

Física de Edificios: Transmisión de calor y masa en cerramientos

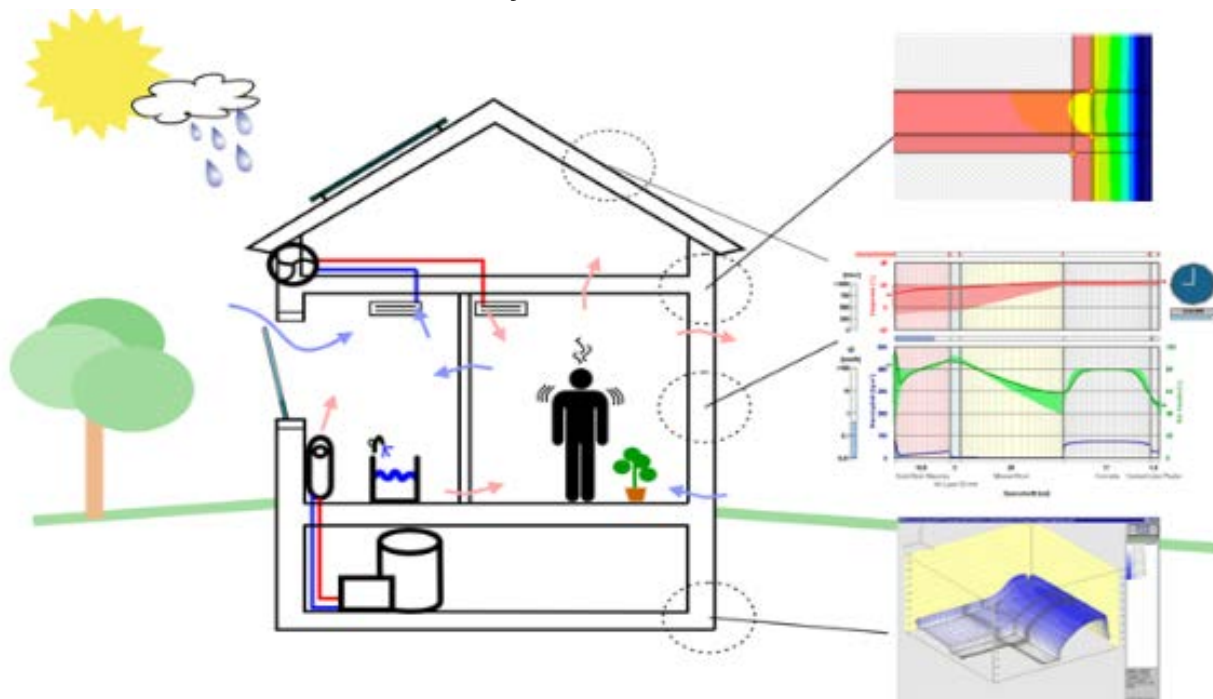


Figura: Fraunhofer Institute for Building Physics IBP
https://wufi.de/en/wp-content/uploads/sites/11/2014/04/800x321_WUFI-Plus-Schaubild.png

- Iñaki Gómez Arriaran
- Moises Odriozola Maritorea
- Koldobika Martín Escudero
- Estibaliz Pérez Iribarren
- Iker González Pino
- Naiara Romero Antón



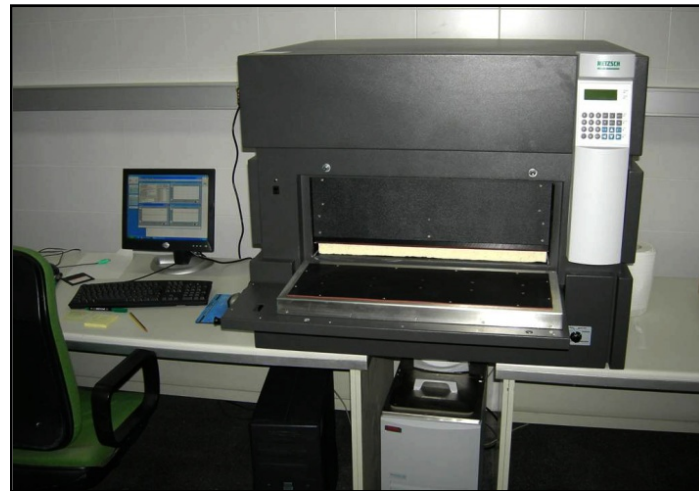
Makina eta Motor
Termikoak Saila
Departamento de Máquinas
y Motores Térmicos

ikasTHERM
ACTIVE LEARNING IN THERMAL ENGINEERING



Ejercicio 2

El objetivo es reproducir los cálculos necesarios para determinar la conductividad térmica de materiales de construcción. Para ello se considera el ensayo en base a la norma UNE-EN 12667:2002, empleando para ello un conductivímetro como el que se muestra en la imagen.





Ejercicio 2

Utilizando los datos obtenidos en el ensayo definido por la norma UNE-EN 12667:2002, se pide:

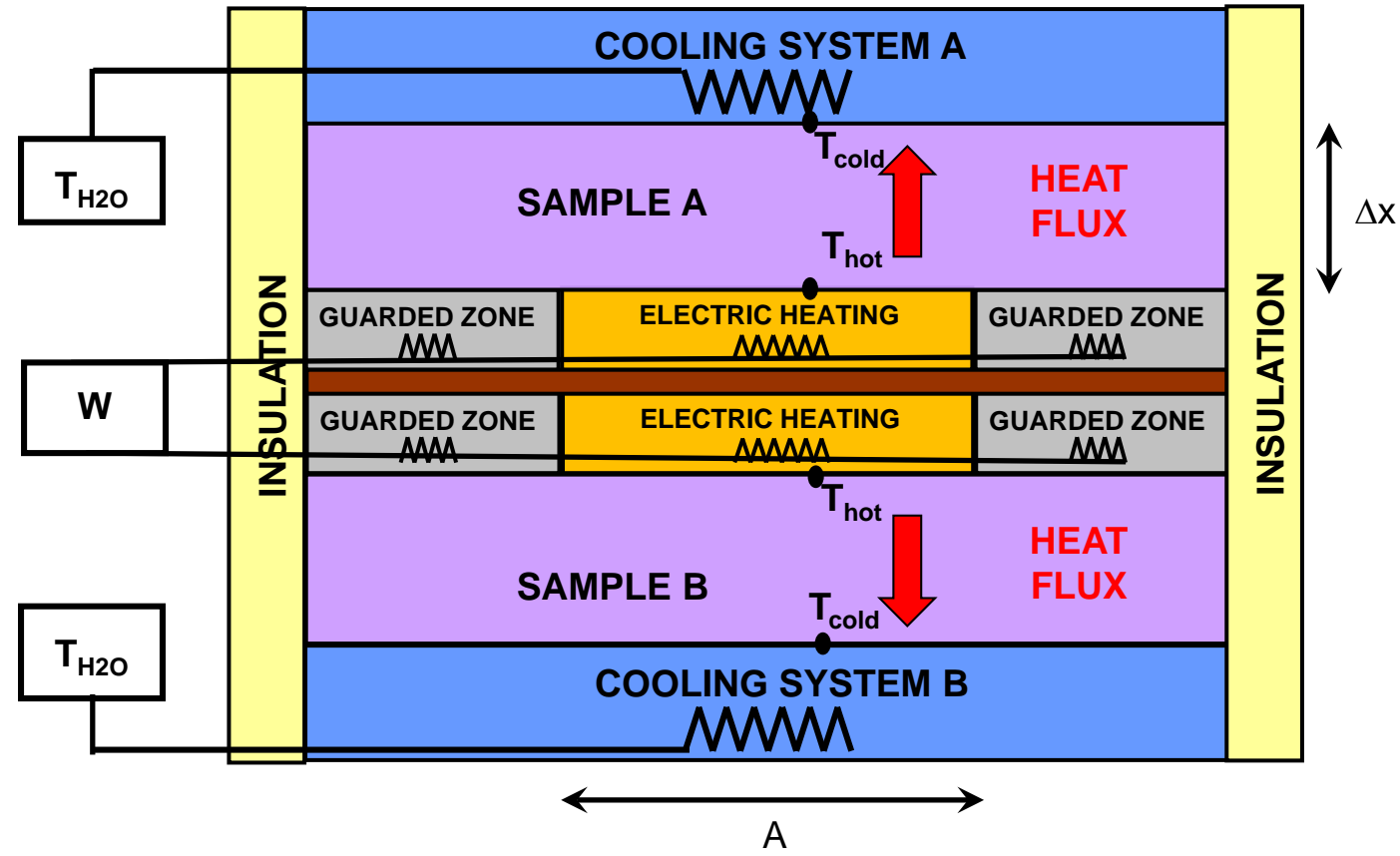
- Calcular la conductividad térmicas de los dos materiales ensayados.

Nota: Los datos necesarios se presentan en una hoja de cálculo disponible en la plataforma “Moodle”.



RESOLUCIÓN

Esquema del
conductivímetro

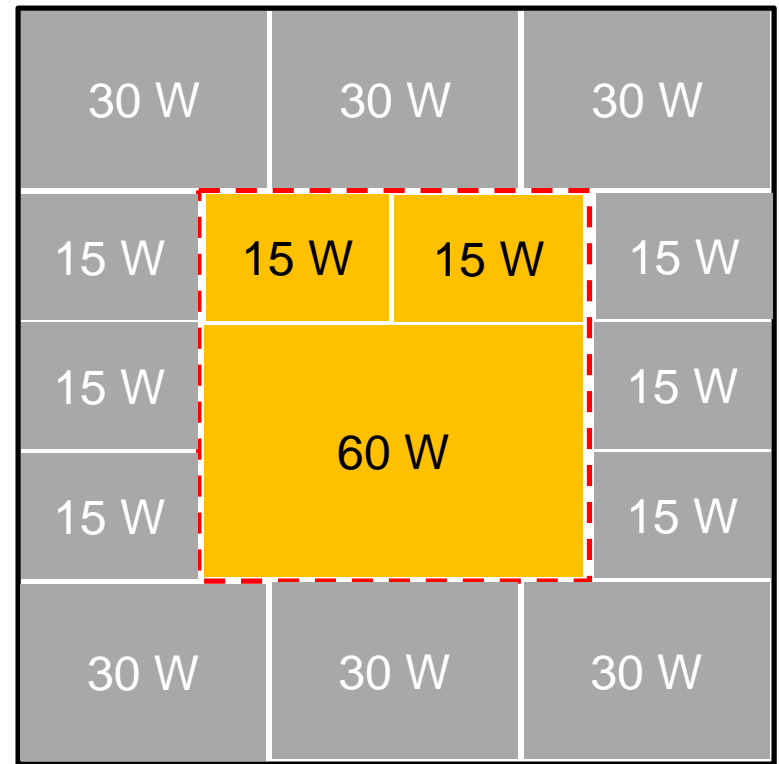
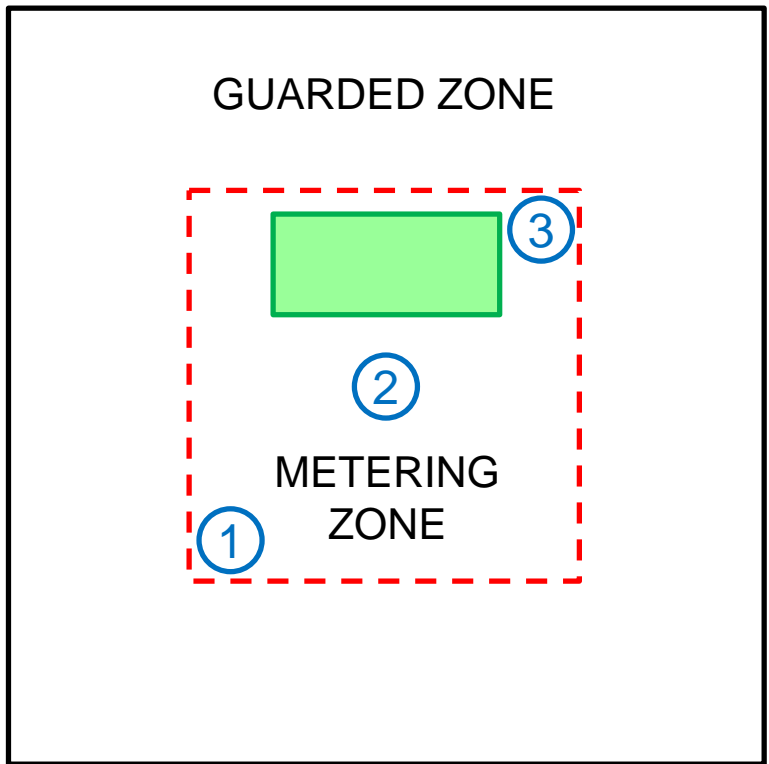




RESOLUCIÓN

Sensores de medida de
temperaturas y flujo de calor

Distribución de las placas
calefactoras





RESOLUCIÓN

El conductivímetro empleado tiene la capacidad de ensayar dos materiales de forma simultánea. Por lo tanto, es necesario identificar los datos que corresponden a cada material.



RESOLUCIÓN

Nomenclature	Chanel	Description
ΔV	CH0	Potential differential in the heating system
I	CH1	Intensity through the heating system
FLUX_A	CH2	Heat flux meter of the sample A
FLUX_B	CH3	Heat flux meter of the sample B
T_AC_1	CH10	Thermocouple 1 in the cold surface of the sample A
T_AC_2	CH11	Thermocouple 2 in the cold surface of the sample A
T_AC_3	CH12	Thermocouple 3 in the cold surface of the sample A
T_AH_1	CH13	Thermocouple 1 in the hot surface of the sample A
T_AH_2	CH14	Thermocouple 2 in the hot surface of the sample A
T_AH_3	CH15	Thermocouple 3 in the hot surface of the sample A
T_BC_1	CH20	Thermocouple 1 in the cold surface of the sample B
T_BC_2	CH21	Thermocouple 2 in the cold surface of the sample B
T_BC_3	CH22	Thermocouple 3 in the cold surface of the sample B
T_BH_1	CH23	Thermocouple 1 in the hot surface of the sample B
T_BH_2	CH24	Thermocouple 2 in the hot surface of the sample B
T_BH_3	CH25	Thermocouple 3 in the hot surface of the sample B

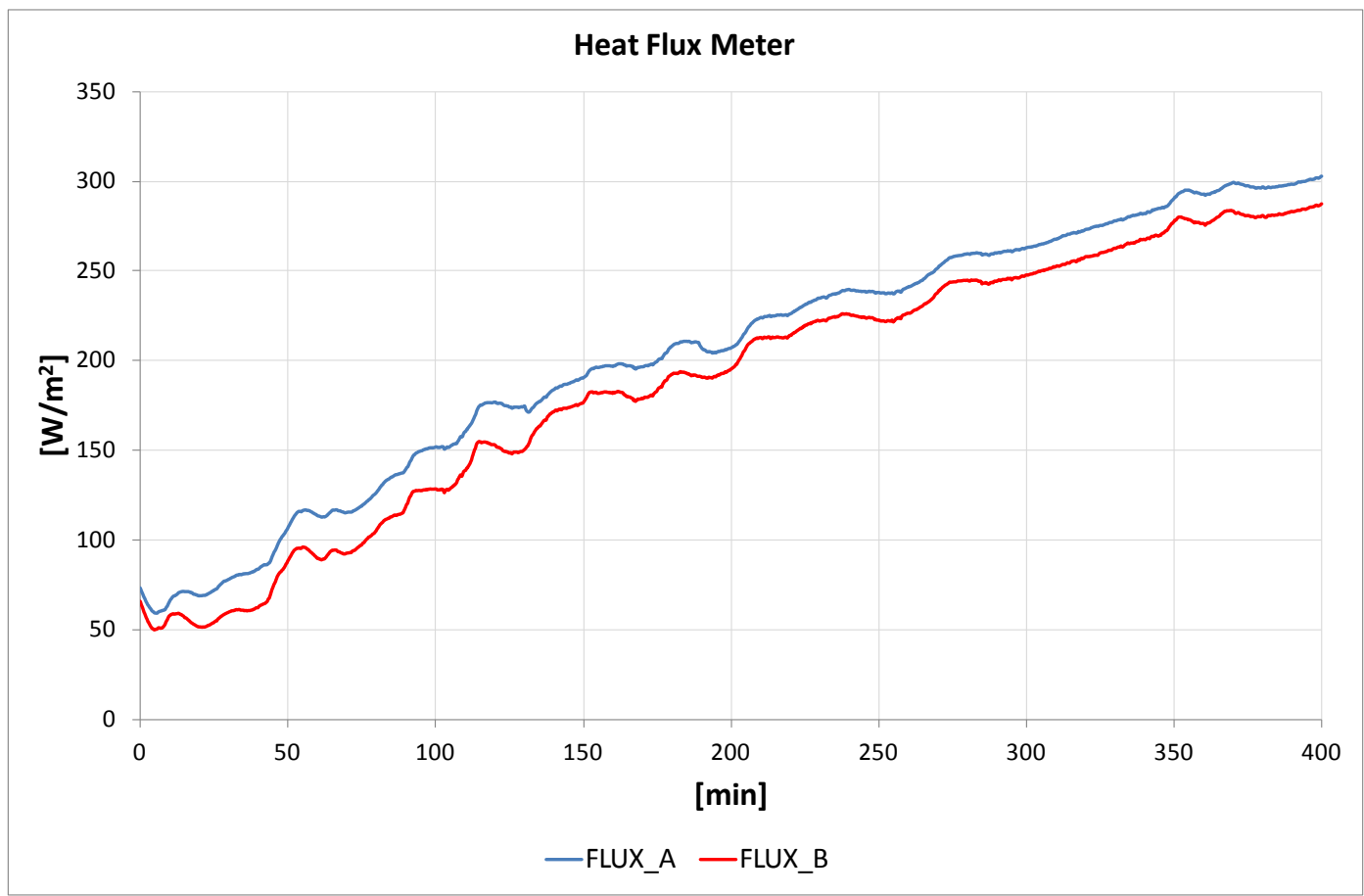


RESOLUCIÓN

Time step		CH0	CH1	CH2	CH3	CH10	CH11	CH12	CH13	CH14	CH15	CH20	CH21	CH22	CH23	CH24	CH25
Δt		ΔV	I	FLUX_A	FLUX_B	T_AC_1	T_AC_2	T_AC_3	T_AH_1	T_AH_2	T_AH_3	T_BC_1	T_BC_2	T_BC_3	T_BH_1	T_BH_2	T_BH_3
[s]	[min]	[V]	[A]	[W/m ²]	[W/m ²]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
0	0,0	0,0	0,0	73,0	65,7	19,5	19,0	19,4	29,6	28,4	28,1	19,3	19,0	19,3	26,3	25,8	26,0
10	0,2	0,0	-0,3	72,3	64,9	19,5	19,0	19,4	29,5	28,3	28,1	19,2	19,0	19,3	26,3	25,8	26,0
20	0,3	0,0	-0,3	71,6	64,0	19,5	19,0	19,4	29,5	28,3	28,1	19,2	19,0	19,3	26,3	25,8	26,0
30	0,5	6,9	6,1	70,9	63,3	19,5	19,0	19,4	29,5	28,3	28,1	19,2	19,0	19,3	26,3	25,8	26,0
40	0,7	7,6	3,7	70,3	62,7	19,5	19,0	19,4	29,5	28,4	28,1	19,2	19,0	19,3	26,4	25,8	26,1
50	0,8	7,3	6,0	69,7	61,9	19,5	19,0	19,4	29,6	28,4	28,2	19,2	19,0	19,3	26,5	25,9	26,2
60	1,0	7,3	4,0	69,0	61,1	19,5	19,0	19,4	29,6	28,5	28,3	19,2	19,0	19,3	26,5	25,9	26,3
70	1,2	7,3	3,3	68,3	60,3	19,5	19,0	19,4	29,7	28,5	28,3	19,2	19,0	19,3	26,6	26,0	26,3
80	1,3	7,3	3,7	67,7	59,5	19,4	19,0	19,3	29,8	28,6	28,4	19,2	19,0	19,3	26,6	26,0	26,4
90	1,5	7,3	3,2	67,2	58,9	19,4	19,0	19,3	29,8	28,6	28,5	19,2	18,9	19,3	26,7	26,0	26,5
100	1,7	7,3	7,5	66,6	58,2	19,4	19,0	19,3	29,9	28,7	28,6	19,2	18,9	19,3	26,8	26,1	26,6
110	1,8	7,2	6,9	65,9	57,5	19,4	19,0	19,3	29,9	28,8	28,6	19,2	18,9	19,3	26,9	26,2	26,7
120	2,0	7,2	3,2	65,3	56,8	19,4	19,0	19,3	30,0	28,8	28,7	19,2	18,9	19,3	26,9	26,2	26,7
130	2,2	7,2	2,7	64,8	56,1	19,4	19,0	19,3	30,0	28,9	28,8	19,2	18,9	19,3	27,0	26,3	26,8
140	2,3	7,3	5,4	64,3	55,6	19,4	19,0	19,3	30,1	28,9	28,8	19,2	18,9	19,2	27,1	26,4	26,9
150	2,5	7,2	5,0	63,7	54,9	19,4	19,0	19,3	30,2	29,0	28,9	19,2	18,9	19,2	27,1	26,4	27,0
160	2,7	7,2	6,7	63,3	54,2	19,4	19,0	19,3	30,2	29,0	29,0	19,2	18,9	19,2	27,2	26,5	27,0
170	2,8	7,2	3,1	63,0	54,0	19,4	19,0	19,3	30,3	29,1	29,1	19,2	18,9	19,2	27,3	26,5	27,1
180	3,0	7,2	6,7	62,5	53,4	19,4	19,0	19,3	30,3	29,1	29,1	19,1	18,9	19,2	27,4	26,6	27,1
190	3,2	7,2	2,6	62,2	52,8	19,4	19,0	19,3	30,4	29,2	29,2	19,1	18,9	19,2	27,4	26,7	27,2
200	3,3	7,2	3,7	61,8	52,3	19,4	19,0	19,3	30,5	29,2	29,2	19,1	18,9	19,2	27,5	26,8	27,3
210	3,5	7,2	3,0	61,5	51,8	19,4	19,0	19,3	30,5	29,3	29,3	19,1	18,9	19,2	27,6	26,8	27,4
220	3,7	7,2	7,5	61,1	51,4	19,4	19,0	19,3	30,6	29,4	29,4	19,1	18,9	19,2	27,6	26,9	27,4
230	3,8	7,2	6,6	60,6	51,0	19,4	19,0	19,3	30,6	29,4	29,4	19,1	18,9	19,2	27,7	26,9	27,5
240	4,0	7,2	7,2	60,2	50,6	19,4	19,0	19,3	30,7	29,5	29,5	19,1	18,9	19,2	27,8	27,0	27,6
250	4,2	7,2	7,5	60,0	50,5	19,4	19,0	19,2	30,7	29,5	29,6	19,1	18,9	19,2	27,9	27,1	27,7
260	4,3	7,2	7,4	59,9	50,4	19,4	19,0	19,3	30,7	29,6	29,6	19,1	18,9	19,2	27,9	27,1	27,7
270	4,5	7,2	3,8	59,6	50,0	19,4	19,0	19,2	30,8	29,6	29,7	19,1	18,9	19,2	28,0	27,2	27,8

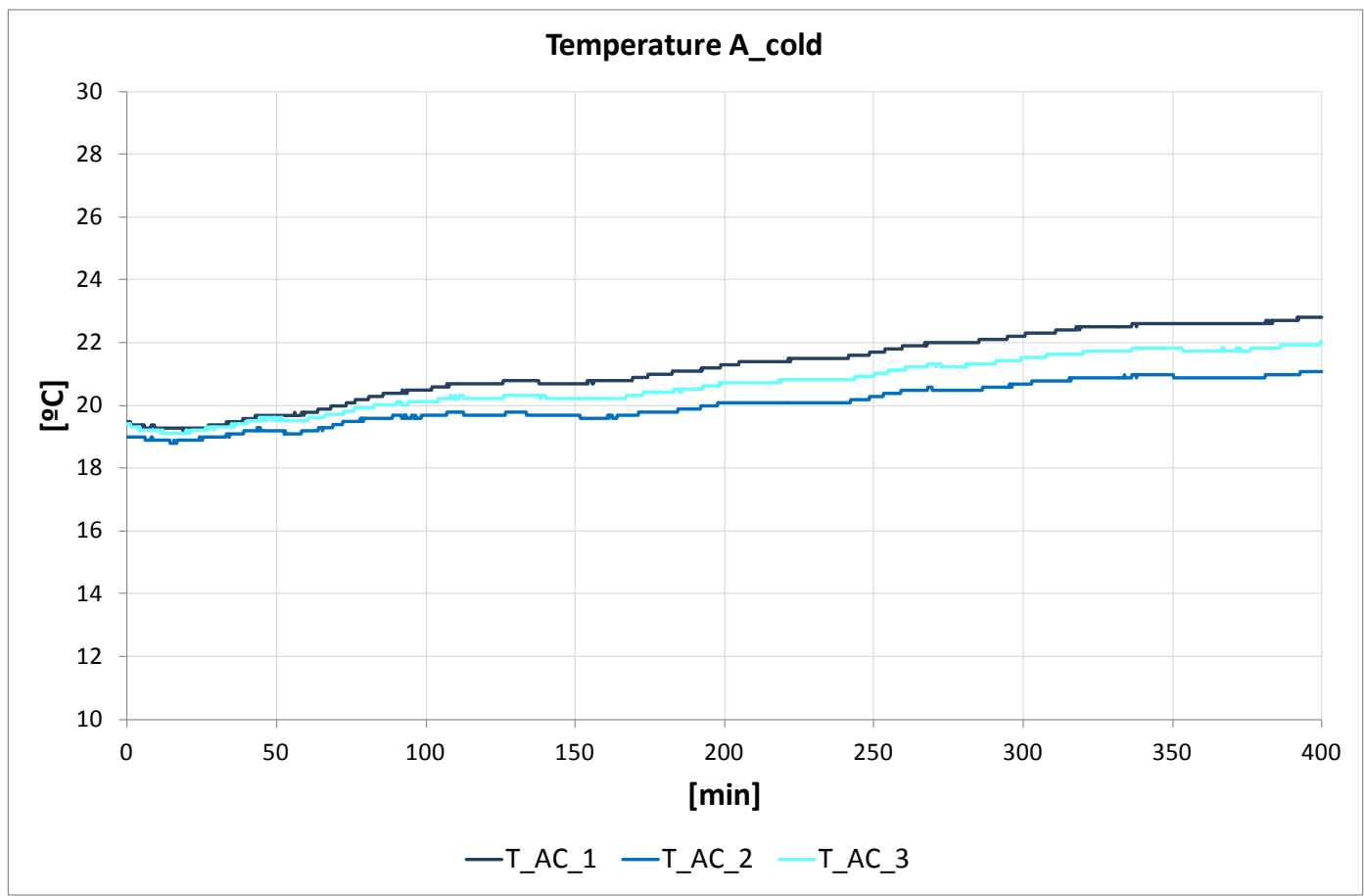


RESOLUCIÓN



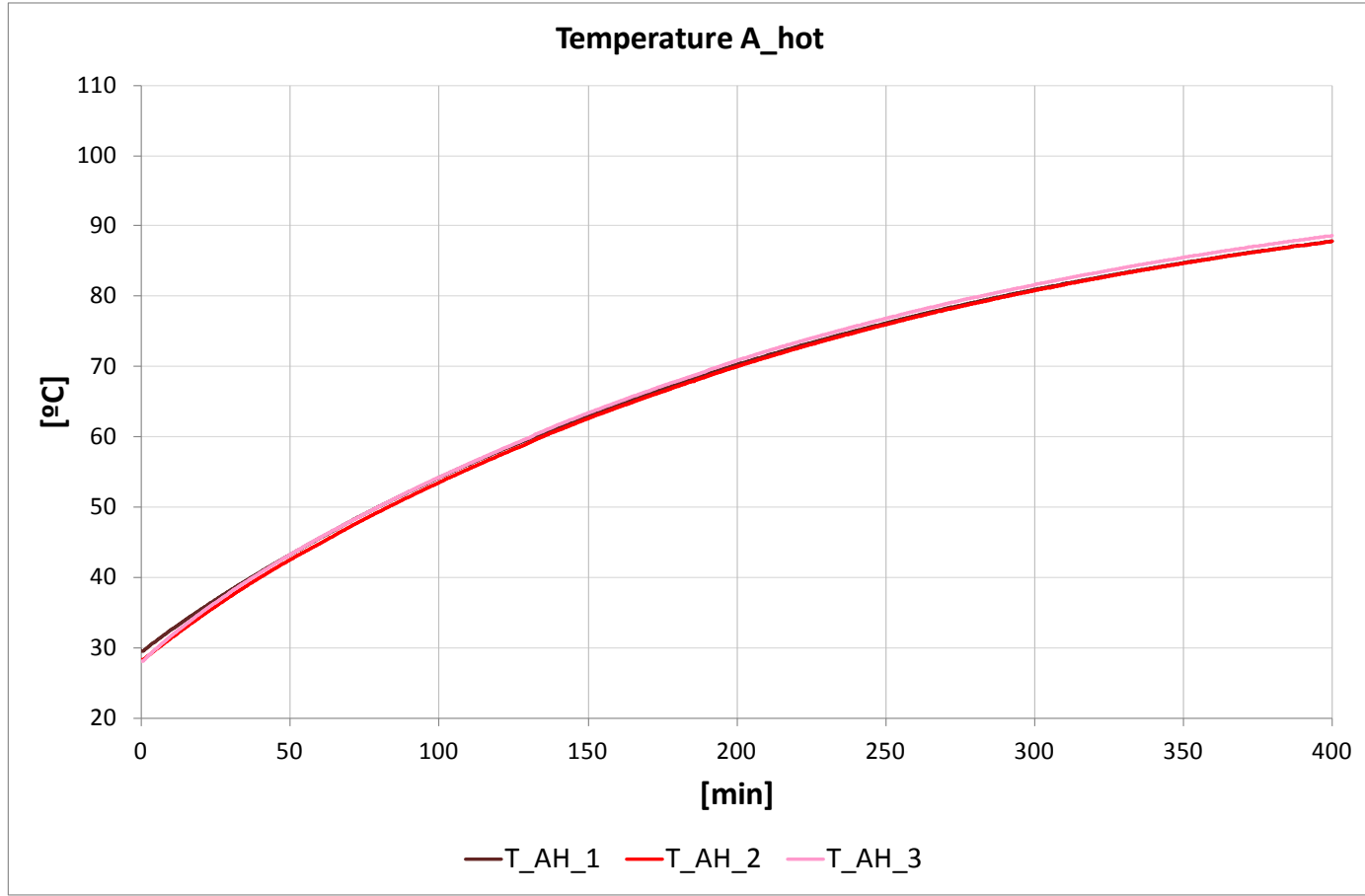


RESOLUCIÓN



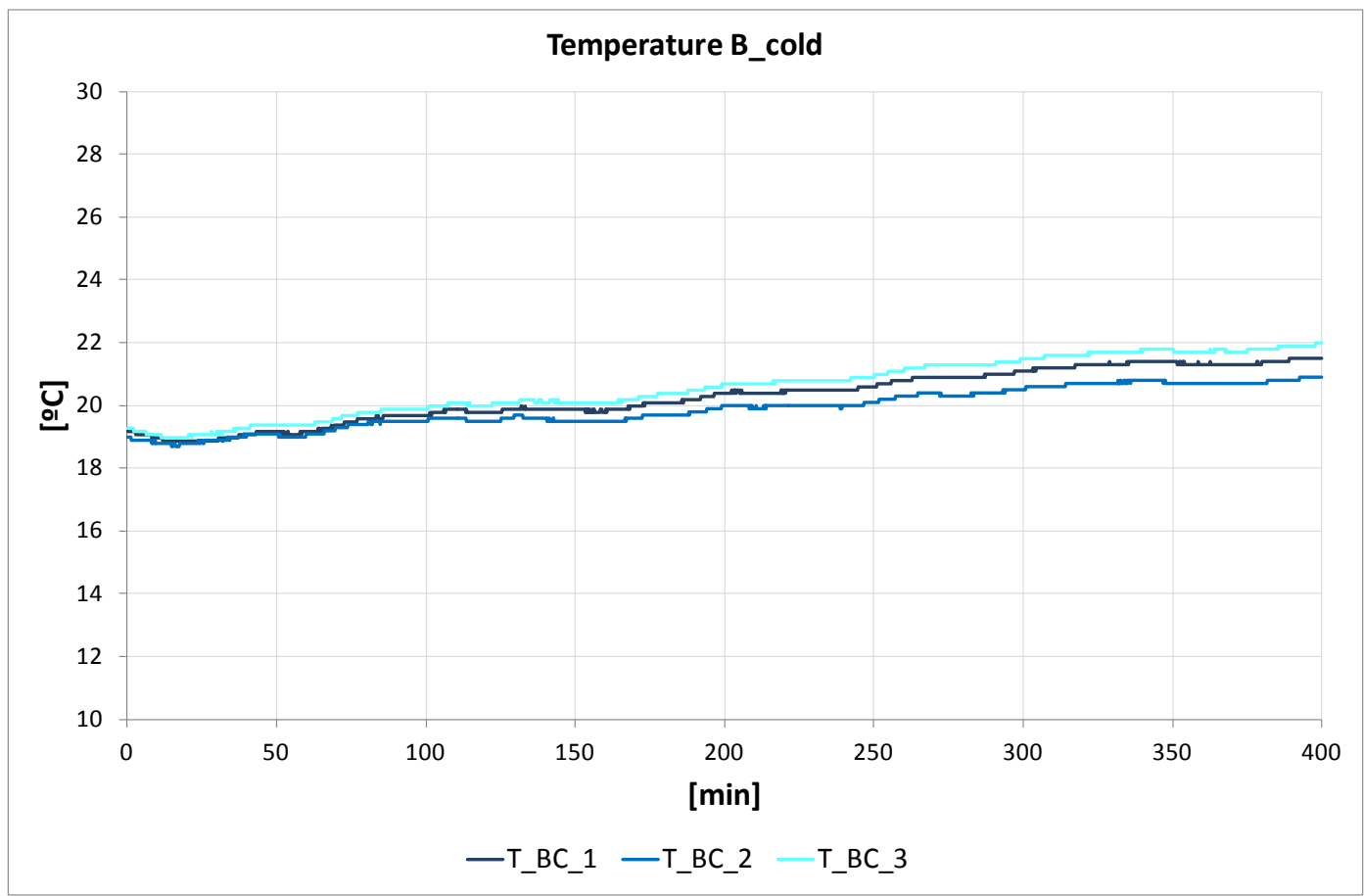


RESOLUCIÓN



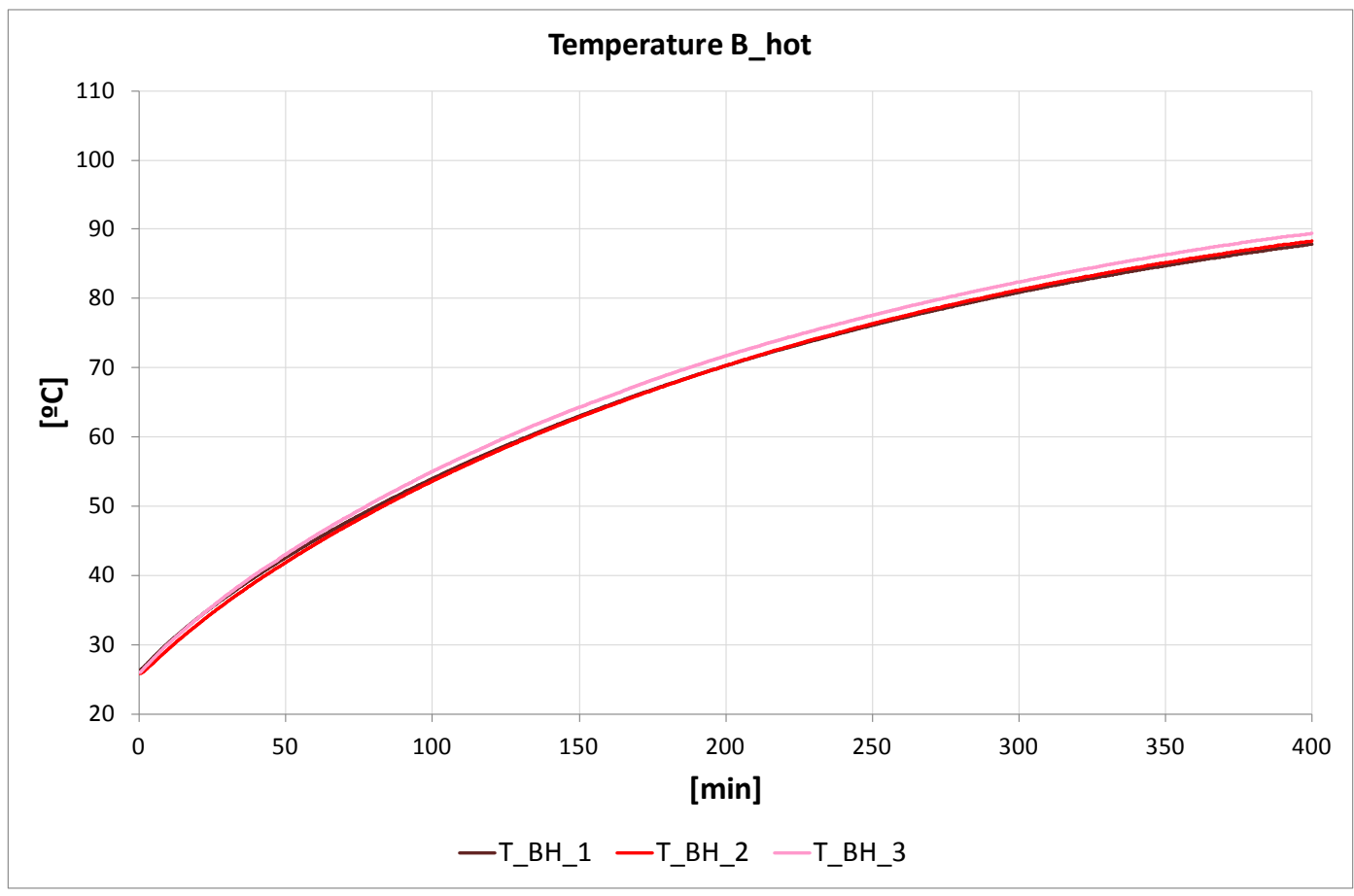


RESOLUCIÓN





RESOLUCIÓN





RESOLUCIÓN

- A la vista de los resultados, se comprueba que no se alcanza el régimen transitorio, aunque el tiempo de ensayo es de más de 6 horas.

- Para contrarrestar este inconveniente, se utiliza suficiente cantidad de datos tomados al final del ensayo, y se aplica la siguiente expresión:

$$k = \frac{\sum \dot{q}_i}{\sum (T_{Hot} - T_{Cold})_i} \cdot \Delta x$$

- En este caso se consideran los registros de las dos últimas horas (720 registros).



RESOLUCIÓN

- Para cada material es necesario tomar las densidades de flujo de calor que corresponden.
- Las temperaturas calientes y frías en cada intervalo de tiempo son los valores promedio de las 3 lecturas.
- El espesor de las dos muestras es igual a 20 mm.

$$k_A = 0,09 \frac{W}{m \cdot K}$$

$$k_B = 0,08 \frac{W}{m \cdot K}$$