

AISLAMIENTO TÉRMICO EN LA INDUSTRIA

afelma
asociación de fabricantes españoles
lanas minerales aislantes
3w.aislar.com el aislamiento



ÍNDICE

- 1) Razones para AISLAR
- 2) Aislamiento térmico. Lanas Minerales
- 3) Cálculo de Aislamiento. Herramientas
- 4) Casos prácticos

RAZONES PARA AISLAR

¿POR QUÉ ES NECESARIO AISLAR EN INSTALACIONES INDUSTRIALES?





RAZONES PARA AISLAR

ESTÁNDAR DE INDUSTRIA VS ESTÁNDAR DE EDIFICACIÓN

	Planta de Energía	Actual Código de Edificación	Casa Pasiva
Temperatura	250°C – 640°C	18°C – 22°C	18°C – 22°C
Pérdidas Energéticas (AGI Q101)	90 W/m ²	< 10 W/m ²	< 3 W/m ²
Espesor de Aislamiento	100mm	100mm	350–500mm

En Industria no existe ninguna normativa obligatoria que indique las pérdidas máximas de un proceso, no existe un “Código Técnico de Industria”

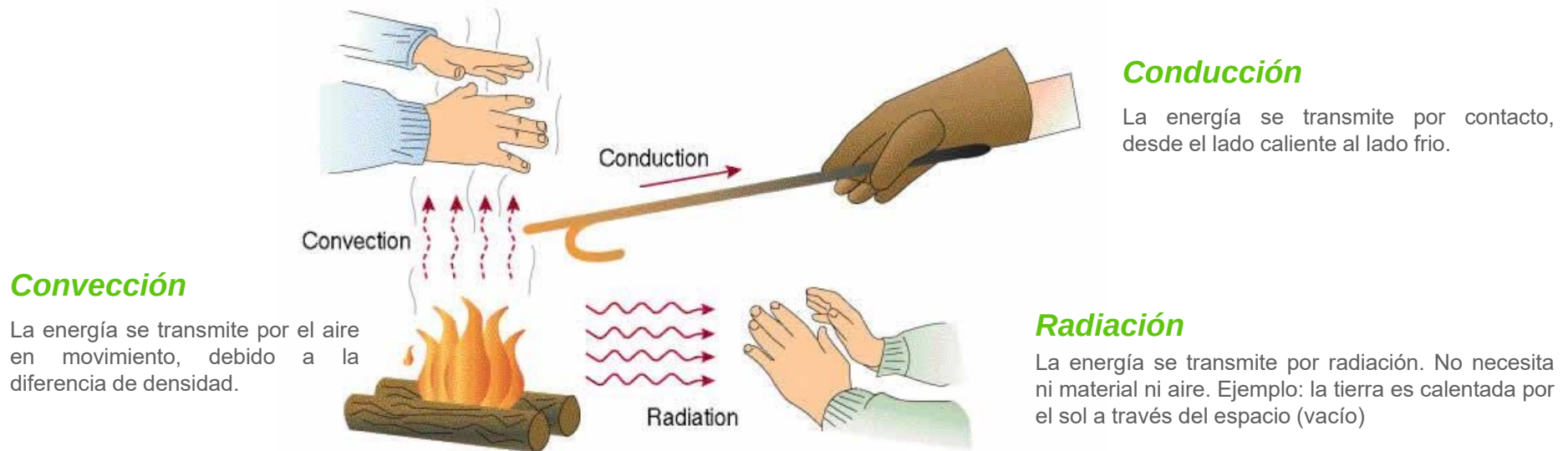
AI SLAM IENTO TÉRMI CO. LANAS MINERALES

afelma
asociación de fabricantes españoles
lanas minerales aislantes
3w.aislar.com el aislamiento

AISLAMIENTO TÉRMICO. LANAS MINERALES

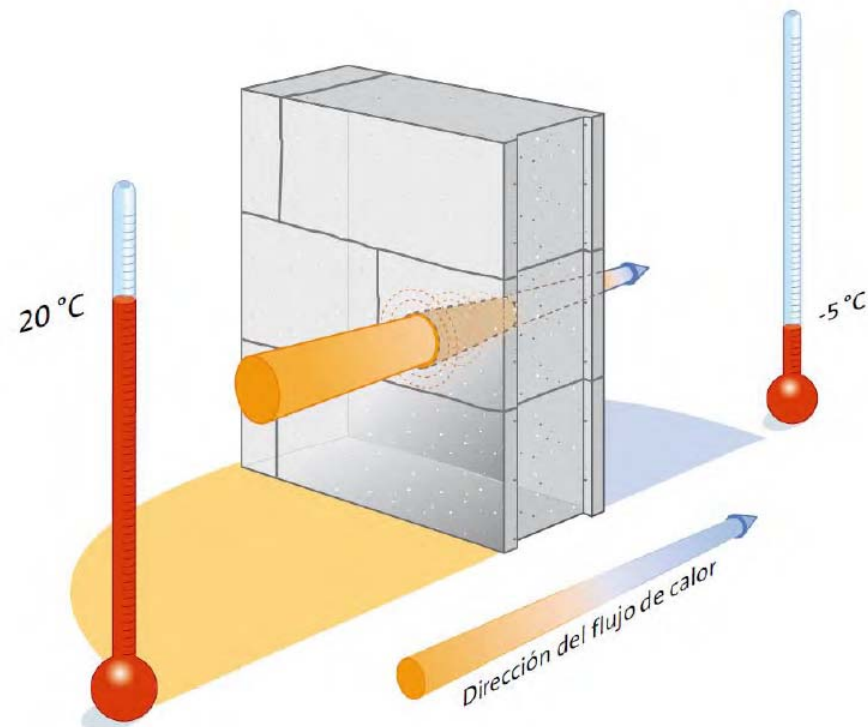
MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR

Cuando dos cuerpos se encuentran a temperaturas diferentes, se produce un flujo de calor desde el cuerpo más caliente al más frío, hasta que se alcanza el equilibrio térmico.



AISLAMIENTO TÉRMICO. LANAS MINERALES

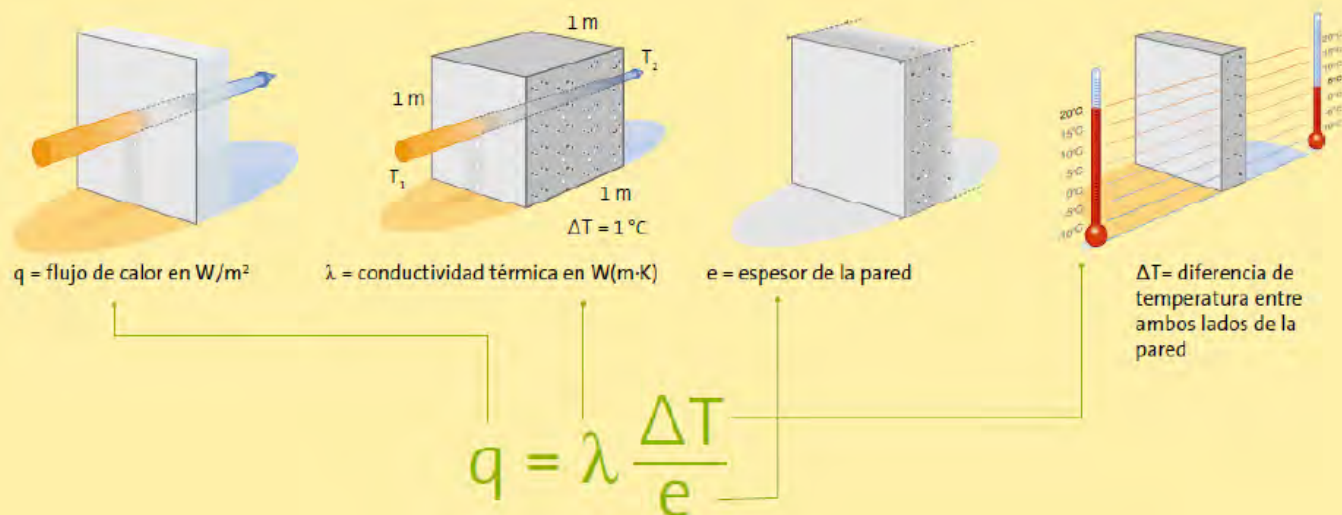
TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN (RÉGIMEN ESTACIONARIO – PARED PLANA)



AISLAMIENTO TÉRMICO. LANAS MINERALES

TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN (RÉGIMEN ESTACIONARIO – PARED PLANA)

La ley fundamental de Fourier, expresa el flujo de calor a través de una pared, q , mediante la fórmula



Esta ley fundamental pone de manifiesto que el flujo de calor que atraviesa una pared depende:

- De un fenómeno de transferencia de calor por conducción.
- De la λ del material que constituye la pared, la cual representa la cantidad de calor por segundo que atraviesa un metro de material, para una diferencia de temperaturas de un grado entre sus dos caras. Cuanto más baja es la conductividad térmica, más aislante es la pared (para una pared de espesor constante).
- Del espesor de la pared: a mayor espesor, más aislante será la pared (para una pared de igual conductividad térmica).
- De la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior. A mayor diferencia de temperaturas, mayor será la transferencia de calor.

Conductividad térmica o capacidad de un material de conducir el calor: sus unidades son el W/mK y es la cantidad de calor que atraviesa un material de espesor y superficie la unidad durante una hora cuando la diferencia de temperatura es de $1^\circ C$

afelma

asociación de fabricantes españoles
lanas minerales aislantes
3w.aislar.com el aislamiento

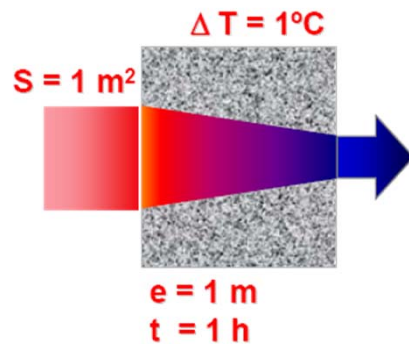
AISLAMIENTO TÉRMICO. LANAS MINERALES

PROPIEDADES TÉRMICAS

Conductividad térmica λ (W/m·K):
capacidad de conducción del material.

- ✓ Depende del tipo de material
- ✓ Es independiente del espesor

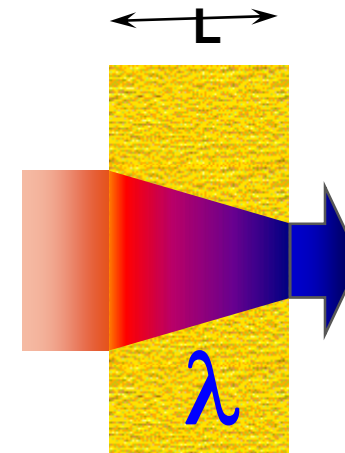
$$\lambda = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \frac{1}{A} \frac{d}{T_2 - T_1}$$



Resistencia térmica R (m²·K/W):
Representa la dificultad que presenta un producto al paso del calor

- ✓ Depende del tipo de material
- ✓ Depende del espesor

$$R = \frac{L}{\lambda}$$





AISLAMIENTO TÉRMICO. LANAS MINERALES

TRANSMISIÓN DE CALOR. COEFICIENTE SUPERFICIAL

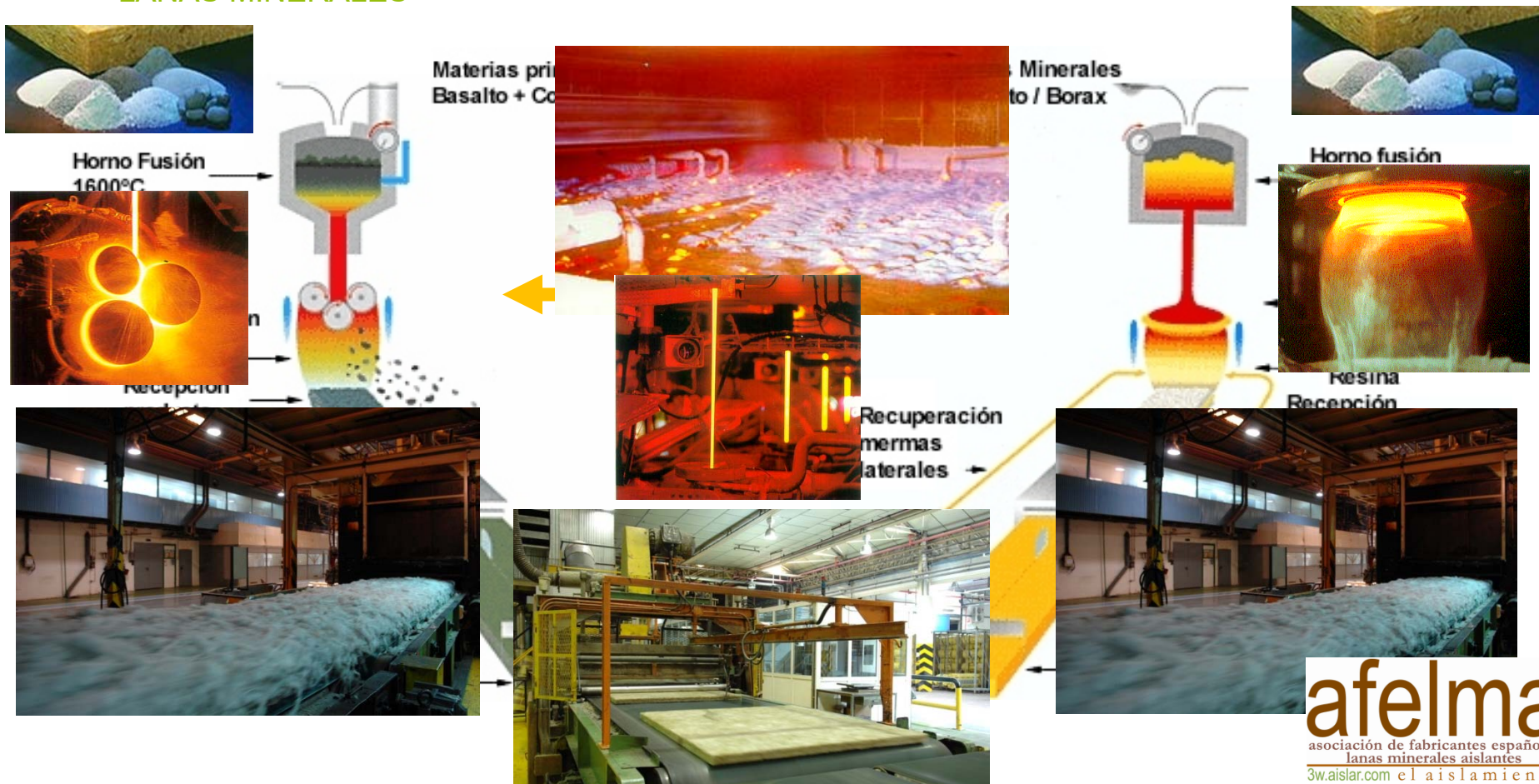
$$h = h_r + h_{cv} \quad W/(m^2 \cdot K)$$

h_r es la parte radiativa del coeficiente superficial de transmisión de calor. Es dependiente de la temperatura y emisividad de la superficie. La emisividad se define como la relación entre el coeficiente de radiación de la superficie y la constante de radiación del cuerpo negro.

h_{cv} es la parte convectiva del coeficiente superficial de transmisión de calor. En general depende de varios factores, tales como movimiento del aire, temperatura, orientación relativa de la superficie, material de la misma y otros factores

AISLAMIENTO TÉRMICO. LANAS MINERALES

LANAS MINERALES

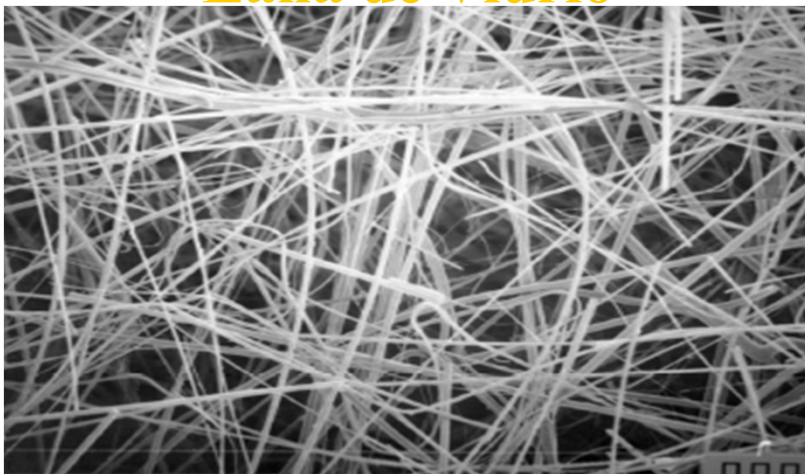




AISLAMIENTO TÉRMICO. LANAS MINERALES

LANAS MINERALES

Lana de Vidrio



Lana de Roca



	Longitud (cm)	Diámetro (μm)	Densidad (kg/m^3)	T ^a Max. (°C)
Lana Vidrio	10-12	3-6	10-120	400
Lana Roca	5-6	3-10	25-250	750

AISLAMIENTO TÉRMICO. LANAS MINERALES

LANA MINERAL

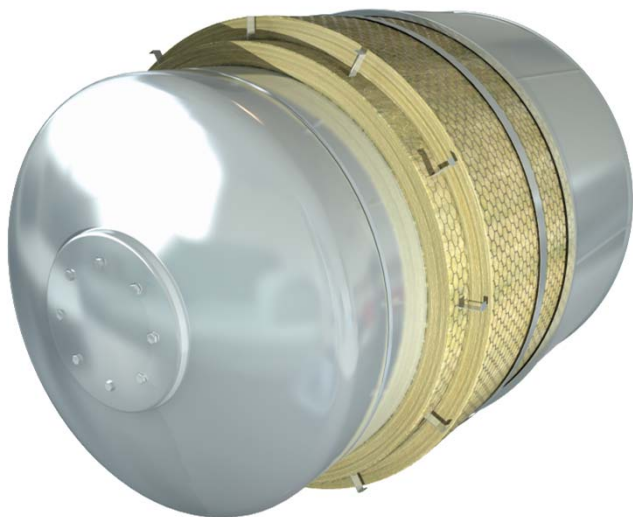
Material Aislante, térmico, acústico y de protección pasiva constituido por un entrelazado multidireccional de filamentos obtenidos en un proceso de fusión (arena en el caso de lana de vidrio y roca basáltica en lana de roca)





AISLAMIENTO TÉRMICO. LANAS MINERALES

LANA MINERAL



Es el material más utilizado

■ Aislamiento Térmico, acústico, protección contra incendios

Solución económica y fácil instalación

■ 100€/m³ – 3 y 20€/m²

■ Tiempo de instalación 30min/m²

MST hasta 700°C (SW) – 400°C (GW)

No higroscópico

■ Absorción al agua < 1kg/m²

Elevadas propiedades mecánicas

■ Tensión a la compresión CS (10) -10kPa



SOLUCIONES DE AISLAMIENTO EN LA INDUSTRIA

¿CÓMO SELECCIONAR UN AISLAMIENTO?



Comportamiento Térmico

- Conductividad Térmica
- Resistencia Térmica



Comportamiento al Fuego

- Reacción al fuego
- Resistencia al fuego



Temperatura de Uso

- Temperatura máxima de uso
- Temperatura mínima de uso



Comportamiento Acústico

- Absorción acústica
- Aislamiento acústico



Comportamiento Químico

- Concentración de iones
- pH



Comportamiento Mecánico

- Compresión
- Tracción



CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

Especificación Tradicional de un Proyecto

- **Aislamiento diseñado para cumplir condiciones de proceso o protección personal**

■ Ej.: T^a máxima superficial: 60°C

- **Diseño de Aislamiento basado en costes de energía y rendimientos térmicos de los materiales desactualizados**

■ Ej.: tablas obsoletas de espesores

- **Requerimientos de pérdidas de calor estáticas**

■ Ej.: pérdidas máximas de 150W/m² para plantas de energía





CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

Norma EN 14303

Productos Aislantes Térmicos para Equipamientos en la Edificación e Instalaciones Industriales

El mercado CE , en periodo voluntario, comenzó en Agosto 2010

El periodo de coexistencia finalizó en Agosto de 2012



afelma
asociación de fabricantes españoles
lanas minerales aislantes
3w.aislar.com el aislamiento



CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

Norma EN 14303

Para todas las aplicaciones: Ensayos obligatorios

- Conductividad térmica (EN 12667, EN 12939, EN ISO 8497)
- Dimensiones y tolerancias (EN 822, EN 823, EN 13467, EN 824)
- Estabilidad dimensional (EN 1604)
- Reacción al fuego del producto puesto en el mercado (EN 13501-1)
- Características de durabilidad



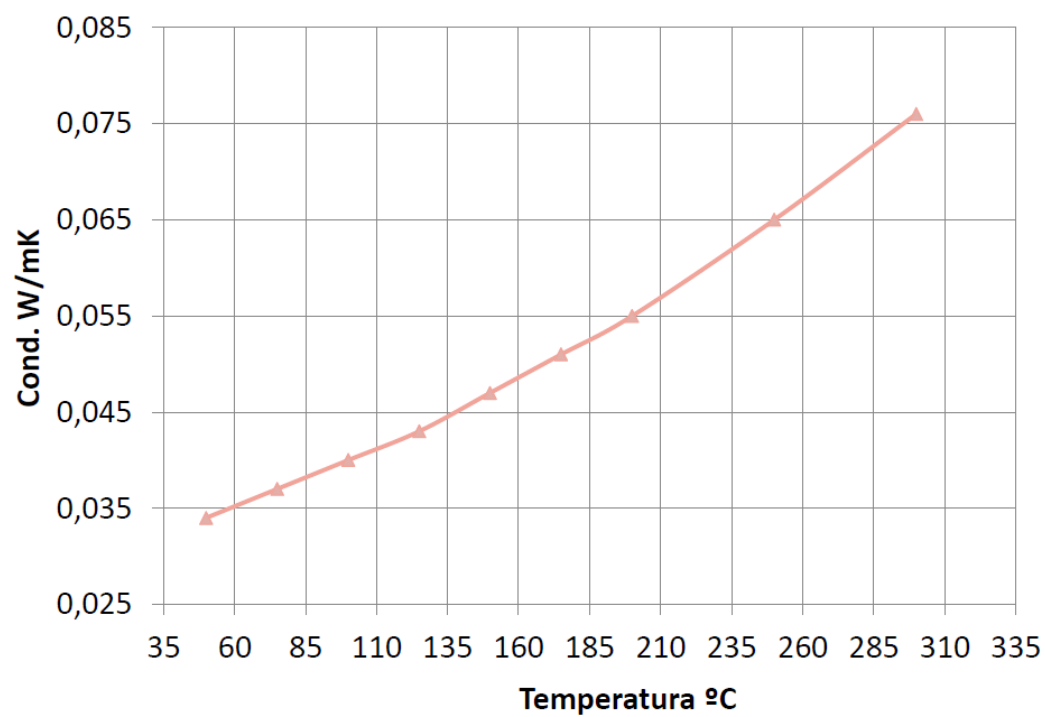
afelma
asociación de fabricantes españoles
lanas minerales aislantes
3w.aislar.com el aislamiento



CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA VS TEMPERATURA

Conductividad EN 12667

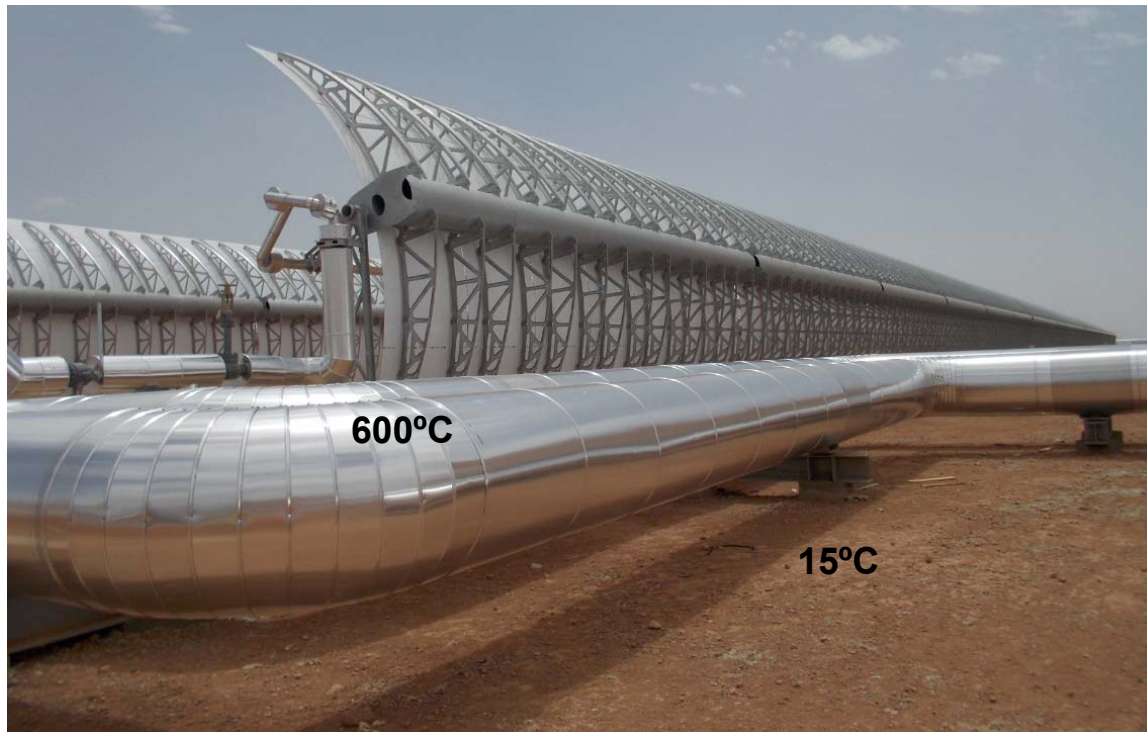


CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

¿QUÉ PRODUCTO UTILIZAMOS?

¿CON QUÉ CRITERIO CALCULAMOS?

¿CUÁL ES LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE CÁLCULO?





CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

¿QUÉ PRODUCTO UTILIZAMOS?

¿CON QUÉ CRITERIO CALCULAMOS?

¿CUÁL ES LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE CÁLCULO?

Propiedades técnicas



Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma				
WS	Absorción de agua a corto plazo		kg/m²	< 1	EN 1609				
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua, μ		—	1	EN 14303				
—	Reacción al fuego		Euroclases	A ₁	EN 13501-1				
DS	Estabilidad dimensional		%	< 1	EN 1604				
ST(+)	Temperatura límite de empleo	—	°C	660	EN 14706				
λ	Conductividad térmica								
	Temp.* (°C)	50	100	150	200	300	400	500	650
	λ (W/m·K)	0,041	0,047	0,054	0,063	0,084	0,110	0,143	0,205
—	Características de durabilidad								
El comportamiento de reacción al fuego y de resistencia térmica de este producto no varía con el tiempo ni al ser sometido a la temperatura máxima declarada.									

*Temperatura Media en el Aislamiento. Según Norma EN 12667.





CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

FACTORES INFLUYENTES EN LA EFICIENCIA TÉRMICA

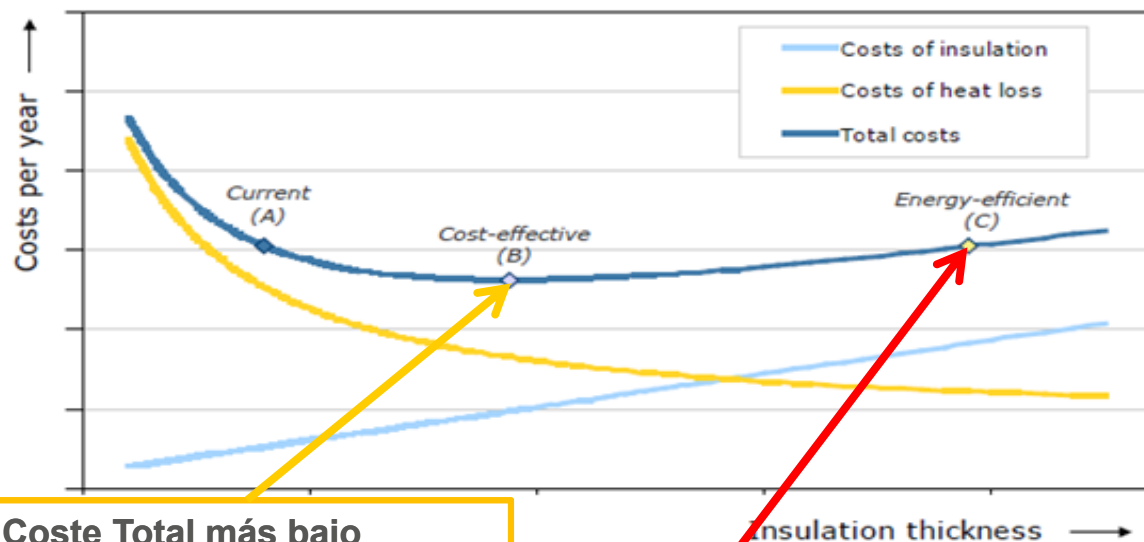


CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

ESPESOR ECONÓMICO

$$K_{ges} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot q \cdot f \cdot W \cdot \beta + b \cdot J_p \quad \text{in } \text{€}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

Pérdidas + Coste Aislamiento (mat+instal)



Coste Total más bajo
(aislamiento + pérdidas
energéticas)

Mismo Coste Total con
mejora del Aislamiento



CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

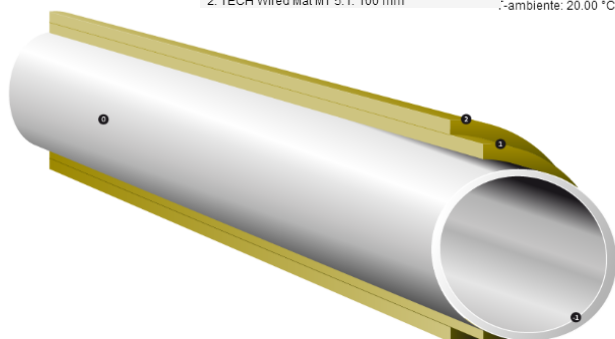
SOFTWARE DE CÁLCULO



Tubería Componente Nr.1

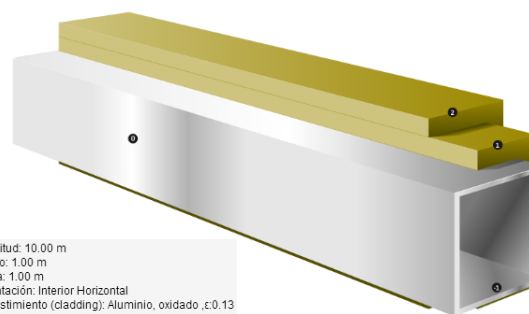
Longitud: 10.00 m
Diámetro: 100.00 mm
Orientación: Interior Horizontal
Revestimiento (cladding): Aluminio, oxidado, ϵ :0.13
Aislamiento exterior:
1. TECH Pipe Section MT 4.1: 50 mm
2. TECH Wired Mat MT 5.1: 100 mm

Pérdida de calor: 112.44 W/m
T-interior: 400.00 °C
T [-1]: 400.00 °C
T [0]: 400.00 °C
T [1]: 263.35 °C
T [2]: 41.29 °C
T-superficial: 41.29 °C
T-ambiente: 20.00 °C



Conducto Componente Nr.1

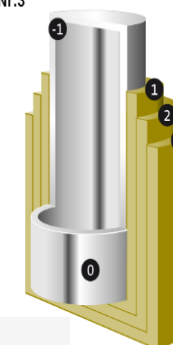
Longitud: 10.00 m
Ancho: 1.00 m
Altura: 1.00 m
Orientación: Interior Horizontal
Revestimiento (cladding): Aluminio, oxidado, ϵ :0.13
Aislamiento exterior:
1. TECH Slab 2.0: 80 mm
2. TECH Slab 2.0: 80 mm



Pérdida de calor: 2,838.93 W/m
T-interior: 150.00 °C
T [-1]: 150.00 °C
T [0]: 150.00 °C
T [1]: 150.00 °C
T-superficial: 150.00 °C
T-ambiente: 10.00 °C

Conducto Componente Nr.3

Longitud: 10.00 m
Ancho: 5.00 m
Orientación: Interior Horizontal
Revestimiento (cladding): Aluminio, oxidado, ϵ :0.13
Aislamiento exterior:
lab MT 4.1: 100 mm
lab MT 4.1: 100 mm



Pérdida de calor: 39.22 W/m²
T-interior: 250.00 °C
T [-1]: 250.00 °C
T [0]: 250.00 °C
T [1]: 193.65 °C
T [2]: 125.37 °C
T [3]: 38.81 °C
T-superficial: 38.81 °C
T-ambiente: 30.00 °C

Software de cálculo térmico

Recoge todos los posibles cálculos que aparecen en la norma UNE-EN-ISO 12241, algunos de ellos tan importantes como el cálculo del espesor necesario de aislamiento en una instalación.

CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

EJEMPLO 1: CÁLCULO FLUJO DE CALOR Y T^a SUPERFICIAL

Calcular el flujo de calor y la T^a superficial en una tubería que contiene un líquido a 400°C y que tiene como aislamiento una coquilla de lana mineral de 80mm de espesor y una manta armada de 60mm.

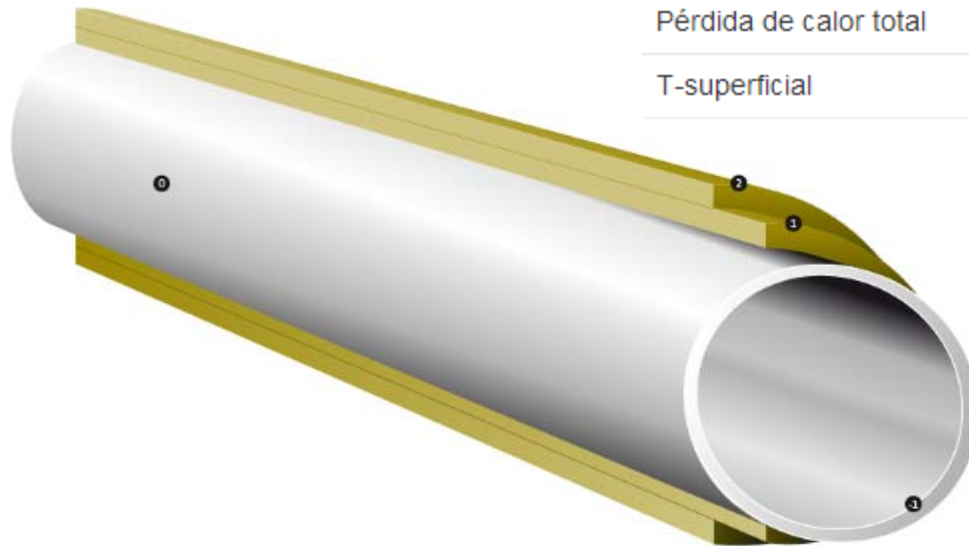


DATOS NECESARIOS

Ubicación	INTERIOR
Posición	HORIZONTAL
T^a ambiente	20°C
Longitud	100m
Diámetro	100mm
T^a fluido	400°C
Tipo Aislamiento	COQUILLA LANA MINERAL
Espesor Aislamiento	80mm
Revestimiento	Aluminio oxidado

CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

EJEMPLO 1: CÁLCULO FLUJO DE CALOR Y Tª SUPERFICIAL

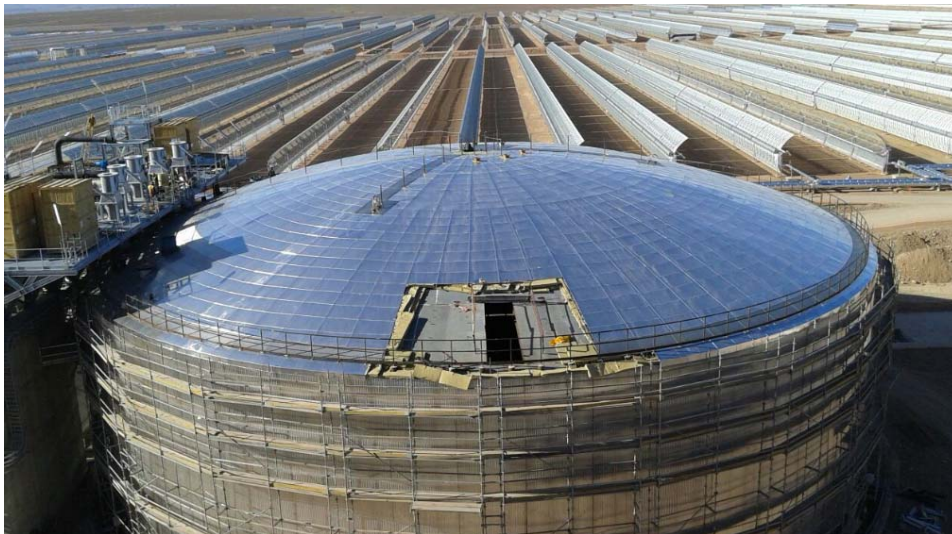


	Sin Aislamiento	Versión 1	Ahorros
Pérdida de calor	3,985.71 W/m	116.61 W/m	3,869.09 W/m
Pérdida de calor (Área Aislada)	12,685.26 W/m²	97.68 W/m²	12,587.58 W/m²
Pérdida de calor total	39,857.09 W	1,166.15 W	38,690.94 W
T-superficial	399.38 °C	42.68 °C	

CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

EJEMPLO 2: CÁLCULO ESPESOR ÓPTIMO

Calcular el espesor óptimo para un depósito sales fundidas a 480°C para que la Tª superficial máxima sea de 50°C y con unas pérdidas máximas de 90W/m².



DATOS NECESARIOS

Ubicación	EXTERIOR
Posición	VERTICAL
Tª ambiente	40°C
Velocidad viento	4m/s
Altura	16m
Diámetro	52m
Tª fluido	480°C
Tipo Aislamiento	PANEL LANA ROCA
Espesor Aislamiento	¿?
Revestimiento	Aluminio oxidado

CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

EJEMPLO 2: CÁLCULO ESPESOR ÓPTIMO



	Sin Aislamiento	Versión 1	Ahorros
Pérdida de calor	18,529.23 W/m²	89.96 W/m²	18,439.27 W/m²
Pérdida de calor (Área Aislada)	18,529.23 W/m²	86.29 W/m²	18,442.94 W/m²
Pérdida de calor total	127,133,430.53 W	617,218.89 W	126,516,211.65 W
T-superficial	479.07 °C	48.20 °C	
Espesor mínimo de aislamiento (Total)		383 mm	

Tª ambiente: 40°C

	Sin Aislamiento	Versión 1	Ahorros
Pérdida de calor	18,901.20 W/m²	89.93 W/m²	18,811.26 W/m²
Pérdida de calor (Área Aislada)	18,901.20 W/m²	86.16 W/m²	18,815.03 W/m²
Pérdida de calor total	129,685,604.69 W	617,040.98 W	129,068,563.71 W
T-superficial	479.05 °C	23.35 °C	
Espesor mínimo de aislamiento (Total)		394 mm	

Tª ambiente: 15°C

CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

EJEMPLO 3: CAIDA DE TEMPERATURA A LO LARGO DE UNA TUBERÍA

Calcular la caída de T^a de una tubería de 45m de longitud y 150mm de diámetro por la que circula un fluido a 250°C y que tiene como aislamiento una coquilla de lana mineral de 100mm de espesor.



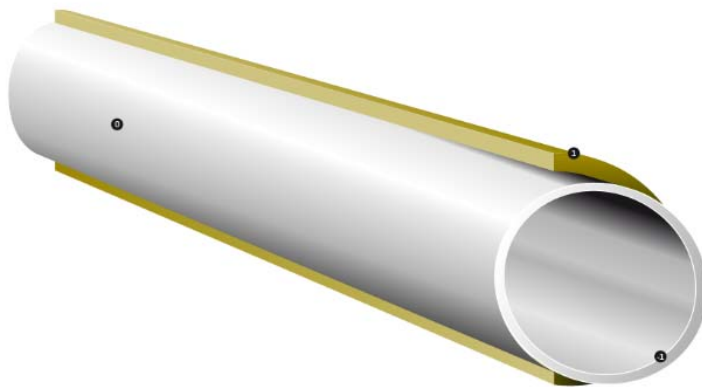
DATOS NECESARIOS

Ubicación	INTERIOR
Posición	HORIZONTAL
T^a ambiente	17°C
Longitud	45m
Diámetro	150mm
T^a fluido	250°C
Tipo Aislamiento	COQUILLA LANA ROCA
Espesor Aislamiento	100mm
Revestimiento	Chapa galvanizada

CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

EJEMPLO 3: CAIDA DE TEMPERATURA A LO LARGO DE UNA TUBERÍA

Calcular la caída de T^a de una tubería de 45m de longitud y 150mm de diámetro por la que circula un fluido a 250°C y que tiene como aislamiento una coquilla de lana mineral de 100mm de espesor.

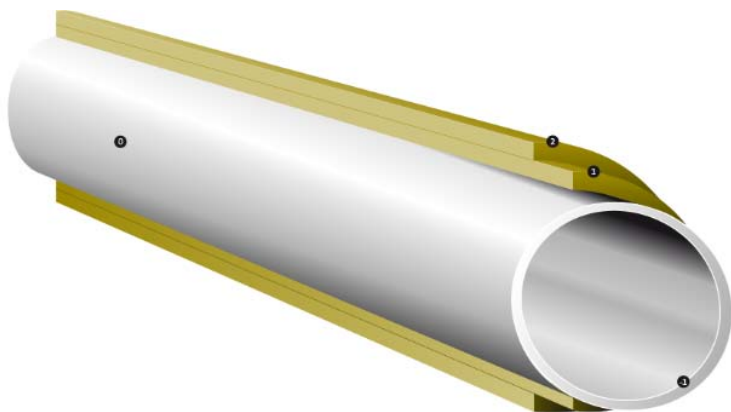


	Sin Aislamiento	Versión 1	Ahorros
Pérdida de calor	1,202.17 W/m	82.95 W/m	1,119.23 W/m
Pérdida de calor (Área Aislada)	2,551.06 W/m²	75.44 W/m²	2,475.63 W/m²
Pérdida de calor total	54,097.86 W	3,732.61 W	50,365.26 W
T-superficial	174.24 °C	30.22 °C	
Caída de temperatura longitudinal	152.24 °C	16.43 °C	

CÁLCULO DEL AISLAMIENTO. HERRAMIENTAS

EJEMPLO 3: CAIDA DE TEMPERATURA A LO LARGO DE UNA TUBERÍA

Calcular la caída de T^a de una tubería de 45m de longitud y 150mm de diámetro por la que circula un fluido a 250°C y que tiene como aislamiento una **coquilla de lana mineral de 100mm de espesor** mas una manta de lana mineral de 80mm.



	Sin Aislamiento	Versión 1	Ahorros
Pérdida de calor	1,202.17 W/m	60.17 W/m	1,142.00 W/m
Pérdida de calor (Área Aislada)	2,551.06 W/m²	37.56 W/m²	2,513.51 W/m²
Pérdida de calor total	54,097.86 W	2,707.83 W	51,390.03 W
T-superficial	174.24 °C	24.53 °C	
Caída de temperatura longitudinal	152.24 °C	12.04 °C	

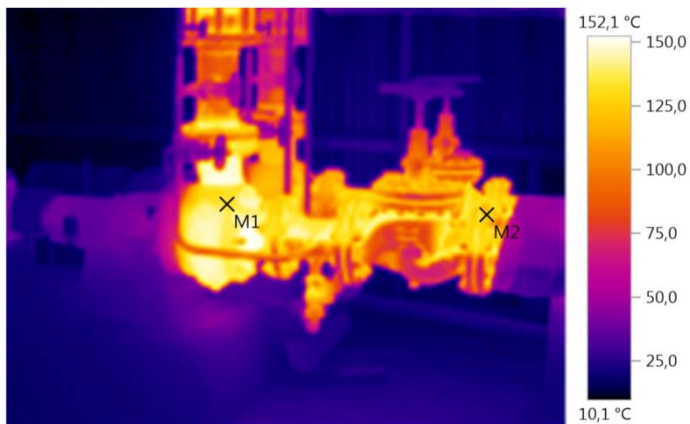
A photograph of a nuclear power plant featuring several large, white, hyperboloid cooling towers. Steam is rising from the towers into a clear blue sky. In the foreground, there are piles of light-colored material, possibly sand or insulation, and some industrial structures. To the left, there are tall, thin chimneys with red and white bands. Power lines and pylons are visible in the background.

CASOS PRÁCTICOS

afelma
asociación de fabricantes españoles
lanas minerales aislantes
3w.aislar.com el aislamiento

CASOS PRÁCTICOS

CIRCUITO AGUA SOBRECALENTADA

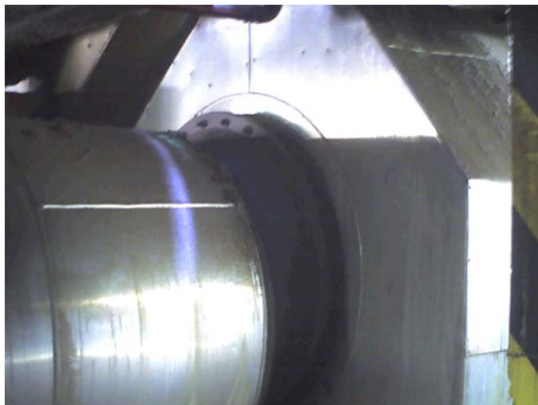
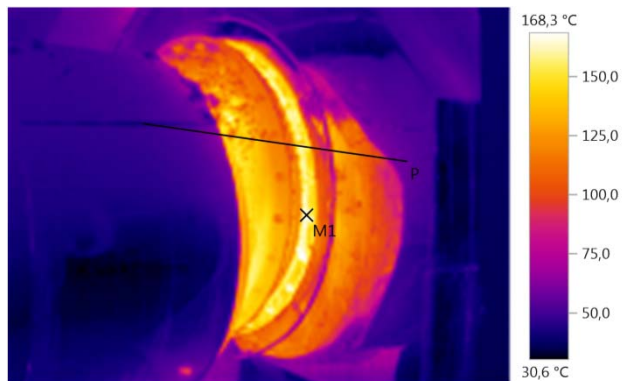


Potencial Ahorro (partes no aisladas)

Inversión	34.150 €
Retorno (Payback)	5,4 meses
Ahorros económicos	75.748 €/año
Ahorros energéticos	937 MWh/año
Reducción CO ₂	190 Ton/año

CASOS PRÁCTICOS

ESTUFA DE PROCESO

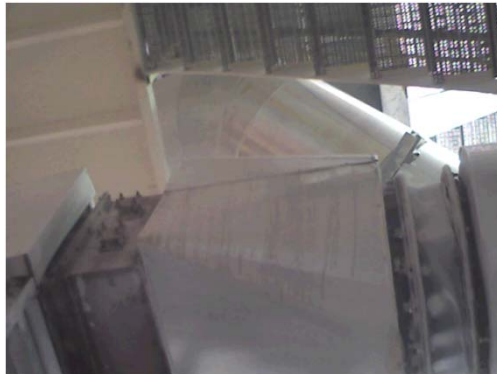
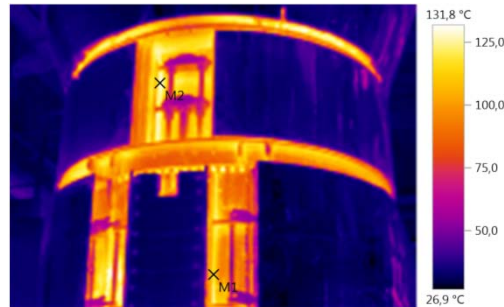
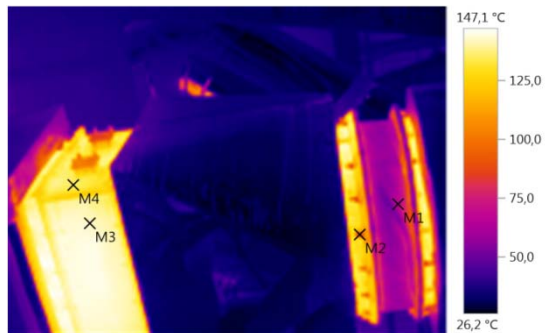


Potencial Ahorro (partes no aisladas)

Inversión	2.105 €
Retorno (Payback)	3 meses
Ahorros económicos	8.475 €/año
Ahorros energéticos	209 MWh/año
Reducción CO ₂	43 Ton/año

CASOS PRÁCTICOS

HORNO DE CALCINACIÓN



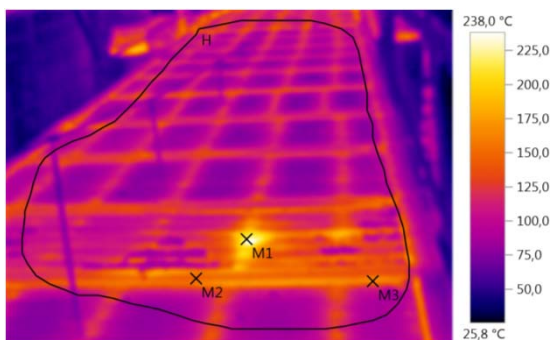
Potencial Ahorro (partes no aisladas)

Inversión	5.950 €
Retorno (Payback)	9,5 meses
Ahorros económicos	7.545 €/año
Ahorros energéticos	248 MWh/año
Reducción CO ₂	50 Ton/año



CASOS PRÁCTICOS

SECADERO DE PROCESO



Potencial Ahorro (partes no aisladas)

Inversión	28.952 €
Retorno (Payback)	1,1 año
Ahorros económicos	26.420€/año
Ahorros energéticos	842 MWh/año
Reducción CO ₂	170 Ton/año

AISLAMIENTO TÉRMICO EN LA INDUSTRIA

afelma
asociación de fabricantes españoles
lanas minerales aislantes
3w.aislar.com el aislamiento