edición: agosto 2014

Taller de Ejercicios

Ejercicio N°2: Respuesta

Listado Oficial de Soluciones Constructivas

Código 1.2.M.B8.1	Ladrillo hecho a máquina "Santiago Te 7"						
A. Único valor de Resistencia (Rt) y Transmitancia (U) Térmica para la solución constructiva							
RESISTENCIA TERMICA (Rt):	0.53 (m² *K/ W)				TRANSMITANCIA TERMICA (U)	1.9 (W/m² *K)	
B. En caso que se modifique el espesor del material aislante manteniendo el resto de la configuración constructiva:							
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Rt (m² *K/ W)	---	---	---	---	---	---	---
U (W/m² *K)	---	---	---	---	---	---	---
Espesor Aislante (mm)	---	---	---	---	---	---	---
Descripción de la Solución Constructiva	Genérico	----	Marca Comercial	X			
El muro ensayado corresponde a un muro de albañilería de 2,2 m de ancho y 2,4 m de alto, el cual se utilizara como muro perimetral de edificios. El muro esta construido con ladrillos cerámicos hechos a máquina de nombre comercial "Santiago Te 7" de dimensiones nominales 320 mm x 154 mm x 71 mm, utilizando un mortero de pega de dosificación 1:3 en volumen, con 15 mm +- 3 mm de espesor entre ladrillos.							

Taller de Ejercicios

Ejercicio N°2: Respuesta

Transmitancia Térmica unidad de ladrillo "Santiago Te 7" con mortero de pega:

$$R_{Ladrillo\ con\ mortero} = 0,53 \left[\frac{m^2K}{W} \right]$$

← $R_{si} + R_{se}$ ya se encuentran contenidos dentro de resistencia entregada

$$U_{Muro\ albañilería+EIFS} = \frac{1}{R_{Ladrillo\ con\ mortero} + R_{Sistema\ EIFS}} = \frac{1}{0,53 + \frac{0,01}{1,13} + \frac{0,05}{0,0361} + \frac{0,01}{1,4}} = 0,52 \left[\frac{W}{m^2K} \right]$$

Rt ladrillo Rt EIFS

Superficie Muro Albañilería = 6,21 m²

Taller de Ejercicios

Ejercicio N°2: Respuesta

Transmitancia térmica vigas y pilares de hormigón de 15,4 cm de espesor:

$$U_{\text{Hormigón Armado}} = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}} = \frac{1}{\underset{R_{si}}{0,12} + \underset{R_t \text{ hormigón}}{\frac{0,154}{1,63}} + \underset{R_t \text{ EIFS}}{\frac{0,01}{1,13} + \frac{0,05}{0,0361} + \frac{0,01}{1,4}} + \underset{R_{se}}{0,05}} = 0,6 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Superficie pilares y cadena 1,14 m²

Taller de Ejercicios

Ejercicio N°2: Respuesta

Valor final de Transmitancia Térmica ponderada:

$$U = \frac{\sum U_i A_i}{\sum A_i} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Superficie Muro Albañilería = 6,21 m²

Superficie Pilares y Muros 1,14 m²

$$U_{\text{Muro albañilería+EIFS}} = 0,52 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

$$U_{\text{Hormigón Armado}} = 0,6 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Albañilería + EIFS	Hormigón A + EIFS
U	U
Área	Área

$$U = \frac{0,52 \cdot 6,21 + 0,6 \cdot 1,14}{6,21 + 1,14} = 0,53 \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Área Albañilería + EIFS	Área Hormigón + EIFS
-------------------------	----------------------

