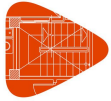


ÍNDICE

1. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS.....	2
2. SISTEMAS DE SUELO RADIANTE.....	3
2.1. Bases de cálculo.....	3
2.1.1. Cálculo de la carga térmica de los recintos.....	3
2.1.2. Localización de los colectores.....	4
2.1.3. Diseño de circuitos. Cálculo de longitudes.....	4
2.1.4. Cálculo de la temperatura de impulsión del agua.....	5
2.1.5. Cálculo del caudal de agua de los circuitos.....	6
2.2. Dimensionado.....	7
2.2.1. Dimensionado del circuito hidráulico.....	7
2.2.2. Selección de la caldera o bomba de calor.....	7
ANEXO A: NORMA UNE-EN 1264.....	10



Cálculo de la instalación

Cálculo de calefacción por suelo radiante de una vivienda unifamiliar

Fecha: 09/04/26

1. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS

Tuberías (Calefacción)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
A9-Planta baja	A9-Planta baja	Impulsión (*)	1"	0.24	0.5	1.15	0.225	24.75
A9-Planta baja	A1-Planta baja	Impulsión (*)	1"	0.24	0.5	1.57	0.307	25.06
A1-Planta baja	A1-Planta baja	Impulsión (*)	1"	0.24	0.5	1.99	0.389	64.08
A9-Planta baja	A9-Planta baja	Retorno (*)	1"	0.24	0.5	1.15	0.230	0.23
A9-Planta baja	A11-Planta baja	Retorno (*)	1"	0.24	0.5	0.59	0.118	0.35
A1-Planta baja	A1-Planta baja	Retorno (*)	1"	0.24	0.5	1.99	0.397	0.94
A11-Planta baja	A1-Planta baja	Retorno (*)	1"	0.24	0.5	0.99	0.197	0.55
(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.								
Abreviaturas utilizadas								
Φ	Diámetro nominal			L	Longitud			
Q	Caudal			ΔP_1	Pérdida de presión			
V	Velocidad			ΔP	Pérdida de presión acumulada			



Cálculo de la instalación

Cálculo de calefacción por suelo radiante de una vivienda unifamiliar

Fecha: 09/04/26

2. SISTEMAS DE SUELO RADIANTE

2.1. Bases de cálculo

2.1.1. Cálculo de la carga térmica de los recintos

Para diseñar una instalación de suelo radiante es necesario calcular previamente las cargas térmicas de los recintos. En caso de disponer de una instalación de refrigeración, se considera la carga térmica sensible instantánea para la hora y el día más desfavorable.

Una vez calculadas las cargas térmicas se describe la información necesaria para realizar el diseño de la instalación para cada conjunto de recintos:

Conjunto de recintos	Recinto	Planta	$Q_{N,f \text{ calefacción}}$ (W)	S (m ²)	q calefacción (W/m ²)
Vivienda	Baño2	Planta baja	276.06	6.47	42.6
	Baño1	Planta baja	257.47	5.55	46.4
	Dormitorio 1	Planta baja	727.54	17.09	42.6
	Dormitorio 2	Planta baja	501.50	14.45	34.7
	Cocina	Planta baja	603.40	11.88	50.8
	Dormitorio 3	Planta baja	893.01	22.45	39.8
	Salón/Comedor	Planta baja	1524.56	38.28	39.8

Abreviaturas utilizadas

$Q_{N,f \text{ calefacción}}$	Carga térmica de calefacción para el cálculo de suelo radiante	q calefacción	Densidad de flujo térmico para calefacción
$Q_{N,f \text{ refrigeración}}$	Carga térmica de refrigeración para el cálculo de suelo radiante	q refrigeración	Densidad de flujo térmico para refrigeración
S	Superficie del recinto		

Para realizar el cálculo de la instalación de suelo radiante se debe partir de una temperatura máxima de la superficie del suelo según el tipo de instalación:

Suelo radiante para calefacción:

Tipos de recinto	$\theta_{f,max}$ (°C)	θ_i (°C)	q_G (W/m ²)
Zona de permanencia (ocupada)	29	20	100
Cuartos de baño y similares	33	24	100
Zona periférica	35	20	175

Abreviaturas utilizadas

$\theta_{f,max}$	Temperatura máxima de la superficie del suelo	q_G	Densidad de flujo térmico límite
θ_i	Temperatura del recinto		

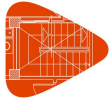
Suelo radiante para refrigeración:

Tipos de recinto	$\theta_{f,min}$ (°C)	θ_i (°C)	q_G (W/m ²)
Zona de permanencia (ocupada)	19	24	35

Abreviaturas utilizadas

$\theta_{f,min}$	Temperatura mínima de la superficie del suelo	q_G	Densidad de flujo térmico límite
θ_i	Temperatura del recinto		

La densidad de flujo térmico límite según sea para calefacción o refrigeración se calcula por medio de la siguiente expresión:



Cálculo de la instalación

Calefacción

$$q = 8.92 (\theta_{f,max} - \theta_i)^{1.1} (W / m^2)$$

Refrigeración

$$q = 7 (|\theta_{f,min} - \theta_i|) (W / m^2)$$

La temperatura máxima en la superficie limita que el suelo radiante pueda cubrir el total de las cargas térmicas. Para este caso es necesario disponer de emisores térmicos auxiliares para complementar el sistema de suelo radiante. Para el caso de los recintos que superan la densidad máxima de flujo térmico se considera el límite descrito como valor de diseño.

2.1.2. Localización de los colectores

La instalación dispone de colectores de impulsión y de retorno que comunican el equipo productor con los circuitos de suelo radiante.

Los colectores deben disponerse en un lugar centrado respecto a los recintos a los que da servicio, normalmente en pasillos y distribuidores.

Se describe a continuación la localización de los armarios introducidos en el proyecto y el número de circuitos que abastecen.

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	Recinto	Planta
Vivienda	CC 1	C 1	Baño2	Planta baja
		C 2	Baño1	Planta baja
		C 3	Dormitorio 1	Planta baja
		C 4	Dormitorio 2	Planta baja
		C 5	Cocina	Planta baja
		C 6	Dormitorio 3	Planta baja
		C 7	Salón/Comedor	Planta baja
		C 8	Salón/Comedor	Planta baja

2.1.3. Diseño de circuitos. Cálculo de longitudes

La longitud de la tubería para cada circuito se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L = \frac{A}{e} + 2 \cdot l$$

donde:

A = Área a climatizar cubierta por el circuito (m²)

e = Separación entre tuberías (m)

l = Distancia entre el colector y el área a climatizar (m)

Se describen, a continuación, los parámetros necesarios para el diseño de cada uno de los circuitos de la instalación:



Cálculo de la instalación

Cálculo de calefacción por suelo radiante de una vivienda unifamiliar

Fecha: 09/04/26

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	Trazado	Separación entre tuberías (cm)	S (m ²)	q calefacción (W/m ²)	Longitud máxima (m)	Longitud real (m)
Vivienda	CC 1	C 1	Espiral	20.0	6.47	43.5	200.0	47.2
		C 2	Espiral	20.0	5.55	47.2		53.6
		C 3	Doble serpentín	20.0	17.09	42.6		102.0
		C 4	Doble serpentín	20.0	14.45	35.3		86.6
		C 5	Espiral	20.0	11.88	51.6		64.3
		C 6	Espiral	20.0	22.45	40.3		118.5
		C 7	Espiral	20.0	20.94	40.6		117.2
		C 8	Espiral	20.0	17.07	40.6		95.3

Abreviaturas utilizadas

S	Superficie del recinto	q refrigeración	Densidad de flujo térmico para refrigeración
q calefacción	Densidad de flujo térmico para calefacción		

2.1.4. Cálculo de la temperatura de impulsión del agua

Para calcular la temperatura de impulsión de cada uno de los circuitos se considera la densidad de flujo térmico de cada uno de ellos, a excepción de los cuartos de baño.

$$q = K_H \cdot \Delta\theta_H$$

donde:

q = Densidad de flujo térmico

K_H = Constante que depende de las siguientes variables:

- Suelo (espesor del revestimiento y conductividad)
- Losa de cemento (espesor y conductividad)
- Tubería (diámetro exterior, incluido el revestimiento, espesor y conductividad)

Δθ_H = Desviación media de la temperatura aire-agua, que depende de las siguientes variables:

- Temperatura de impulsión
- Temperatura de retorno
- Temperatura del recinto

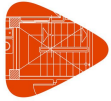
Para calcular la temperatura de impulsión a partir de la máxima densidad de flujo térmico, se tomarán los siguientes datos:

- Calefacción: se fija un salto térmico del agua de 5°C.
- Refrigeración: se fija un salto térmico del agua de 2°C. En el caso de refrigeración siempre existe la limitación del punto de rocío, siendo la temperatura de impulsión, incrementada en un grado por las pérdidas, no inferior a la de rocío.

En el Anexo Norma UNE-EN 1264 se describe detalladamente la formulación utilizada en este cálculo.

Para el resto de recintos se debe utilizar la misma formulación, siendo la temperatura de retorno de cada uno de los circuitos el valor calculado.

Se muestra a continuación un resumen de los resultados obtenidos:



Cálculo de la instalación

Cálculo de calefacción por suelo radiante de una vivienda unifamiliar

Fecha: 09/04/26

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	θ_v calefacción (°C)	θ_R calefacción (°C)	P_{inst} calefacción (W)	P_{req} calefacción (W)
Vivienda	CC 1	C 1	36.8	26.3	281.9	276.1
		C 2		27.4	262.0	257.5
		C 3		31.8	727.5	727.5
		C 4		28.1	509.6	501.5
		C 5		28.8	612.5	603.4
		C 6		30.6	904.8	893.0
		C 7		30.8	850.9	839.9
		C 8		30.8	693.6	684.7

Abreviaturas utilizadas

θ_v calefacción	Temperatura de impulsión calefacción	θ_v refrigeración	Temperatura de impulsión refrigeración
θ_R calefacción	Temperatura de retorno calefacción	θ_R refrigeración	Temperatura de retorno refrigeración
P_{inst} calefacción	Potencia instalada de calefacción	P_{inst} refrigeración	Potencia instalada de refrigeración
P_{req} calefacción	Potencia requerida de calefacción	P_{req} refrigeración	Potencia requerida de refrigeración

2.1.5. Cálculo del caudal de agua de los circuitos

El caudal del circuito se calcula con la siguiente expresión:

$$m_H = \frac{A_F \cdot q}{\sigma \cdot c_w} \left(1 + \frac{R_o}{R_u} + \frac{\theta_i - \theta_u}{q \cdot R_u} \right)$$

donde:

A_F = Superficie cubierta por el circuito de suelo radiante

q = Densidad de flujo térmico

σ = Salto de temperatura

c_w = Calor específico del agua

R_o = Resistencia térmica parcial ascendente del suelo

R_u = Resistencia térmica parcial descendente del suelo

θ_u = Temperatura del recinto inferior

θ_i = Temperatura del recinto

Los valores de las resistencias térmicas, tanto ascendente como descendente, se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$R_o = \frac{1}{\alpha} + R_{\lambda, B} + \frac{s_u}{\lambda_u}$$

$$\frac{1}{\alpha} = 0,093 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

$$R_u = R_{\lambda, 1} + R_{\lambda, 2} + R_{\lambda, 3} + R_{\alpha, 4}$$

$$R_{\alpha, 4} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

donde:



Cálculo de la instalación

Cálculo de calefacción por suelo radiante de una vivienda unifamiliar

Fecha: 09/04/26

$R_{\lambda,B}$ = Resistencia térmica del revestimiento del suelo

S_u = Espesor, por encima del tubo, de la capa de soporte de la carga y de difusión térmica

λ_u = Conductividad térmica de la capa de soporte de la carga y de difusión térmica

$R_{\lambda,1}$ = Resistencia térmica del aislante

$R_{\lambda,2}$ = Resistencia térmica del forjado

$R_{\lambda,3}$ = Resistencia térmica del falso techo

$R_{\alpha,4}$ = Resistencia térmica del techo

2.2. Dimensionado

2.2.1. Dimensionado del circuito hidráulico

El dimensionamiento de las tuberías se realiza tomando los siguientes parámetros:

- Velocidad máxima = 2.0 m/s
- Pérdida de presión máxima por unidad de longitud = 367.0 Pa/m

Se describe a continuación la instalación calculada:

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Tipo	Circuito	\varnothing_N (mm)	Caudal calefacción (l/h)	ΔP calefacción (kPa)
Vivienda	CC 1	Tipo 1	C 1	16	29.83	0.6
			C 2	16	30.84	0.7
			C 3	16	167.76	24.6
			C 4	16	68.62	4.5
			C 5	16	84.62	4.8
			C 6	16	168.78	28.8
			C 7	16	163.18	26.9
			C 8	16	133.02	15.3

Abreviaturas utilizadas

\varnothing_N	<i>Diámetro nominal</i>	Caudal refrigeración	<i>Caudal del circuito refrigeración</i>
Caudal calefacción	<i>Caudal del circuito calefacción</i>	ΔP refrigeración	<i>Pérdida de presión del circuito refrigeración</i>
ΔP calefacción	<i>Pérdida de presión del circuito calefacción</i>		

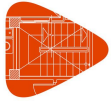
Equipo	Descripción
Tipo 1	Colector modular plástico de 1" de diámetro, compuesto de 2 válvulas de paso de 1", 2 termómetros, 2 purgadores automáticos, llave de llenado, llave de vaciado, 2 tapones terminales y soportes

La bomba de circulación se calcula tomando la pérdida de presión del circuito más desfavorable y la suma de caudales de los circuitos.

2.2.2. Selección de la caldera o bomba de calor

La bomba de calor o la caldera se seleccionan en función de la carga máxima simultánea del conjunto de recintos.

Equipo	Conjunto de recintos	Armario de colectores	Potencia de calefacción instalada (W)
Tipo 1	Vivienda	CC 1	4842.8



Cálculo de la instalación

Cálculo de calefacción por suelo radiante de una vivienda unifamiliar

Fecha: 09/04/26

Equipo	Descripción
Tipo 1	Caldera mural de condensación a gas (B/N), con bajo nivel de emisiones de NOx (clase 5), para calefacción, cámara de combustión estanca y tiro forzado, encendido electrónico y seguridad por ionización, sin llama piloto, equipamiento formado por: cuerpo de caldera, panel de control y mando, vaso de expansión con purgador automático, kit estándar de evacuación de humos y plantilla de montaje

ANEXO A: NORMA UNE-EN 1264



Cálculo de la instalación

ANEXO A: NORMA UNE-EN 1264

El flujo de calor procedente de las tuberías se calcula mediante la siguiente expresión:

$$q = B \cdot \prod_i (a_i^{m_i}) \cdot \Delta\theta_H$$

$$q = B \cdot a_B \cdot a_T^{m_T} \cdot a_U^{m_U} \cdot a_D^{m_D} \cdot \Delta\theta_H$$

La expresión anterior es válida para una separación máxima entre tuberías que cumpla $T < 0.375$ m.

La siguiente expresión es válida para una separación mínima entre tuberías que cumpla $T > 0.375$ m.

$$q = q_{0.375} \frac{0.375}{T}$$

a_B: Factor de revestimiento del suelo

$$a_B = \frac{\frac{1}{\alpha} + \frac{S_{u,0}}{\lambda_{u,0}}}{\frac{1}{\alpha} + \frac{S_{u,0}}{\lambda_E} + R_{\lambda,B}}$$

$$\alpha = 10.8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$\lambda_{u,0} = 1 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$

$$S_{u,0} = 0.045 \text{ m}$$

$R_{\lambda,B}$ = Resistencia térmica del revestimiento

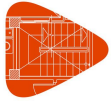
λ_E = Conductividad térmica del revestimiento

a_T: Factor de paso

$R_{\lambda,B}$ (m ² K/W)	0	0.05	0.10	0.15
a _T	1.23	1.188	1.156	1.134

a_U: Factor de recubrimiento

$R_{\lambda,B}$ (m ² K/W)	0	0.05	0.10	0.15
T(m)	a _U			
0.05	1.069	1.056	1.043	1.037
0.075	1.066	1.053	1.041	1.035
0.1	1.063	1.05	1.039	1.0335
0.15	1.057	1.046	1.035	1.0305
0.2	1.051	1.041	1.0315	1.0275
0.225	1.048	1.038	1.0295	1.026
0.3	1.0395	1.031	1.024	1.021
0.375	1.03	1.022	1.018	1.015



Cálculo de la instalación

a_D : Factor adimensional en función del diámetro exterior de la tubería

$R_{\lambda,B}$ (m ² K/W)	0	0.05	0.10	0.15
T(m)	a_D			
0.05	1.013	1.013	1.012	1.011
0.075	1.021	1.019	1.016	1.014
0.1	1.029	1.025	1.022	1.018
0.15	1.04	1.034	1.029	1.024
0.2	1.046	1.04	1.035	1.03
0.225	1.049	1.043	1.038	1.033
0.3	1.053	1.049	1.044	1.039
0.375	1.056	1.051	1.046	1.042

$$m_T = 1 - \frac{T}{0.075}$$

La expresión anterior es válida si se cumple la condición $0.050 \text{ m} \leq T \leq 0.375 \text{ m}$, donde T es la separación entre tuberías.

$$m_u = 100(0.045 - S_u)$$

La expresión anterior es válida si se cumple la condición $S_u \geq 0.015 \text{ m}$, donde S_u es el espesor de la capa por encima de la tubería.

$$m_D = 250(D - 0.020)$$

La expresión anterior es válida si se cumple la condición $0.010 \text{ m} \leq D \leq 0.030 \text{ m}$, donde D es el diámetro exterior de la tubería, incluido el revestimiento, si procede.

$$B = B_0$$

Tipo de superficie	B_0 (W/(m ² ·K))
Suelo radiante para calefacción	6.7
Suelo radiante para refrigeración	5.2

Cuando la tubería tiene las siguientes propiedades:

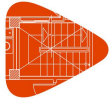
Conductividad térmica

$$\lambda_R = \lambda_{R,0} = 0.35 \quad (\text{W/mK})$$

Espesor de la capa

$$s_R = s_{R,0} = (d_a - d_i) / 2 = 0.002 \text{ m}$$

Si las tuberías no cumplen las condiciones anteriores, debe utilizarse la siguiente expresión:



Cálculo de la instalación

Cálculo de calefacción por suelo radiante de una vivienda unifamiliar

Fecha: 09/04/26

$$\frac{1}{B} = \frac{1}{B_0} + \frac{1.1}{\pi} \cdot \prod_i (a_i^{m_i}) \cdot T \cdot \left[\frac{1}{2\lambda_R} \ln \frac{d_a}{d_a - 2S_R} - \frac{1}{2\lambda_{R,0}} \ln \frac{d_a}{d_a - 2S_{R,0}} \right]$$

donde:

λ_R = Conductividad de la capa de la tubería

$\lambda_{R,0}$ = 0.35 W/m·K

sR = Espesor de pared de la tubería

$s_{R,0}$ = $(d_a - d_i)/2 = 0.002$ m

$$\Delta\theta_H = \frac{\theta_V - \theta_R}{\ln \frac{\theta_V - \theta_i}{\theta_R - \theta_i}}$$

donde:

θ_R = Temperatura de retorno

θ_V = Temperatura de impulsión

θ_i = Temperatura del recinto