

**MANUAL DE USUARIO:
HERRAMIENTA DE
PREDIAGNÓSTICO DE
ESTADO DE AISLAMIENTO**

- *Informe de
prediagnóstico*
- *Informe aditivo de
prediagnóstico*

afelma

asociación de fabricantes españoles
lanas minerales aislantes

www.aislar.com

Instaladores
andimaf

www.andimai.es

Autores

Herramienta elaborada por:

AFELMA

(Asociación de Fabricantes Españoles de Lanas Minerales Aislantes)

www.aislar.com

ANDIMAI

(Asociación Nacional de Instaladores de Sistemas de Aislamiento Industrial)

www.andimai.es consultas@andimai.es

afelma
asociación de fabricantes españoles
lanas minerales aislantes

Instaladores
andima 

**MANUAL DE USUARIO:
HERRAMIENTA DE PREDIAGNÓSTICO
DE ESTADO DE AISLAMIENTO**

- *Informe de prediagnóstico*
- *Informe aditivo de prediagnóstico*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	9
Consideraciones generales	11
• Introducción.....	11
• Funcionamiento de la herramienta	12
• Aplicación aditiva de la herramienta	14
• Entrada de datos	14
• Terminología y notaciones	15
• Definición de coeficiente CISA₆₀	15
Dudas y preguntas	16
PARTE I: DATOS DE ENTRADA	17
• Datos generales	19
• Datos del inspector.....	19
• Datos de la inspección	19
• Alcance del estudio	19
• Datos de la instalación	20
• Relación de subsistemas	20
• Condiciones ambientales de la instalación.....	21
• Superficie aislada y no aislada de la instalación	21
• Datos para evaluación del coste de “no aislamiento”	24
PARTE II: BLOQUES DE ANÁLISIS Y CALIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN	27
Bloques de análisis	29
• Pérdidas térmicas teóricas de la instalación	29
• Inspección cualitativa del aislamiento existente	30
Calificación de la instalación.....	32
• Coste de no aislamiento	32
• Recomendaciones de la herramienta.....	33
• Fotografías.....	33
PARTE III: Casos prácticos	35
Ejemplo 1: Tanque en industria de proceso	37
• Descripción general del ejemplo	37
• Selección de las condiciones ambientales de cálculo.....	37
• Cálculo de superficies calientes de la instalación.....	37
• Cálculo de las pérdidas térmicas de la instalación	38

• Inspección de la calidad actual del aislamiento en equipos y superficies planas aisladas,	39
• Introducción de datos en el programa	40
• Obtención del CISA ₆₀ de la instalación.....	40
• Obtención de la calificación de la instalación.....	41
• Obtención de las pérdidas económicas estimadas por no aislar las superficies calientes.	42
• Recomendaciones generadas por la herramienta.	42
Ejemplo 2: Línea de producción en industria de proceso	43
• Descripción general del ejemplo	43
• Selección de las condiciones ambientales de cálculo.....	44
• Cálculo de superficies calientes de la instalación.	44
• Cálculo de las pérdidas térmicas de la instalación	45
• Inspección de la calidad actual del aislamiento en tuberías aisladas	46
• Inspección de la calidad actual del aislamiento en equipos y superficies planas aisladas,	47
• Introducción de datos en el programa	48
• Obtención del CISA ₆₀ de la instalación.....	49
• Obtención de la calificación de la instalación.....	50
• Obtención de las pérdidas económicas estimadas por no aislar las superficies calientes.	51
• Recomendaciones generadas por la herramienta.	52
Ejemplo 3: Circuito de aceite térmico en industria de proceso	53
• Descripción general del ejemplo	53
• Selección de las condiciones ambientales de cálculo.....	54
• Cálculo de superficies calientes de la instalación.	54
• Cálculo de las pérdidas térmicas de la instalación	55
• Inspección de la calidad actual del aislamiento en tuberías aisladas	57
• Inspección de la calidad actual del aislamiento en equipos y superficies planas aisladas,	58
• Introducción de datos en el programa	59
• Obtención del CISA ₆₀ de la instalación.....	60
• Obtención de la calificación de la instalación.....	61
• Obtención de las pérdidas económicas estimadas por no aislar las superficies calientes.	62
• Recomendaciones generadas por la herramienta.	62
Ejemplo 4: Análisis aditivo de industria de proceso	64
• Descripción general del ejemplo	64
• Relación de Subsistemas	64
• Cálculo de la nota aditiva de la instalación	65
• Obtención de la calificación de la instalación.....	65

<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de las pérdidas económicas estimadas por no aislar las superficies calientes. 	66
PARTE IV: Interface de usuario	67
Características.....	69
<ul style="list-style-type: none"> • Comenzando a trabajar 	69
Introducción de datos.....	70
<ul style="list-style-type: none"> • Características de las casillas..... • Casillas de entrada de datos • Casillas de emisión de datos 	70
Impresión del informe	73
<ul style="list-style-type: none"> • Selección de las páginas del informe • Impresión del informe..... • Informe 	73
	74
	75

INTRODUCCIÓN

Consideraciones generales

• Introducción

El objetivo de la presente herramienta para el “*PREDIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE AISLAMIENTO*” es poder calificar, con una nota de 0 a 10, la calidad del aislamiento de una instalación industrial o parte de esta, que trabaje en condiciones nominales de operación entre 60° y 650°.

Su ámbito de aplicación engloba a superficies calientes en instalaciones industriales.

Los datos a introducir en la herramienta deben ser recabados por un Inspector. Se entiende como inspector un responsable de mantenimiento de planta, un responsable en eficiencia energética, un técnico externo, etc. con conocimientos técnicos y/o de aislamiento, que sea capaz de plasmar la imagen fiel de la situación actual del aislamiento en dicha instalación industrial (total o parcial). El Inspector deberá tener conocimiento bien de la planta en concreto o del aislamiento de las plantas industriales en general. El término “Inspector” será el utilizado en adelante en este documento.

Para ello, se trata de reunir información, realizar visitas a la instalación, trabajar conjuntamente con los responsables de la instalación para ser capaces de responder, entre otras, a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es el alcance de la inspección?
2. ¿Cuánta superficie caliente hay?
3. De la superficie caliente, ¿cuánta superficie está aislada con criterios de “Conservación de Calor (CC)”¹ y con criterios de “Protección Personal (PP)”?
4. ¿Qué proporción de la superficie total no tiene ningún aislamiento y está originando pérdidas térmicas y, por tanto, económicas?
5. De la superficie que está aislada en condiciones nominales de funcionamiento, ¿qué pérdida promedio en W/m² tiene con los espesores y materiales instalados?
6. De la superficie que está aislada, ¿está bien instalado el aislamiento según UNE 92330:2018¹ y la Guía de Buenas Prácticas?
7. De la superficie que está aislada: ¿hay un programa de mantenimiento del aislamiento?

¹ UNE 92330:2018 *Criterios de instalación del aislamiento térmico en instalaciones industriales de tuberías, equipos, tanques, conductos y superficies calientes, cuyo rango de temperatura sea de 0°C hasta 700°C. Norma elaborada por el comité técnico CNT 92 Aislamiento Térmico, cuya secretaria desempeña ANDIMAT.*

- **Funcionamiento de la herramienta**

Una vez recopilada la información necesaria y realizada la inspección, la nota final obtenida se calcula como sigue:

- Para la superficie no aislada de la instalación, con una temperatura de trabajo entre 60°C y 650°C, la nota es 0.
- Para la superficie aislada de la instalación, con una temperatura de trabajo entre 60°C y 650°C, se evalúan los dos grandes bloques que componen la nota total:
 - 6 puntos provienen de la evaluación de las pérdidas actuales de la instalación, comparadas con el objetivo de 90 W/m².
 - 4 puntos provienen de la evaluación de la inspección cualitativa del aislamiento actualmente instalado, a través de una serie de puntos de inspección.

Ejemplo:

Sea una instalación industrial con 800 m² de superficie caliente entre 60 y 650°C, de los cuáles:

- 640 m² están aislados.
- 160 m² no están aislados.

Tras la inspección de la instalación aislada por parte del inspector, la evaluación de los dos bloques objeto del estudio aparece a continuación:

- Evaluación de las pérdidas actuales de la instalación: **75%**
- Evaluación de la inspección cualitativa del aislamiento actualmente instalado: **80%**

La obtención del resultado final de la inspección aparece en el siguiente cuadro explicativo.

PARTES	% sobre total superficie aislada	Bloques de inspección	Nota base máxima	Resultado de la inspección	Notas parciales	Ponderación por superficie aislada	Notas finales
Área no aislada	160 m ² / 800 m ² = 20%		0 puntos			0.2	0
Área aislada	640 m ² / 800 m ² = 80%	Evaluación pérdidas actuales	6 puntos	75%	4.5 puntos	0.8	3.6
		Inspección cualitativa del aislamiento	4 puntos	80%	3.2 puntos	0.8	2.6
Nota total:							6.2

A la nota final obtenida en cada uno de estos dos bloques, se le aplica un coeficiente reductor correspondiente al cociente entre superficie aislada y superficie aislable.

Adicionalmente, también se presenta en el informe final de la inspección una serie de recomendaciones de mejora en el aislamiento, realizadas por el inspector.

También se presenta un coste estimado (€) por las pérdidas térmicas ocasionadas por la existencia de algunas superficies calientes no aisladas.

Para el cálculo aproximado de las pérdidas térmicas anuales generadas por el no aislamiento de superficies, se han utilizado las siguientes fórmulas, obtenidas de UNE-EN ISO 12241:2008². Adicionalmente, se deberán tener en cuenta las condiciones ambientales, bien se consideren las de diseño de la instalación, o bien las tomadas durante la inspección:

- Coeficiente de convección para una tubería desnuda:

$$h_{conv} = 1,25 \times \sqrt[4]{\frac{\Delta T}{D}} \quad \text{si } D^3 \times \Delta T \leq 10 \text{ m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_{conv} = 1,21 \times \sqrt[3]{\Delta T} \quad \text{si } D^3 \times \Delta T > 10 \text{ m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$$

Donde:

- h_{conv} es el coeficiente de convección para una tubería desnuda.
- ΔT es la diferencia de temperatura entre la temperatura de operación de la tubería y la temperatura ambiente, en grados centígrados.
- D es el diámetro de la tubería, en metros.

- Coeficiente de radiación para una tubería desnuda:

$$h_{rad} = \varepsilon \times \sigma \times (T_{op} + T_{amb}) \times (T_{op}^2 + T_{amb}^2)$$

Donde:

- h_{rad} es el coeficiente de radiación para una tubería desnuda.

² UNE-EN ISO 12241:2008 *Aislamiento térmico para equipos de edificación e instalaciones industriales. Método de cálculo. Norma elaborada por el comité técnico CNT 92 Aislamiento Térmico, cuya secretaria desempeña ANDIMAT.*

- ϵ es la emisividad de una tubería desnuda, asumida con un valor de 0,9, atendiendo a la norma UNE-EN ISO 9288³.
- σ es la constante de Stefan-Boltzmann, cuyo valor es $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$
- T_{op} es la temperatura de operación de la tubería.
- T_{amb} es la temperatura ambiente.

Las anteriores fórmulas están implementadas en la herramienta y permiten obtener automáticamente las pérdidas térmicas para las tuberías y equipos analizados por el inspector.

• Aplicación aditiva de la herramienta

En el caso de que en un único “INFORME DE PREDIAGNÓSTICO DE AISLAMIENTO DE SUPERFICIES CALIENTES EN INSTALACIONES INDUSTRIALES” no se pueda reflejar la totalidad de un sistema, o de una planta industrial completa o del alcance inicialmente previsto en la inspección, será necesario realizar varios informes de inspección.

Con objeto de poder integrar varios informes en una única nota global, se utiliza el “INFORME ADITIVO DE PREDIAGNÓSTICO DE AISLAMIENTO DE SUPERFICIES CALIENTES EN INSTALACIONES INDUSTRIALES”.

En este informe, la nota final proviene de sumar las notas parciales de cada uno de los informes unitarios realizados.

La nota de cada inspección unitaria se pondera por un coeficiente que refleja el peso que tiene esa inspección (superficies y temperaturas) sobre el sumatorio de todas las inspecciones unitarias, integrando la totalidad de la planta o sistema.

• Entrada de datos

El Informe de “INFORME DE PREDIAGNÓSTICO DE AISLAMIENTO DE SUPERFICIES CALIENTES EN INSTALACIONES INDUSTRIALES” comienza con la entrada de datos descriptivos de la instalación industrial, del inspector y de las partes concretas objeto del análisis.

A continuación, hay que realizar la recogida de datos de superficie caliente de la instalación (entre 60° y 650°), por tramos de temperatura, indicando en cada tramo el total de superficie caliente, y cuanto está aislado

³ UNE-EN ISO 9288:1996 *Aislamiento térmico. Transmisión de calor por radiación. Magnitudes físicas y definiciones. Norma elaborada por el comité técnico CNT 92 Aislamiento Térmico, cuya secretaria desempeña ANDIMAT*

con criterios de “Conservación de Calor (CC)” y cuanto aislado con criterios de “Protección Personal (PP)”.

Después, requiere calcular las pérdidas térmicas teóricas de la instalación en cada rango de temperaturas, tanto para las superficies aisladas con criterios de “Conservación de Calor (CC)” y para las superficies aisladas con criterios de “Protección Personal (PP)”.

Durante la/las visitas del inspector, hay que cumplimentar los “Registros de Puntos de Inspección” de las superficies aisladas.

Los valores numéricos introducidos en el informe deben estar acompañados de la justificación correspondiente para garantizar una imagen fiel del estado del aislamiento de la instalación inspeccionada.

- **Terminología y notaciones**

El presente documento se basa en la terminología y notaciones descritas en la Norma UNE 92330:2018⁴. El lector debe remitirse a la misma para su correcta interpretación.

- **Definición de coeficiente *CISA*₆₀**

El único parámetro novedoso de la presente herramienta es el “Coeficiente de la Instalación de Superficie Aislable desde 60°C”, notado como ***CISA*₆₀**, es un coeficiente que califica cada superficie caliente de una instalación (por encima de 60°C) como la milésima parte del producto de la superficie caliente en metros cuadrados por la temperatura media de dicha superficie restándole 60°C.

Por tanto:

En el caso de una superficie plana medida en m², “S”, con una temperatura de operación medida en °C, “T”, se define el coeficiente como:

$$CISA_{60} = \frac{S(m^2) * (T(^{\circ}C) - 60(^{\circ}C))}{1000}$$

En el caso de una tubería de diámetro exterior medido en metros “D”, con una longitud en su línea media medida en metros “L”, con una temperatura de operación medida en °C, “T”, se define el coeficiente como:

$$S(m^2) = \pi * D(m) * L(m)$$

⁴ UNE 92330:2018 *Criterios de instalación del aislamiento térmico en instalaciones industriales de tuberías, equipos, tanques, conductos y superficies calientes, cuyo rango de temperatura sea de 0°C hasta 700°C. Norma elaborada por el comité técnico CNT 92 Aislamiento Térmico, cuya secretaria desempeña ANDIMAT.*

$$CISA_{60} = \frac{S(m^2) * (T(^{\circ}C) - 60(^{\circ}C))}{1000}$$

Si la temperatura de trabajo es igual o inferior a 60°C, el **CISA₆₀** se considera cero.

Para simplificar el estudio, la totalidad de superficies calientes se segmentan en los siguientes tramos de temperaturas:

60<X≤100
100<X≤200
200<X≤300
300<X≤400
400<X≤500
500<X≤600
600<X≤650

Y para el cálculo del **CISA₆₀** de cada tramo, se toma como temperatura de referencia la temperatura media del tramo.

Dudas y preguntas

Para las dudas relativas al uso de la herramienta de prediagnóstico, puede enviar un correo electrónico a:

consultas@andimai.es

PARTE I: DATOS DE ENTRADA

- **Datos generales**

El formulario pide información general de la instalación donde se va a realizar la inspección.

Se identifica al responsable de la instalación, la denominación, la dirección, el municipio, el código postal, la provincia y comunidad autónoma.

- **Datos del inspector**

El formulario pide los datos del Inspector para dejar constancia de la identidad del responsable de la instalación, que se hace responsable de los datos introducidos en el programa tras la inspección de la instalación industrial.

- **Datos de la inspección**

El formulario pide la fecha o fechas de la inspección in situ a la instalación industrial. También solicita (opcionalmente) el nombre del representante que actúa de interlocutor con el inspector, en caso de no ser el mismo, y que debe facilitar todos los datos necesarios para realizar el cálculo de las superficies calientes, aisladas o no, de los espesores instalados, de las especificaciones utilizadas y de cualesquiera datos que le requiera el inspector.

- **Alcance del estudio**

El formulario requiere en este apartado, separado para:

- a) Tuberías (hasta 1000 mm de diámetro) o sistemas de tuberías.
- b) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos.

Una descripción general del alcance de la inspección, a que áreas afectará, donde empieza y dónde termina la superficie a analizar, si el alcance corresponde a un circuito parcial o total, a un área de la planta definida, a un sistema o subsistema...

- Datos de la instalación

El formulario requiere en este apartado, separado para:

- c) Tuberías (hasta 1000 mm de diámetro) o sistemas de tuberías.
- d) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos.

Un listado detallado numerado de las superficies o sistemas a analizar. Se trata de información auxiliar para enmarcar el estudio y la información es meramente descriptiva.

El máximo número de posiciones que se pueden meter es de 10. En caso de que requieran más posiciones se puede:

- Agruparlas de forma más global.
- Separar claramente las superficies a analizar y cumplimentar en dos o más inspecciones independientes la totalidad de la instalación. Para integrarlas de nuevo es necesario usar el *"INFORME ADITIVO DE PREDIAGNÓSTICO DE AISLAMIENTO DE SUPERFICIES CALIENTES EN INSTALACIONES INDUSTRIALES"*.

- Relación de subsistemas

En el caso particular de estar cumplimentando el *"INFORME ADITIVO DE PREDIAGNÓSTICO DE AISLAMIENTO DE SUPERFICIES CALIENTES EN INSTALACIONES INDUSTRIALES"*, es necesario rellenar el siguiente listado con la información proveniente de cada uno de los *"INFORMES DE PREDIAGNÓSTICO DE AISLAMIENTO DE SUPERFICIES CALIENTES EN INSTALACIONES INDUSTRIALES"*,

RELACION DE SUBSISTEMAS, COEFICIENTES CISA y PESOS RELATIVOS

#	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO INSPECCIÓN PREVIA	CISA ₆₀	PESO (%)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

• Condiciones ambientales de la instalación

El formulario requiere en este apartado introducir la temperatura ambiental anual media del lugar.

Si la instalación está en el exterior, los datos a tomar se han de obtener de la instalación de medición más cercana al lugar de la instalación de las que aparecen en la "Guía Técnica de Condiciones Climáticas Exteriores de Proyecto (IDAE)". Para la temperatura media anual, se calculará la media aritmética de las temperaturas de los doce meses del año.

Si la instalación está en el interior, los datos a tomar se han de obtener de la temperatura ambiental media del interior o de la temperatura ambiental medida el día de la inspección.

En caso de que las superficies a inspeccionar sean parcialmente interiores y exteriores se puede:

- Tomar la temperatura del área que tenga más metros cuadrados de superficie caliente.
- Separar en dos inspecciones independientes (una interior y otra exterior) la totalidad de la instalación a analizar. Para integrarlas de nuevo es necesario usar el "INFORME ADITIVO DE PREDIAGNÓSTICO DE AISLAMIENTO DE SUPERFICIES CALIENTES EN INSTALACIONES INDUSTRIALES".

• Superficie aislada y no aislada de la instalación

Para el cálculo de la superficie aislada y no aislada de la instalación, es necesario que estén perfectamente definidos los límites de la inspección.

En general, el primer paso es analizar la información disponible de la instalación objeto del estudio: diagramas de flujo, planos isométricos, planimetrías, planos constructivos, planos de equipos, de conductos... y conocer a qué temperatura trabajan. Es imprescindible visitar la instalación industrial para contrastar los datos.

A continuación, hay que calcular la superficie total aislable correspondiente, segmentándola en los siguientes rangos de temperatura:

60<X≤100
100<X≤200
200<X≤300
300<X≤400
400<X≤500
500<X≤600
600<X≤650

Una vez alcanzada esta definición del total de superficies aislables (S) en cada rango, hay que analizar de nuevo la información disponible de la instalación y calcular, de esa superficie total, la que está actualmente aislada con criterios de "Conservación de Calor (CC)" y la que está actualmente aislada con criterios de "Protección Personal (PP)".

La diferencia entre la superficie total aislable y las superficies aisladas (bien CC o PP) dará como resultado la superficie caliente no aislada de la instalación.

El cuadro final a rellenar para superficie de tuberías sería:

Tª superficial de la instalación (°C)	Total m² tubería	Total m² aislados para Conservación de Calor (CC)	Total m² aislados para Protección Personal (PP)
60<X≤100			
100<X≤200			
200<X≤300			
300<X≤400			
400<X≤500			
500<X≤600			
600<X≤650			
TOTAL	0,00	0,00	0,00

El cuadro final a rellenar para superficies planas y equipos sería:

Tª superficial de la instalación (°C)	Total m² equipo	Total m² aislados para Conservación de Calor (CC)	Total m² aislados para Protección Personal (PP)
60<X≤100			
100<X≤200			
200<X≤300			
300<X≤400			
400<X≤500			
500<X≤600			
600<X≤650			
TOTAL	0,00	0,00	0,00

El cociente entre superficie aislada y superficie aislable en tanto por ciento (%) nos informa de que porcentaje de la instalación objeto de la inspección está aislada.

Este coeficiente es muy importante porque va a ponderar para la nota final la totalidad de los resultados obtenidos en:

- La evaluación de las pérdidas actuales de la instalación, comparadas con el objetivo de 90 W/m², establecido por UNE 92330:2018⁵.
- La evaluación de la situación actual de la instalación aislada, a través de una serie de puntos de inspección revisados.

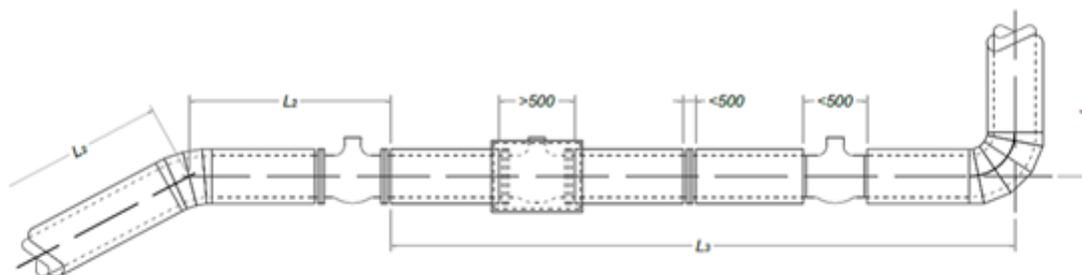
En general, los cálculos de superficies se realizarán en documento aparte. Se define a continuación y con más detalle, algunas de las formas de calcular las superficies aislables.

TUBERÍAS

En caso de que no se disponga de planos de instalación, se trabajará sobre la información de los diagramas de flujo y se realizará una medición aproximada in situ de la longitud de cada línea, en cada rango de temperaturas, dividiendo entre CC (Conservación de Calor) y PP (Protección Personal) y sin aislamiento.

La base de cálculo de la superficie en tuberías será siempre multiplicar en cada línea, la longitud de la tubería a ejes (ver croquis $L=L_1+L_2+L_3+L_4$) en metros y multiplicarla por el perímetro de la tubería también en metros, siempre sin aislamiento.

No se contemplarán extra-medidas por accesorios (válvulas, bridas...) *in line*.



En caso de que las válvulas, bridas, accesorios no estén aislados, se estimará los metros cuadrados totales para contabilizarlos como superficie no aislada.

El criterio de cálculo es que el resultado final en metros cuadrados de tubería sea representativo de la superficie caliente existente en la instalación.

⁵ UNE 92330:2018 *Criterios de instalación del aislamiento térmico en instalaciones industriales de tuberías, equipos, tanques, conductos y superficies calientes, cuyo rango de temperatura sea de 0°C hasta 700°C. Norma elaborada por el comité técnico CNT 92 Aislamiento Térmico, cuya secretaria desempeña ANDIMAT.*

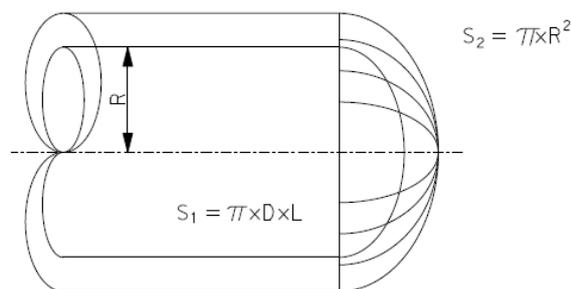
EQUIPOS Y SUPERFICIES PLANAS

En caso de que se disponga de planos de los equipos y superficies planas, se listarán equipo por equipo o tramo a tramo, indicando la temperatura de operación y el tamaño nominal de cada superficie y se sumarán por tramos los m² totales en cada rango de temperaturas, dividiendo entre CC (conservación de calor) y PP (protección personal) y sin aislamiento.

En caso de que no se disponga de planos de algún equipo o superficie plana, se croquizarán los mismos y se realizará una medición aproximada in situ de los metros cuadrados de cada equipo o superficie, en cada rango de temperaturas, dividiendo entre CC (conservación de calor) y PP (protección personal) y sin aislamiento.

La base de cálculo será siempre calcular geoméricamente los metros cuadrados de cada equipo (ver croquis) o superficie, siempre sin aislamiento.

No se contemplarán extra-medidas por accesorios (bocas de hombre...) ni tubuladuras ni soportes.



NOTA:

El radio R para calcular la superficie del fondo (S₂) se medirá directamente sobre la generatriz de fondo del equipo, sin aislar.

El criterio de cálculo es que el resultado final en metros cuadrados de equipos y superficies sea representativo de la superficie caliente existente en la instalación.

- Datos para evaluación del coste de "no aislamiento"

El formulario requiere en primer lugar en este apartado que se indique el precio promedio del coste de la energía

Precio adoptado energía kWh		€/kWh
-----------------------------	--	-------

Y separado para:

- a) Tuberías (hasta 1000 mm de diámetro) o sistemas de tuberías.
- b) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos.

Que se indique en cada caso:

Número de horas anuales de trabajo bajo condiciones de operación		horas/año
--	--	-----------

En el caso de las tuberías, es imprescindible introducir el diámetro medio, en milímetros, de las tuberías objeto de la inspección en cada uno de los rangos de temperaturas de la tabla. Puede ser necesario realizar este cálculo en una hoja independiente al informe.

Tª superficial de la instalación X (°C)	Total m² SIN AISLAR	Diámetro medio (mm)
60<X≤100	0	0
100<X≤200	0	0
200<X≤300	0	0
300<X≤400	0	0
400<X≤500	0	0
500<X≤600	0	0
600<X≤650	0	0
TOTAL	0	

Al ser un valor aproximado, no se consideran amortizaciones, intereses, aumento anual del coste, etc.

PARTE II: BLOQUES DE ANÁLISIS Y CALIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Bloques de análisis

Se trata en esta parte de la explicación de los dos bloques que componen el cuerpo de la inspección de superficies calientes aisladas de la instalación industrial:

- Evaluación de las pérdidas actuales de la instalación, comparadas con el objetivo de 90 W/m^2 , establecido por UNE 92330:2018⁶.
- Evaluación de la inspección cualitativa del aislamiento actualmente instalado, a través de una serie de puntos de inspección.

• Pérdidas térmicas teóricas de la instalación

Para el cálculo de las pérdidas térmicas de las superficies aisladas, es necesario conocer los espesores instalados de material de aislamiento tanto de Conservación de Calor (CC) como de Protección Personal (PP), las características de los mismos, el material instalado para el recubrimiento, si se disponen o no de tablas de espesores nominales de cuando se aisló la instalación, y de toda aquella información necesaria para poder estimar de forma realista las pérdidas térmicas en las superficies aisladas bajo condiciones nominales de uso.

El cálculo de las pérdidas promedio se realizará en documento aparte. El objetivo final es sintetizar en cuatro valores numéricos las pérdidas medias en W/m^2 , medidas en la superficie exterior del aislamiento.

Valor promedio de Perdidas Instalación actual en W/m^2

0,0

En los siguientes casos:

- A.1) Superficies de tuberías (hasta 1000 mm de diámetro) aisladas para Conservación de Calor.
- A.2) Superficies de tuberías (hasta 1000 mm de diámetro) aisladas para Protección Personal.
- B.1) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos aisladas para Conservación de Calor.
- B.2) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos aisladas para Protección Personal.

⁶ UNE 92330: 2018 *Criterios de instalación del aislamiento térmico en instalaciones industriales de tuberías, equipos, tanques, conductos y superficies calientes, cuyo rango de temperatura sea de 0°C hasta 700°C. Norma elaborada por el comité técnico CNT 92 Aislamiento Térmico, cuya secretaria desempeña ANDIMAT.*

Las formas de cálculo dependerán de la dispersión de los datos, de si se dispone de tablas de espesores, de la información disponible, etc.

Algunas formas de cálculo aparecen descritas a continuación:

- a) En caso de que se disponga de los criterios de cálculo de los espesores en W/m^2 medido sobre la superficie aislada (sobre el recubrimiento) se tomará ese valor como valor promedio de pérdidas de la instalación.
- b) Si las superficies aisladas son pocos casos (<10) o pocas combinaciones resumen el 80% de los metros cuadrados, se realizarán los cálculos con programas homologados bajo norma **UNE EN ISO 1221:2010**⁷ para cada combinación de tamaños y espesores y se llegará a un valor promedio ponderado en función de los metros cuadrados de cada tipo. Se tendrá en cuenta las conductividades del material aislante instalado (o materiales comerciales similares), el material de recubrimiento, y aquellas condiciones ambientales que se consideren más relevantes, a criterio del inspector.
- c) Si se han aplicado tablas de espesores al diseño de la instalación, se tomarán entre 6 y 10 valores de la tabla, se realizarán los cálculos con programas homologados para cada combinación de tamaños y espesores y se llegará a un valor promedio ponderado en función de los metros cuadrados de cada tipo. Se tendrá en cuenta las conductividades del material aislante instalado (o materiales comerciales similares), el material de recubrimiento, y las aquellas condiciones ambientales que se consideren más relevantes, a criterio del inspector.

Se indicará en documento anexo al informe los criterios de cálculo adoptados, las asunciones realizadas, las ponderaciones por metros lineales o metros cuadrados, y toda aquella información que justifique que el resultado final en W/m^2 es representativo del aislamiento utilizado actualmente en la instalación.

Los cálculos térmicos se realizarán según la norma **UNE EN ISO 12241:2010**⁸, mediante los programas homologados a tal efecto.

• Inspección cualitativa del aislamiento existente

El formulario requiere en este apartado, separado para:

- a) Tuberías (hasta 1000 mm de diámetro) o sistemas de tuberías.

^{7 8} UNE EN ISO 12241:2010 Aislamiento térmico para equipos de edificación e instalaciones industriales. Método de cálculo. Norma elaborada por el comité técnico CNT 92 Aislamiento Térmico, cuya secretaria desempeña ANDIMAT.

b) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos.

Que el inspector, durante el análisis y/o visita a la instalación, evalúe el cumplimiento o no de las buenas prácticas definidas en la Norma UNE 92330:2018⁹ y la Guía de Buenas Prácticas.

Están agrupadas en cinco grandes grupos:

- Soporte del aislamiento.
- Material aislante.
- Protección metálica.
- Montaje.
- Acabado final.

En cada punto el inspector debe definir qué tipo de inspección se ha realizado:

- V= Visual
- D= Dimensional
- P= Información de Planos
- C= Información de Certificados
- T= Termografía

Y qué porcentaje de cumplimiento estima el inspector que tiene la instalación actual.

De forma complementaria, si lo considera aclaratorio, el inspector puede añadir algún comentario sobre cada punto evaluado.

⁹ UNE 92330:2018 *Criterios de instalación del aislamiento térmico en instalaciones industriales de tuberías, equipos, tanques, conductos y superficies calientes, cuyo rango de temperatura sea de 0°C hasta 700°C. Norma elaborada por el comité técnico CNT 92 Aislamiento Térmico, cuya secretaria desempeña ANDIMAT.*

Calificación de la instalación

Finalmente, tras la introducción de los datos necesarios en las diferentes pestañas, se procederá a la obtención de la calificación del aislamiento en la instalación.

Se evalúan en primer lugar las tuberías y después los equipos/superficies planas. Finalmente, ponderado por el **CISA₆₀**, se obtiene la nota total de la instalación evaluada.

Se hace notar que los pesos de los dos grandes bloques evaluados son:

- Espesores/Pérdidas Térmicas en W/m² 6 puntos
- Programa de puntos de inspecciones..... 4 puntos

Y que sobre cada uno de dichos bloques el programa aplica la nota obtenida, pero ponderada por el porcentaje de superficie aislada sobre superficie aislable.

El rango de la nota es el siguiente:

Rango	Nota	Recomendaciones
más de 9	Excelente	Mantenimiento Preventivo
de 7 a 9	Bueno	Mantenimiento Preventivo. Actuaciones puntuales
de 5 a 7	Deficiente	Mantenimiento Correctivo y Preventivo. Actuaciones de mejora
menos de 5	Muy deficiente	Actuaciones generalizadas de mejora

- Coste de no aislamiento

En base a la información facilitada en las diferentes pestañas, al precio de la energía, a las horas de funcionamiento y a los diámetros de tuberías medios en cada rango, el programa realiza una estimación del coste económico anual (en €) de pérdidas energéticas por tener parte de las superficies de tuberías y equipos sin aislar.

No se considera en este apartado ni el coste de tener en la instalación algunos espesores de aislamiento sub-dimensionados, ni el coste de un montaje de aislamiento no adecuado.

- **Recomendaciones de la herramienta**

Tras la realización de la inspección y en función de las notas parciales obtenidas para tuberías y superficies planas/equipos, se establecen unas recomendaciones genéricas de mantenimiento o actuación en la instalación.

- **Fotografías**

Tras la realización de la inspección y en caso de haber realizado fotografías de la instalación real o haber realizado mediciones más estrictas, como termografías, el inspector puede seleccionar algunas representativas del estado de la instalación, tanto en tuberías como en equipos, implementándolas en el apartado asignado en el informe.

Si el inspector lo considera adecuado, se puede añadir al informe de inspección un anexo de imágenes.

PARTE III: Casos prácticos

Ejemplo 1: Tanque en industria de proceso

- Descripción general del ejemplo

En este ejemplo, no hay tuberías, por lo que sólo se rellena el apartado de equipos, tanto en la descripción general.

B) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos

Se trata de evaluar el nivel de aislamiento de un tanque en una industria de proceso. El alcance del estudio se limita al tanque en sí, excluyendo tubuladuras.

Como en el listado de posiciones:

Item	Descripción	Rango de Temperaturas	Material de aislamiento	Espesor/es de aislamiento	Material de recubrimiento	Espesor de recubrimiento
B1	Tanque de proceso	150 °C	Lana mineral $\lambda_{200^{\circ}\text{C}}=0,069 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	40	Aluminio	0,7

- Selección de las condiciones ambientales de cálculo

Las condiciones adoptadas son:

Instalaciones exteriores

Temperatura ambiental media del lugar (Promedio anual TA(°C) de Guía Técnica Condiciones Climáticas IDAE):

11,63°C

- Cálculo de superficies calientes de la instalación

Las características son:

- Tanque vertical cilíndrico de 8 metros de diámetro y altura 6 metros.
- Fondo cónico de altura 1 metro. Sin aislamiento.
- Temperatura del tanque: 150 °C.
- Aislamiento de envolvente: 40 mm de lana mineral ($\lambda_{200^{\circ}\text{C}}=0,069 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$). Recubrimiento con chapa ondulada de aluminio. 6 filas de distanciadores.
- Aislamiento para Conservación de Calor.
- Aislamiento del techo: ninguno.

Se calcula la superficie del tanque mediante fórmulas geométricas, siempre de la superficie no aislada:

Los metros cuadrados de la envolvente son: 150,8 m²
 Los metros cuadrados del techo cónico son: 51,81 m²
 Los metros cuadrados totales son: 202,61 m²

• **Cálculo de las pérdidas térmicas de la instalación**

A.1) Equipos aislados para Conservación de Calor

Dado que es un único espesor, se calculan directamente las pérdidas térmicas de la instalación (sin tener en cuenta pérdidas por distanciadores, montaje...):

Los valores adoptados son:

Temperatura Superficie: 150 °C
 Temperatura exterior: 11,63 °C
 Viento: 2,42 m/s
 Emisividad recubrimiento: 0,13
 Tipo superficie: Plano, 25 m x 6 m
 Espesor aislamiento: 40 mm

Material aislamiento
 asemejado a lana mineral con:

Temp. °C	50	100	150	200	300	400
λ (W/(m·K))	0,041	0,049	0,058	0,069	0,097	0,134

Programa de cálculo: Cualquiera de los aceptados en el documento: "Aislamiento Térmico en la Industria"
 Standard de cálculo: EN ISO 12241

Pérdidas Térmicas Calculadas: 140,25 W/m²
 (en superficie de recubrimiento)

A.2) Tuberías aisladas para Conservación de Calor

No hay.

- Inspección de la calidad actual del aislamiento en equipos y superficies planas aisladas,

Se inspecciona el equipo y los resultados aparecen en el siguiente cuadro.

¿Existen superficies calientes planas en la instalación entre 60° y 650°C?

Sí

	PUNTOS DE INSPECCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	PUNTO DE LA GUÍA	MUESTRA INSTALACION	TIPO DE CONTROL					VALORACIÓN INSPECTOR	OBSERVACIONES INSPECTOR	Peso Parcial (%) de Punto de Inspección	Ponderación puntos (%)
					V	D	P	C	T				
Soporte del aislamiento	Colocación de los distanciadores, si procede (altura y separación)	Superficies horizontales: 950 mm ± 30 mm; Superficies Verticales: mínimo cada 3 metros. Según Guía		5%	X	X				100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	3%	3%
	Rotura de puente térmico	Según Guía	3.3.1 4.3.1	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	3%	3%
	Tipo y espesor de aislamiento instalado	Corresponde con las especificaciones/ guía	3,1 4.3.2	20%				X		100%	Albaranes Certificados	7%	7%
Material aislante	Estado del aislamiento instalado	Realización de: -Inspecciones visuales -Inspecciones Dimensionales -Inspecciones mediante información de planos -Inspecciones mediante información de certificados -Inspecciones mediante termografías	3,1 4.3.2	5%				X		100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	28%	28%
	Adecuada sujeción	Según especificaciones	3,1 4.3.2	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	4%	4%
	Juntas a tope y contrapeadas (multicapa)	Según especificaciones	3,1 4.3.2	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	4%	4%
Protección metálica	Tipo y espesor del material instalado	Según especificaciones/ guía	3.2.1 4.3.3	20%				X		100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	6%	6%
	Ejecución de bordones y solapes	Según Guía	3.2.1 4.3.3	5%				X		100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	5%	5%
	Fijación por tornillos / remaches POP	Aprox. cada 250 mm. Según Guía	4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	2%	2%
	Superficie aislada (bridas, válvulas...)	Según especificaciones	3.1 4.3.2	100%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	7%	7%
	Correcta instalación a favor de agua	Según Guía	4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	6%	6%
Montaje	Correcto sellado (donde haya riesgo de entrada de agua de lluvia)	Según Guía	4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	6%	6%
	Uso de tapas en finales de aislamiento (cajas desmontables, rosetas...)	Según Guía	4.11	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	4%	4%
	Correcto tratamiento salidas de traceado.	Según Guía	4.11	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	2%	2%
	Tratamiento de puentes térmicos (tapas, instrumentos...)	Según Guía	4.11	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	4%	4%
Acabado final	No presenta golpes, ni aberturas, ni daños.	Inspección general	Guía	5%	X					90%	Abollón en parte inferior	10%	9%
											TOTAL PPI	99%	

• V= Visual • D= Dimensional • P= Información de Planos
• C= Información de Certificados • T= Termografía

- Introducción de datos en el programa

Para superficies:

En el cual el cuadro-resumen de superficies quedaría:

B) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos

Tª superficial de la instalación X (°C)	Total m² superficies planas y equipos	Total m² aislados para Conservación de Calor	Total m² aislados para Protección Personal
60<X≤100	0,00	0,00	0,00
100<X≤200	202,61	150,00	0,00
200<X≤300	0,00	0,00	0,00
300<X≤400	0,00	0,00	0,00
400<X≤500	0,00	0,00	0,00
500<X≤600	0,00	0,00	0,00
600<X≤650	0,00	0,00	0,00
TOTAL	202,61	150,00	0,00

Para pérdidas térmicas:

B.1) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos, aisladas para Conservación de Calor

Valor promedio de Pérdidas Instalación actual en W/m²	140,25
--	---------------

- Obtención del CISA₆₀ de la instalación

Introduciendo los datos de superficies, los resultados son:

Tª superficial de la instalación (°C)	Total m² equipo	Total m² aislados para Conservación de Calor (CC)	Total m² aislados para Protección Personal (PP)	% de superficie aislada para Conservación de Calor (CC)	% de superficie aislada para protección personal (PP)	% de superficie aislada (CC+PP)	% de superficie sin aislamiento	Temperatura media de cada tramo (°C)	TI Temperatura Incremental media para cálculo de CISA T(°C)-60°C	CISA ₆₀ (m²xTI)/1000
60<X≤100	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	80	20	0
100<X≤200	202,61	150,80	0,00	74,43%	0,00%	74,43%	25,57%	150	90	18
200<X≤300	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	250	190	0
300<X≤400	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	350	290	0
400<X≤500	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	450	390	0
500<X≤600	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	550	490	0
600<X≤650	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	625	565	0
TOTAL	202,61	150,00	0,00	74,43%	0,00%	74,43%	25,57%		TOTAL:	18

- Obtención de la calificación de la instalación

CÁLCULO DE LA CALIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

A) Superficies de tuberías (hasta 1000 mm de diámetro)

Tuberías	Nota BASE (N)	Ponderación Superficies Aisladas (% 1)	Ponderación Calidad de aislamiento (% 2)	Nota Total Obtenida (N x %1 x %2)
ANEXO 2.a): Espesores de Aislamiento	6,00	0,00%	0,00%	0,00
ANEXO 3.a): Registros de Inspección en Equipos Aislados	4,00	0,00%	0,00%	0,00
TOTAL NOTA MÁXIMA	10,00		TOTAL	0,00

B) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos

Tuberías	Nota BASE (N)	Ponderación Superficies Aisladas (% 1).	Ponderación Calidad de aislamiento (% 2).	Nota Total Obtenida (N x %1 x %2)
ANEXO 2.b): Espesores de Aislamiento	6,00	74,43%	80,00%	3,57
ANEXO 3.b): Registros de Inspección en Equipos Aislados	4,00	74,43%	99,00%	2,95
TOTAL NOTA MÁXIMA	10,00		TOTAL	6,52

C) Total de superficies calientes en la instalación (A)+(B)

Según tabla a continuación:

Sistema	PESO CISA (%)	NOTA PARCIAL	NOTA PONDERADA
Tuberías	0%	0,00	0,00
Equipos	100%	6,52	6,52
		NOTA GLOBAL	6,52

CALIFICACIÓN OBTENIDA

NOTA: 6,52

- Obtención de las pérdidas económicas estimadas por no aislar las superficies calientes.

Para un:

Precio adoptado energía kWh

0,043

€/kWh

Y:

Número de horas anuales de trabajo bajo condiciones de operación

4500

horas/año

Se obtienen los siguientes resultados:

Tª superficial de la instalación X (°C)	Total m² SIN AISLAR	Total pérdidas kW/m²	Total pérdidas kWh/año	Total €/año
60<X≤100	0	0,892	0	€
100<X≤200	52	2,348	547.339	€ 23.535,59
200<X≤300	0	5,553	0	€
300<X≤400	0	10,560	0	€
400<X≤500	0	18,042	0	€
500<X≤600	0	28,808	0	€
600<X≤650	0	39,595	0	€
TOTAL	52		547.339	€ 23.535,59

- Recomendaciones generadas por la herramienta.

B) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos

La nota parcial obtenida para las superficies planas y equipos de la instalación ha sido: Correcto

Las medidas a adoptar atendiendo a la calificación obtenida son:

Implantación/aplicación del plan de mantenimiento preventivo:

- Revisión periódica del estado del aislamiento.
- Adecuado desmontaje y montaje del aislamiento de bridas, válvulas y elementos singulares.
- Actuaciones puntuales en zonas no aisladas, como bridas, válvulas, etc., o en zonas con aislamiento defectuoso.
- Realización de mediciones más estrictas para detectar puntos calientes no esperados.
- Realización de auditorías específicas del aislamiento, realización de estudio de viabilidad y realización de actuaciones de mejora en las zonas con aislamiento defectuoso.

Ejemplo 2: Línea de producción en industria de proceso

- Descripción general del ejemplo

En este ejemplo, hay tuberías y equipos, por lo que se rellenan ambas descripciones generales.

ALCANCE DEL ESTUDIO

A) Tuberías (hasta 1000 mm de diámetro) o sistemas de tuberías

Se trata de evaluar el nivel y calidad de aislamiento de la parte de proceso de la industria. El alcance del estudio lo componen las tuberías de proceso.

B) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos

Se trata de evaluar el nivel y calidad de aislamiento de la parte de proceso de la industria. El alcance del estudio lo componen el horno central y los conductos de salida.

Y listado de posiciones de tuberías:

A) Tuberías (hasta 1000 mm de diámetro) o sistemas de tuberías

Descripción de tuberías/sistemas de tuberías objeto de la inspección.

Ítem	Descripción	Rango de Temperaturas	Material de aislamiento	Espesor/es de aislamiento	Material de recubrimiento	Espesor de recubrimiento
A1	Tubería proceso nº1, 6"	160 °C	Lana mineral $\lambda_{200^{\circ}\text{C}}= 0,061$ W/(m·K)	60	Aluminio	0,6
A2	Tubería proceso nº1, 4"	160 °C	Lana mineral $\lambda_{200^{\circ}\text{C}}= 0,061$ W/(m·K)	50	Aluminio	0,6
A3	Tubería proceso nº1, 1"	160 °C	Lana mineral $\lambda_{200^{\circ}\text{C}}= 0,061$ W/(m·K)	40	Aluminio	0,6
A4						

Y de equipos:

B) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos

Descripción de tuberías/sistemas de tuberías objeto de la inspección.

Ítem	Descripción	Rango de Temperaturas	Material de aislamiento	Espesor/es de aislamiento	Material de recubrimiento	Espesor de recubrimiento
A1	Horno	205 °C	Lana mineral $\lambda_{200^{\circ}\text{C}}= 0,065$ W/(m·K)	100	Aluminio	1
A2	Conductos	180 °C	Lana mineral $\lambda_{200^{\circ}\text{C}}= 0,065$ W/(m·K)	80	Aluminio	1
A3						

- Selección de las condiciones ambientales de cálculo

Las condiciones adoptadas son:

Instalaciones exteriores

Temperatura ambiental media del lugar (Promedio anual TA(°C) de Guía Técnica Condiciones Climáticas IDAE):

11,63°C

- Cálculo de superficies calientes de la instalación.

Para tuberías

A1&A2&A3	Líneas de Proceso
-------------------------	--------------------------

Los datos de partida se obtienen de los planos disponibles y se listan a continuación:

Tamaño Tubería (")	Diámetro (mm)	Tª Operación (°C)	Material Aislamiento	Aislamiento CC (mm)	Longitud CC (m)	Aislamiento PP (mm)	Longitud PP (m)	Longitud sin aislar (m)
1"	33,4	160°C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ}= 0,061$ W/(mK)	40	45			8
4"	114,3	160°C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ}= 0,061$ W/(mK)	50	185			14
6"	168,3	160°C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ}= 0,061$ W/(mK)	60	360			46

Los cálculos de los metros cuadrados de superficie son:

Tamaño Tubería (")	Diámetro (mm)	Tª Operación (°C)	m2 superficie/ml tubería	Longitud CC (m)	M2 CC	Longitud PP (m)	M2 PP	Longitud sin aislar (m)	M2 SIN AISLAR	M2 TOTALES
1"	33,4	160°C	0,1049	45	4,72		0	8	0,84	5,56
4"	114,3	160°C	0,3591	185	66,43		0	14	5,03	71,46
6"	168,3	160°C	0,5287	360	190,33		0	46	24,32	214,65
TOTALES					261,48		0		30,19	291,67

Para equipos

B1	HORNO
-----------	--------------

Asemejable a superficie plana de 840 m2.

Temperatura de trabajo 205°C.

Aislamiento para Conservación de calor

Espesor de aislamiento 100 mm con Lana mineral $\lambda_{200^\circ}= 0,061$ W/(mK), y chapa exterior de aluminio

Falta aislamiento en las puertas de entrada y algunos puntos. Total m2 sin aislar= 26

Superficie aislada para CC (m2) 814

Superficie sin aislamiento (m2) 26

TOTAL SUPERFICIE 840

B2	CONDUCTOS
-----------	------------------

Se calcula la superficie del tanque mediante fórmulas geométricas, siempre de la superficie no aislada.

Conductos de extracción de aire/vapores

Temperatura de trabajo 180°C.

Aislamiento para Conservación de calor

Espesor de aislamiento 80 mm de $\lambda_{200^\circ}= 0,065$ W/(mK), y chapa exterior de aluminio

Falta aislamiento en compensadores y algunas uniones

Los datos de partida se obtienen de los planos disponibles y se listan a continuación:

Conducto	Anchura	Altura	Longitud	M2 TOTALES	M2 CC	M2 PP	M2 SIN AISLAR
1	0,5	1	72	216	192	0	24
2	1,5	1	36	180	170	0	10
3	2	1,4	25	170	166	0	4
TOTALES				566	528	0	38

• Cálculo de las pérdidas térmicas de la instalación

Para tuberías:

Dado que son pocos tamaños y espesores, se calculan directamente las pérdidas térmicas de la instalación.

Los valores adoptados son:

Temperatura superficie: Según tubería
 Temperatura exterior: 11,68 °C
 Viento: 2,42 m/s
 Emisividad recubrimiento: 0,13
 Tipo superficie: Tubería
 Espesor aislamiento: Según tubería

Material aislamiento
 asemejado a lana mineral con:

Temp. °C	50	100	150	200	300
λ (W/(m·K))	0,038	0,044	0,051	0,061	0,087

Programa de cálculo: Cualquiera de los aceptados en el documento: "Aislamiento Térmico en la Industria"
 Standard de cálculo: EN ISO 12241

A.1) Tuberías aisladas para Conservación de Calor

CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR UNIDAD & RESUMEN DE PÉRDIDAS

Tamaño tubería (")	Diámetro (mm)	Tª operación (°C)	Aislamiento CC (mm)	W/m lineal	Desarrollo con aislamiento (m)	Resultado W/m2	m2 tubería CC	Pesos tubería	Pérdidas W/m2
1"	33,4	160 °C	40	33,35	0,36	92,64	4,72	1,81%	1,67
4"	114,3	161 °C	50	64,64	0,67	96,48	66,43	25,41%	24,51
6"	168,3	162 °C	60	75,7	0,91	83,19	190,33	72,79%	60,55
Total							261,48	100%	86,73

Para equipos:

B1	HORNO
-----------	--------------

Dado que es un único espesor, se calculan directamente las pérdidas térmicas de la instalación (sin tener en cuenta pérdidas por distanciadores, montaje...)

Los valores adoptados son:

Temperatura superficie: 205 °C
 Temperatura exterior: 11,68 °C
 Viento: 2,42 m/s
 Emisividad recubrimiento: 0,13
 Tipo superficie: Plano 1,5x1
 Espesor aislamiento: 100 mm

Material aislamiento
 asemejado a lana mineral con:

Temp. °C	50	100	150	200	300
λ (W/(m·K))	0,039	0,047	0,055	0,065	0,091

Programa de cálculo: TechCalc
 Standard de cálculo: EN ISO 12241

Pérdidas térmicas calculadas: **85,99** W/m2
 (en superficie de recubrimiento)

B2	CONDUCTOS
-----------	------------------

Dado que es un único espesor, se calculan directamente las pérdidas térmicas de la instalación (sin tener en cuenta pérdidas por distanciadores, montaje...)

Los valores adoptados son:

Temperatura superficie: 180 °C
 Temperatura exterior: 11,68 °C
 Viento: 2,42 m/s
 Emisividad recubrimiento: 0,13
 Tipo superficie: Plano 1,5x1
 Espesor aislamiento: 80 mm

Material aislamiento
 asemejado a lana mineral con:

Temp. °C	50	100	150	200	300
λ (W/(m·K))	0,039	0,047	0,055	0,065	0,091

Programa de cálculo: TechCalc
 Standard de cálculo: EN ISO 12241

Pérdidas térmicas calculadas: **81,98** W/m2
 (en superficie de recubrimiento)

- Inspección de la calidad actual del aislamiento en tuberías aisladas

Se inspeccionan las tuberías aisladas y los resultados aparecen en el siguiente cuadro.

¿Existen superficies calientes de tuberías en la instalación entre 60° y 650°C?

Sí

	PUNTOS DE INSPECCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	PUNTO DE LA GUÍA	MUESTRA INSTALACION	TIPO DE CONTROL					VALORACIÓN INSPECTOR	OBSERVACIONES INSPECTOR	Peso Parcial (%) de Punto de Inspección	Ponderación puntos (%)
					V	D	P	C	T				
Soporte del aislamiento	Colocación de los distanciadores, si procede (altura y separación)	Superficies horizontales: 950 mm ± 30 mm; Superficies Verticales: mínimo cada 3 metros. Según Guía	3.3.1 4.3.1	5%	X	X				100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	3%	3%
	Rotura de puente térmico	Según Guía	3.3.1 4.3.1	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	3%	3%
	Tipo y espesor de aislamiento instalado	Corresponde con las especificaciones/ guía	3.1 4.3.2	20%				X		100%	Albaranes Certificados	7%	7%
Material aislante	Estado del aislamiento instalado	Realización de: -Inspecciones visuales -Inspecciones Dimensionales -Inspecciones mediante información de planos -Inspecciones mediante información de certificados -Inspecciones mediante termografías	General	5%				X		100%	Albaranes Certificados	28%	28%
	Adecuada sujeción	Según especificaciones	3.1 4.3.2	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	4%	4%
	Juntas a tope y contrapeadas (multicapa)	Según especificaciones	3.1 4.3.2	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	4%	4%
Protección metálica	Tipo y espesor del recubrimiento instalado	Corresponde con las especificaciones/ guía	3.2.1 4.3.3	20%				X		100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	6%	6%
	Ejecución de bordones y solapes	Según Guía	3.2.1 4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	5%	5%
	Fijación por tornillos / remaches POP	Aprox. cada 250 mm. Según Guía	4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	2%	2%
	Superficie aislada (bridas, válvulas,...)	Según especificaciones	3,1 4.3.2	100%	X					50%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	7%	4%
	Correcta instalación a favor de agua	Según Guía	4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	6%	6%
	Correcto sellado (donde haya riesgo de entrada de agua de lluvia)	Según Guía	4.3.3	5%	X					50%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	6%	3%
Montaje	Uso de tapas en finales de aislamiento (cajas desmontables, etc.)	Según Guía	4.11	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	4%	4%
	Correcto tratamiento salidas de traceado.	Según Guía	4.11	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	2%	2%
	Tratamiento de puentes térmicos (tapas, instrumentos, etc.)	Según Guía	4.11	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	4%	4%
Acabado final	No presenta golpes, ni aberturas, ni daños.	Inspección general	Guía	5%	X					90%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	10%	9%
											TOTAL PPI	93%	

• V= Visual • D= Dimensional • P= Información de Planos
• C= Información de Certificados • T= Termografía

- Inspección de la calidad actual del aislamiento en equipos y superficies planas aisladas,

Se inspeccionan los equipos y superficies planas aisladas y los resultados aparecen en el siguiente cuadro.

¿Existen superficies calientes planas en la instalación entre 60° y 650°C?

Sí

	PUNTOS DE INSPECCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	PUNTO DE LA GUÍA	MUESTRA INSTALACION	TIPO DE CONTROL					VALORACIÓN INSPECTOR	OBSERVACIONES INSPECTOR	Peso Parcial (% de Punto de Inspección)	Ponderación puntos (%)
					V	D	P	C	T				
Soporte del aislamiento	Colocación de los distanciadores, si procede (altura y separación)	Superficies horizontales: 950 mm ± 30 mm; Superficies Verticales: mínimo cada 3 metros. Según Guía		5%	X	X				100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	3%	3%
	Rotura de puente térmico	Según Guía	3.3.1 4.3.1	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	3%	3%
	Tipo y espesor de aislamiento instalado	Corresponde con las especificaciones/ guía	3,1 4.3.2	20%				X		100%	Albaranes Certificados	7%	7%
Material aislante	Estado del aislamiento instalado	Realización de: -Inspecciones visuales -Inspecciones Dimensionales -Inspecciones mediante información de planos -Inspecciones mediante información de certificados -Inspecciones mediante termografías	3,1 4.3.2	5%				X		100%	Albaranes Certificados	28%	28%
	Adecuada sujeción	Según especificaciones	3,1 4.3.2	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	4%	4%
	Juntas a tope y contrapeadas (multicapa)	Según especificaciones	3,1 4.3.2	5%	X					50%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	4%	2%
Protección metálica	Tipo y espesor del material instalado	Según especificaciones/ guía	3.2.1 4.3.3	20%				X		100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	6%	6%
	Ejecución de bordones y solapes	Según Guía	3.2.1 4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	5%	5%
	Fijación por tornillos / remaches POP	Aprox. cada 250 mm. Según Guía	4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	2%	2%
	Superficie aislada (bridas, válvulas,...)	Según especificaciones	3.1 4.3.2	100%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	7%	7%
	Correcta instalación a favor de agua	Según Guía	4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	6%	6%
	Correcto sellado (donde haya riesgo de entrada de agua de lluvia)	Según Guía	4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	6%	6%
Montaje	Uso de tapas en finales de aislamiento (cajas desmontables, rosetas,...)	Según Guía	4.11	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	4%	4%
	Correcto tratamiento salidas de traceado.	Según Guía	4.11	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	2%	2%
	Tratamiento de puentes térmicos (tapas, instrumentos,...)	Según Guía	4.11	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	4%	4%
Acabado final	No presenta golpes, ni aberturas, ni daños.	Inspección general	Guía	5%	X					70%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	10%	7%
											TOTAL PPI	95%	

• V= Visual • D= Dimensional • P= Información de Planos
• C= Información de Certificados • T= Termografía

- Introducción de datos en el programa

De esta manera, el cuadro resumen de superficies de tuberías quedaría:

A) Superficies de tuberías (hasta 1000 mm de diámetro)

Tª superficial de la instalación X (°C)	Total m² tubería	Total m² aislados para Conservación de Calor	Total m² aislados para Protección Personal
60<X≤100	0,00	0,00	0,00
100<X≤200	291,67	261,48	0,00
200<X≤300	0,00	0,00	0,00
300<X≤400	0,00	0,00	0,00
400<X≤500	0,00	0,00	0,00
500<X≤600	0,00	0,00	0,00
600<X≤650	0,00	0,00	0,00
TOTAL	291,67	261,48	0,00

El cuadro resumen de superficies planas y de equipos quedaría:

B) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos

Tª superficial de la instalación X (°C)	Total m² superficies planas y equipos	Total m² aislados para Conservación de Calor	Total m² aislados para Protección Personal
60<X≤100	0,00	0,00	0,00
100<X≤200	566,00	528,00	0,00
200<X≤300	840,00	814,00	0,00
300<X≤400	0,00	0,00	0,00
400<X≤500	0,00	0,00	0,00
500<X≤600	0,00	0,00	0,00
600<X≤650	0,00	0,00	0,00
TOTAL	1406,00	1342,00	0,00

Para pérdidas térmicas en tuberías:

A.1) Superficies en tuberías (hasta 1000 mm de diámetro) aisladas para Conservación de Calor

Valor promedio de Pérdidas Instalación Actual en W/m²	86,73
---	--------------

Para pérdidas térmicas en equipos:

B.1) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos, aisladas para Conservación de Calor

Valor promedio de Pérdidas Instalación Actual en W/m²	84,41
---	--------------

- Obtención del CISA₆₀ de la instalación

A) Superficies de tuberías (hasta 1000 mm de diámetro)

¿Existen superficies calientes de tuberías en la instalación entre 60° y 650°C?

Sí

Tª superficial de la instalación (°C)	Total m² equipo	Total m² aislados para Conservación de Calor (CC)	Total m² aislados para Protección Personal (PP)	% de superficie aislada para Conservación de Calor (CC)	% de superficie aislada para protección personal (PP)	% de superficie aislada (CC+PP)	% de superficie sin aislamiento	Temperatura media de cada tramo (°C)	TI Temperatura Incremental media para cálculo de CISA T(°C)-60°C	CISA ₆₀ (m²xTI)/1000
60<X≤100	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	80	20	0
100<X≤200	291,67	261,48	0,00	89,65%	0,00%	89,65%	10,35%	150	90	26
200<X≤300	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	250	190	0
300<X≤400	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	350	290	0
400<X≤500	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	450	390	0
500<X≤600	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	550	490	0
600<X≤650	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	625	565	0
TOTAL	291,67	261,48	0,00	89,65%	0,00%	89,65%	10,35%		TOTAL:	26

B) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos

¿Existen superficies calientes de tuberías en la instalación entre 60° y 650°C?

Sí

Tª superficial de la instalación (°C)	Total m² equipo	Total m² aislados para Conservación de Calor (CC)	Total m² aislados para Protección Personal (PP)	% de superficie aislada para Conservación de Calor (CC)	% de superficie aislada para protección personal (PP)	% de superficie aislada (CC+PP)	% de superficie sin aislamiento	Temperatura media de cada tramo (°C)	TI Temperatura Incremental media para cálculo de CISA T(°C)-60°C	CISA ₆₀ (m²xTI)/1000
60<X≤100	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	80	20	0
100<X≤200	566,00	528,00	0,00	93,29%	0,00%	93,29%	6,71%	150	90	51
200<X≤300	840,00	814,00	0,00	96,90%	0,00%	96,90%	3,10%	250	190	160
300<X≤400	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	350	290	0
400<X≤500	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	450	390	0
500<X≤600	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	550	490	0
600<X≤650	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	625	565	0
TOTAL	1406,00	1342,00	0,00	95,45%	0,00%	95,45%	4,55%		TOTAL:	211

C) Total de superficies calientes en la instalación (A)+(B)

Tª superficial de la instalación (°C)	Total m²	Total m² aislados para Conservación de Calor (CC)	Total m² aislados para Protección Personal (PP)	% de superficie aislada para Conservación de Calor (CC)	% de superficie aislada para protección personal (PP)	% de superficie aislada (CC+PP)	% de superficie sin aislamiento	TI Temperatura Incremental media para cálculo de CISA T(°C)-60°C	CISA ₆₀ (m²xTI)/1000
60<X≤100	292	261	0	89,65%	0,00%	89,65%	10,35%	26	11,00%
100<X≤200	1406	1342	0	95,45%	0,00%	95,45%	4,55%	211	89,00%
TOTAL:								237	100,00%

- Obtención de la calificación de la instalación

CÁLCULO DE LA CALIFICACION DE LA INSTALACION

A) Superficies de tuberías (hasta 1000 mm de diámetro)

Tuberías	Nota BASE (N)	Ponderación Superficies Aisladas (% 1)	Ponderación Calidad de aislamiento (% 2)	Nota Total Obtenida (N x %1 x %2)
ANEXO 2.a): Espesores de Aislamiento	6,00	89,65%	100,00%	5,38
ANEXO 3.a): Registros de Inspección en Equipos Aislados	4,00	89,65%	92,50%	3,32
TOTAL NOTA MÁXIMA	10,00		TOTAL	8,70

B) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos

Tuberías	Nota BASE (N)	Ponderación Superficies Aisladas (% 1).	Ponderación Calidad de aislamiento (% 2).	Nota Total Obtenida (N x %1 x %2)
ANEXO 2.b): Espesores de Aislamiento	6,00	95,45%	100,00%	5,73
ANEXO 3.b): Registros de Inspección en Equipos Aislados	4,00	95,45%	95,30%	3,64
TOTAL NOTA MÁXIMA	10,00		TOTAL	9,37

C) Total de superficies calientes en la instalación (A)+(B)

Según tabla a continuación:

Sistema	PESO CISA (%)	NOTA PARCIAL	NOTA PONDERADA
Tuberías	11,00%	8,70	0,96
Equipos	89,00%	9,37	8,34
		NOTA GLOBAL	9,30

- Obtención de las pérdidas económicas estimadas por no aislar las superficies calientes.

Para un:

Precio adoptado energía kWh

0,043

€/kWh

Y:

Número de horas anuales de trabajo bajo condiciones de operación

4500

horas/año

Se obtienen los siguientes resultados para tuberías:

Tª superficial de la instalación X (°C)	Total m² SIN AISLAR	Diámetro medio (mm)	Total pérdidas kW/m²	Total pérdidas kWh/año	Total €/año
60<X≤100	0	0	0,000	0	€
100<X≤200	30	105	2,341	318.029	€ 13.675,24
200<X≤300	0	0	0,000	0	€
300<X≤400	0	0	0,000	0	€
400<X≤500	0	0	0,000	0	€
500<X≤600	0	0	0,000	0	€
600<X≤650	0	0	0,000	0	€
TOTAL	30			318.029	€ 13.675,24

Y para equipos:

Tª superficial de la instalación X (°C)	Total m² SIN AISLAR	Total pérdidas kW/m²	Total pérdidas kWh/año	Total €/año
60<X≤100	0	0,892	0	€
100<X≤200	38	2,348	401.446	€ 17.262,16
200<X≤300	26	5,553	649.698	€ 27.937,03
300<X≤400	0	10,560	0	€
400<X≤500	0	18,042	0	€
500<X≤600	0	28,808	0	€
600<X≤650	0	39,595	0	€
TOTAL	64		1.051.144	€ 45.199,19

- Recomendaciones generadas por la herramienta.

A) Superficies de tuberías (hasta 1000 mm de diámetro)

La nota parcial obtenida para las tuberías de la instalación ha sido: Muy bueno

Las medidas a adoptar atendiendo a la calificación obtenida son:

Implantación/aplicación del plan de mantenimiento preventivo:

- Revisión periódica del estado del aislamiento.
- Adecuado desmontaje y montaje del aislamiento de bridas, válvulas y elementos singulares.
- Actuaciones puntuales en zonas no aisladas, como bridas, válvulas, etc., o en zonas con aislamiento defectuoso.
- Realización de mediciones más estrictas para detectar puntos calientes no esperados.

B) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos

La nota parcial obtenida para las superficies planas y equipos de la instalación ha sido:

Excelente

Las medidas a adoptar atendiendo a la calificación obtenida son:

Implantación/aplicación del plan de mantenimiento preventivo:

- Revisión periódica del estado del aislamiento.
- Adecuado desmontaje y montaje del aislamiento de bridas, bridas ciegas, bocas de hombre y elementos singulares.

Ejemplo 3: Circuito de aceite térmico en industria de proceso

- Descripción general del ejemplo

En este ejemplo, hay tuberías y equipos, por lo que se rellenan ambas descripciones generales.

ALCANCE DEL ESTUDIO

A) Tuberías (hasta 1000 mm de diámetro) o sistemas de tuberías

Se trata de evaluar el nivel de aislamiento de un sistema de generación, distribución y consumo de aceite térmico. El alcance del estudio termina en las entradas/salidas de cada uno de los puntos de uso. Incluye todas las tuberías de distribución, picajes, venteos, drenajes, asociadas al diagrama de flujo de la instalación y al montaje in situ de la misma.

B) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos

Se trata de evaluar el nivel y calidad de aislamiento de dos equipos aislados asociadas al sistema de generación de aceite térmico: caldera y depósito expensor.

Y listado de posiciones de tuberías:

Ítem	Descripción	Rango de Temperaturas	Material de aislamiento	Espesor/es de aislamiento	Material de recubrimiento	Espesor de recubrimiento
A1	Sistema de impulsión de aceite térmico	230 °C	Lana mineral $\lambda_{200^{\circ}\text{C}}= 0,062$ W/(m·K)	varios	Aluminio	varios
A2	Sistema de retorno de aceite térmico	190 °C	Lana mineral $\lambda_{200^{\circ}\text{C}}= 0,062$ W/(m·K)	varios	Aluminio	varios
A3						

Y de equipos:

Ítem	Descripción	Rango de Temperaturas	Material de aislamiento	Espesor/es de aislamiento	Material de recubrimiento	Espesor de recubrimiento
B1	Caldera de Aceite térmico	230 °C	Lana mineral $\lambda_{200^{\circ}\text{C}}= 0,061$ W/(m·K)	100	Acero galvanizado pintado	1 mm
B2	Depósito expensor de Aceite térmico	230 °C	Lana mineral $\lambda_{200^{\circ}\text{C}}= 0,061$ W/(m·K)	80	Aluminio	1 mm
B3						

- Selección de las condiciones ambientales de cálculo

Las condiciones adoptadas son:

Instalaciones exteriores

Temperatura ambiental media del lugar (Promedio anual TA(°C) de Guía Técnica Condiciones Climáticas IDAE):

11,63°C

- Cálculo de superficies calientes de la instalación.

Para tuberías

A1	Sistema de impulsión de aceite térmico
-----------	---

Los datos de partida se obtienen de los planos disponibles y se listan a continuación:

Tamaño Tubería (")	Diámetro (mm)	Tª Operación (°C)	Material Aislamiento	Aislamiento CC (mm)	Longitud CC (m)	Aislamiento PP (mm)	Longitud PP (m)	Longitud sin aislar (m)
1"	33,4	230°C	Lana mineral λ200º= 0,062 W/(mK)	40	12	30	4	16
1,5"	48,3	230°C	Lana mineral λ200º= 0,062 W/(mK)	40	22	30	6	24
2"	60,3	230°C	Lana mineral λ200º= 0,062 W/(mK)	50	40	30	5	6
2,5"	76	230°C	Lana mineral λ200º= 0,062 W/(mK)	50	86	30	4	0
3"	88,9	230°C	Lana mineral λ200º= 0,062 W/(mK)	50	144	30	6	0

Los cálculos de los metros cuadrados de superficie son:

Tamaño Tubería (")	Diámetro (mm)	Tª Operación (°C)	m2 superficie/ml tubería	Longitud CC (m)	m2 CC	Longitud PP (m)	m2 PP	Longitud sin aislar (m)	m2 SIN AISLAR	m2 TOTALES
1"	33,4	230°C	0,1049	12	1,26	4	0,42	16	1,68	3,36
1,5"	48,3	230°C	0,1517	22	3,34	6	0,91	24	3,64	7,89
2"	60,3	230°C	0,1894	40	7,58	5	0,95	6	1,14	9,67
2,5"	76	230°C	0,2388	86	20,54	4	0,96	0	0	21,5
3"	88,9	230°C	0,2793	144	40,22	6	1,68	0	0	41,9
TOTALES					72,94		4,92		6,46	84,32

A2	Sistema de retorno de aceite térmico
-----------	---

Los datos de partida se obtienen de los planos disponibles y se listan a continuación:

Tamaño Tubería (")	Diámetro (mm)	Tª Operación (°C)	Material Aislamiento	Aislamiento CC (mm)	Longitud CC (m)	Aislamiento PP (mm)	Longitud PP (m)	Longitud sin aislar (m)
1"	33,4	190°C	Lana mineral λ200º= 0,062 W/(mK)	40	6	0	4	20
1,5"	48,3	190°C	Lana mineral λ200º= 0,062 W/(mK)	40	24	0	6	30
2"	60,3	190°C	Lana mineral λ200º= 0,062 W/(mK)	40	38	0	5	11
2,5"	76	190°C	Lana mineral λ200º= 0,062 W/(mK)	40	112	0	4	4
3"	88,9	190°C	Lana mineral λ200º= 0,062 W/(mK)	40	121	0	6	6

Los cálculos de los metros cuadrados de superficie son:

Tamaño Tubería (")	Diámetro (mm)	Tª Operación (°C)	m2 superficie/ml tubería	Longitud CC (m)	m2 CC	Longitud PP (m)	m2 PP	Longitud sin aislar (m)	m2 SIN AISLAR	m2 TOTALES
1"	33,4	190°C	0,1049	6	0,63	0	0	20	2,1	2,73
1,5"	48,3	190°C	0,1517	24	3,64	0	0	30	4,55	8,19
2"	60,3	190°C	0,1894	38	7,2	0	0	11	2,08	9,28
2,5"	76	190°C	0,2388	112	26,75	0	0	4	0,96	27,71
3"	88,9	190°C	0,2793	121	33,8	0	0	6	1,68	35,48
TOTALES					72,02		0		11,37	83,39

Para equipos

B1	Caldera de Aceite térmico
-----------	----------------------------------

Caldera de aceite térmico

Asemejable a superficie plana de 10,5 m².

Temperatura de la caldera 230°C.

Aislamiento para Conservación de Calor

Preaislado por el fabricante. Espesor de aislamiento 100 mm de Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,063 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, y chapa exterior galvanizada y pintada.

TOTAL SUPERFICIE

10,5

B2	Depósito expansor de aceite térmico
-----------	--

Se calcula la superficie del tanque mediante fórmulas geométricas, siempre de la superficie no aislada.

Depósito expansor de aceite térmico

Expansor vertical cilíndrico de 1 metros de diámetro y altura 2 metros.

Fondos Klöpper del expansor.

Temperatura del tanque expansor de 230°C.

Aislamiento para Conservación de calor

Aislamiento envolvente y fondos: 80 mm de Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,063 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Recubrimiento con chapa lisa de de aluminio.

Superficie Envolvente (m²)

6,28

Superficie Fondo Superior (m²)

1,33

Superficie Fondo Exterior (m²)

1,33

TOTAL SUPERFICIE (m²)

8,94

• Cálculo de las pérdidas térmicas de la instalación

Para tuberías:

A.1) Tuberías aisladas para Conservación de Calor

CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR UNIDAD & RESUMEN DE PÉRDIDAS

Tamaño Tubería (")	Diámetro (mm)	Tª Operación (°C)	Material Aislamiento	Aislamiento CC (mm)	W/m lineal	Desarrollo con aislamiento (m)	Resultado W/m ²	m ² tubería aislada CC	Pesos tubería	Pérdidas W/m ²
1"	33,4	230 °C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,062 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	40	55,61	0,36	154,47	1,26	0,86%	1,34
1,5"	48,3	230 °C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,062 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	40	69,43	0,40	173,58	3,34	2,30%	4
2"	60,3	230 °C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,062 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	50	69,96	0,50	139,92	7,58	5,23%	7,32
2,5"	76	230 °C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,062 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	50	81,01	0,55	148,29	20,54	14,17%	20,87
3"	88,9	230 °C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,062 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	50	90,18	0,59	152,85	40,22	27,75%	42,41
1"	33,4	190 °C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,062 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	40	42,32	0,36	117,56	0,63	0,43%	0,51
1,5"	48,3	190 °C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,062 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	40	52,84	0,40	132,1	3,64	2,51%	3,32
2"	60,3	190 °C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,062 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	40	61,04	0,44	138,73	7,2	4,97%	6,89
2,5"	76	190 °C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,062 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	40	71,57	0,49	146,06	26,75	18,45%	26,95
3"	88,9	190 °C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,062 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	40	80,17	0,53	151,26	33,8	23,32%	35,27
Total								144,96	100%	148,88

A.2) Tuberías aisladas para Protección Personal

CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR UNIDAD & RESUMEN DE PÉRDIDAS

Tamaño Tubería (")	Diámetro (mm)	Tª Operación (°C)	Material Aislamiento	Aislamiento CC (mm)	W/m lineal	Desarrollo con aislamiento (m)	Resultado W/m ²	m ² tubería aislada PP	Pesos tubería	Pérdidas W/m ²
1"	33,4	230 °C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,062 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	30	65,57	0,29	226,1	0,42	8,54%	19,3
1,5"	48,3	230 °C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,062 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	30	83,25	0,34	244,85	0,91	18,50%	45,29
2"	60,3	230 °C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,062 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	30	97,15	0,38	255,66	0,95	19,31%	49,37
2,5"	76	230 °C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,062 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	30	115,08	0,43	267,63	0,96	19,51%	52,22
3"	88,9	230 °C	Lana mineral $\lambda_{200^\circ} = 0,062 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	30	129,67	0,47	275,89	1,68	34,15%	94,21
Total								4,92	100%	260,39

Para equipos:

B.1) Equipos aisladas para Conservación de Calor

RESUMEN DE PÉRDIDAS

Equipo	Equipo	W/m2	Resultado W/m2	m2 equipo	Pesos equipo	Pérdidas W/m2
B1	Caldera	65,57	105,1	10,5	54,01%	56,77
B2	Expansor	83,25	129,79	8,94	45,99%	59,69
			Total	144,96	100%	116,46

B1	Caldera de aceite térmico
-----------	----------------------------------

Dado que es un único espesor, se calculan directamente las pérdidas térmicas de la instalación (sin tener en cuenta pérdidas por distanciadores, montaje...)

Los valores adoptados son:

Temperatura superficie: 230 °C
 Temperatura exterior: 11,68 °C
 Viento: 2,42 m/s
 Emisividad recubrimiento: 0,13
 Tipo superficie: Plano 3x3
 Espesor aislamiento: 100 mm

Material aislamiento
 asemejado a lana mineral con:

Temp. °C	50	100	150	200	300
λ (W/(m·K))	0,04	0,046	0,061	0,08	0,104

Programa de cálculo:

Cualquiera de los aceptados en el documento "Aislamiento Térmico en la Industria"

Standard de cálculo:

EN ISO 12241

Pérdidas térmicas calculadas:

105,1 W/m2

(en superficie de recubrimiento)

B2	Depósito expansor de aceite térmico
-----------	--

Dado que es un único espesor, se calculan directamente las pérdidas térmicas de la instalación (sin tener en cuenta pérdidas por distanciadores, montaje...)

Los valores adoptados son:

Temperatura superficie: 230 °C
 Temperatura exterior: 11,68 °C
 Viento: 2,42 m/s
 Emisividad recubrimiento: 0,13
 Tipo superficie: Cilíndrico 1x2
 Espesor aislamiento: 80 mm

Material aislamiento
 asemejado a lana mineral con:

Temp. °C	50	100	150	200	300
λ (W/(m·K))	0,04	0,046	0,061	0,08	0,104

Programa de cálculo:

Cualquiera de los aceptados en el documento "Aislamiento Térmico en la Industria"

Standard de cálculo:

EN ISO 12241

Pérdidas térmicas calculadas:

129,79 W/m2

(en superficie de recubrimiento)

B.2) Equipos aisladas para Protección Personal

No hay

- Inspección de la calidad actual del aislamiento en tuberías aisladas

Se inspeccionan las tuberías aisladas y los resultados aparecen en el siguiente cuadro:

¿Existen superficies calientes de tuberías en la instalación entre 60° y 650°C?

Sí

	PUNTOS DE INSPECCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	PUNTO DE LA GUÍA	MUESTRA INSTALACION	TIPO DE CONTROL					VALORACIÓN INSPECTOR	OBSERVACIONES INSPECTOR	Peso Parcial (% de Punto de Inspección)	Ponderación puntos (%)
					V	D	P	C	T				
Soporte del aislamiento	Colocación de los distanciadores, si procede (altura y separación)	Superficies horizontales: 950 mm ± 30 mm; Superficies Verticales: mínimo cada 3 metros. Según Guía	3.3.1 4.3.1	5%	X	X				100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	3%	3%
	Rotura de puente térmico	Según Guía	3.3.1 4.3.1	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	3%	3%
	Tipo y espesor de aislamiento instalado	Corresponde con las especificaciones/guía	3.1 4.3.2	20%				X		100%	Albaranes Certificados	10%	10%
Material aislante	Estado del aislamiento instalado	Realización de: -Inspecciones visuales -Inspecciones Dimensionales -Inspecciones mediante información de planos -Inspecciones mediante información de certificados -Inspecciones mediante termografías	General	5%		X				100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	22%	22%
	Adecuada sujeción	Según especificaciones	3.1 4.3.2	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	5%	5%
	Juntas a tope y contrapeadas (multicapa)	Según especificaciones	3.1 4.3.2	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	5%	5%
Protección metálica	Tipo y espesor del recubrimiento instalado	Corresponde con las especificaciones/guía	3.2.1 4.3.3	20%				X		100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	6%	6%
	Ejecución de bordones y solapes	Según Guía	3.2.1 4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	5%	5%
	Fijación por tornillos / remaches POP	Aprox. cada 250 mm. Según Guía	4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	2%	2%
	Superficie aislada (bridas, válvulas,...)	Según especificaciones	3,1 4.3.2	100%	X					50%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	7%	4%
	Correcta instalación a favor de agua	Según Guía	4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	6%	6%
Montaje	Correcto sellado (donde haya riesgo de entrada de agua de lluvia)	Según Guía	4.3.3	5%	X					50%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	6%	3%
	Uso de tapas en finales de aislamiento (cajas desmontables, etc.)	Según Guía	4.1.1	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	4%	4%
	Correcto tratamiento salidas de traceado.	Según Guía	4.1.1	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	2%	2%
	Tratamiento de puentes térmicos (tapas, instrumentos, etc.)	Según Guía	4.1.1	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	4%	4%
Acabado final	No presenta golpes, ni aberturas, ni daños.	Inspección general	Guía	5%	X					90%	Abollón en parte inferior	10%	9%

• V= Visual • D= Dimensional • P= Información de Planos
• C= Información de Certificados • T= Termografía

TOTAL PPI 93%

- Inspección de la calidad actual del aislamiento en equipos y superficies planas aisladas,

Se inspeccionan los equipos y superficies planas aisladas y los resultados aparecen en el siguiente cuadro.

¿Existen superficies calientes planas en la instalación entre 60° y 650°C?

Sí

	PUNTOS DE INSPECCIÓN	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	PUNTO DE LA GUÍA	MUESTRA INSTALACION	TIPO DE CONTROL					VALORACIÓN INSPECTOR	OBSERVACIONES INSPECTOR	Peso Parcial (% de Punto de Inspección)	Ponderación puntos (%)
					V	D	P	C	T				
Soporte del aislamiento	Colocación de los distanciadores, si procede (altura y separación)	Superficies horizontales: 950 mm ± 30 mm; Superficies Verticales: mínimo cada 3 metros. Según Guía		5%	X	X				100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	3%	3%
	Rotura de puente térmico	Según Guía	3.3.1 4.3.1	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	3%	3%
	Tipo y espesor de aislamiento instalado	Corresponde con las especificaciones/guía	3,1 4.3.2	20%				X		100%	Albaranes Certificados	10%	10%
Material aislante	Estado del aislamiento instalado	Realización de: -Inspecciones visuales -Inspecciones Dimensionales -Inspecciones mediante información de planos -Inspecciones mediante información de certificados -Inspecciones mediante termografías	3,1 4.3.2	5%		X				100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	22%	22%
	Adecuada sujeción	Según especificaciones	3,1 4.3.2	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	5%	5%
Protección metálica	Juntas a tope y contrapeadas (multicapa)	Según especificaciones	3,1 4.3.2	5%	X					50%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	5%	3%
	Tipo y espesor del material instalado	Según especificaciones/guía	3.2.1 4.3.3	20%				X		100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	6%	6%
	Ejecución de bordones y solapes	Según Guía	3.2.1 4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	5%	5%
	Fijación por tornillos / remaches POP	Aprox. cada 250 mm. Según Guía	4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	2%	2%
	Superficie aislada (bridas, válvulas,...)	Según especificaciones	3.1 4.3.2	100%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	7%	7%
	Correcta instalación a favor de agua	Según Guía	4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	6%	6%
	Correcto sellado (donde haya riesgo de entrada de agua de lluvia)	Según Guía	4.3.3	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	6%	6%
Montaje	Uso de tapas en finales de aislamiento (cajas desmontables, rosetas,...)	Según Guía	4.11	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	4%	4%
	Correcto tratamiento salidas de traceado.	Según Guía	4.11	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	2%	2%
	Tratamiento de puentes térmicos (tapas, instrumentos,...)	Según Guía	4.11	5%	X					100%	Todo bien según Guía de Buenas Prácticas	4%	4%
Acabado final	No presenta golpes, ni aberturas, ni daños.	Inspección general	Guía	5%	X					70%	Abollón en parte inferior	10%	7%
											TOTAL PPI	95%	

• V= Visual • D= Dimensional • P= Información de Planos
• C= Información de Certificados • T= Termografía

- Introducción de datos en el programa

De esta manera, el cuadro resumen de superficies de tuberías quedaría:

Tª superficial de la instalación X (°C)	Total m² tubería	Total m² aislados para Conservación de Calor	Total m² aislados para Protección Personal
60<X≤100	0,00	0,00	0,00
100<X≤200	83,39	72,02	0,00
200<X≤300	84,32	72,94	4,92
300<X≤400	0,00	0,00	0,00
400<X≤500	0,00	0,00	0,00
500<X≤600	0,00	0,00	0,00
600<X≤650	0,00	0,00	0,00
TOTAL	167,71	144,96	4,92

El cuadro resumen de superficies planas y de equipos quedaría:

Tª superficial de la instalación X (°C)	Total m² superficies planas y equipos	Total m² aislados para Conservación de Calor	Total m² aislados para Protección Personal
60<X≤100	0,00	0,00	0,00
100<X≤200	0,00	0,00	0,00
200<X≤300	19,44	19,44	0,00
300<X≤400	0,00	0,00	0,00
400<X≤500	0,00	0,00	0,00
500<X≤600	0,00	0,00	0,00
600<X≤650	0,00	0,00	0,00
TOTAL	19,44	19,44	0,00

Para pérdidas térmicas en tuberías:

A.1) Superficies en tuberías (hasta 1000 mm de diámetro) aisladas para Conservación de Calor

Valor promedio de Pérdidas Instalación Actual en W/m²	148,88
---	---------------

A.2) Superficies en tuberías (hasta 1000 mm de diámetro) aisladas para Protección Personal

Valor promedio de Pérdidas Instalación Actual en W/m²	260,39
---	---------------

Para pérdidas térmicas en equipos:

B.1) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos, aisladas para Conservación de Calor

Valor promedio de Pérdidas Instalación Actual en W/m² **116,46**

B.2) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos, aisladas para Protección Personal

Valor promedio de Pérdidas Instalación Actual en W/m² **0,00**

- Obtención del CISA₆₀ de la instalación

A) Superficies de tuberías (hasta 1000 mm de diámetro)

¿Existen superficies calientes de tuberías en la instalación entre 60° y 650°C?

Sí

Tª superficial de la instalación (°C)	Total m ² tubería	Total m ² aislados para Conservación de Calor (CC)	Total m ² aislados para Protección Personal (PP)	% de superficie aislada para Conservación de Calor (CC)	% de superficie aislada para protección personal (PP)	% de superficie aislada (CC+PP)	% de superficie sin aislamiento	Temperatura media de cada tramo (°C)	TI Temperatura Incremental media para cálculo de CISA T(°C)-60°C	CISA ₆₀ (m ² xTI)/1000
60<X≤100	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	80	20	0
100<X≤200	83,39	72,02	0,00	86,37%	0,00%	86,37%	13,63%	150	90	8
200<X≤300	84,32	72,94	4,92	86,50%	5,83%	92,34%	7,66%	250	190	16
300<X≤400	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	350	290	0
400<X≤500	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	450	390	0
500<X≤600	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	550	490	0
600<X≤650	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	625	565	0
TOTAL	167,71	144,96	4,92	86,43%	2,93%	89,37%	10,63%		TOTAL:	24

B) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos

¿Existen superficies calientes planas en la instalación entre 60° y 650°C?

Sí

Tª superficial de la instalación (°C)	Total m ² equipo	Total m ² aislados para Conservación de Calor (CC)	Total m ² aislados para Protección Personal (PP)	% de superficie aislada para Conservación de Calor (CC)	% de superficie aislada para protección personal (PP)	% de superficie aislada (CC+PP)	% de superficie sin aislamiento	Temperatura media de cada tramo (°C)	TI Temperatura Incremental media para cálculo de CISA T(°C)-60°C	CISA ₆₀ (m ² xTI)/1000
60<X≤100	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	80	20	0
100<X≤200	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	150	90	0
200<X≤300	19,44	19,44	0,00	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	250	190	4
300<X≤400	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	350	290	0
400<X≤500	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	450	390	0
500<X≤600	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	550	490	0
600<X≤650	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	625	565	0
TOTAL	19,44	19,44	0,00	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%		TOTAL:	4

C) Total de superficies calientes en la instalación (A)+(B)

Tª superficial de la instalación (°C)	Total m²	Total m² aislados para Conservación de Calor (CC)	Total m² aislados para Protección Personal (PP)	% de superficie aislada para Conservación de Calor (CC)	% de superficie aislada para protección personal (PP)	% de superficie aislada (CC+PP)	% de superficie sin aislamiento	CISA ₆₀ (m²xTl)/1000	% REPARTO CISA ₆₀
TOTAL SUPERFICIES CALIENTES TUBERÍA	168	145	5	86,43%	2,93%	89,37%	10,63%	24	86,00%
TOTAL SUPERFICIES CALIENTES EQUIPOS	19	19	0	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	4	14,00%
TOTAL:								28	100,00%

- Obtención de la calificación de la instalación

CÁLCULO DE LA CALIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

A) Superficies de tuberías (hasta 1000 mm de diámetro)

Tuberías	Nota BASE (N)	Ponderación Superficies Aisladas (% 1)	Ponderación Calidad de aislamiento (% 2)	Nota Total Obtenida (N x %1 x %2)
ANEXO 2.a): Espesores de Aislamiento	6,00	89,37%	79,02%	4,24
ANEXO 3.a): Registros de Inspección en Equipos Aislados	4,00	89,37%	92,50%	3,31
TOTAL NOTA MÁXIMA	10,00		TOTAL	7,55

B) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos

Tuberías	Nota BASE (N)	Ponderación Superficies Aisladas (% 1).	Ponderación Calidad de aislamiento (% 2).	Nota Total Obtenida (N x %1 x %2)
ANEXO 2.b): Espesores de Aislamiento	6,00	100,00%	90,00%	5,40
ANEXO 3.b): Registros de Inspección en Equipos Aislados	4,00	100,00%	94,50%	3,78
TOTAL NOTA MÁXIMA	10,00		TOTAL	9,18

C) Total de superficies calientes en la instalación (A)+(B)

Según tabla a continuación:

Sistema	PESO CISA (%)	NOTA PARCIAL	NOTA PONDERADA
Tuberías	86,00%	7,55	6,49
Equipos	14,00%	9,18	1,29
		NOTA GLOBAL	7,78

- Obtención de las pérdidas económicas estimadas por no aislar las superficies calientes.

Para un:

Precio adoptado energía kWh

0,043

€/kWh

Y:

Número de horas anuales de trabajo bajo condiciones de operación

4500

horas/año

Se obtienen los siguientes resultados para tuberías:

Tª de la instalación X (°C)	Total m² SIN AISLAR	Diámetro medio (mm)	Total pérdidas kW/m²	Total pérdidas kWh/año	Total €/año
60<X≤100	0	0	0,000	0	€
100<X≤200	11	61	2,492	127.528	€ 5.483,71
200<X≤300	6	61	5,839	169.736	€ 7.298,64
300<X≤400	0	0	0,000	0	€
400<X≤500	0	0	0,000	0	€
500<X≤600	0	0	0,000	0	€
600<X≤650	0	0	0,000	0	€
TOTAL	18			297.264	€ 12.782,35

Y para equipos y superficies planas, no hay superficie sin aislar, por lo que el cuadro no se rellena.

- Recomendaciones generadas por la herramienta.

A) Superficies de tuberías (hasta 1000 mm de diámetro)

La nota parcial obtenida para las tuberías de la instalación ha sido: Muy bueno

Las medidas a adoptar atendiendo a la calificación obtenida son:

Implantación/aplicación del plan de mantenimiento preventivo:

- Revisión periódica del estado del aislamiento.
- Adecuado desmontaje y montaje del aislamiento de bridas, válvulas y elementos singulares.
- Actuaciones puntuales en zonas no aisladas, como bridas, válvulas, etc., o en zonas con aislamiento defectuoso.
- Realización de mediciones más estrictas para detectar puntos calientes no esperados.

B) Superficies planas (desde 1000 mm de diámetro) y equipos

La nota parcial obtenida para las superficies planas y equipos de la instalación ha sido: Excelente

Las medidas a adoptar atendiendo a la calificación obtenida son:

Implantación/aplicación del plan de mantenimiento preventivo:

- Revisión periódica del estado del aislamiento.
- Adecuado desmontaje y montaje del aislamiento de bridas, bridas ciegas, bocas de hombre y elementos singulares.

Ejemplo 4: Análisis aditivo de industria de proceso

- Descripción general del ejemplo

En este ejemplo, en la descripción general se indica brevemente las superficies que se van a sumar, de las diferentes partes, sistemas... previamente inspeccionados.

ALCANCE DEL ESTUDIO

Se trata de evaluar el nivel de aislamiento global de una industria, en la que se han realizado inspecciones parciales de aislamiento. Está compuesta por 3 depósitos, 2 líneas de fabricación y 1 circuito de aceite térmico.

- Relación de Subsistemas

En el listado de subsistemas se indican la totalidad de inspecciones unitarias que se van a tener en cuenta como base de cálculo para el global de la instalación, los coeficientes CISA₆₀ de cada caso y el peso que se le va a dar a cada uno en la nota.

RELACION DE SUBSISTEMAS, COEFICIENTES CISA y PESOS RELATIVOS

#	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO INSPECCIÓN PREVIA	CISA ₆₀	PESO (%)
1	Tanque de proceso a 90°C	Ejemplo 1	18	3,24%
2	Tanque de proceso a 90°C	Ejemplo 1	18	3,24%
3	Tanque de proceso a 90°C	Ejemplo 1	18	3,24%
4	Línea de proceso nº1	Ejemplo 2	237	42,63%
5	Línea de proceso nº2	Ejemplo 2	237	42,63%
6	Circuito de aceite térmico	Ejemplo 3	28	5,04%
7				0,00%
TOTAL			556	100,00%

- Cálculo de la nota aditiva de la instalación

Se procede a realizar la suma ponderada de todas las notas obtenidas de cada una de las inspecciones unitarias usadas de base.

CÁLCULO DE NIVEL DE AISLAMIENTO GLOBAL

#	DESCRIPCIÓN	PESO (%)	NOTA SUBSISTEMA	NOTA PONDERADA
1	Tanque de proceso a 90°C	3,24%	6,48	0,21
2	Tanque de proceso a 90°C	3,24%	6,48	0,21
3	Tanque de proceso a 90°C	3,24%	6,48	0,21
4	Línea de proceso n°1	42,63%	9,30	3,96
5	Línea de proceso n°2	42,63%	9,30	3,96
6	Circuito de aceite térmico	5,04%	7,78	0,39
7				0,00
			TOTAL	8,94

- Obtención de la calificación de la instalación

CALIFICACIÓN OBTENIDA GLOBAL

NOTA GLOBAL: 8,94

Rango	Nota	Recomendaciones
más de 9	Excelente	Mantenimiento Preventivo
de 7 a 9	Bueno	Mantenimiento Preventivo. Actuaciones puntuales
de 5 a 7	Deficiente	Mantenimiento Correctivo y Preventivo. Actuaciones de mejora
menos de 5	Muy deficiente	Actuaciones generalizadas de mejora

- Obtención de las pérdidas económicas estimadas por no aislar las superficies calientes.

Se procede a sumar las pérdidas netas totales obtenidas en cada una de las inspecciones unitarias usadas de base.

#	DESCRIPCIÓN	COSTE ANUAL APROXIMADO
1	Tanque de proceso a 90°C	23.899,00 €
2	Tanque de proceso a 90°C	23.899,00 €
3	Tanque de proceso a 90°C	23.899,00 €
4	Línea de proceso nº1	58.874,43 €
5	Línea de proceso nº2	58.874,43 €
6	Circuito de aceite térmico	12.782,35 €
7		
		202.228,23 €

PARTE IV: Interface de usuario

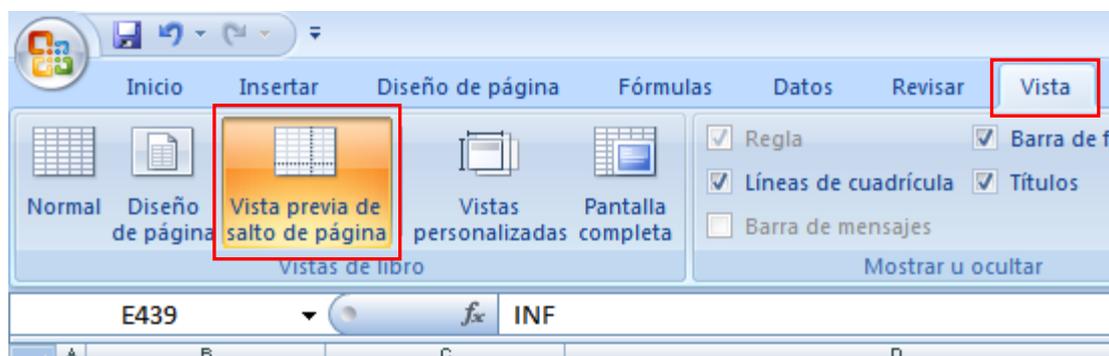
Características

El "INFORME DE PREDIAGNÓSTICO DE AISLAMIENTO DE SUPERFICIES CALIENTES EN INSTALACIONES INDUSTRIALES" y el "INFORME ADITIVO DE PREDIAGNÓSTICO DE INSPECCIÓN DE AISLAMIENTO DE SUPERFICIES CALIENTES EN INSTALACIONES INDUSTRIALES" están automatizados en hojas de cálculo Excel compatibles con las versiones de Microsoft Office 2007 y superiores.

Esta hoja de cálculo está formada por un libro compuesto de 8 hojas (en el caso del informe de inspección) o 5 hojas (en el caso del informe aditivo) de cálculo preprogramadas para actuar como entrada de datos e informe final, además de varias hojas ocultas de programación y que no deben ser modificadas. Todas las hojas están protegidas de tal forma que solo se pueden introducir datos en las casillas habilitadas para ello.

- Comenzando a trabajar

Es recomendable hacer una copia del archivo base para hacer cada informe de inspección, a fin de tener una copia de la matriz de cada informe realizado. También se recomienda cubrir los campos de los informes trabajando en *Vista previa de salto de página*, que puede seleccionarse en el menú *Vistas de libro* de la pestaña *Vista* de Microsoft Excel, dado que se obtiene una más clara idea de la estructura de cada hoja y se evita introducir de forma incorrecta los datos.



Introducción de datos

- Características de las casillas

Las casillas de las hojas de cálculo tienen un código de colores para identificar cuáles están disponibles para introducción de datos, cuales tienen fórmulas de cálculo que proporcionan información y cuales, directamente, no se utilizan.

Las casillas operativas que serán definidas en este punto pueden dividirse en dos grandes grupos:

- Casillas de entrada de datos.
- Casillas de emisión de datos.

No obstante, existen también casillas inoperativas como son las *casillas de fondo (con fondo **blanco**)* y las *casillas de títulos (que presentan como regla general un fondo **azul**, aunque puede aparecer en otros colores)*, las cuales no son realmente operativas y que no requerirán ninguna otra explicación en este punto, ya que su propósito es únicamente formar parte del informe para definir puntos y conceptos.

- Casillas de entrada de datos

Existen varios tipos de casillas de entrada de datos, pero, a fin de que sean fácilmente reconocibles, todas ellas tienen fondo **verde**. En este punto se enumeran y definen los distintos tipos.

Se definirán en este punto dos tipos de casillas de entrada de datos:

- Casillas de entrada de datos libres.
- Casillas de entrada de datos por selección.

A pesar de que ambos tipos de casillas se utilizan para introducir datos en el informe, cada uno de estos tipos posee características que las diferencian del resto.

Como regla general, estas casillas definen los campos del informe que deben ser cumplimentados por el inspector para emitir el informe seleccionado y son las que realmente dan acceso al inspector para la emisión del informe requerido.

De todas maneras, para emitir un informe válido, no todas estas casillas deben ser cumplimentadas: están diseñadas para cubrir todos los casos posibles, pero en ciertos informes solamente será necesario introducir datos en algunas de ellas para obtener así el informe deseado.

Casillas de entrada de datos libres

Estas casillas permiten la entrada libre de datos (ya sean *alfanuméricos* o sencillamente *numéricos*). Algunas de ellas (*principalmente las de texto*) tienen limitado el número de caracteres para facilitar la impresión del informe.

The screenshot shows a spreadsheet window titled 'EMPRESA, S.A.'. The main content is a form with the following fields:

- HERRAMIENTA ADITIVA DE PREDIAGNÓSTICO DE AISLAMIENTO DE SUPERFICIES CALIENTES EN INSTALACIONES INDUSTRIALES** (Title)
- INFORME** (Section header)
- DATOS GENERALES** (Section header)
- PROPIEDAD DE LA INSTALACIÓN**: EMPRESA, S.A. (highlighted with a red box)
- DENOMINACIÓN DE LA INSTALACIÓN**: [Empty green box]
- DIRECCIÓN POSTAL**: [Empty green box]
- MUNICIPIO**: [Empty green box]
- CÓDIGO POSTAL**: [Empty green box]

Casillas de entrada de datos por selección

En estas casillas, la entrada de datos se realiza mediante un selector deslizante que aparece cuando se selecciona la casilla. Existen casillas con selección múltiple (*ver captura adjunta*), casillas con dos opciones (*por ejemplo, sí/no*) o casillas de selección (X). Todas ellas permiten hacer una selección vacía.

También pueden introducirse los datos mediante teclado, pero toda aquella entrada que no sea coincidente con los ítems de selección será descartada como error, dando un mensaje de error en pantalla.

The screenshot shows a spreadsheet window with the following fields and a dropdown menu:

- DENOMINACIÓN DE LA INSTALACIÓN**: [Empty green box]
- DIRECCIÓN POSTAL**: [Empty green box]
- MUNICIPIO**: [Empty green box]
- CÓDIGO POSTAL**: [Empty green box]
- PROVINCIA**: [Dropdown menu open showing a list of provinces]
- COMUNIDAD AUTÓNOMA**: [Empty green box]
- DATOS DEL INSPECTOR** (Section header)
- NOMBRE Y APELLIDOS**: [Empty green box]
- RAZÓN SOCIAL**: [Empty green box]

The dropdown menu for 'PROVINCIA' contains the following items:

- Albacete
- Alicante/Alacant
- Almería
- Araba/Álava
- Asturias
- Ávila
- Badajoz
- Balears, Illes

- ## Casillas de emisión de datos

Estas *casillas de emisión de datos* proporcionan información (*numérica o de otro tipo*) a partir de los datos previamente introducidos por el inspector en las casillas definidas en el apartado anterior.

Es por ello que permanecen protegidas y no pueden ser modificadas.

Como regla general, estas casillas presentan color gris.

CÁLCULO DE NIVEL DE AISLAMIENTO GLOBAL				
#	DESCRIPCIÓN	PESO (%)	NOTA SUBSISTEMA	NOTA PONDERADA
1	Tanque de proceso a 90°C	3,24%	6,7	0,22
2	Tanque de proceso a 90°C	3,24%	6,7	0,22
3	Tanque de proceso a 90°C	3,24%	6,7	0,22
4	Linea de proceso n°1	42,63%	9,2	3,91
5	Linea de proceso n°2	42,63%	9,2	3,91
6	Tanque de proceso a 90°C	5,04%	8,3	0,42
7				0,00

Existen también casillas de color variable, como caso particular en esta categoría. En concreto, nos referimos a la casilla en la que se obtiene la calificación final, la cual, en función de su nota, define el color de la casilla, para que pueda ser inmediatamente relacionada con la tabla de calificación que se presenta en las cercanías de dicha casilla (véase imagen adjunta).

Normal Ver salt. Diseño Vistas Regla Barra de fórmulas Zoom 100% Ampliar selección
 Pág. de página personalizadas Vistas de libro Mostrar Zoom

F4 : X ✓ fx ='CÁLCULO DE NIVEL AISL'!F24

CALIFICACIÓN OBTENIDA GLOBAL		
NOTA GLOBAL:		8,13
Rango	Nota	Recomendaciones
más de 9	Excelente	Mantenimiento Preventivo
de 7 a 9	Bueno	Mantenimiento Preventivo. Actuaciones puntuales
de 5 a 7	Deficiente	Mantenimiento Correctivo y Preventivo. Actuaciones de mejora
menos de 5	Muy deficiente	Actuaciones generalizadas de mejora

Impresión del informe

El libro de *Microsoft Excel* de cada informe está diseñado para actuar tanto como interface de entrada de datos como de informe final.

Una vez cumplimentados los campos relativos al informe que se desea emitir, para emitir correctamente el informe, deberán seguirse los pasos siguientes.

- Selección de las páginas del informe

El usuario deberá seleccionar todas las pestañas relativas al informe pinchando con el botón derecho del ratón sobre una de las pestañas inferiores y seleccionando la opción “seleccionar todas las hojas” (véase fotografía adjunta).

The screenshot displays an Excel spreadsheet with the following structure:

- Row 2:** Title "HERRAMIENTA DE PREDIAGNÓSTICO DE ESTADO DE AISLAMIENTO DE SUPERFICIES CALIENTES EN INSTALACIONES INDUSTRIALES" and "CÓDIGO INSPECCIÓN" (with a green input field).
- Row 5:** Section header "DATOS GENERALES".
- Rows 7-19:** Input fields for "PROPIEDAD DE LA INSTALACIÓN", "DENOMINACIÓN DE LA INSTALACIÓN", "DIRECCIÓN POSTAL", "MUNICIPIO", "PROVINCIA", and "COMUNIDAD AUTÓNOMA".
- Row 20:** Section header "DATOS DEL INSPECTOR".
- Rows 22-31:** Input fields for "NOMBRE Y APELLIDOS", "RAZÓN SOCIAL", "DIRECCIÓN POSTAL", "MUNICIPIO", and "PROVINCIA".

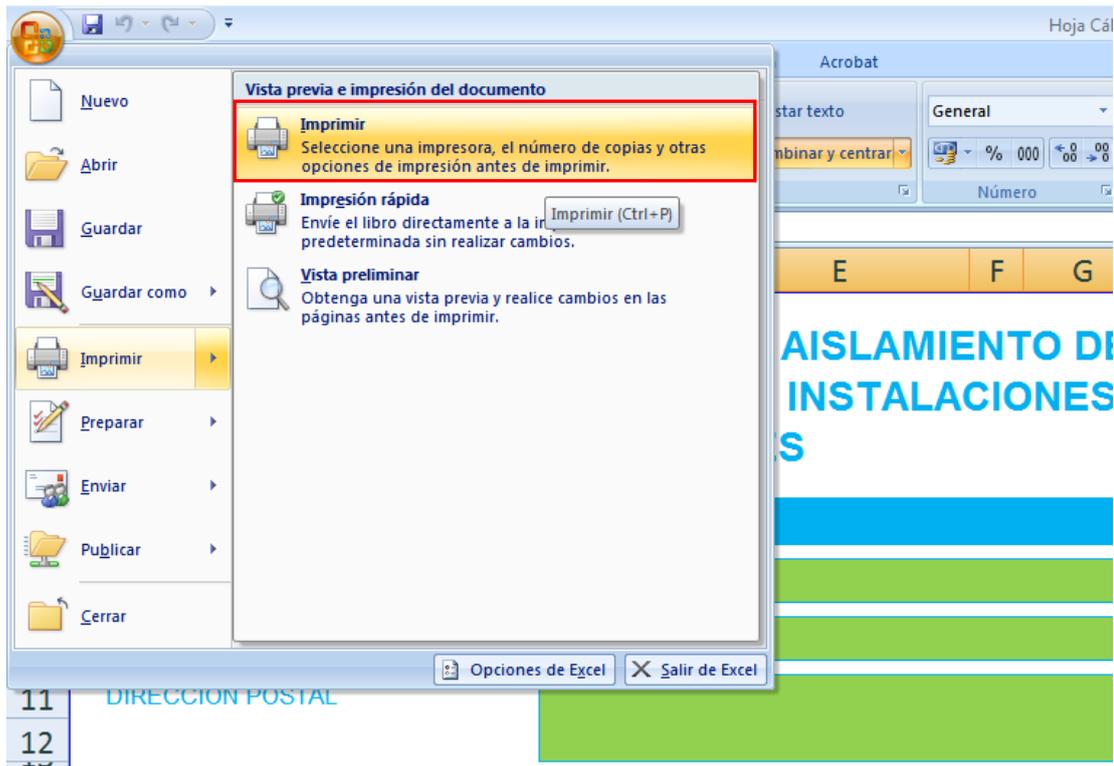
The bottom of the image shows the Excel ribbon with the "Datos (GENERALES)" tab selected and highlighted with a red box.

Con esta operación, todas las hojas del informe visibles se seleccionan, quedando todas ellas con el estatus de “activas”, lo que permitirá la impresión completa y ordenada del informe de forma correcta.

- Impresión del informe

Una vez seleccionadas todas las hojas del informe, es el momento de imprimir el informe.

Para ello, deberá accederse al menú “*imprimir*” desde el logotipo de Office de la esquina superior izquierda de la ventana, tal y como se muestra en la captura de pantalla adjunta.



Ha de tenerse la precaución de no acceder mediante “*impresión rápida*” o mediante el menú de acceso rápido (**Ctrl+P**), pues esto daría lugar a la impresión errónea del informe (*generalmente, solo se imprimirían las hojas de una pestaña, dejando el informe incompleto*).

afelma

asociación de fabricantes españoles
lanas minerales aislantes

Instaladores
andima 

MANUAL DE USUARIO:

**HERRAMIENTA DE
PREDIAGNÓSTICO DE
ESTADO DE
AISLAMIENTO**

- *Informe de
prediagnóstico*
- *Informe aditivo de
prediagnóstico*

afelma

asociación de fabricantes españoles
lanas minerales aislantes

www.aislar.com

Instaladores
andimai 

www.andimai.es