



I Congreso Climatización Eficiente



Fundación de la Energía de
la Comunidad de Madrid

Energy Management Agency
Intelligent Energy Europe

www.fenercom.com



La Suma de Todos

Comunidad de Madrid

www.madrid.org



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO



IDAIE Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía



ahorra
energía

Estudio comparativo del suelo radiante con radiadores de aluminio a media y baja temperatura

Santiago Aroca Lastra y Fernando Varela Díez





PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Objeto del estudio

- Estudio comparativo del consumo energético y de la inversión inicial, empleando un sistema de calefacción por suelo radiante o un sistema de radiadores de aluminio a media y baja temperatura.
- En ambas opciones se utiliza una caldera de condensación a gas natural.

Descripción del edificio

- Edificio de 4 plantas, destinado a viviendas, ubicado en Madrid.
- 2 viviendas por planta.
- Salón-comedor, 3 dormitorios, cocina y 2 baños.

Herramientas empleadas

- LIDER
- EnergyPlus

Normativa

- Código Técnico de la Edificación (HE1)
- RITE



DATOS DE DISEÑO

Datos climáticos exteriores:

- Ficheros CALENER: simulación
- Datos climáticos de ATECYR: dimensionado de emisores de calor

Condiciones interiores de diseño:

- Temperatura operativa (21 °C)
- Temperatura del aire interior con radiadores
 - Período diurno (22 °C)
 - Período nocturno reducido (17 °C)
- Temperatura del aire interior con suelo radiante (20 °C)
 - Período diurno (20 °C)
 - Período nocturno reducido (15 °C)

Caudales de ventilación:

Según CTE, HS3

Envolvente térmica del edificio:

- Transmitancias térmicas de los cerramientos opacos: entre el 80% y el 85% de los valores límite (CTE, HE1)
- Ventanas: $U = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- Suelos: como mínimo aislamiento acústico contra ruidos de impacto (CTE)



CALEFACCIÓN CON RADIADORES DE ALUMINIO

- **CARGA TÉRMICA MÁXIMA SIMULTÁNEA DEL EDIFICIO: 37,0 kW**
- **POTENCIA ÚTIL MÁXIMA DEMANDADA A LA CALDERA: 39,0 kW**
- **CARACTERÍSTICAS DE LA CALDERA DE CONDENSACIÓN SELECCIONADA, FUNCIONANDO A 75 °C/65 °C:**
 - **Potencia útil máxima: 45 kW**
 - **Rendimiento sobre PCI (a 100% de carga): 97,3%**
- **CARACTERÍSTICAS DE LA CALDERA DE CONDENSACIÓN SELECCIONADA FUNCIONANDO A 50°C/30°C:**
 - **Potencia útil máxima: 48,7 kW**
 - **Rendimiento sobre PCI (a 100% de carga): 105,1%**
 - **Rendimiento sobre PCI (a 30% de carga): 107,6%**
- **RADIADORES DE ALUMINIO SELECCIONADOS (UNE-EN 442; 75°C/65°C; $\Delta T_m = 49,8^\circ\text{C}$):**
 - ❖ **Dimensiones de cada elemento: 770 mm x 80 mm x 97 mm**
 - ❖ **Emisión calorífica nominal: 165,4 W/elemento**
 - ❖ **Exponente de la curva de emisión n = 1,342**



INSTALACIÓN CON RADIADORES DATOS TÉCNICOS

CASO	ΔT_m (°C)	Emisión (W/elemento)	Nº de elementos	Consumo anual (MW·h/año)	Consumo en 25 años (MW·h)
75°C/55°C/22°C	42,2	132,4	298	64,0	1.600
65°C/45°C/22°C	32,0	91,4	434	62,7	1.568
55°C/35°C/22°C	21,5	53,6	742	61,5	1.538

Se ha considerado un período de vida útil de la instalación de 25 años.



INSTALACIÓN CON RADIADORES PRESUPUESTO

Capítulos considerados:

- Generador de calor
- Red de distribución general y regulación de caldera por temperatura exterior
- Aislante termo-acústico en soleras
- Emisión de calor

Hipótesis:

- El montaje de radiadores se ha estimado en 20 €/radiador
- Se ha aplicado un descuento del 50% sobre tarifa para los elementos
- Se ha aplicado un descuento del 20% sobre tarifa para las válvulas termostáticas

CASO	COSTE DE INVERSIÓN (€)
75 °C/55 °C/22 °C	20.977
65 °C/45 °C/22 °C	21.916
55 °C/35 °C/22 °C	24.041



CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE

DATOS TÉCNICOS

- **CARGA TÉRMICA MÁXIMA SIMULTÁNEA DEL EDIFICIO: 36,1 kW**
 - La temperatura del aire interior es más baja.
 - Se ha sustituido el aislamiento térmico-acústico de las soleras por el incorporado en los paneles portatubos.
- **POTENCIA ÚTIL MÁXIMA DEMANDADA A LA CALDERA: 38,0 kW**
 - Se ha seleccionado el mismo modelo de caldera de condensación a gas natural
- **SUELO RADIANTE:**
 - Se disponen dos serpentines para calefactar el salón-comedor y uno en cada local restante.
 - Los serpentines se trazan con tubo PEX (16x1,8), soportado sobre panel portatubos (que incorpora 33 mm de poliestireno). Previamente se dispone film antihumedad y zócalo protector.
 - En cada vivienda: caja de colectores con caudalímetro y cabezales electrotérmicos.
- **CONSUMO ENERGÉTICO: 45,0 MW·h/año (en 25 años 1.125 MW·h)**



CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE PRESUPUESTO

CAPÍTULOS CONSIDERADOS:

- Generador de calor.
- Red de distribución general y regulación de caldera por temperatura exterior.
- Emisión de calor:
 - Film antihumedad, zócalo perimetral, panel portatubos, tubería de distribución con barrera antidifusión de oxígeno, incluida instalación.
 - Caja de colectores, purgadores, termómetros, llaves de paso, detentores y cabezales electrotérmicos, incluida instalación.
 - Regulación termostática.

HIPÓTESIS:

- El importe de los dos primeros capítulos es el mismo que en las instalaciones con radiadores.
- La partida de aislamiento termo-acústico de las soleras queda cubierta con los paneles portatubos.
- El coste del tercer capítulo se ha obtenido de la tarifa de una empresa especializada.

COSTE TOTAL DE LA INSTALACIÓN PARA EL EDIFICIO COMPLETO: 28.447 €.



VALOR ACTUAL NETO DE LAS INSTALACIONES

- El Valor Actual Neto (VAN) expresa el valor de una instalación en unidades monetarias actuales descontando de la inversión inicial los flujos de caja que se producen en años sucesivos.
- En el caso de las instalaciones de calefacción, los flujos de caja son siempre negativos (consumo de combustible y gastos de mantenimiento): el VAN crece monótonamente con el tiempo.
- Se ha considerado una tasa de interés del 2% anual y un incremento del precio de la energía del 7%.

CASO	CONSUMO ENERGÉTICO (MW·h/año)	EMISIÓN DE CO ₂ (ton/año)	INVERSIÓN INICIAL (€)	VAN A 10 AÑOS (€)	VAN A 15 AÑOS (€)	VAN A 20 AÑOS (€)
Radiadores (75°C/55°C/22°C)	64,0 (100%)	12,9	20.977	54.955	79.105	109.785
Radiadores (65°C/45°C/22°C)	62,7 (98,0%)	12,6	21.916	55.230	78.890	108.947
Radiadores (55°C/35°C/22°C)	61,5 (96,1%)	12,4	24.041	56.442	79.649	109.131
Suelo radiante (40°C/30°C/20°C)	45,0 (70,3%)	9,0	28.447	52.338	69.319	90.890



I Congreso Climatización Eficiente



Fundación de la Energía de
la Comunidad de Madrid

Energy Management Agency
Intelligent Energy Europe

www.fenercom.com



La Suma de Todos

Comunidad de Madrid

www.madrid.org



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO



IDAIE Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía



ahorra
energía

CONCLUSIONES

La calefacción por suelo radiante resulta ser siempre más rentable que la calefacción por radiadores: menor VAN a partir de 10 años.

El menor consumo energético y la menor emisión de CO₂ corresponde a la calefacción por suelo radiante. En 25 años se ahorran 475 MW·h y se dejan de emitir 97,5 toneladas de CO₂.

La calefacción por radiadores de aluminio con agua a media temperatura es la que requiere menor inversión inicial y el caso más favorable es el 65 °C/ 45 °C/ 22 °C.

Gracias por su atención

