



**PASSIV  
HAUS  
INSTITUT**

*Dr. Wolfgang Feist*

---

**Cálculo del puente térmico para determinar los  
coeficientes de pérdida por puente térmico puntual  
de**

**portaequipos de sistema**

## **Breve dictamen pericial**

Nota: Este documento es una traducción realizada por terceros. Solo la versión original alemana de este documento tiene validez legal

**por encargo de la empresa**

**Kaiser GmbH & Co. KG  
Ramsloh 4  
58579 Schalksmühle**

**Febrero de 2014**

*PASSIVHAUS INSTITUT  
Rheinstraße 44/46  
D-64283 Darmstadt  
Tel: 06151 8 26 299 0  
Fax: 06151 8 26 99 11  
mail@passiv.de  
www.passiv.de*

Adrian Muskatowitz

Nota: Este documento es una traducción realizada por terceros. Solo la versión original alemana de este documento tiene validez legal.



## Introducción

Por encargo de la empresa Kaiser GmbH & Co. KG, el PassivHaus Institut determinó los coeficientes de pérdida por puente térmico de dos tipos diferentes de portaequipos de sistema en una pared exterior (de 20 a 25 cm de aislamiento). El siguiente informe documenta los resultados de la simulación del flujo de calor. La modelización se basa en los documentos facilitados por el cliente. El cálculo incluye la simulación del flujo de calor de dos adaptadores con diferentes espesores de aislamiento. También se consideraron variantes con conductividad térmica modificada de la capa aislante.

Los cálculos se realizaron con el programa de flujo térmico tridimensional SOLIDO (versión 2.0w) de Physibel, Bélgica. Este breve informe documenta los resultados.

Debido a la posibilidad de prescindir de un sistema de calefacción independiente, las casas pasivas plantean grandes exigencias en cuanto a la calidad de los componentes utilizados. Además de un excelente aislamiento térmico, una elevada hermeticidad, una recuperación de calor altamente eficiente y ventanas de casa pasiva, la ausencia de puentes térmicos en la envolvente térmica es de vital importancia para la funcionalidad de la casa pasiva.



## Especificaciones para el cálculo del puente térmico

En la tabla 1 figuran los materiales utilizados en el cálculo y sus conductividades térmicas, junto con los colores seleccionados para la representación. Las fuentes de las conductividades térmicas son valores medidos en laboratorio corregidos a valores calculados o normas pertinentes.

Tabla 1 Asignación de colores y conductividades térmicas a los materiales utilizados

Color	$\lambda$ W/mK	Denominación
		<b>Aislamiento</b>
	0,025 - 0,040	Aislamiento térmico 025 - 040
	0,031	Neopor
		<b>Material sintético</b>
	0,42	PE-HD
	0,25	Tapón de sellado
	0,30	Poliamida (PA)
		<b>Materiales minerales</b>
	0,51	Yeso interior / placa de fibra de yeso
	0,70	Yeso exterior
	1,0	Ladrillo silicocalcáreo
		<b>Materiales gratuitos</b>
	6,97	Material de sustitución de tuberías

## Condiciones límite

Las condiciones límite seleccionadas se muestran en la tabla 2.

Tabla 2 Coeficientes de transferencia de calor en las superficies exterior e interior

### Condiciones límite

Temperatura del aire exterior [°C]	-10,0
Transferencia de calor externa [W/(m <sup>2</sup> K)]	25,0
Temperatura del aire interior [°C]	20,0
Transferencia de calor en el interior [W/(m <sup>2</sup> K)]	7,7



## Modelización

Se modelaron modelos CAD 3D fieles al original, consistentes en yeso interior, ladrillo silicocalcáreo, aislamiento térmico y yeso exterior, así como el respectivo portaequipos de sistema. Se calcularon conductividades térmicas equivalentes para los conductos de cables, representando el revestimiento de material sintético, un cable NYM de 3 x 1,5 mm<sup>2</sup> y el aire del tubo.

Para el cálculo tridimensional del flujo de calor, los modelos se dividieron en elementos finitos utilizando una malla tridimensional. En la zona del portaequipos de sistema, el tamaño de la malla es inferior a 0,5 mm. El tamaño de la malla aumenta hacia los bordes del modelo.

El portaequipos de sistema se insertó en estos modelos para determinar los respectivos coeficientes de pérdida por puente térmico y se repitió el cálculo. La diferencia entre el modelo no alterado y el modelo con adaptador resulta en el coeficiente de pérdida por puente térmico.

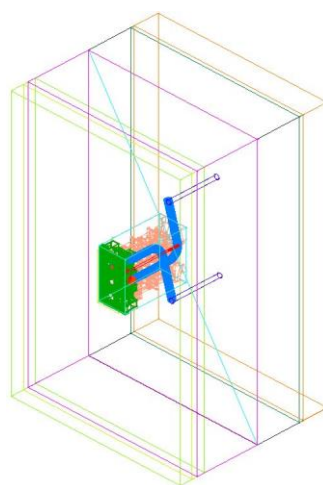


Fig. 1: Representación tridimensional ejemplar del modelo

### Dimensiones del modelo

Altura	1200 mm
Profundidad	560, 610 mm
Anchura	700 mm

### Construcción mural (U= 0,19 a 0,10 W/(m<sup>2</sup>K))

Yeso exterior	20 mm
Aislamiento	200, 250 mm
Ladrillo silicocalcáreo	175 mm
Yeso interior	15 mm

A continuación se indican los coeficientes estándar de transferencia de calor:

WLG	Espesor del aislamiento [mm]		[W/m <sup>2</sup> K]
	200	250	
040	0,1852	0,1503	[W/m <sup>2</sup> K]
035	0,1635	0,1325	[W/m <sup>2</sup> K]
032	0,1503	0,1217	[W/m <sup>2</sup> K]
030	0,1415	0,1145	[W/m <sup>2</sup> K]
029	0,1370	0,1108	[W/m <sup>2</sup> K]
025	0,1190	0,0961	[W/m <sup>2</sup> K]



A continuación se indican los resultados de los cálculos del flujo de calor:

Espesor del aislamiento [mm]	200	250
Aislamiento WLG	040	040
T <sub>i</sub> [°C]	20,0	20,0
T <sub>a</sub> [°C]	-10,0	-10,0
Altura del modelo [m]	1,20	1,20
Anchura del modelo [m]	0,70	0,70
Q <sub>Sólido, inalterado</sub> [W]	4,66644	3,78845
Q <sub>Sólido, WB</sub> [W]	4,85622	3,96403
T <sub>min, WB</sub> [°C]	19,19	19,33
U <sub>pared</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,1852	0,1503
U <sub>eq WB</sub>	0,1927	0,1573
χ <sub>WB</sub> [W/K]	0,00633	0,00585

Tabla 3: Resultados de la simulación del flujo de calor (WLG 040)

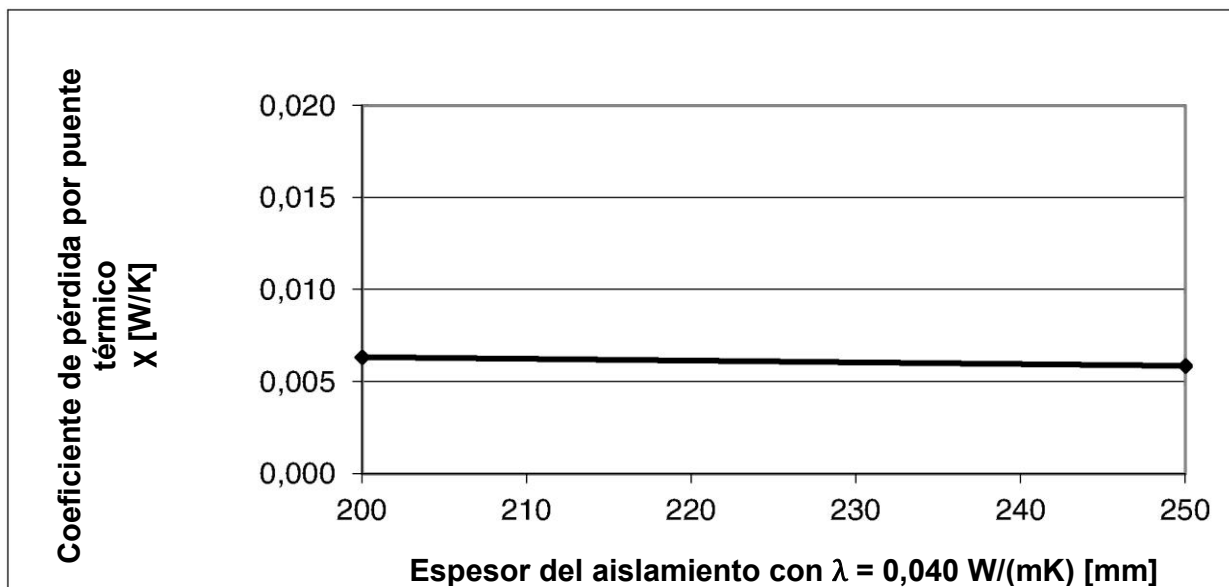


Fig. 2: Visualización de los coeficientes de pérdida por puente térmico (WLG 040)



Espesor del aislamiento [mm]	200	250
Aislamiento WLG	<b>035</b>	<b>035</b>
T <sub>i</sub> [°C]	20,0	20,0
T <sub>a</sub> [°C]	-10,0	-10,0
Altura del modelo [m]	1,20	1,20
Anchura del modelo [m]	0,70	0,70
Q <sub>Sólido, inalterado</sub> [W]	4,12136	3,34012
Q <sub>Sólido, WB</sub> [W]	4,32546	3,52925
T <sub>min, WB</sub> [°C]	19,27	19,39
U <sub>pared</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,1635	0,1325
U <sub>eq WB</sub>	0,1716	0,1400
χ <sub>WB</sub> [W/K]	<b>0,00680</b>	<b>0,00630</b>

Tabla 4: Resultados de la simulación del flujo de calor (WLG 035)

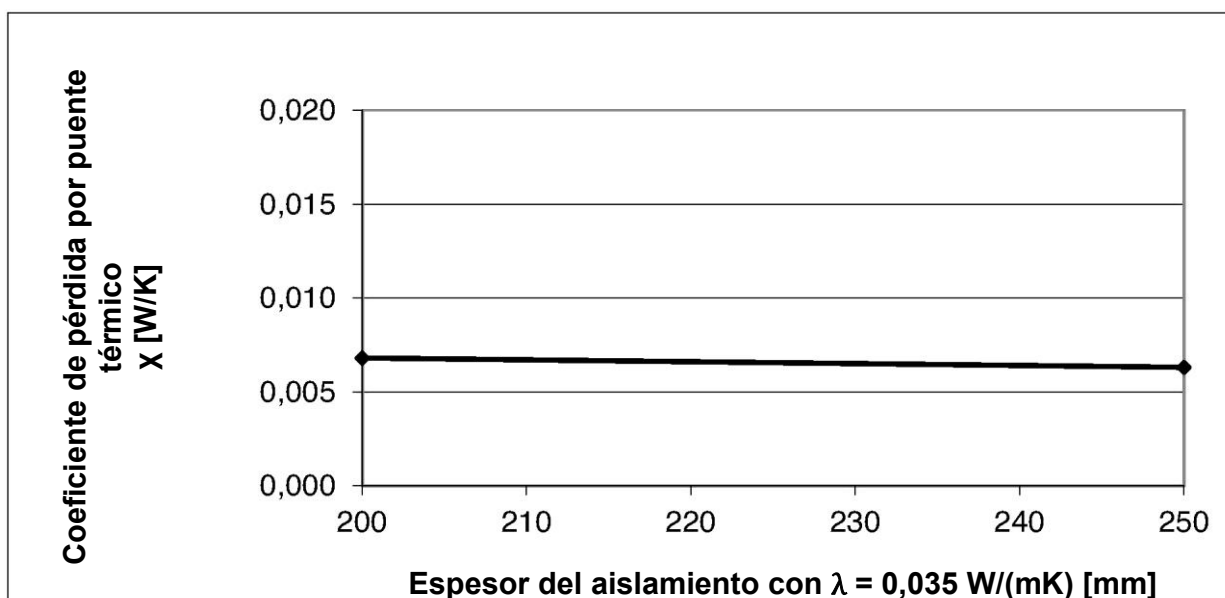


Fig. 3: Visualización de los coeficientes de pérdida por puente térmico (WLG 035)



Espesor del aislamiento [mm]	200	250
Aislamiento WLG	<b>032</b>	<b>032</b>
T <sub>i</sub> [°C]	20,0	20,0
T <sub>a</sub> [°C]	-10,0	-10,0
Altura del modelo [m]	1,20	1,20
Anchura del modelo [m]	0,70	0,70
Q <sub>Sólido, inalterado</sub> [W]	3,78851	3,06766
Q <sub>Sólido, WB</sub> [W]	4,00188	3,26517
T <sub>min, WB</sub> [°C]	19,32	19,43
U <sub>pared</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,1503	0,1217
U <sub>eq WB</sub>	0,1588	0,1296
χ <sub>WB</sub> [W/K]	<b>0,00711</b>	<b>0,00658</b>

Tabla 5: Resultados de la simulación del flujo de calor (WLG 032)

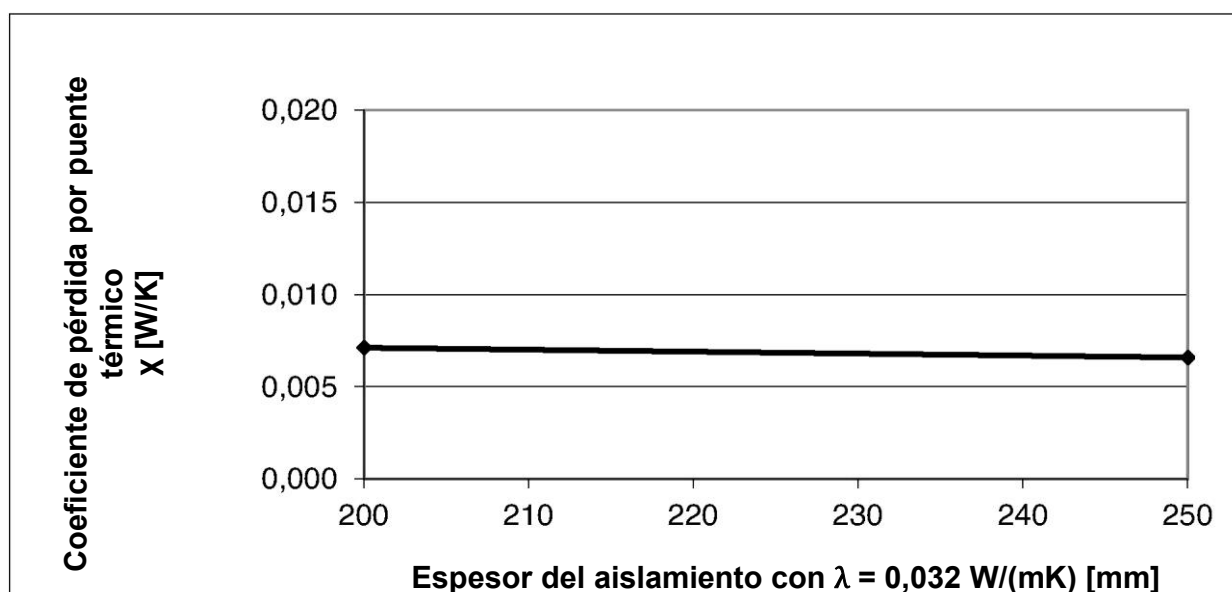


Fig. 4: Visualización de los coeficientes de pérdida por puente térmico (WLG 032)



Espesor del aislamiento [mm]	200	250
Aislamiento WLG	<b>030</b>	<b>030</b>
T <sub>i</sub> [°C]	20,0	20,0
T <sub>a</sub> [°C]	-10,0	-10,0
Altura del modelo [m]	1,20	1,20
Anchura del modelo [m]	0,70	0,70
Q <sub>Sólido, inalterado</sub> [W]	3,56540	2,88500
Q <sub>Sólido, WB</sub> [W]	3,78401	3,08784
T <sub>min, WB</sub> [°C]	19,35	19,45
U <sub>pared</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,1415	0,1145
U <sub>eq WB</sub>	0,1502	0,1225
χ <sub>WB</sub> [W/K]	<b>0,00729</b>	<b>0,00676</b>

Tabla 6: Resultados de la simulación del flujo de calor (WLG 030)

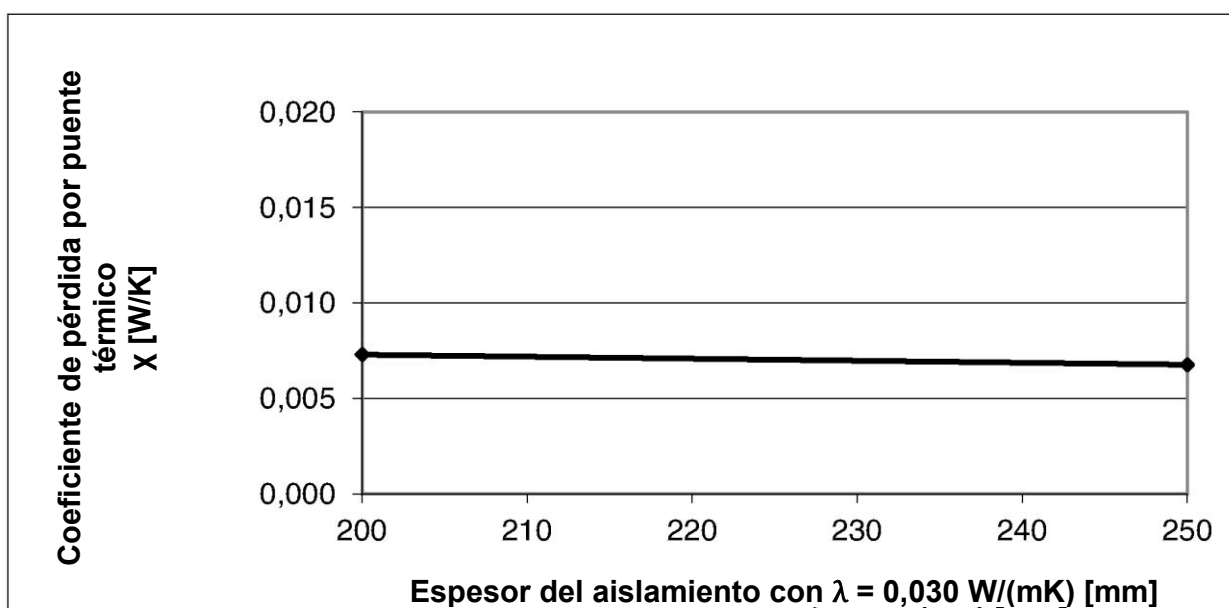


Fig. 5: Visualización de los coeficientes de pérdida por puente térmico (WLG 030)





Espesor del aislamiento [mm]	200	250
Aislamiento WLG	029	029
T <sub>i</sub> [°C]	20,0	20,0
T <sub>a</sub> [°C]	-10,0	-10,0
Altura del modelo [m]	1,20	1,20
Anchura del modelo [m]	0,70	0,70
Q <sub>Sólido, inalterado</sub> [W]	3,45276	2,79338
Q <sub>Sólido, WB</sub> [W]	3,67444	2,99872
T <sub>min, WB</sub> [°C]	19,37	19,47
U <sub>pared</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,1370	0,1108
U <sub>eq WB</sub>	0,1458	0,1190
χ <sub>WB</sub> [W/K]	0,00739	0,00684

Tabla 7: Resultados de la simulación del flujo de calor (WLG 029)

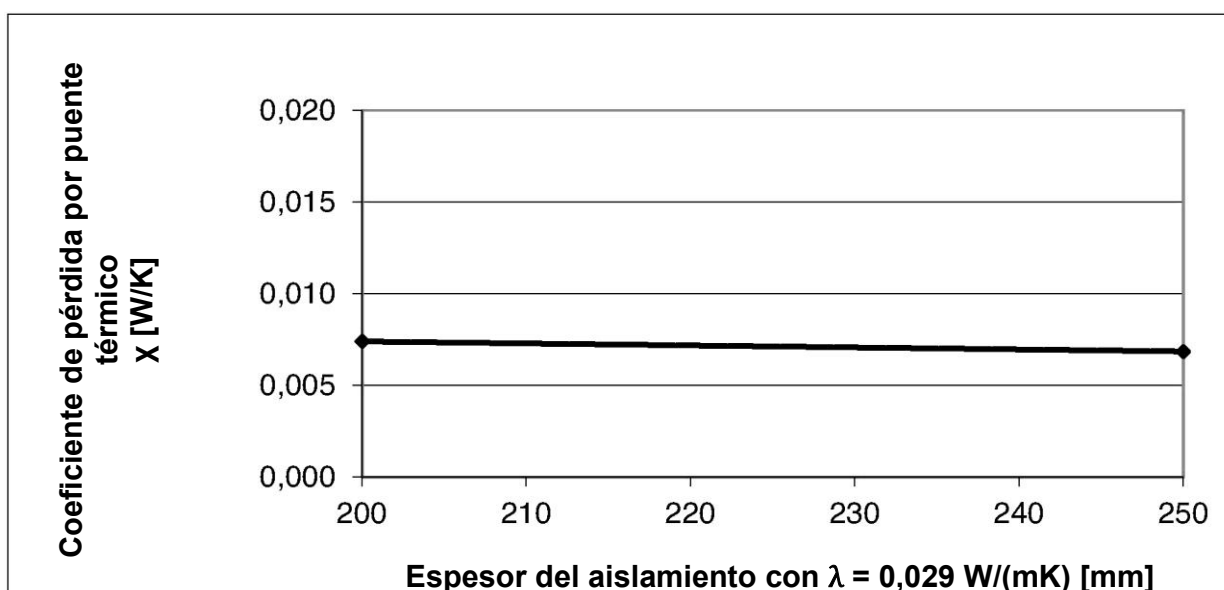


Fig. 6: Visualización de los coeficientes de pérdida por puente térmico (WLG 029)



Espesor del aislamiento [mm]	200	250
Aislamiento WLG	025	025
T <sub>i</sub> [°C]	20,0	20,0
T <sub>a</sub> [°C]	-10,0	-10,0
Altura del modelo [m]	1,20	1,20
Anchura del modelo [m]	0,70	0,70
Q <sub>Sólido, inalterado</sub> [W]	2,99961	2,42290
Q <sub>Sólido, WB</sub> [W]	3,23139	2,63961
T <sub>min, WB</sub> [°C]	19,43	19,52
U <sub>pared</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,1190	0,0961
U <sub>eq WB</sub>	0,1282	0,1047
χ <sub>WB</sub> [W/K]	0,00773	0,00722

Tabla 8: Resultados de la simulación del flujo de calor (WLG 025)

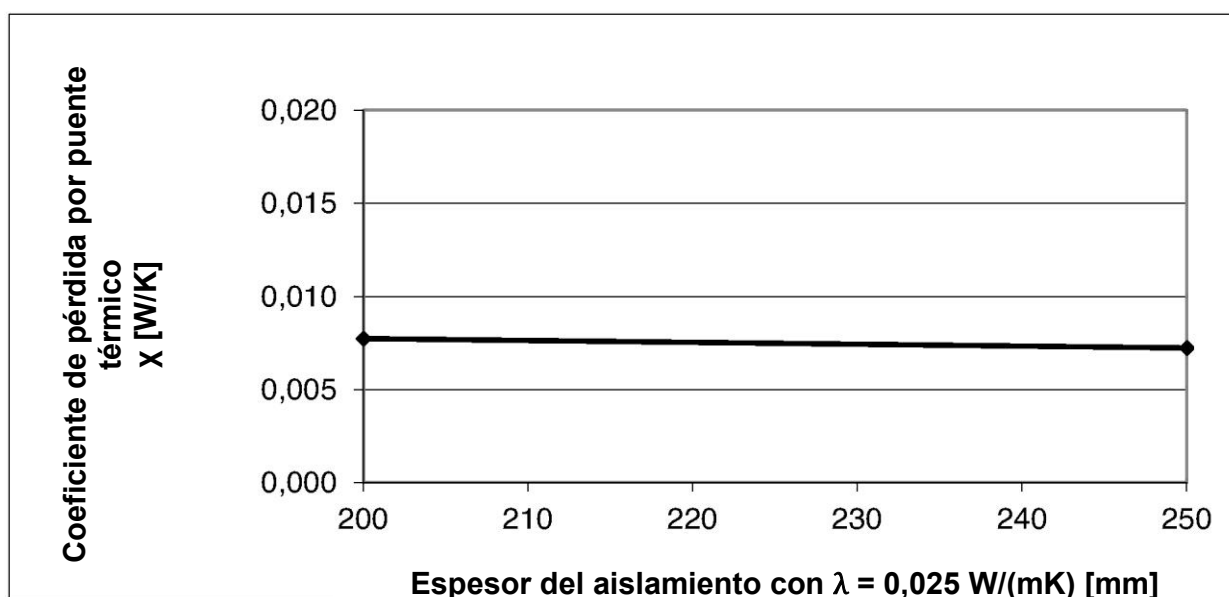


Fig. 7: Visualización de los coeficientes de pérdida por puente térmico (WLG 025)



A continuación se muestran los modelos y los gráficos de isoterma asociados de los portaequipos de sistema simulado:

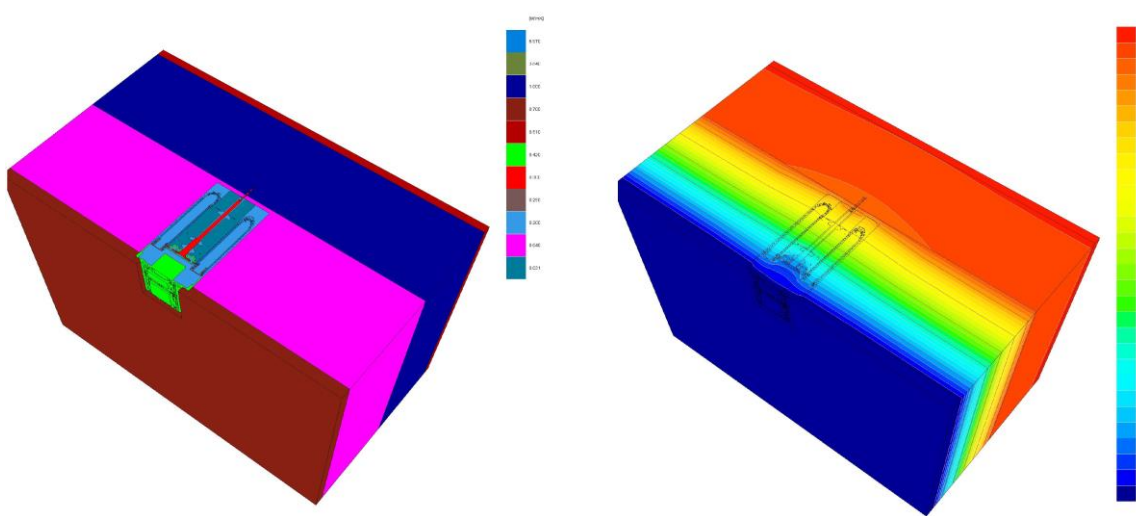


Fig. 8: Modelo y diagrama isotérmico del portaequipos de sistema de 200 mm en SATE (200 mm, WLG 040)

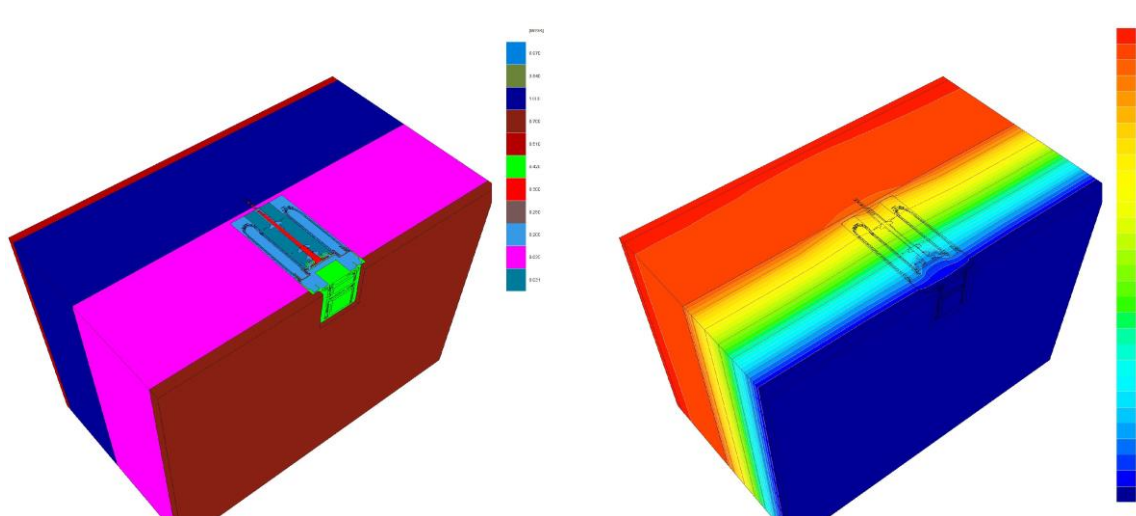


Fig. 9: Modelo y diagrama isotérmico del portaequipos de sistema de 200 mm en SATE (200 mm, WLG 035)

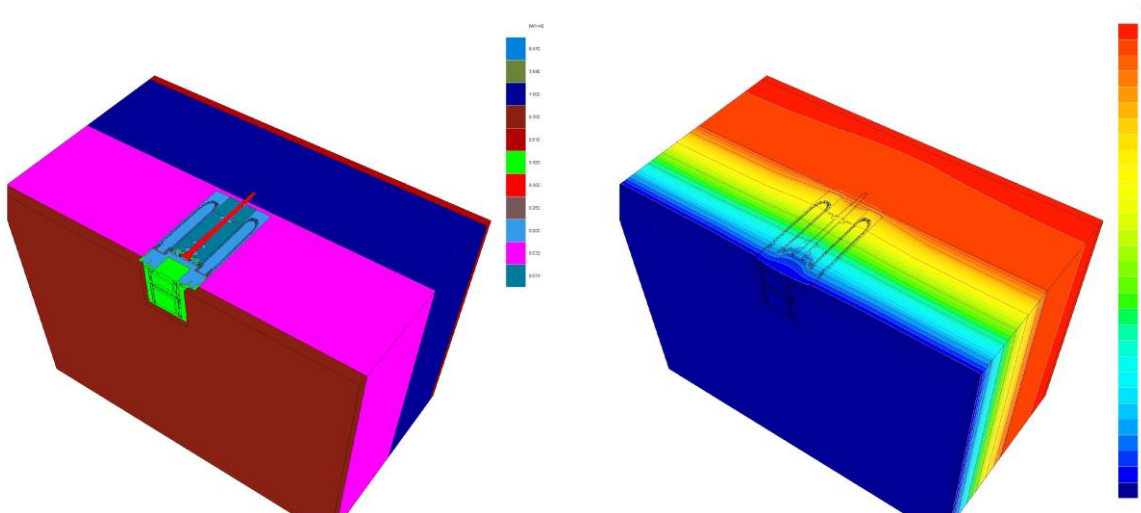


Fig. 10: Modelo y diagrama isotérmico del portaequipos de sistema de 200 mm en SATE (200 mm, WL 032)

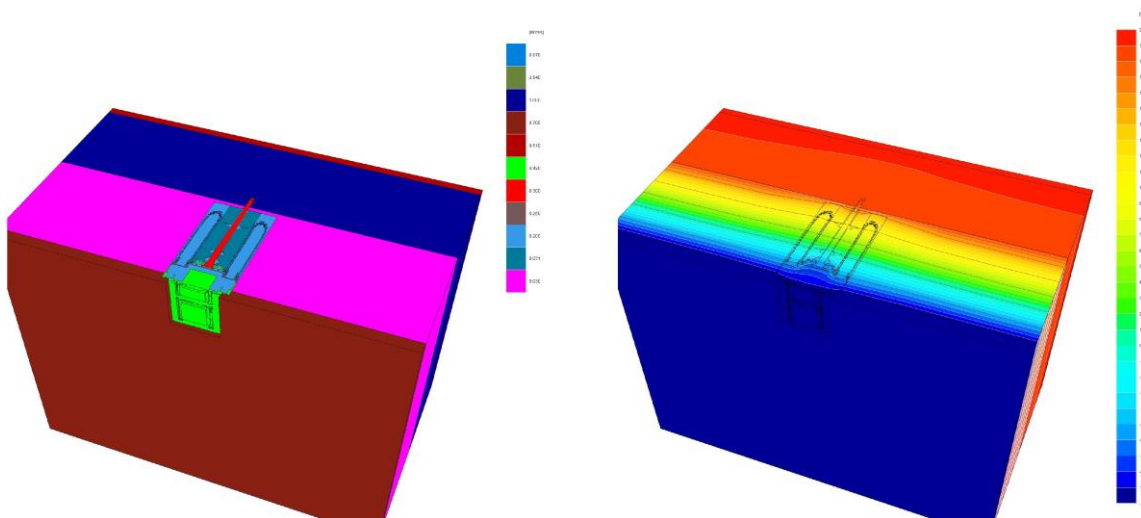


Fig. 11: Modelo y diagrama isotérmico del portaequipos de sistema de 200 mm en SATE (200 mm, WL 030)

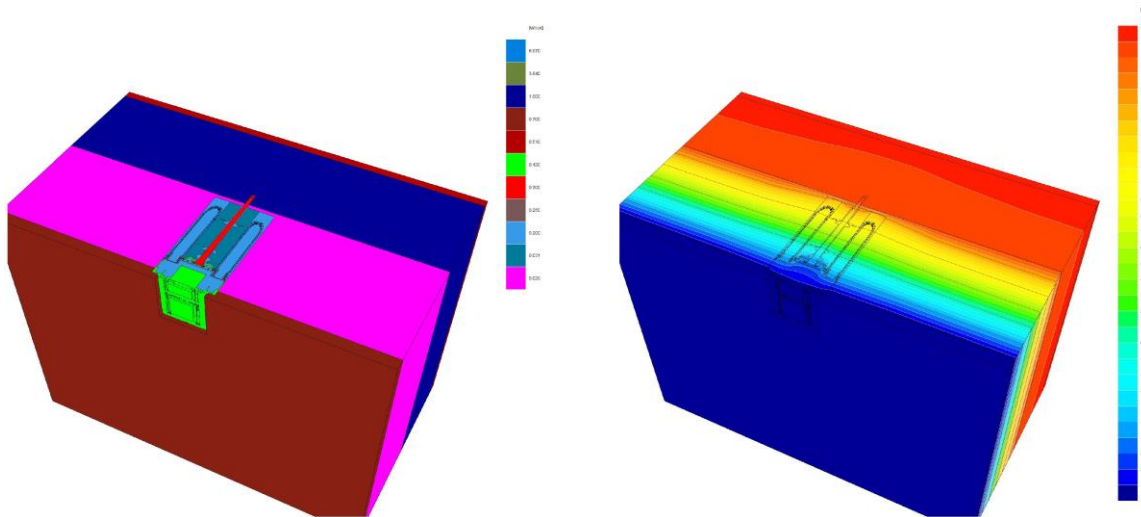


Fig. 12: Modelo y diagrama isotérmico del portaequipos de sistema de 200 mm en SATE (200 mm, WLG 029)

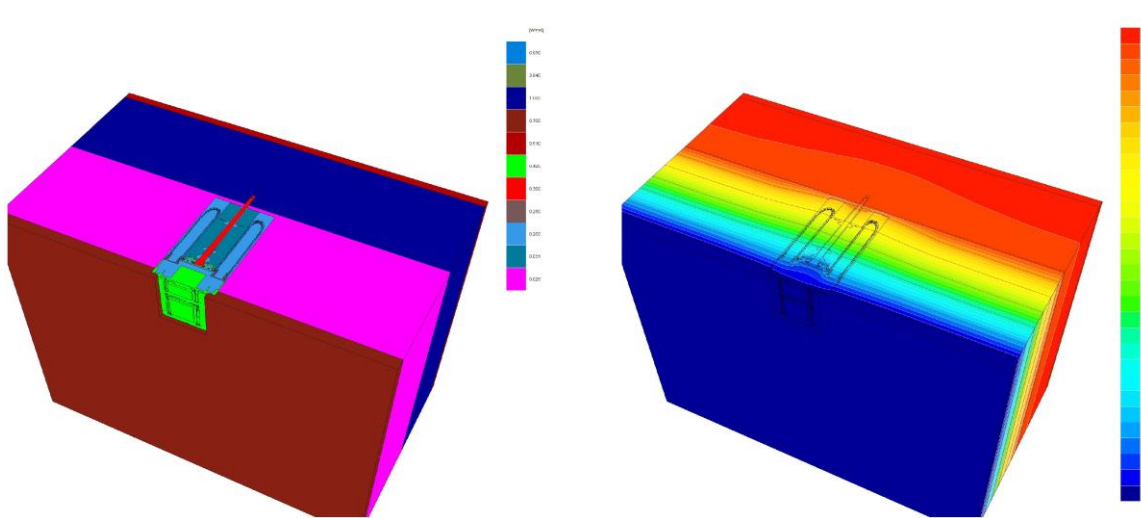


Fig. 13: Modelo y diagrama isotérmico del portaequipos de sistema de 200 mm en SATE (200 mm, WLG 025)

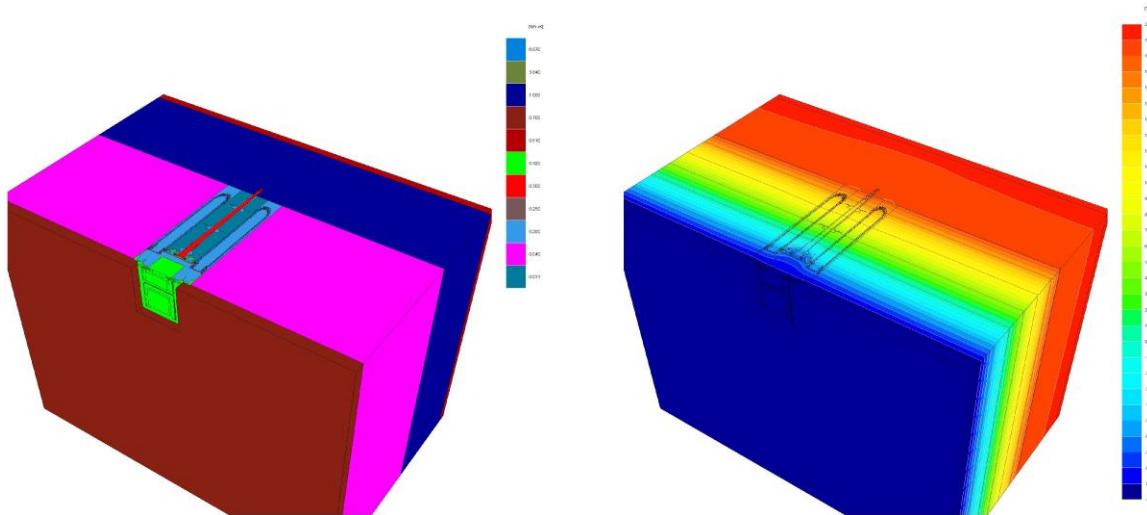


Fig. 14: Modelo y diagrama isotérmico del portaequipos de sistema de 250 mm en SATE (250 mm, WLG 040)

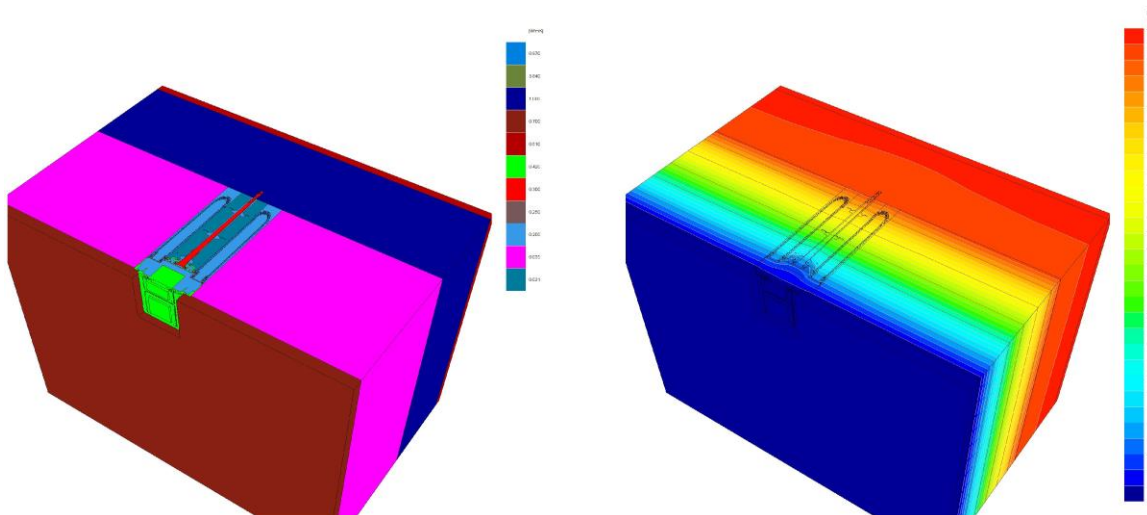


Fig. 15: Modelo y diagrama isotérmico del portaequipos de sistema de 250 mm en SATE (250 mm, WLG 035)



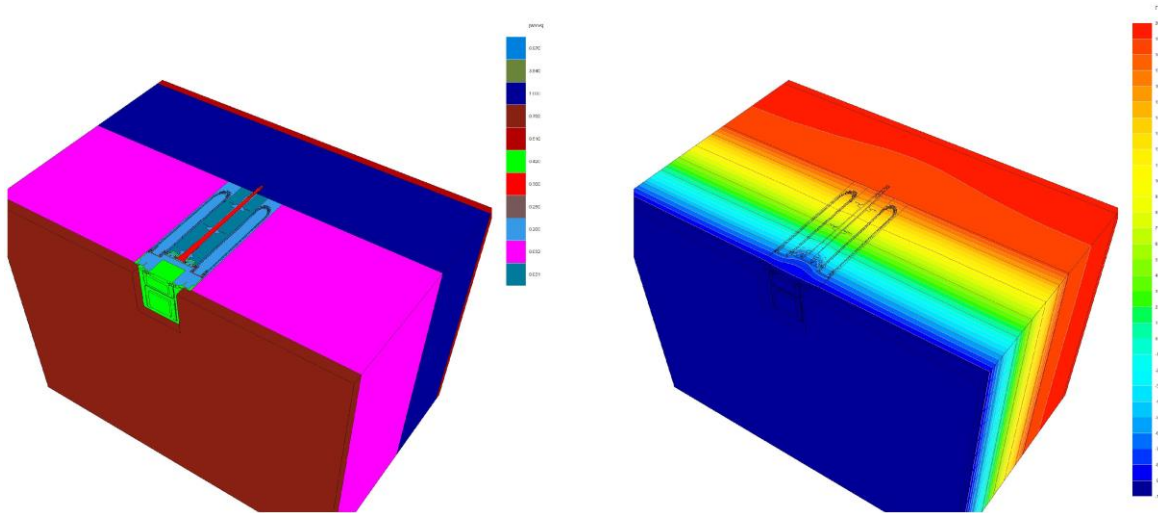


Fig. 16: Modelo y diagrama isotérmico del portaequipos de sistema de 250 mm en SATE (250 mm, WLG 032)

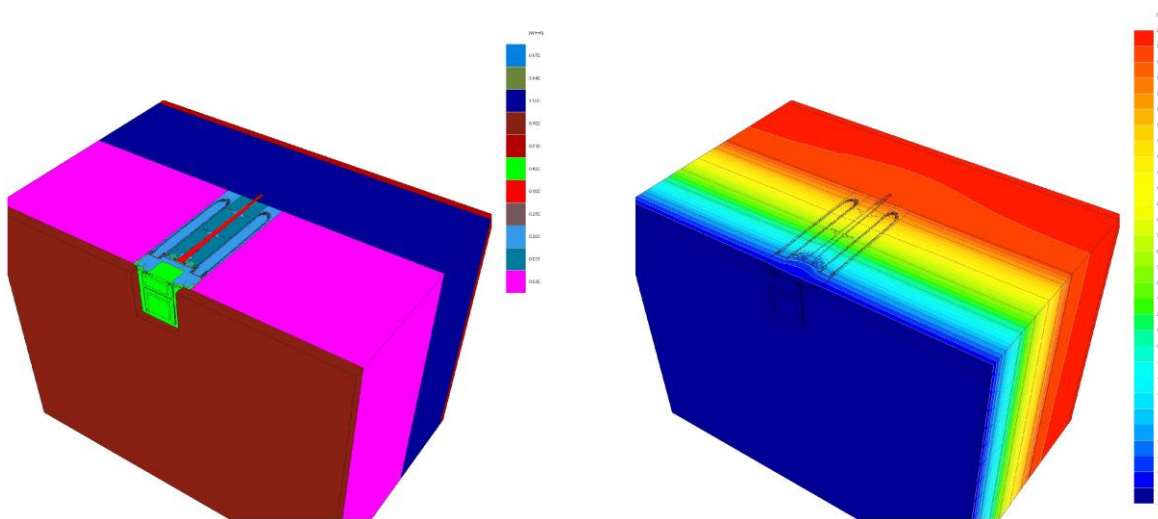


Fig. 17: Modelo y diagrama isotérmico del portaequipos de sistema de 250 mm en SATE (250 mm, WLG 030)

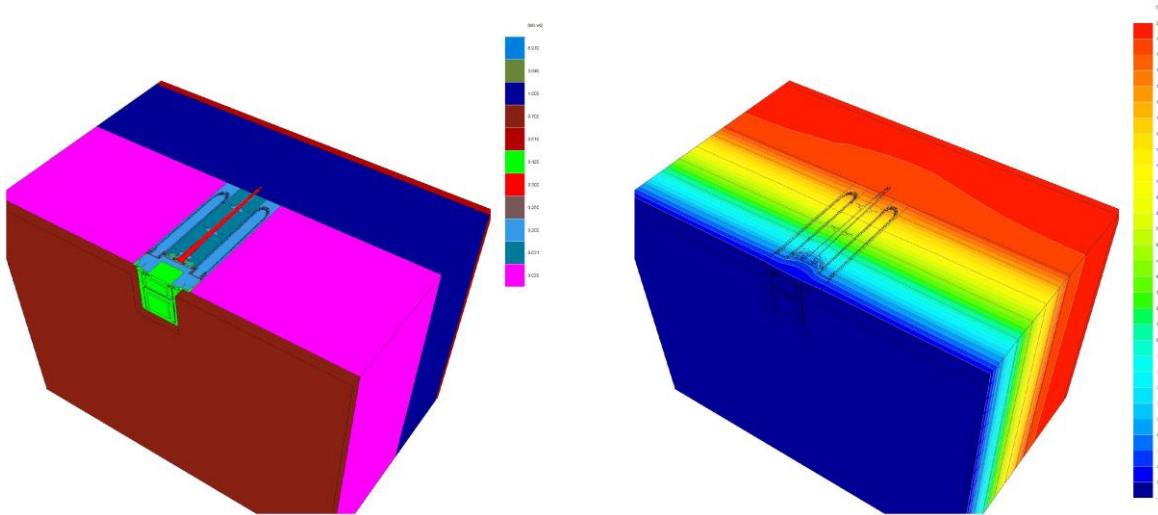


Fig. 18: Modelo y diagrama isotérmico del portaequipos de sistema de 250 mm en SATE (250 mm, WLG 029)

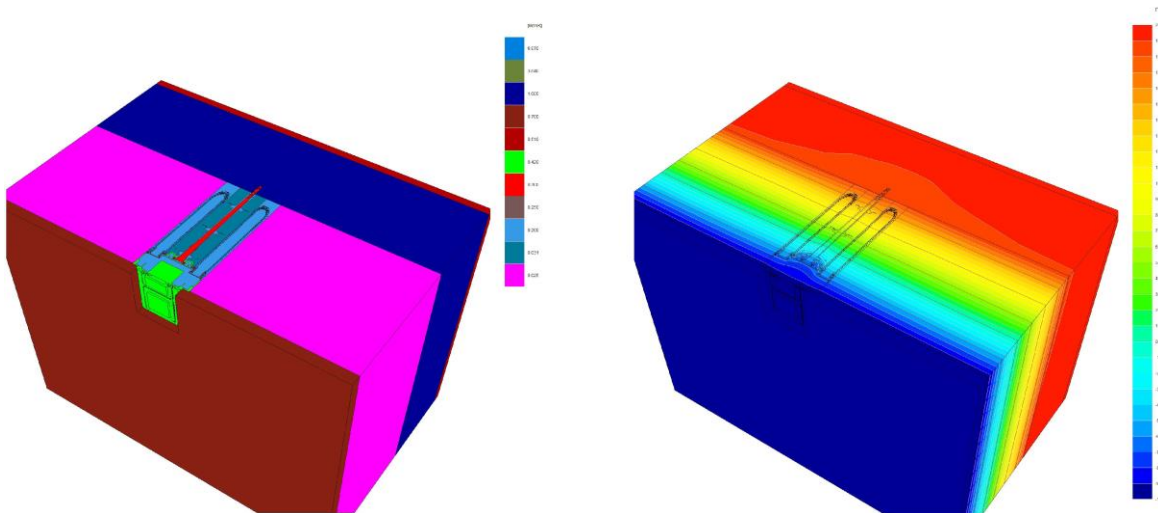


Fig. 19: Modelo y diagrama isotérmico del portaequipos de sistema de 250 mm en SATE (250 mm, WLG 025)





## Resumen de los resultados

Los portaequipos de sistema de Kaiser GmbH & Co. KG representan un diseño de éxito para la construcción sin puentes térmicos y pueden recomendarse sin reservas para su uso en construcciones con un elevado aislamiento térmico.

Un criterio destacado para la construcción de casas pasivas es la ausencia de puentes térmicos. Todas las variantes analizadas tienen un coeficiente de pérdida por puente térmico puntual  $\chi_{WB} < 0,01 \text{ W/K}$  y, por tanto, cumplen los requisitos para una construcción sin puentes térmicos. La influencia del puente térmico es insignificante y no influye en las necesidades de calefacción de un edificio. Las temperaturas de la superficie interior son muy superiores a los  $17 \text{ °C}$  exigidos para los sistemas de construcción opacos (de media, incluso unos  $2,5 \text{ K}$  más). Las altas temperaturas permiten descartar daños debidos a una mayor actividad del agua en el interior. La instalación de acuerdo con las instrucciones del fabricante es un requisito previo.

Para determinar la influencia en la demanda de calefacción, se simuló la entrada por puente térmico del componente en una casa pasiva proyectada. La Fig. 20 muestra el balance energético con los portaequipos de sistema, la Fig. 21 el balance energético de una solución estándar con subestructura de madera y tacos. El edificio es un bloque de apartamentos (4 unidades residenciales) en el que se utilizaron 4 portaequipos de sistema por unidad residencial. La diferencia en términos de demanda de calefacción es entonces de aproximadamente  $0,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ .

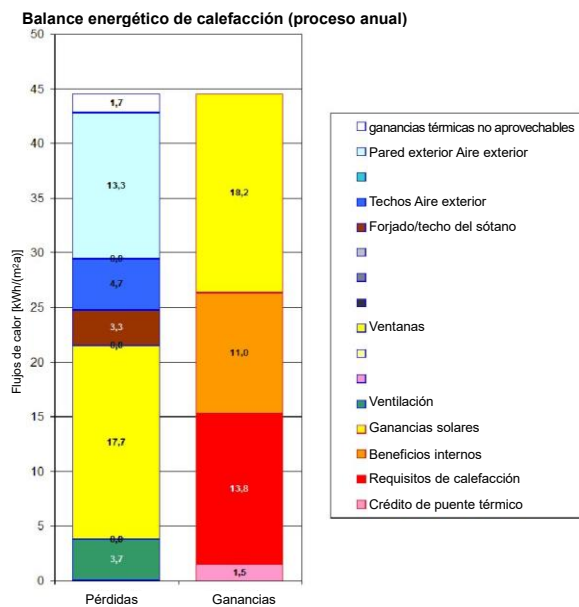


Fig. 20: Balance energético con portadores de equipos de sistema.

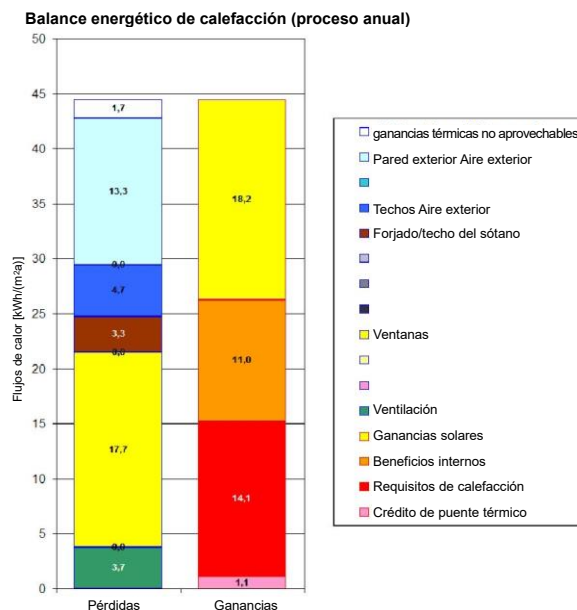


Fig. 21: Solución estándar de balance energético.