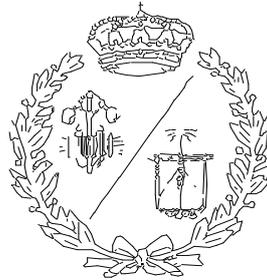


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Proyecto Fin de Grado***

**DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN  
DE UN HOSPITAL A TRAVÉS DE SUELO  
RADIANTE CON APORTE DE ENERGÍA  
SOLAR Y GASOIL.**

**(Underfloor heating system design of a  
hospital with solar energy input and diesel)**

Para acceder al Título de

**GRADUADA EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**Autor: Andrea Pontones Bahón**

**Julio - 2022**

## **AGRADECIMIENTOS.**

Comenzaré dando las gracias a mi familia, por su esfuerzo y entrega durante todos los años que he sido estudiante y especialmente por lo últimos, los más duros y a la vez más reconfortantes. Gracias a su incondicional apoyo soy quien soy hoy en día, tanto personal como profesionalmente.

Continuaré dando las gracias a mi pareja. Nuestros caminos se cruzaron al inicio de esta aventura llamada universidad y puedo asegurar que sin su ayuda y paciencia habría abandonado, me habría rendido. Mi paño de lágrimas, quien me animaba cuando llegaba un suspenso o cuando salía mal un examen y quien se alegraba más que yo misma cuando llegaba un aprobado. Quien se pasaba horas explicándome dudas fuere donde fuere. Gracias por tanto y solo deseo que nuestros caminos sigan unidos por siempre.

Por todos es sabido que los períodos de descanso y vacaciones son igual de importantes que los de esfuerzo y estudio. En esos momentos no puedo hacer más que agradecer a mis amigos, especialmente a una de ellas, Ane, esos momentos distendidos, arreglando el mundo frente a una cerveza, quejándonos de nuestros primeros trabajos y soñando con el ideal. Apoyándonos en todo momento, compartiendo desde un café hasta un taco de apuntes que nunca volverían a su dueño.

Gracias también a mi tutor del proyecto, por toda la ayuda brindada, que no ha sido poca, y la comprensión mostrada. Compaginar trabajo y estudio no es tarea sencilla, pero él ha mostrado una gran empatía para conmigo.

Por último y no menos importante quiero destacar la labor de todos los docentes con los que me he cruzado a lo largo de todos estos años. De todos he aprendido cosas importantes en mayor o menor medida. De algunos solo me llevo los conocimientos teóricos o prácticos que han querido enseñar, de otros me llevo valores personales que me han ayudado a crecer como persona. A todos ellos, gracias.

Gracias a todos.

---

# ÍNDICE

## **-Documento 1: Memoria técnica.**

<b>0</b>	<b>RESUMEN / ABSTRACT .....</b>	<b>19</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN: CONCEPTOS PREVIOS.....</b>	<b>20</b>
1.1	CALOR Y TEMPERATURA. ....	21
1.1.1	MÁQUINAS TÉRMICAS. ....	21
1.2	FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR. ....	23
1.2.1	CONDUCCIÓN.....	24
1.2.2	CONVECCIÓN. ....	26
1.2.3	RADIACIÓN.....	28
<b>2</b>	<b>GENERALIDADES.....</b>	<b>32</b>
2.1	OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO. ....	32
2.1.1	OBJETIVOS.....	32
2.1.2	ALCANCE.....	32
2.2	ANTECEDENTES.....	33
2.2.1	EMPLAZAMIENTO DEL HOSPITAL.....	33
2.2.2	CARACTERÍSTICAS DEL HOSPITAL.....	34
2.3	CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA. ....	35
<b>3</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>40</b>
3.1	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN MEDIANTE SUELO RADIANTE.....	40
3.1.1	INTRODUCCIÓN .....	40
3.1.2	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN Y ELEMENTOS.....	44

---

3.2	INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA .....	50
3.2.1	CAPTADORES DE BAJA TEMPERATURA.....	51
3.2.2	CAPTADORES DE MEDIA-ALTA TEMPERATURA. ....	53
3.2.3	TIPOS DE INSTALACIONES:.....	55
3.2.4	BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN SOLAR: .....	58
<b>4</b>	<b>DATOS DE PARTIDA .....</b>	<b>60</b>
4.1	CONDICIONES INICIALES .....	60
4.2	CÁLCULO DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS PARA LOS DISTINTOS TIPOS DE CERRAMIENTOS.....	62
4.2.1	PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LA ENVOLVENTE: TRANSMITANCIA TÉRMICA.....	62
<b>5</b>	<b>CÁLCULOS.....</b>	<b>77</b>
5.1	CÁLCULOS SOLARES:.....	77
5.2	CÁLCULOS SUELO RADIANTE:.....	81
5.2.1	DEFINICIÓN DE CERRAMIENTOS.....	81
5.2.2	CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS.....	81
5.2.3	BASES DE CÁLCULO .....	85
5.2.4	LONGITUD DEL CIRCUITO: .....	85
5.2.5	CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DE IMPULSIÓN.....	85
5.2.6	CÁLCULO DEL CAUDAL:.....	86
5.2.7	CÁLCULO DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓN:.....	87
5.3	CÁLCULO DEL NÚMERO DE COLECTORES.....	88
<b>6</b>	<b>CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA.....</b>	<b>89</b>

---

---

<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS</b> .....	<b>90</b>
7.1	BIBLIOGRAFÍA.....	90
7.2	REFERENCIAS .....	92
<b>-Anexos</b>		
<b>1</b>	<b>CERRAMIENTO EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR</b> .....	<b>95</b>
1.1	FACHADA 1.....	95
1.2	FACHADA 2:.....	96
1.3	FACHADA 3:.....	96
1.4	FACHADA 4:.....	97
1.5	FACHADA 5:.....	98
1.6	FACHADA 6:.....	99
1.7	SUELOS: .....	100
1.8	HUECOS Y LUCERNARIOS .....	107
1.8.1	VENTANAS: .....	107
1.8.2	PUERTAS.....	107
<b>2</b>	<b>RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS SOLARES</b> .....	<b>112</b>
2.1	IRRADIACIÓN SOLAR: .....	112
2.2	RENDIMIENTO DE LOS COLECTORES: .....	113
2.3	ENERGÍA DE LOS COLECTORES .....	115
<b>3</b>	<b>RESULTADOS DEL DIMENSIONADO DEL SUELO RADIANTE</b> .....	<b>119</b>
3.1	CARGAS TÉRMICAS: .....	119
3.2	DENSIDAD DE FLUJO TÉRMICO LÍMITE:.....	123

---

---

3.3	LONGITUD DEL CIRCUITO .....	127
3.4	DENSIDAD DE FLUJO TÉRMICO PARA CALEFACCIÓN .....	130
3.5	CAUDAL .....	143
<b>4</b>	<b>FICHAS TÉCNICAS.....</b>	<b>152</b>

### **-Documento 2: Planos**

<b>1</b>	<b>Plano 1.....</b>	<b>186</b>
<b>2</b>	<b>Plano 2.....</b>	<b>187</b>
<b>3</b>	<b>Plano 3.....</b>	<b>188</b>
<b>4</b>	<b>Plano 4: Semisótano.....</b>	<b>189</b>
<b>5</b>	<b>Plano 5: Planta baja.....</b>	<b>190</b>
<b>6</b>	<b>Plano 6: Primera planta.....</b>	<b>191</b>
<b>7</b>	<b>Plano 7: Bajocubierta.....</b>	<b>192</b>
<b>8</b>	<b>Plano 8: Suelo radiante.....</b>	<b>193</b>
<b>9</b>	<b>Plano 9: Detalle del suelo radiante.....</b>	<b>194</b>
<b>10</b>	<b>Plano 10: Colectores.....</b>	<b>195</b>
<b>11</b>	<b>Plano 11: Plano solar.....</b>	<b>196</b>

### **-Documento 3: Pliego de condiciones técnicas**

<b>1</b>	<b>OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....</b>	<b>198</b>
<b>2</b>	<b>GENERALIDADES.....</b>	<b>199</b>
<b>3</b>	<b>PROTECCIÓN CONTRA HELADAS.....</b>	<b>200</b>
3.1	MEZCLAS ANTICONGELANTES .....	200
3.2	RECIRCULACIÓN DEL AGUA DEL CIRCUITO .....	201

---

3.3	DRENAJE AUTOMÁTICO CON RECUPERACIÓN DEL FLUIDO .....	201
3.4	SISTEMAS DE DRENAJE AL EXTERIOR (SÓLO PARA SISTEMAS SOLARES PREFABRICADOS).....	201
<b>4</b>	<b><i>SOBRECALENTAMIENTOS.....</i></b>	<b>202</b>
4.1	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECALENTAMIENTOS .....	202
4.2	PROTECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES CONTRA ALTAS TEMPERATURAS.....	202
<b>5</b>	<b><i>OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN.....</i></b>	<b>203</b>
5.1	RESISTENCIA A PRESIÓN.....	203
5.2	PREVENCIÓN DE FLUJO INVERSO .....	203
<b>6</b>	<b><i>CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO.....</i></b>	<b>204</b>
6.1	DIMENSIONADO Y CÁLCULO.....	204
6.1.1	CONDICIONES DE USO.....	204
6.1.2	CONDICIONES CLIMÁTICAS .....	204
6.1.3	DIMENSIONADO BÁSICO .....	204
<b>7</b>	<b><i>DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN .....</i></b>	<b>205</b>
7.1	ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN, SOMBRAS E INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA 205	
7.2	CONEXIONADO.....	206
7.3	ESTRUCTURA SOPORTE .....	206
<b>8</b>	<b><i>DISEÑO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO.....</i></b>	<b>208</b>
8.1	TUBERÍAS.....	208
8.2	BOMBAS .....	208

---

---

8.3	VASOS DE EXPANSIÓN.....	208
8.4	PURGA DE AIRE.....	209
8.5	DRENAJE.....	209
<b>9</b>	<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR .....</b>	<b>210</b>
<b>10</b>	<b>DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL .....</b>	<b>211</b>
<b>11</b>	<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN.....</b>	<b>212</b>
<b>12</b>	<b>COMPONENTES.....</b>	<b>213</b>
12.1	CAPTADORES SOLARES .....	213
12.2	ACUMULADORES.....	213
12.3	INTERCAMBIADORES DE CALOR.....	214
12.4	BOMBAS DE CIRCULACIÓN.....	215
12.5	TUBERÍAS.....	216
12.6	VÁLVULAS .....	217
12.7	VASOS DE EXPANSIÓN ABIERTOS.....	218
12.8	VASOS DE EXPANSIÓN CERRADOS.....	219
12.9	AISLAMIENTOS .....	219
12.10	PURGA DE AIRE .....	220
12.11	SISTEMA DE LLENADO .....	221
12.12	SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL.....	221

***-Documento 4: Presupuesto y mediciones***

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>224</b>
<b>2</b>	<b>MEDICIONES.....</b>	<b>225</b>

---

<b>3</b>	<b>PRESUPUESTO.....</b>	<b>227</b>
3.1	PRESUPUESTO INSTALACIÓN SUELO RADIANTE .....	227
3.2	PRESUPUESTO INSTALACIÓN SOLAR .....	229
3.3	PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE CALDERA DE GASOIL Y ACCESORIOS. ....	230
3.4	PAVIMENTO.....	231
3.5	DISEÑO Y REDACCIÓN DEL PROYECTO.....	231
3.6	DIRECCIÓN DE OBRA.....	231
3.7	PRESUPUESTO MANO DE OBRA .....	232
3.8	GASTOS GENERALES Y DE ADMINISTRACIÓN: .....	232
3.9	BENEFICIO INDUSTRIAL .....	232
3.10	PRESUPUESTO TOTAL .....	233

---

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. [Ref. 1]. Esquema de una máquina térmica calorífica. ....	22
Ilustración 2. [Ref. 1]. Esquema de una máquina térmica frigorífica. ....	23
Ilustración 3. [Ref. 2]. Mecanismos de transferencia de calor. ....	24
Ilustración 4. [Ref. 3]. Convenio de signos para la transmisión de calor por conducción. ....	25
Ilustración 5. [Ref. 3]. Representación de la relación temperatura-espesor para diversas conductividades térmicas. ....	25
Ilustración 6. [Ref. 3]. Distribución de temperatura y la velocidad en convección natural sobre una placa inclinada. ....	26
Ilustración 7. [Ref. 3]. Distribución de la temperatura y la velocidad sobre una placa plana en convección forzada. ....	27
Ilustración 8. [Ref. 4]. Espectro de radiación electromagnética. ....	29
Ilustración 9. [Ref. 1]. Comportamiento de la radiación al incidir en una superficie. ....	29
Ilustración 10. [Ref. 1]. Analogía eléctrica de un sistema formado por un cuerpo negro, uno gris y uno blanco. ....	31
Ilustración 11. [Ref. 5]. Diferencia en la distribución de temperatura y movimiento del aire en climatización mediante suelo radiante y mediante radiadores. ....	33
Ilustración 12. [Ref. 6]. Situación geográfica de la ciudad de Santander. ....	34
Ilustración 13. [Ref. 6]. Localización del Hospital Santa Clotilde en Santander. ....	34
Ilustración 14. [Ref. 7]. Clima promedio en la ciudad de Santander. ....	35
Ilustración 15. [Ref. 7]. Humedad relativa en medida anual de la ciudad de Santander. ....	36
Ilustración 16. [Ref. 7]. Humedad promedio en la ciudad de Santander en un año. ....	36
Ilustración 17. [Ref. 7]. Variación de la temperatura en la ciudad de Santander en un año. ....	37
Ilustración 18. [Ref. 7]. Temperatura promedio en la ciudad de Santander. ....	37

Ilustración 19. [Ref. 7]. Distribución de horas de luz natural y crepúsculo en la ciudad de Santander. ....	38
Ilustración 20. [Ref. 7]. Salida y puesta del sol en la ciudad de Santander.....	38
Ilustración 21. [Ref. 7]. Distribución de nubosidad en la ciudad de Santander. ....	39
Ilustración 22. [Ref. 9]. Distribución de temperaturas para diferentes sistemas de calefacción. ....	41
Ilustración 23. [Ref. 10]. Esquema de instalación de suelo radiante.....	45
Ilustración 24. [Ref. 11]. Montaje sobre panel de tetones.....	46
Ilustración 25. [Ref. 11]. Montaje sobre panel liso. ....	46
Ilustración 26. [Ref. 11]. Montaje sobre panel de aluminio. ....	46
Ilustración 27. [Ref. 10]. Colocación de juntas de dilatación.....	47
Ilustración 28. [Ref. 5]. Figura 1, distribución en espiral. Figura 2, distribución en serpentin. ....	48
Ilustración 29. [Ref. 1]. Esquema representativo de los tipos de paneles solares térmicos. ....	51
Ilustración 30. [Ref. 15]. Comportamiento de un captador plano. ....	51
Ilustración 31. [Ref. 15]. Comportamiento de colector de tubos de vacío. ....	52
Ilustración 32. [Ref. 16]. Esquema cilindro-parabólico (CCP).....	54
Ilustración 33. [Ref. 16. ]Esquema de disco parabólico. ....	54
Ilustración 34. [Ref. 16]. Sistema de receptor central. ....	55
Ilustración 35. [Ref. 18]. Chimenea solar.....	55
Ilustración 36. Instalación solar térmica de circuito abierto. Fuente:.....	56
<b>Ilustración 37. [Ref. 19]. Instalación solar térmica de circuito cerrado.....</b>	<b>57</b>
Ilustración 38. [Ref. 19]. Instalación solar de circulación natural. ....	58

---

Ilustración 39. [Ref. 19]. Instalación solar de circulación forzada. ....	58
Ilustración 40. [Ref. 17]. Apartado D 2.9. del apéndice D. ....	61
Ilustración 41. [Ref. 13]. Elementos constructivos de fachada 1.....	66
Ilustración 42. [Ref. 13]. Elementos constructivos de fachada 2.....	66
Ilustración 43. [Ref. 13]. Elementos constructivos de fachada 3.....	67
Ilustración 44. [Ref. 13]. Elementos constructivos de fachada 4.....	68
Ilustración 45. [Ref. 13]. Elementos constructivos de fachada 5.....	68
Ilustración 46. [Ref. 13]. Elementos constructivos de fachada 6.....	69
Ilustración 47. [Ref. 17]. Soleras con aislamiento perimetral. ....	70
Ilustración 48. [Ref. 17]. Solera enterrada. ....	72
Ilustración 49. [Ref. 13]. Tabique interior tipo 1. ....	74
Ilustración 50. [Ref. 13]. Tabique interior tipo 2. ....	75
Ilustración 51. [Ref. 1]. Gráfico de variación de la irradiación por hora.....	80
Ilustración 52. [Ref. 1]. Temperatura ambiente mes a mes de la ciudad de Santander. ....	81
Ilustración 53. [Ref. 14]. Tabla D11. ....	83
Ilustración 54. [Ref. 14]. Tabla D6. ....	84
Ilustración 55. [Ref. 14]. Tabla D10. ....	84
Ilustración 56. [Ref. 5]. Temperatura máxima de superficie.....	85
Ilustración 57. [Ref. 13]. Elementos constructivos de suelo 1.....	100
Ilustración 58. [Ref. 13]. Elementos constructivos del suelo 2. ....	103
Ilustración 59. [Ref. 13]. Elementos constructivos del suelo 3. ....	105
Ilustración 60. Criterios de oferta para suelo radiante. Fuente: catálogo Sonepar.....	227

---

---

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución del hospital.....	35
Tabla 2. Resistencia térmica de diferentes pavimentos.....	49
Tabla 3. Condiciones climáticas del hospital. ....	60
Tabla 4. Extracto de la tabla B.1.- Zonas climáticas de la Península Ibérica del CTE. ....	61
Tabla 5. Temperatura media del agua de red por meses. ....	61
Tabla 6. Resistencia térmica superficial de cerramiento en contacto con aire exterior [ $m^2 \cdot K/w$ ] .....	63
Tabla 7. Resistencia térmica de cámara de aire sin ventilar [ $m^2 \cdot K/W$ ]. ....	64
Tabla 8. Resistencia térmica de cámara de aire ligeramente ventilada [ $m^2 \cdot K/W$ ]. ....	65
Tabla 9. Resumen de las resistencias y transmitancias térmicas para fachadas.....	70
Tabla 10. CTE. Valores de transmitancia térmica en $W/m^2 \cdot K$ .....	72
Tabla 11. Fuente: CTE. Valores de transmitancia térmica en $W/m^2 \cdot K$ .....	73
Tabla 12. Tabique tipo 1. ....	75
Tabla 13. Tabique tipo 2. ....	75
Tabla 14. Temperatura promedio de la ciudad de Santander mes a mes en grados centígrados. Fuente: AEMET .....	78
Tabla 15. Irradiación media horaria en $W/m^2$ para la ciudad de Santander en orientación sur y con una inclinación del captador solar de $45^\circ$ . Fuente: Datos facilitados por el tutor del proyecto, Delfín Silió. ....	79
Tabla 16. Datos de la fachada de las habitaciones. ....	95
Tabla 17. Datos de la fachada del quirófano. ....	96
Tabla 18. Datos fachada cafetería y salas de espera.....	97
Tabla 19. Datos de fachada de oficinas, administración y halls.....	98

---

Tabla 20. Datos de fachada de baños, aseos y vestuarios.....	98
Tabla 21. Datos de fachada de estancias no habitables. ....	99
Tabla 22. Resumen de los datos para el cálculo de la transmitancia. ....	101
Tabla 23. Valores de transmitancia térmica para tipo de suelo 1. ....	101
Tabla 24. Cálculo $U_s$ para tipo de suelo 1. ....	102
Tabla 25. Resumen de los datos para el cálculo de la transmitancia. ....	103
Tabla 26. Valores de transmitancia térmica para tipo de suelo 2. ....	104
Tabla 27. Cálculo $U_s$ para tipo de suelo 1. ....	104
Tabla 28. Resumen de los datos para el cálculo de la transmitancia. ....	105
Tabla 29. Valores de transmitancia térmica para tipo de suelo 3. ....	106
Tabla 30. Cálculo $U_s$ para tipo de suelo 1. ....	106
Tabla 31. Transmitancia térmica lineal en huecos $\Psi_p$ y $\Psi_g$ .....	107
Tabla 32. Datos para el cálculo de la transmitancia térmica de ventanas.....	108
Tabla 33. Datos para el cálculo de la transmitancia térmica de puerta exterior. ....	109
Tabla 34. Datos para el cálculo de la transmitancia térmica de puertas interiores.....	110
Tabla 35. Mediciones.....	226
Tabla 36. Pavimento porcelánico. Incluye instalación. ....	231
Tabla 37. Presupuesto de diseño y redacción de proyecto. ....	231
Tabla 38. Presupuesto de dirección de obra. ....	231
Tabla 39. Presupuesto de mano de obra. ....	232
Tabla 40. Partida de gastos imprevistos.....	232
Tabla 41. Partida de beneficio industrial.....	232

---

Tabla 42. Total del presupuesto..... 233

---

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>[Ecuación 1]</b> .....	22
<b>[Ecuación 2]</b> .....	22
<b>[Ecuación 3]</b> .....	23
<b>[Ecuación 4]</b> .....	25
<b>[Ecuación 5]</b> .....	27
<b>[Ecuación 6]</b> .....	27
<b>[Ecuación 7]</b> .....	27
<b>[Ecuación 8]</b> .....	28
<b>[Ecuación 9]</b> .....	28
<b>[Ecuación 10]</b> .....	28
<b>[Ecuación 11]</b> .....	30
<b>[Ecuación 12]</b> .....	30
<b>[Ecuación 13]</b> .....	30
<b>[Ecuación 14]</b> .....	30
<b>[Ecuación 15]</b> .....	62
<b>[Ecuación 16]</b> .....	62
<b>[Ecuación 17]</b> .....	62
<b>[Ecuación 18]</b> .....	71
<b>[Ecuación 19]</b> .....	71
<b>[Ecuación 20]</b> .....	73
<b>[Ecuación 21]</b> .....	74

<b>[Ecuación 22]</b> .....	74
<b>[Ecuación 23]</b> .....	75
<b>[Ecuación 24]</b> .....	77
<b>[Ecuación 25]</b> .....	80
<b>[Ecuación 26]</b> .....	80
<b>[Ecuación 27]</b> .....	81
<b>[Ecuación 28]</b> .....	82
<b>[Ecuación 29]</b> .....	83
<b>[Ecuación 30]</b> .....	84
<b>[Ecuación 31]</b> .....	85
<b>[Ecuación 32]</b> .....	85
<b>[Ecuación 33]</b> .....	85
<b>[Ecuación 34]</b> .....	86
<b>[Ecuación 35]</b> .....	87
<b>[Ecuación 36]</b> .....	87
<b>[Ecuación 37]</b> .....	88
<b>[Ecuación 38]</b> .....	95
<b>[Ecuación 39]</b> .....	95
<b>[Ecuación 40]</b> .....	96
<b>[Ecuación 41]</b> .....	96
<b>[Ecuación 42]</b> .....	97
<b>[Ecuación 43]</b> .....	97

<b>[Ecuación 44]</b> .....	98
<b>[Ecuación 45]</b> .....	98
<b>[Ecuación 46]</b> .....	99
<b>[Ecuación 47]</b> .....	99
<b>[Ecuación 48]</b> .....	99
<b>[Ecuación 49]</b> .....	100
<b>[Ecuación 50]</b> .....	106
<b>[Ecuación 51]</b> .....	107
<b>[Ecuación 52]</b> .....	108
<b>[Ecuación 53]</b> .....	109
<b>[Ecuación 54]</b> .....	110

## **DOCUMENTO N°1: MEMORIA TÉCNICA**

## 0 RESUMEN / ABSTRACT

El presente proyecto tiene por objetivo realizar el estudio de climatización de una planta de un hospital ubicado en la ciudad de Santander, capital de la comunidad autónoma de Cantabria. Dicha climatización será llevada a cabo mediante suelo radiante alimentado a través de paneles solares y cubriendo el resto de la demanda de energía mediante una caldera de gasoil.

Para realizar el estudio será necesario un cálculo técnico exhaustivo del edificio, hallando los coeficientes de transmisión de los cerramientos que componen el hospital, el coeficiente de conductividad total, las cargas térmicas totales, el dimensionado del suelo radiante y por último la elección y justificación de equipos a instalar.

Terminado el estudio y diseño del sistema de climatización, se realizará una estimación del presupuesto total del proyecto.

Por último, se expondrán los resultados y conclusiones del presente proyecto donde se mostrarán las ventajas del sistema de climatización propuesto.

The aim of this project is to carry out the study of the heating system of a hospital located in Santander, capital of Cantabria. The facility is going to be made by an underfloor heating system powered by solar energy through solar panel and with diesel energy in case of deficiency.

To carry out the study is going to be necessary an exhaustive calculation of the building, obtaining transmission coefficients of the enclosures that make up the hospital, total conductivity coefficient, thermal loads, radiant floor dimensioning and finally choice and justification of the equipment to install.

Finished the design of the radiant floor, an estimation of the total budget needed is made, not only with the different components and equipment but the manpower.

At last, the results and conclusions of the project are shown, showing the benefits and the advantages of the heating system proposed.

# 1 INTRODUCCIÓN: CONCEPTOS PREVIOS.

Tanto las instalaciones de calefacción como las de climatización son actualmente esenciales para el desarrollo de cualquier actividad. La climatización consiste en dotar a un determinado espacio cerrado de las condiciones de temperatura, humedad, presión e higiene del aire necesarias para la salud y comodidad de quienes lo ocupan y ésta puede realizarse tanto de manera natural como de manera artificial.

Dentro de la climatización existen dos vertientes:

- Calefacción o climatización de invierno.
- Refrigeración o climatización de verano.

El objetivo fundamental de la climatización es dotar a una determinada estancia de confort térmico o comodidad higrotérmica. Se dice que existe confort térmico cuando las personas no experimentan ni frío ni calor y se consigue cuando las anteriormente citadas condiciones son favorables para la actividad desarrollada en el lugar climatizado. Evaluarlo es una tarea complicada puesto que algunas de las valoraciones son muy subjetivas. Los factores que intervienen en las condiciones higrotérmicas son las siguientes:

- Temperatura del aire.
- Humedad relativa.
- Velocidad del aire.
- Intercambio calórico por radiación.
- Intercambio calórico por convección.
- Intercambio calórico por respiración: se produce por la vaporización del agua en los pulmones.
- Intercambio calórico por evaporación: se produce por la evaporación del sudor presente en la superficie de la piel.
- Calor metabólico: es consecuencia de la actividad corporal y se debe estimar para cada individuo en particular.

Por tanto, la comodidad higrotérmica no será la misma en un hospital que en un gimnasio, ya que el calor metabólico, el intercambio calórico por evaporación o respiración son factores muy cambiantes dependiendo tanto de la persona como de la actividad desarrollada.

## 1.1 CALOR Y TEMPERATURA.

Calor es la forma que toma la energía interna al pasar de un cuerpo a otro por efecto de diferencia de temperatura entre un cuerpo y otro. Es la forma de energía más primaria, ya que en cualquier transformación de otro tipo de energía aparece el calor.

La unidad del calor en el Sistema internacional es el Julio (J), aunque una de las unidades más extendida y utilizada es la Kilocaloría (kcal).  $1 \text{ kJ}=0.2388\text{kcal}$ .

Temperatura es una magnitud que mide el estado térmico de la materia. La sensación que aparece en el cuerpo al tocar un objeto, tanto frío como caliente, se debe al intercambio energético entre nuestro cuerpo y el objeto en cuestión. Por tanto, el concepto de temperatura lo que hace es proporcionar una medida de la capacidad que tiene un objeto para intercambiar calor con otros que se encuentren en sus proximidades.

La unidad de la temperatura en el Sistema internacional es el grado Kelvin (K).

El calor específico de una sustancia es la cantidad de calor que se debe aplicar a un kilogramo de dicha sustancia para que esta aumente su temperatura 1 grado Kelvin.

La unidad del calor específico en el Sistema Internacional es  $\text{J}/(\text{kg} \times \text{K})$ ; aunque la que se usa habitualmente es  $\text{kcal}/(\text{kg} \times \text{K})$ . El calor específico del agua es de  $1 \text{ kcal}/\text{kg} \text{ } ^\circ\text{C}$ .

La entalpía es la cantidad de calor total, sensible y latente, contenida en la unidad de masa de una sustancia.

Calor sensible es el calor que se emplea en variar la temperatura del cuerpo.

Calor latente es el calor que se emplea en el cambio de estado. Durante el cambio de estado la temperatura permanece constante hasta que toda la masa haya cambiado de estado.

### 1.1.1 MÁQUINAS TÉRMICAS.

El Segundo Principio de la Termodinámica dice que el calor fluye por sí mismo desde un cuerpo que está a mayor temperatura a otro cuerpo que esté a menor temperatura. Esta es la base del funcionamiento de las máquinas térmicas.

Una máquina térmica trabaja entre dos focos:

- Un foco caliente a mayor temperatura  $t_1$
- Un foco frío a menor temperatura  $t_2$

El rendimiento,  $\eta$ , de una máquina térmica es el indicado en la siguiente ecuación.

$$\eta = \frac{\text{Trabajo útil}}{\text{Trabajo absorbido}} \quad \text{[Ecuación 1]}$$

El esquema de una máquina térmica calorífica es el de la Ilustración 1. Un ejemplo sería el de una máquina térmica para producción de electricidad; donde el foco caliente es la caldera, el foco frío el condensador y el trabajo lo realiza la turbina cuyo eje mueve un alternador.

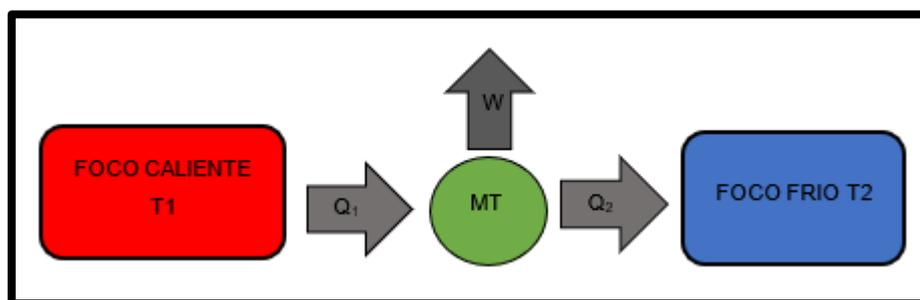


Ilustración 1. [Ref. 1]. Esquema de una máquina térmica calorífica.

En este caso tenemos que  $Q_1$  es el calor absorbido por la máquina térmica del foco caliente,  $Q_2$  es el calor cedido por la máquina térmica al foco frío y  $W$  es el trabajo producido.

Por tanto, aplicando la ecuación del rendimiento, para una máquina térmica calorífica tendríamos que:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \quad \text{[Ecuación 2]}$$

Por otro lado, para una máquina térmica frigorífica tenemos el esquema de la Ilustración 2. Un ejemplo es el de un climatizador de ventana, donde el foco caliente es el ambiente exterior, el foco frío el ambiente del local, y el trabajo lo realiza el compresor mediante la energía eléctrica que absorbe de la red.

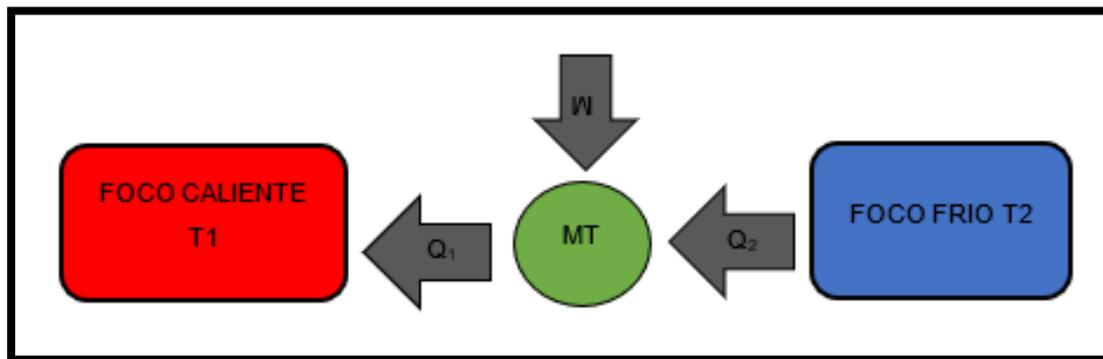


Ilustración 2. [Ref. 1]. Esquema de una máquina térmica frigorífica.

En este caso tenemos que  $Q_1$  es el calor cedido por la máquina térmica al foco caliente,  $Q_2$  es el calor absorbido por la máquina térmica del foco frío y  $W$  es el trabajo aportado.

Por tanto, aplicando la ecuación del rendimiento, para una máquina térmica frigorífica tendríamos que:

$$\eta = \frac{Q_2}{W} \quad \text{[Ecuación 3]}$$

En cuanto a los rendimientos de las máquinas térmicas frigoríficas, hay que definir dos coeficientes de eficiencia energética:

- **EER** (Energy Efficiency Ratio) que, en régimen de refrigeración, es la relación entre la capacidad frigorífica de la unidad y la potencia absorbida por la misma.
- **COP** (Coefficient of Performance) que, en régimen de calefacción, es la relación entre la capacidad calorífica de la unidad y la potencia absorbida por la misma.

## 1.2 FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR.

La transferencia de calor abarca una amplia gama de fenómenos físicos que hay que comprender y analizar antes de desarrollar una metodología que conduzca al diseño térmico de los sistemas correspondientes.

Siempre que exista una diferencia de temperatura entre dos elementos se va a producir una transferencia de energía que irá de la región con mayor temperatura a la región con menor temperatura, tal y como indican los principios termodinámicos. Sin embargo, aunque las leyes de la termodinámica tratan de la transferencia de energía, éstas solo se aplicarán a sistemas en equilibrio. Es decir, se puede predecir la energía requerida para modificar un sistema de un estado de equilibrio a otro, pero no se sirven para predecir la rapidez con la cual pueden producirse estos cambios. Es mediante la fenomenología que estudia la transferencia

de calor, la cual complementa a los principios termodinámicos, mediante la cual podemos predecir la velocidad de la transferencia térmica.

Para poder realizar un análisis completo de la transferencia de calor adecuado es necesario considerar tres mecanismos diferentes, conducción, convección y radiación.

El diseño y proyecto de los sistemas de intercambio de calor y conversión energética requieren tener en cuenta cada uno de estos mecanismos, así como la interacción de estos.

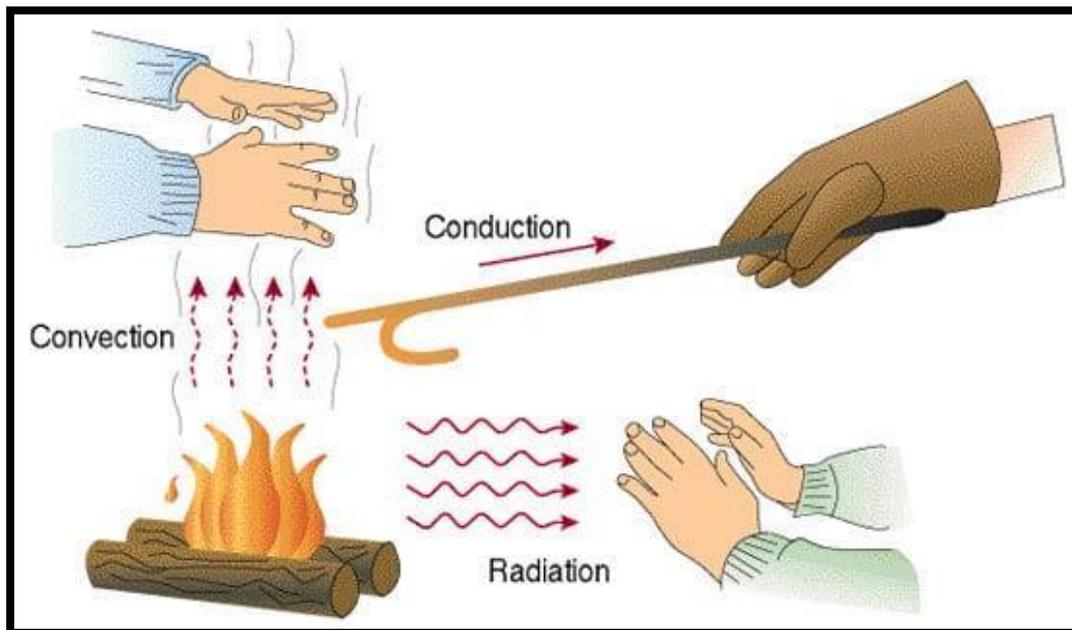
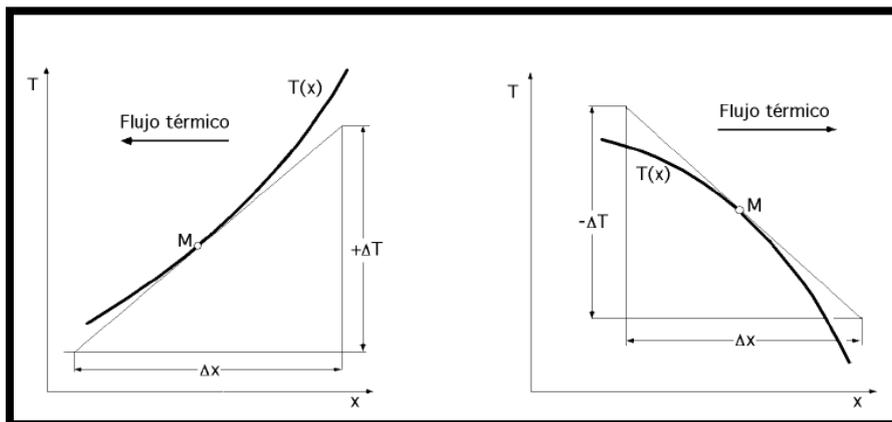


Ilustración 3. [Ref. 2]. Mecanismos de transferencia de calor.

### 1.2.1 CONDUCCIÓN.

La conducción es una forma de transmisión de calor por contacto entre dos medios sólidos cuando entre estos cuerpos existe una diferencia de temperatura. Dicha transmisión de calor se produce de la región con mayor temperatura a la región con menor temperatura.

El valor del calor transmitido por conducción,  $Q_k$  es proporcional al gradiente de temperatura  $\frac{dT}{dx}$  y a la superficie  $A$ :  $Q_k = A \cdot \frac{dT}{dx}$  donde  $T$  es la temperatura y  $x$  la dirección del flujo de calor.

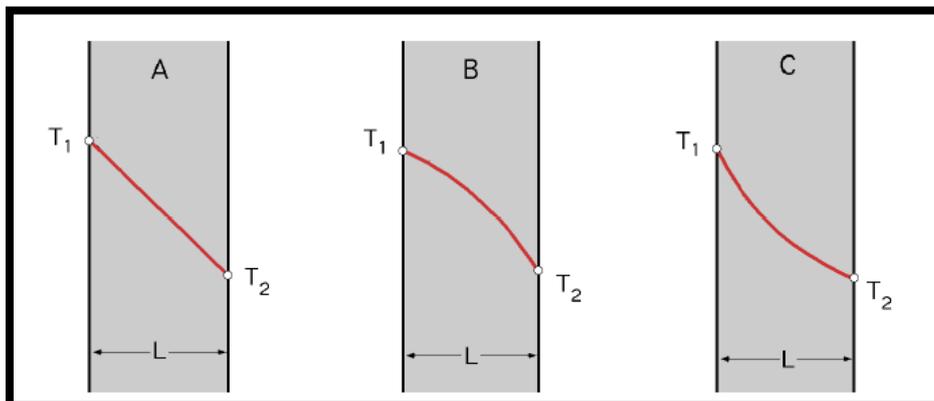


**Ilustración 4. [Ref. 3]. Convenio de signos para la transmisión de calor por conducción.**

El flujo real de calor depende de la conductividad térmica  $k$ , que es una propiedad física del cuerpo, por lo que la expresión anterior queda de la siguiente forma:

$$Q_k = -k \cdot A \cdot \frac{dT}{dx} \quad \text{[Ecuación 4]}$$

Dicho valor ‘ $k$ ’, no es predecible analíticamente, por tanto, los valores con que se trabaja están basados en datos experimentales. En general la conductividad varía con la temperatura, pero en situaciones prácticas se considera un valor medio constante.



**Ilustración 5. [Ref. 3]. Representación de la relación temperatura-espesor para diversas conductividades térmicas.**

El signo negativo (-) es consecuencia del Segundo Principio de la Termodinámica, según el cual, el calor debe fluir hacia la zona de temperatura más baja. El gradiente de temperaturas es negativo si la temperatura disminuye para valores crecientes de  $x$ , por lo que, si el calor transferido en la dirección positiva debe ser una magnitud positiva, en el segundo miembro de la ecuación anterior hay que introducir un signo negativo.

## 1.2.2 CONVECCIÓN.

La convección es el mecanismo de transferencia de calor por movimiento de masa o circulación dentro de una sustancia. Es decir, la convección se da cuando tenemos un fluido a una temperatura  $T_F$  y lo ponemos en contacto con un sólido cuya superficie de contacto está a una temperatura diferente  $T_{pF}$ .

Existen dos tipos de convección. Esta puede ser natural o libre, producida solo por las diferencias de densidades de la materia, o forzada, cuando la materia es obligada a moverse de un lugar a otro, por ejemplo, con un ventilador.

- **Convección natural:** la fuerza motriz procede de la variación de densidad en el fluido como consecuencia del contacto con una superficie a diferente temperatura, lo que da lugar a unas fuerzas ascensionales. El fluido próximo a la superficie adquiere una velocidad debida únicamente a esta diferencia de densidades, sin ninguna influencia de fuerza motriz exterior.

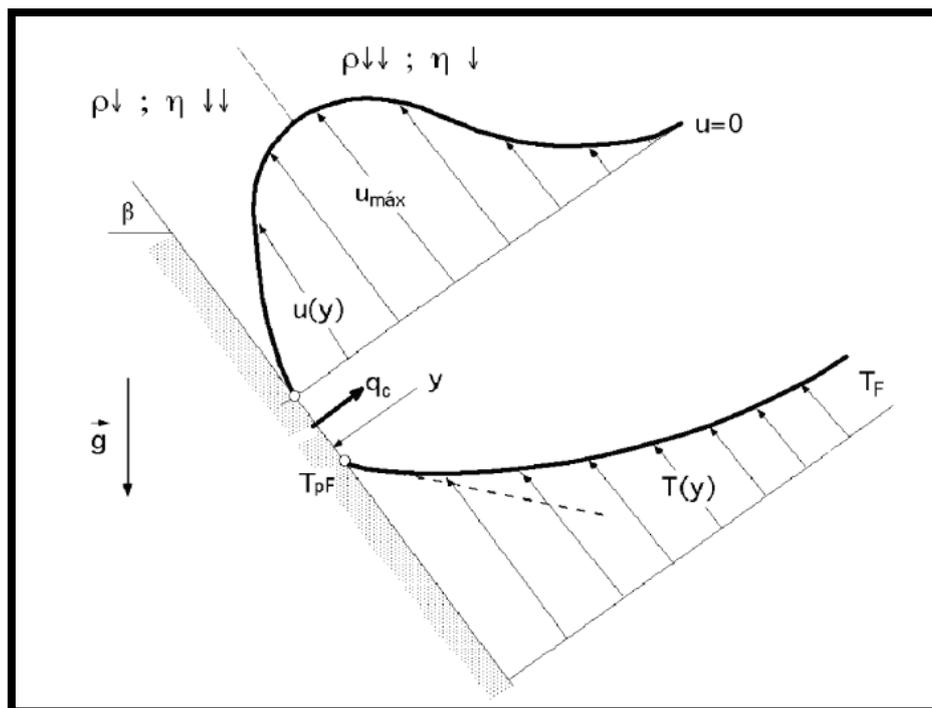
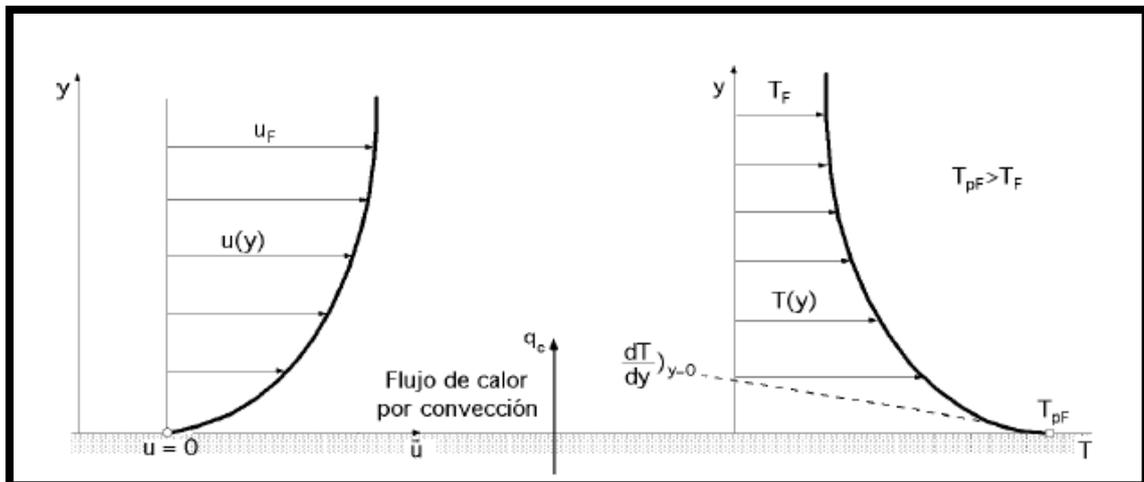


Ilustración 6. [Ref. 3]. Distribución de temperatura y la velocidad en convección natural sobre una placa inclinada.

- Convección forzada:** Tiene lugar cuando una fuerza motriz exterior mueve un fluido con una velocidad  $u_F$  sobre una superficie que se encuentra a una temperatura  $T_{pF}$  mayor o menor que la del fluido  $T_F$ . La velocidad del fluido en la convección forzada es mayor que en la convección natural, por tanto, se transfiere una mayor cantidad de calor para una determinada temperatura.



**Ilustración 7. [Ref. 3]. Distribución de la temperatura y la velocidad sobre una placa plana en convección forzada.**

Independientemente del tipo de convección, natural o forzada, la cantidad de calor transmitida  $Q_c$ , se puede escribir:

$$Ley\ de\ Newton: Q_c = h_{cF} \cdot A \cdot (T_{pF} - T_F) \quad [Ecuación\ 5]$$

La ecuación de la ley de Newton sirve como definición del coeficiente de convección  $h_{cF}$  aunque su valor numérico tiene que ser determinado analítica o experimentalmente.

Para determinar dicho coeficiente por convección forzada hay que tener en cuenta que este depende de, en general, de la viscosidad y de la velocidad del fluido, así como de sus propiedades térmicas, es decir:

$$h_{cF} C_F = f(\rho, \eta, u_F, k, C_p) \quad [Ecuación\ 6]$$

En la convección natural la velocidad depende de una serie de parámetros, la diferencia de temperatura entre la superficie y el fluido, coeficiente de dilatación térmica del fluido y del campo de fuerzas exteriores, es decir:

$$v_F = f(\Delta T, \beta, g) \quad [Ecuación\ 7]$$

Por otro lado, en la convección forzada la velocidad viene impuesta al sistema por un elemento externo, ya sea un ventilador, una bomba etc., lo que permite que pueda ser medida de manera directa.

$$v_R = \frac{Q}{\Omega} \quad \text{[Ecuación 8]}$$

También se deben destacar los números adimensionales que caracterizan cada uno de los tipos de convección.

El número adimensional con el que se define al fluido es el número de Prandtl, el cual se corresponde con la expresión  $Pr = \frac{\nu}{\alpha} = \frac{\eta C_P}{k}$  aunque se puede clasificar en primera aproximación en 4 grupos:

- Gases:  $Pr \approx 1$
- Líquidos (agua, aceites calientes etc.):  $Pr > 1$
- Aceites a bajas temperaturas:  $Pr > 1000$
- Metales líquidos:  $Pr \ll 1$

El número adimensional que caracteriza la convección natural es el número de Grashoff, que es el cociente entre las fuerzas de flotación y las fuerzas de viscosidad:

$$Gr = \frac{g \cdot \beta}{\nu^2} \cdot \Delta T \cdot L^3 \quad \text{[Ecuación 9]}$$

Para la convección natural en régimen laminar, el nº de Rayleigh es  $Ra = Gr \cdot Pr < 10^7$ .

Para la convección natural en régimen turbulento, el nº de Rayleigh es  $Ra = Gr \cdot Pr > 10^9$ .

El número adimensional que caracteriza la convección forzada es el número de Reynolds, que es el cociente entre las fuerzas de inercia y las de viscosidad:

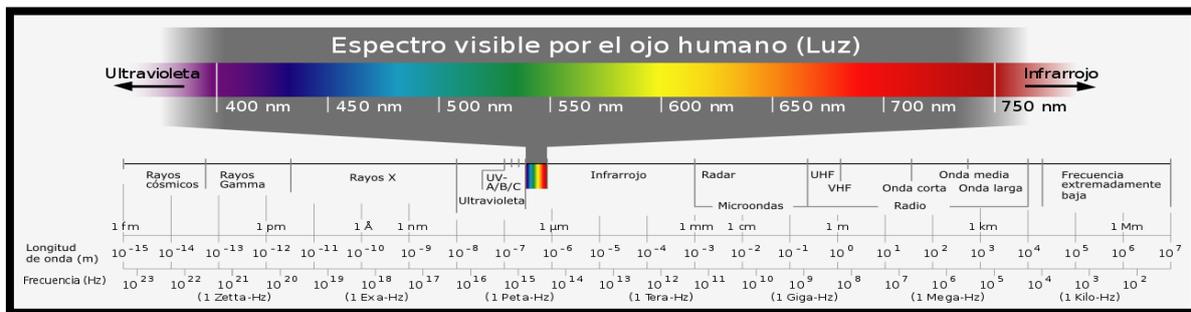
$$Re = \frac{u_F \cdot L}{\nu} \quad \text{[Ecuación 10]}$$

### 1.2.3 RADIACIÓN.

La transmisión de calor por radiación consiste en un transporte de energía calorífica que puede tener lugar tanto en presencia de materia como en ausencia de esta (el vacío), es decir, no exige la presencia de materia. Este proceso tiene carácter de onda

electromagnética, es decir, cualitativamente es una onda electromagnética de un determinado rango de frecuencias que se propagan a la velocidad de la luz.

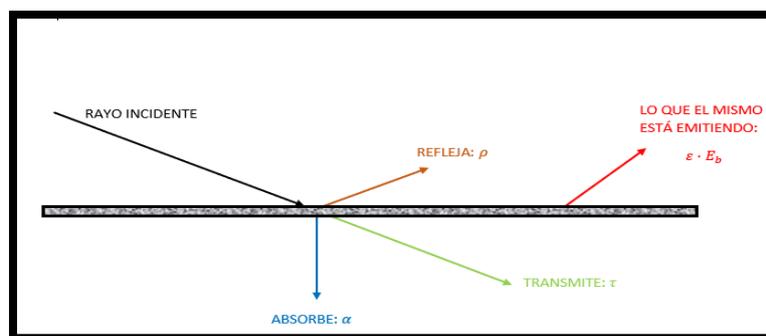
Las ondas electromagnéticas que constituyen la radiación térmica tienen unas longitudes de onda comprendidas entre  $10^{-4}$  y  $10^{-7}$  m, intervalo en el cual se enmarcan las radiaciones visibles, las infrarrojas y las ultravioletas.



**Ilustración 8. [Ref. 4]. Espectro de radiación electromagnética.**

La energía radiante que abandona una superficie en forma de calor radiante depende de la temperatura absoluta a la que se encuentre y la naturaleza de la superficie. Todos los cuerpos emiten radiación térmica por el mero hecho de encontrarse a una temperatura superior al cero absoluto (0 K).

Se debe tener en cuenta que cuando la radiación incide sobre un cuerpo, parte de esa radiación es absorbida,  $\alpha$ , parte es reflejada,  $\rho$ , y parte es transmitida,  $\tau$ .



**Ilustración 9. [Ref. 1]. Comportamiento de la radiación al incidir en una superficie.**

Se distinguen tres tipos de cuerpos o radiadores en función de cómo se comporten al recibir y emitir radiación: Cuerpo negro o radiador perfecto, cuerpo gris y cuerpo blanco o rerradiante.

- **Cuerpo negro:** Es aquel que emite o absorbe el máximo posible de radiación. Todo cuerpo negro es siempre una superficie difusa, es decir, emite igual en todas las direcciones. La cantidad de energía radiante viene dada por la siguiente ecuación que

nos dice que toda la superficie negra irradia calor proporcionalmente a la cuarta potencia de su temperatura absoluta, es decir:

$$Q_r = \sigma \cdot A \cdot T^4 = A \cdot E_b \quad \text{[Ecuación 11]}$$

En el caso de un cuerpo negro, su valor de emisividad, que es la proporción de radiación que emite una superficie, es  $\varepsilon = 1$ .

- **Cuerpo gris:** Es aquel cuya emisividad toma los valores  $0 < \varepsilon < 1$ , es decir, no es un cuerpo perfecto. La inmensa mayoría de los cuerpos que se conocen son cuerpos grises, es decir, no tienen una emisión perfecta. Un cuerpo gris emite radiación según la expresión:

$$Q_r = \varepsilon \cdot A \cdot E_b = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4 \quad \text{[Ecuación 12]}$$

En caso de que e produzca una transferencia de calor entre un cuerpo gris a una temperatura  $T_1$  y un cuerpo negro que lo rodea a una temperatura  $T_2$ , el valor del calor radiante neto se calcula de la siguiente forma:

$$Q_r = \varepsilon_1 \cdot A_1 \cdot (E_{b1} - E_{b2}) = \varepsilon_1 \cdot \sigma \cdot A_1 \cdot (T_1^4 - T_2^4) \quad \text{[Ecuación 13]}$$

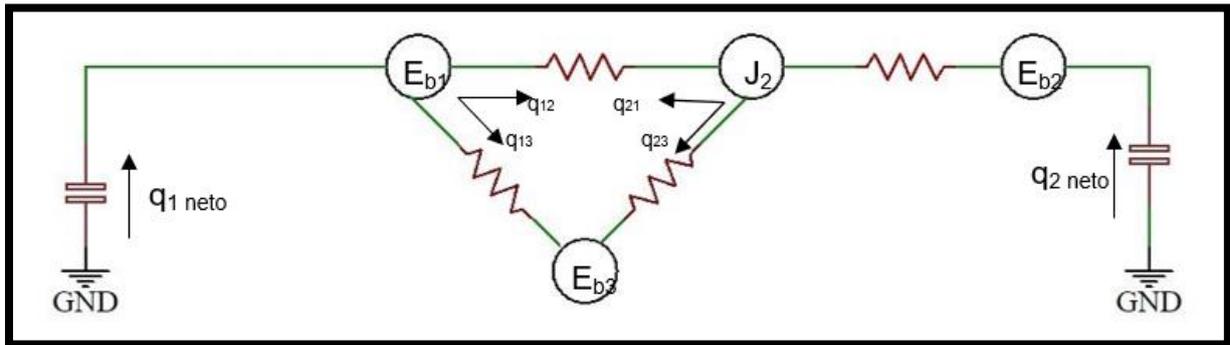
Por otro lado, en caso de que ninguno de los dos cuerpos sea un radiador perfecto, es decir, si ambos cuerpos son grises, pero poseen una determinada relación geométrica, el calor radiante neto transferido entre ellos viene dado por la siguiente expresión:

$$Q_{12} = \sigma \cdot A_1 \cdot F_{12} (T_1^4 - T_2^4) = \frac{E_{b1} - E_{b2}}{\frac{\rho_1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{F_{12}} + \frac{A_1}{A_2} \cdot \frac{\rho_2}{\varepsilon_2}} \cdot A_1, \quad \text{[Ecuación 14]}$$

dónde  $F_{12}$  es el factor de forma, es decir, la fracción de energía radiante total que abandona la superficie  $A_1$  y llega directamente a la superficie  $A_2$ . Ambas superficies forman un recinto.

- **Cuerpo blanco o rerradiante:** Es aquel cuerpo que refleja toda la radiación incidente, es decir su valor de  $\rho = 1$ . En el caso de la emisividad, para un cuerpo blanco esta será  $\varepsilon = 0$ .

Cabe destacar que es de gran utilidad utilizar la analogía eléctrica, puesto que es más sencillo de comprender.



**Ilustración 10. [Ref. 1]. Analogía eléctrica de un sistema formado por un cuerpo negro, uno gris y uno blanco.**

## **2 GENERALIDADES**

### **2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO.**

#### **2.1.1 OBJETIVOS.**

Los objetivos que se desean alcanzar con el presente proyecto son los siguientes:

- Obtener las cargas térmicas de calefacción que se van a dar en la vivienda para así poder realizar un diseño y un dimensionado de la instalación de suelo radiante necesaria para satisfacer la demanda.
- Calcular y diseñar la instalación de placas solares térmicas, teniendo en cuenta las previsiones de demandas mensuales y anuales, así como la energía solar disponible en la localidad a lo largo del año.
- Calcular y diseñar la instalación de una caldera de gasóleo para abastecer al sistema cuando no sea posible o suficiente mediante las placas solares térmicas.
- Realizar un presupuesto del proyecto, así como el análisis de la rentabilidad de este en comparación con el actual sistema.

#### **2.1.2 ALCANCE.**

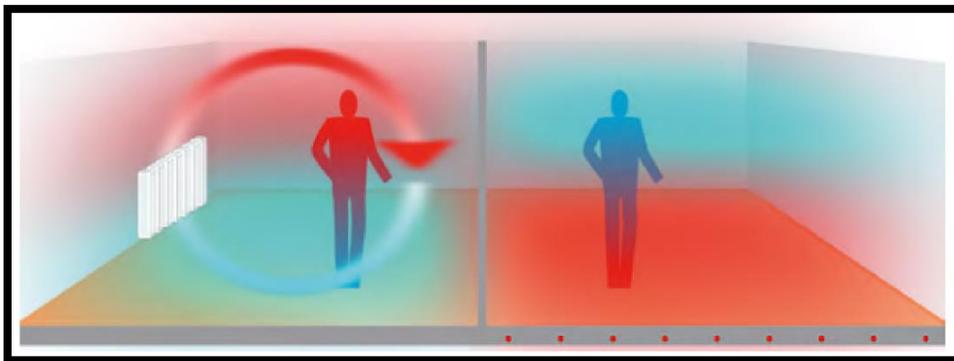
El alcance del proyecto que se va a desarrollar a continuación consistirá en realizar un estudio para diseñar y dimensionar una instalación de un sistema de calefacción mediante suelo radiante el cual se alimentará de unos paneles solares térmicos y de una caldera de gasoil.

Se propone como una alternativa más respetuosa con el medio ambiente, dado que se va a emplear parte de energía renovable, reduciendo así el uso de combustibles más contaminantes, y más eficiente que el sistema de calefacción convencional que presenta actualmente el hospital, el cual además es bastante anticuado.

Por otro lado, dado que es un hospital se tiene muy en cuenta el bienestar de los pacientes y las condiciones higiénicas. El suelo radiante es una forma de climatización saludable y con

ausencia de ruidos molestos que puedan perjudicar al descanso de los pacientes o a la concentración de los profesionales que trabajen en el centro.

Cabe destacar también la importancia que se debe dar al movimiento del aire, sobre todo en los quirófanos. La velocidad de migración de las capas de aire caliente hacia las zonas frías es proporcional a la diferencia de temperaturas del aire entre ambas zonas, caliente y fría. Una de las causas que generan este fenómeno es la presencia de cuerpos muy calientes, como los radiadores. En una instalación de climatización invisible, las diferencias de temperatura entre las superficies (en este caso el suelo) y el aire son mínimas tanto en invierno como en verano, por lo que el movimiento de aire por convección es imperceptible. La ausencia de movimiento de aire produce menor movimiento de polvo y como consecuencia también un entorno más higiénico y saludable.



**Ilustración 11. [Ref. 5]. Diferencia en la distribución de temperatura y movimiento del aire en climatización mediante suelo radiante y mediante radiadores.**

También se verificará el cumplimiento de toda la normativa que sea de aplicación para el desarrollo del proyecto, como Reales decretos, normas UNE, normas DIN, CTE etc.

## **2.2 ANTECEDENTES.**

### **2.2.1 EMPLAZAMIENTO DEL HOSPITAL.**

El hospital Santa Clotilde se encuentra situado en Santander, capital de la comunidad autónoma de Cantabria. La dirección exacta es Paseo del General Dávila número 35, una de las calles más altas de la ciudad.

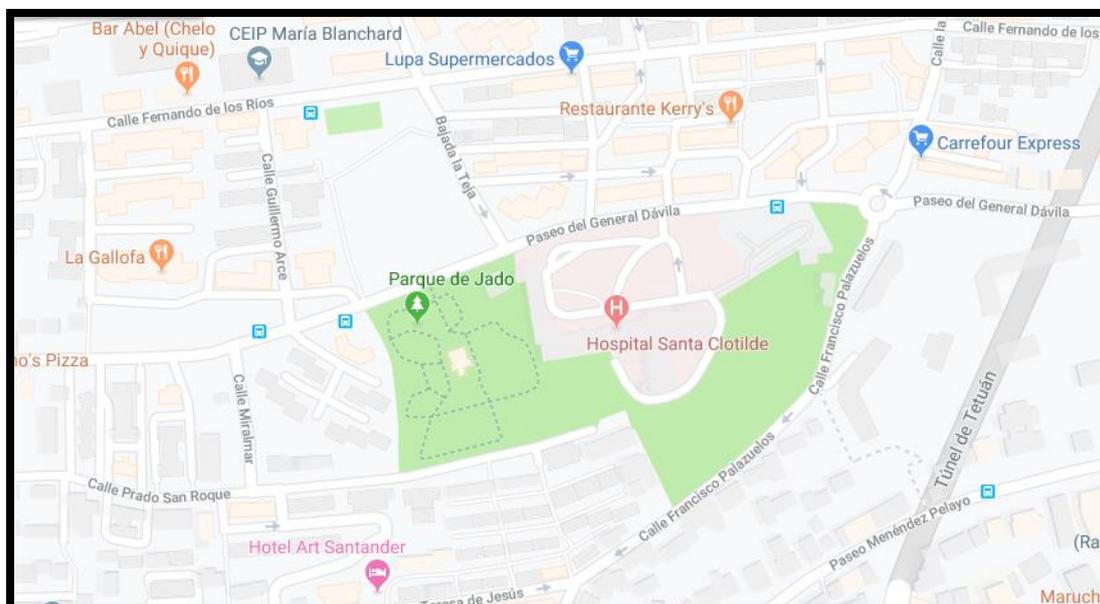
Las coordenadas geográficas son:

- Latitud: 43° 28' 3.473" (Norte).
- Longitud: 3° 47' 56.001" (Oeste).

La altitud de este es de 23 metros sobre el nivel del mar.



**Ilustración 12. [Ref. 6]. Situación geográfica de la ciudad de Santander.**



**Ilustración 13. [Ref. 6]. Localización del Hospital Santa Clotilde en Santander.**

## 2.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL HOSPITAL.

El hospital Santa Clotilde está formado por un conjunto de edificaciones que han sido construidas a lo largo de los años. El primer edificio data de 1870. Durante los años 80 se realiza la primera ampliación. En el 1999 se inaugura un nuevo bloque, el hospital de día y ya en 2016 se le realiza una reforma general para adaptarlo a las necesidades actuales y se inaugura un nuevo edificio destinado a servicios generales.

El hospital está formado por 4 plantas, el semisótano, la planta baja, la primera planta y la bajo cubierta o desván.

En la siguiente tabla se muestra la distribución de las diferentes plantas:

NÚMERO DE PLANTA	ESTANCIAS DE LA PLANTA
PLANTA -1: SEMISÓTANO.	Sótano y almacenes.
PLANTA 0: ACCESO.	Habitaciones, cafetería, hall, gimnasio, admisión, despachos, quirófanos y salas de reanimación.
PLANTA 1: OFICINAS.	Despachos, oficinas y salas multiusos.
PLANTA 2: BAJO CUBIERTA.	Trastero y habitaciones de los religiosos.

Tabla 1. Distribución del hospital.

En este caso se va a hacer un análisis únicamente de la planta 0 puesto que tanto el semisótano como la bajo cubierta no requieren climatización y la planta 1 con las últimas reformas ha sido dotada de sistemas bastante actuales de climatización.

### 2.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA.

Santander es una zona geográfica que se caracteriza por tener veranos cortos y secos e inviernos largos y fríos. A continuación, se muestra un gráfico con un resumen del clima promedio de un año completo.

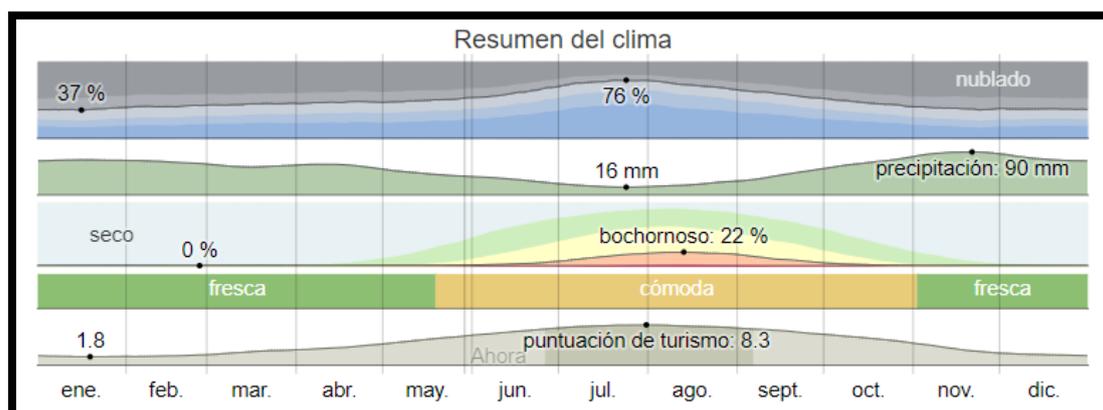


Ilustración 14. [Ref. 7]. Clima promedio en la ciudad de Santander.

Su proximidad al mar y las abundantes precipitaciones convierten a Santander en una ciudad bastante húmeda en las cuatro estaciones del año con variaciones muy leves de unos meses a otros.

El período más húmedo dura tres meses y comprende los meses de julio, agosto y septiembre. Es así una de las ciudades más húmedas de España.

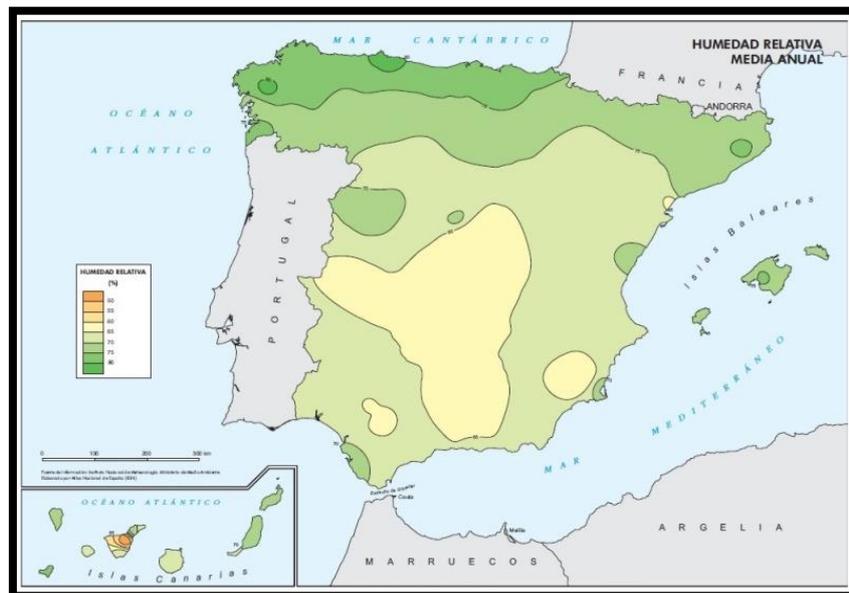


Ilustración 15. [Ref. 7]. Humedad relativa en medida anual de la ciudad de Santander.

La distribución de la humedad a lo largo de un año en la capital Cántabra queda de la siguiente manera:

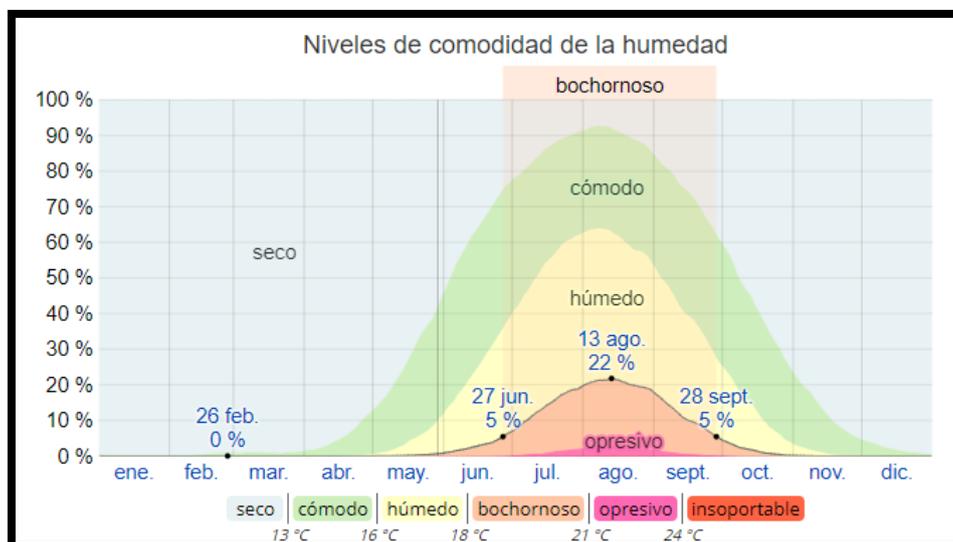


Ilustración 16. [Ref. 7]. Humedad promedio en la ciudad de Santander en un año.

Las temperaturas son templadas en los meses más cálidos y frías en los meses fríos. La temporada más calurosa está comprendida entre julio y septiembre mientras que las temperaturas más frías se dan de diciembre a marzo.

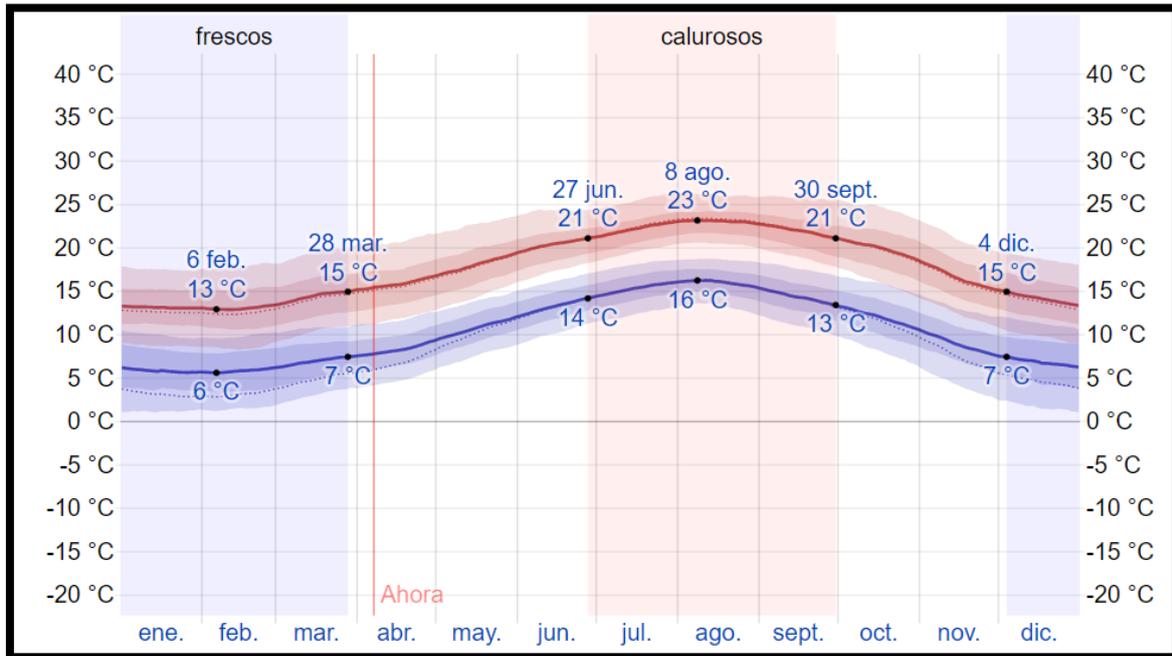


Ilustración 17. [Ref. 7]. Variación de la temperatura en la ciudad de Santander en un año.

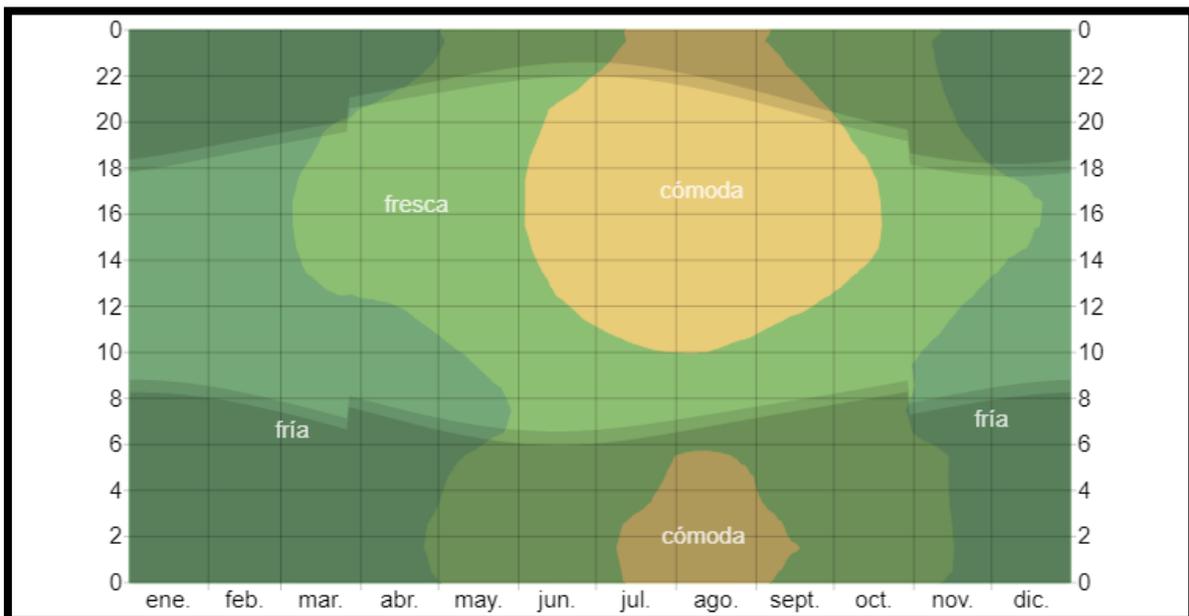


Ilustración 18. [Ref. 7]. Temperatura promedio en la ciudad de Santander.

La cantidad de horas de sol que hay en el día varía notablemente a lo largo del año, llegando a haber más de 6 horas de diferencia entre el día más largo y el más corto.

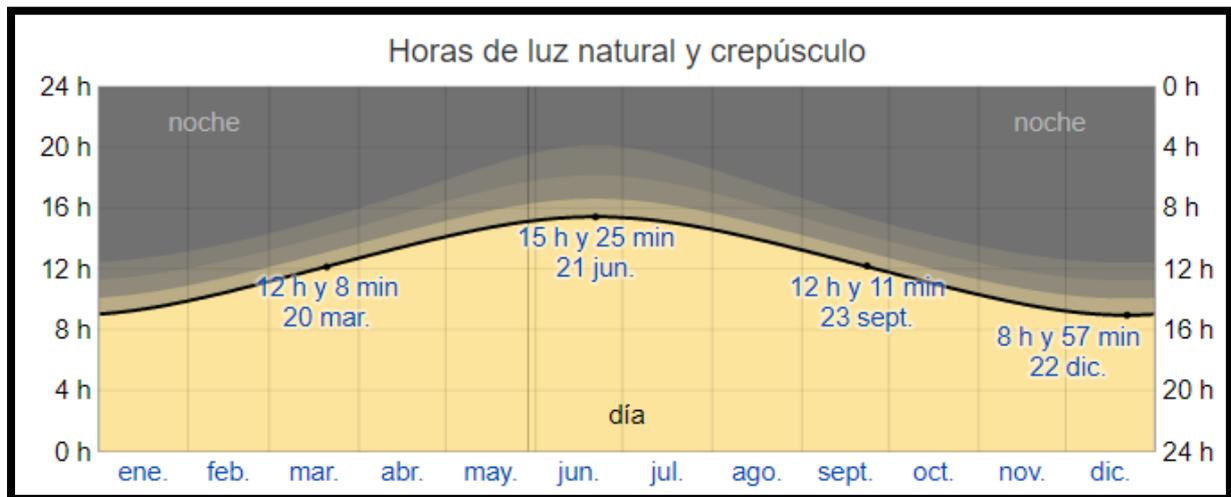


Ilustración 19. [Ref. 7]. Distribución de horas de luz natural y crepúsculo en la ciudad de Santander.

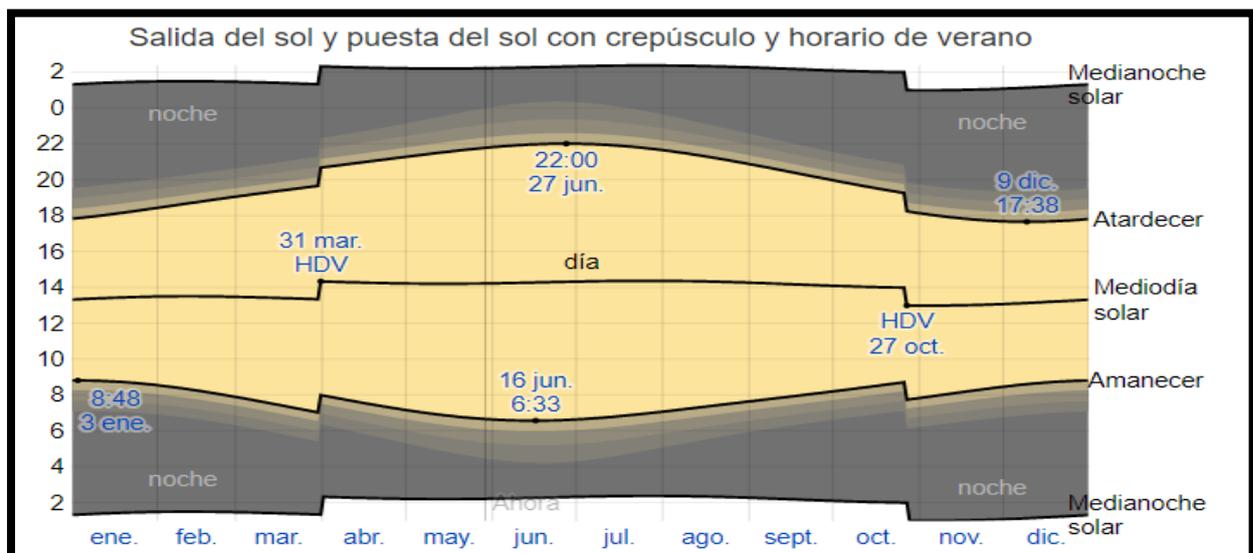


Ilustración 20. [Ref. 7]. Salida y puesta del sol en la ciudad de Santander.

El promedio del porcentaje de cielo que está cubierto por nubes es algo que varía considerablemente a lo largo del año, teniendo que la época más despejada del año comienza en torno al 11 de junio y dura sobre los 3.3 meses, finalizando sobre el 19 de septiembre.

El mes más despejado del año para la ciudad de Santander es Julio, teniendo el cielo despejado o parcialmente despejado en torno al 74% del tiempo.

La época más nublada del año dura unos 8.7 meses y va, más o menos, del 19 de septiembre al 11 de junio.

El mes más nublado del año es enero, con un promedio de cielo nublado o mayormente nublado del 62% del tiempo.

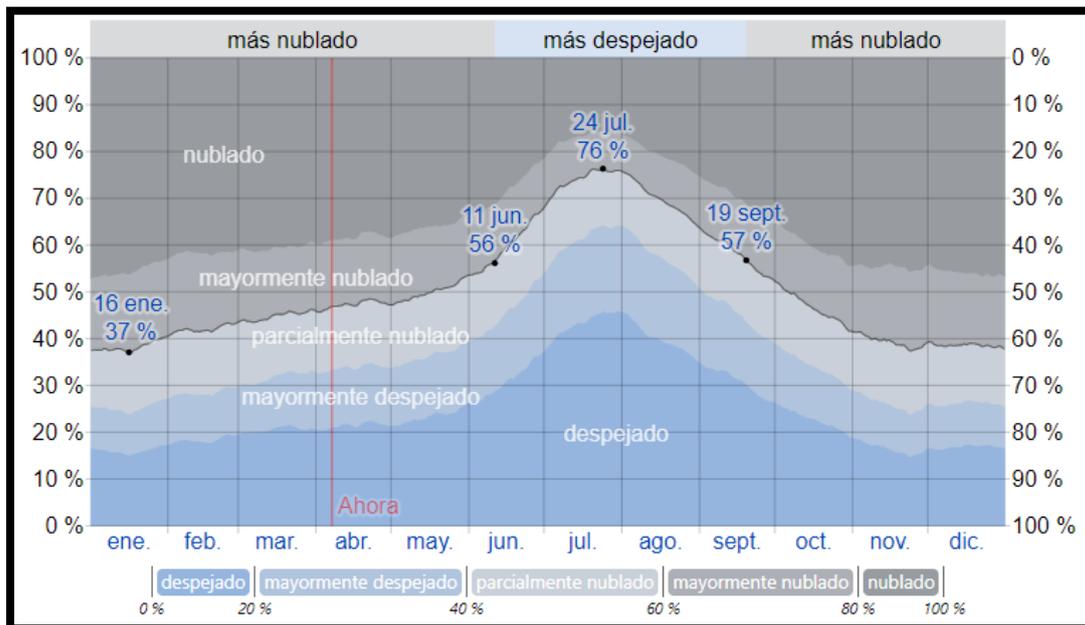


Ilustración 21. [Ref. 7]. Distribución de nubosidad en la ciudad de Santander.

### **3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

Para este proyecto se va a realizar la instalación de un sistema de calefacción por suelo radiante con aporte de energía solar térmica. A continuación, se hace una explicación tanto del sistema de suelo radiante como del sistema de energía solar.

#### **3.1 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN MEDIANTE SUELO RADIANTE.**

##### **3.1.1 INTRODUCCIÓN**

El sistema de climatización por suelo radiante es un sistema compuesto por diferentes elementos que garantizan la máxima eficiencia y calidad del sistema. Éste está compuesto por un panel aislante térmico que permite minimizar las pérdidas caloríficas descendentes. Al mismo se fija la tubería por donde se hace circular un fluido, normalmente agua a unos 40°C en invierno y a unos 18°C en verano, que cede su energía calorífica a una capa de mortero que se coloca por encima y alrededor del tubo. Dicha capa almacena la energía y ésta es cedida al pavimento de la vivienda, el cual puede ser cerámico, de piedra, parque, etc.

En invierno, el mortero absorbe el calor disipado por las tuberías y lo cede al pavimento superior que, a su vez, emite esta energía hacia las paredes y techo de la habitación mediante radiación y en menor grado, convección natural. En cambio, en verano, el pavimento absorbe el calor por radiación y en parte por convección, desde las paredes y el techo. Luego, el calor se transmite a la capa de mortero y a la tubería de suelo radiante, transportándose a través del agua el calor hacia el exterior de la vivienda.

La climatización mediante suelo radiante tiene como objetivo dotar a la estancia del confort ideal para las personas que en ella se encuentren, es decir, proporcionar bienestar de manera que no existe el problema de la convección del aire producida por radiadores.

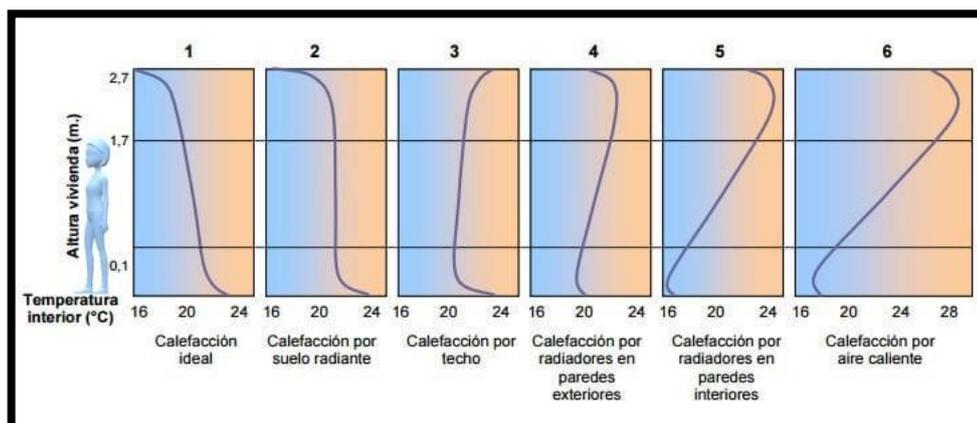
Es un sistema de climatización que permite cualquier fuente de calor, tanto de baja como de alta temperatura y cualquier tipo de energía (gas, gasóleo, bomba de calor, paneles solares etc.).

El sistema de suelo radiante es un sistema racional que nos mantiene los pies calientes y la cabeza despejada, ya que el calor se emite desde abajo y el aire caliente se va enfriando a medida que se va separando del suelo. Lo que permite calefactar la zona habitable y no los techos como ocurre con el resto de los sistemas.

Las principales ventajas de este tipo de climatización son las siguientes:

- Confort durante todo el año: De entre todos los sistemas de climatización, los sistemas radiantes son los que mejor se ajustan a la emisión óptima de calor del cuerpo humano por radiación, convección, transmisión y evaporación. La sensación de temperatura de las personas no se corresponde con la temperatura del aire, sino que equivale a la temperatura de confort, que no es más que un valor promedio entre la temperatura del aire y la temperatura radiante media de las superficies interiores de la habitación, como pueden ser paredes, techos, suelos, etc. Por tanto, para ajustar la temperatura y llegar a la de confort bastaría con modificar la temperatura del aire o la temperatura radiante de las superficies de la habitación y, puesto que se trata de un sistema radiante, bastaría con mantener la temperatura del aire y aumentar la temperatura radiante media del suelo si estamos en invierno y disminuirla si estamos en verano.

Como se puede observar en la ilustración 9, el perfil de distribución de calefacción por suelo radiante es el que más se asemeja con el ideal.



**Ilustración 22. [Ref. 9]. Distribución de temperaturas para diferentes sistemas de calefacción.**

- Gran inercia térmica: La inercia térmica es la capacidad que tiene la masa de conservar la energía térmica recibida e ir liberándola progresivamente, disminuyendo de esta forma la necesidad de aportación de climatización. Con este tipo de calefacción lo que se pretende es tener un alto aprovechamiento de los elementos constructivos del edificio, siendo usados como acumuladores de energía, para así poder mantener una temperatura muy estable durante todo el día.
- Climatización sin movimiento de aire: La velocidad de migración de las capas de aire caliente hacia las zonas frías es proporcional a la diferencia de temperaturas del aire entre ambas zonas, caliente y fría. Una de las causas que generan este fenómeno es la presencia de cuerpos muy calientes, como los radiadores. Con una climatización

invisible, las diferencias de temperatura entre las superficies y el aire son mínimas tanto en invierno como en verano, por lo que el movimiento de aire por convección es imperceptible. La ausencia de movimiento de aire produce menor movimiento de polvo y como consecuencia también un entorno más higiénico y saludable.

- Emisión y absorción térmica uniforme: Puesto que la unidad terminal del sistema es todo el suelo el intercambio térmico se da de manera uniforme evitando zonas frías y calientes, muy presentes en otros sistemas de climatización con un número limitado de unidades terminales.
- Aprovechamiento total de la superficie útil y reducción de accidentes domésticos: Al tratarse de un sistema embebido en el suelo no hay una pérdida de espacio causada por elementos emisores. El espacio útil resultante puede incrementarse hasta en un 5%. Además, se reducen los accidentes domésticos relacionados con golpes y quemaduras producidas por los radiadores y el mantenimiento mediante purgas de estos.
- Ahorro energético: El ahorro energético que se logra con los sistemas radiantes se debe a diferentes factores.

Para alcanzar la temperatura de confort deseada, mantendremos la temperatura del aire y aumentaremos o disminuirémos la temperatura de las superficies. El aire al tener menor densidad y mayor volumen requiere de una mayor energía para poder modificar su temperatura uniformemente, mientras que la temperatura de cada una de las superficies se podrá modificar con un aporte menor de energía por tener mayor densidad y menor volumen.

Además, como se reduce la diferencia entre la temperatura del aire interior de la vivienda a y la temperatura del aire exterior, las pérdidas o ganancias energéticas se reducirán también, dado que son proporcionales a dicho diferencial.

Otro factor de ahorro energético será la reducción de pérdidas o ganancias de calor que se producen desde el cuarto técnico o sala de calderas en una instalación centralizada y hasta los colectores debido a que la temperatura del agua es más moderada durante todo el año y las pérdidas de energía se minimizan.

- Bajo coste de mantenimiento: En sistemas radiantes se minimizan los costes de mantenimiento frente a los sistemas de aire. La complicada tecnología de los sistemas de aire, las partes móviles, la limpieza de los conductos de ventilación, filtros de aire, etc. para mantener el aire en unas condiciones adecuadas de higiene, se traduce en unos elevados costes de mantenimiento.
- Ausencia de ruido: Los sistemas radiantes se caracterizan por no generar ruidos molestos que tienen efectos negativos en la comunicación y el confort de las personas. El conjunto aislante y mortero de cemento se comporta como un suelo flotante, aportando al conjunto del forjado una reducción del ruido de por impacto, por tanto, el sistema de suelo radiante puede ayudar a cumplir con las exigencias del DB-HR del CTE en cuanto a reducción de ruido en la edificación.

La climatización mediante suelo radiante puede ser instalada en cualquier edificio (viviendas, oficinas, restaurantes, bares, hospitales, centros deportivos etc.) teniendo en cuenta los siguientes detalles:

- Los pavimentos deben de estar constituidos por materiales que en un momento determinado no pudieran verse alterados por la humedad producida por una condensación puntual, por lo que se recomiendan acabados cerámicos, pétreos o plásticos, debiendo evitar elementos como maderas, moquetas, corchos, etc.
- Los pavimentos deben de estar en contacto directo con la capa de mortero que recubre los tubos formando un conjunto compacto entre ambas y en ningún caso habrá cámara de aire en dichas capas, para evitar la formación de condensaciones en la cara inferior de los pavimentos, ya que estas bolsas de aire no se mueven y por lo tanto, la humedad relativa en ellas es muy elevada.
- En zonas con una humedad relativa durante los meses estivales (1 de julio a 30 de septiembre) superiores al 55-60%, debe de preverse un sistema de deshumidificación para aprovechar el máximo rendimiento y confort del sistema de climatización por superficie.
- En aquellas estancias o lugares donde los requerimientos energéticos en frío sean elevados, podemos combinar la instalación de climatización por superficie con otro elemento de apoyo para llegar a cubrir las necesidades completas en dicha instalación.

- La temperatura de superficie de suelo en verano no debe ser inferior a 19°C.

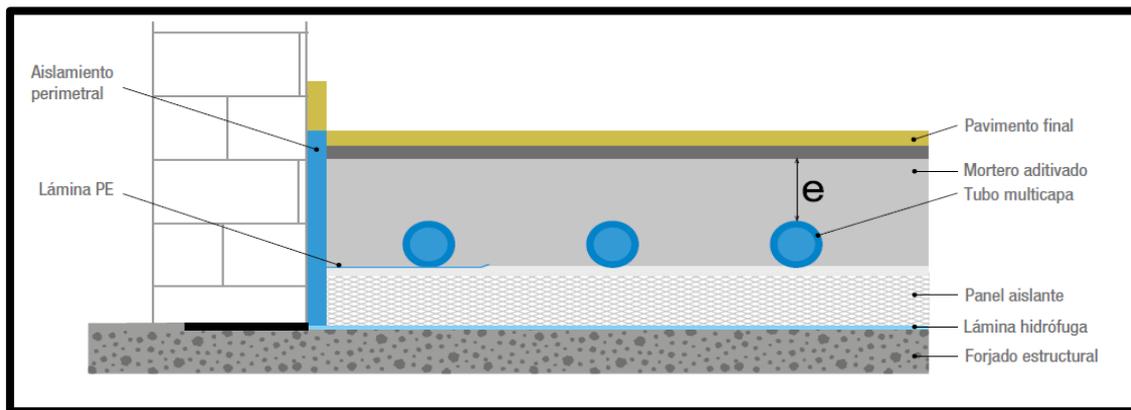
### **3.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN Y ELEMENTOS.**

El objetivo de este sistema de climatización es dotar al hospital de un sistema de calefacción para calentar las diferentes estancias durante las estaciones frías, por tanto, se deberá colocar una caldera para la producción de agua caliente.

Antes de llevar a cabo la instalación se deben tener en cuenta una serie de requisitos previos y se deben seguir ciertas directrices para que el resultado final sea óptimo:

- Forjado estructural. Es la base de la edificación y debe estar nivelado, prestando especial atención a los perímetros. De no tener en cuenta este aspecto se pueden provocar desniveles en la losa de mortero dentro de una misma estancia, provocando una pérdida de confort puesto que la calefacción ya no sería uniforme.
- Altura necesaria. Debe comprobarse la altura total de las estancias, teniendo en cuenta que la altura de un suelo radiante es variable dentro de unos valores. Para un sistema estándar no se instalará nunca con una losa de mortero inferior a los 3 cm de espesor por encima de los tubos.
- Estructuras verticales. Elementos tales como tabiques, pilares, contornos de ascensores, etc. presentarán el nivel de acabado lo más avanzado posible, de acuerdo con la planificación de la obra. Si no se toman las medidas oportunas, la colocación del suelo radiante puede provocar serios problemas estructurales en el caso que un tabique divida una losa de mortero homogénea.
- Otras instalaciones. Se aconseja el emplazamiento de instalaciones eléctricas, tuberías sanitarias y de cualquier otro tipo por falso techo para garantizar la continuidad de la losa de mortero y evitar puentes térmicos. De no ser posible, se tomarán las medidas adecuadas. Debe tenerse en cuenta que la losa de mortero que contendrá el sistema de climatización radiante debe quedar completamente aislada térmicamente de cualquier elemento estructural del edificio.

Una vez analizado el espacio y teniendo en cuenta las directrices anteriormente citadas se puede proceder a la instalación del sistema de climatización mediante suelo radiante. El sistema está formado por una serie de componentes.



**Ilustración 23. [Ref. 10]. Esquema de instalación de suelo radiante.**

La barrera anti-vapor será necesaria cuando puedan existir problemas de condensación (sobre terreno natural, instalaciones por debajo del nivel freático, forjados voladizos, etc.). En general, cuando exista un riesgo de con agua por la existencia de humedad.

El aislamiento perimetral, también conocido como zócalo perimetral, es una banda de espuma de polietileno que tiene como principal objetivo la absorción de las dilataciones producidas por el mortero de cemento colocado sobre los tubos emisores debido a su calentamiento. Según la norma UNE EN 1264 el aislamiento perimetral debe permitir una expansión por dilatación de mínimo 5 mm de la losa de mortero. Por otro lado, también sirve de aislamiento tanto térmico como acústico y evita la generación de puentes térmicos entre la losa de mortero radiante y los elementos verticales tales como muros exteriores, columnas, etc. Para que la instalación sea correcta se debe rodear todo el perímetro de la estancia y los obstáculos interiores que pueda haber, tales como columnas. Para su instalación se adhiere a la base de las paredes del área a climatizar, desde el suelo base hasta la cota superior del pavimento. El faldón del zócalo se pegará al panel, asegurándonos así que el mortero no va a penetrar a través de él y la cara adhesiva de la espuma de polietileno, quedará unida al tabique.

Puesto que el buen aislamiento térmico es imprescindible en cualquier instalación de estas características, se va a dotar al sistema de unos paneles aislantes, de poliestireno expandido. A parte de aislar térmicamente también va a ser de gran ayuda a la hora de sujetar las tuberías y a la hora de trazar los circuitos con la separación entre tubos deseada. Dichos paneles han de colocarse sobre el área a climatizar a modo de superficie continua. Podemos tener paneles lisos, paneles termoformados con tetones o paneles aislados preformados con ranuras de aluminio. En el caso de los paneles lisos el sistema de unión es mediante solapado, mientras que en los paneles termoformados con tetones y en los de aluminio el panel se fija al siguiente encajando los tetones o ranuras de un panel con los huecos del siguiente, teniendo así una unión segura y prácticamente perfecta.



**Ilustración 24. [Ref. 11]. Montaje sobre panel de tetones.**



**Ilustración 25. [Ref. 11]. Montaje sobre panel liso.**

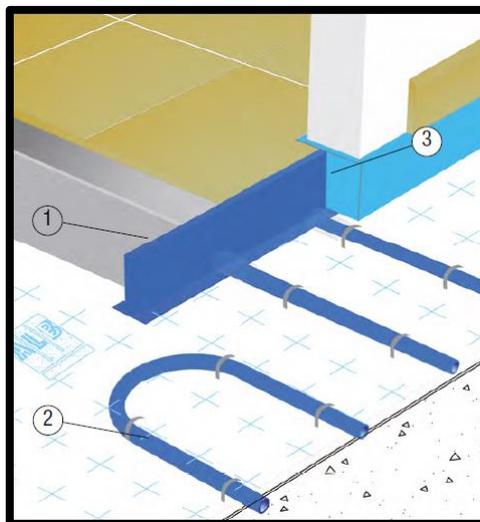


**Ilustración 26. [Ref. 11]. Montaje sobre panel de aluminio.**

En cumplimiento de la anteriormente citada UNE EN 1264, y como forma de asegurar la no aparición de defectos estructurales a posteriori, se deben colocar juntas de dilatación siempre que:

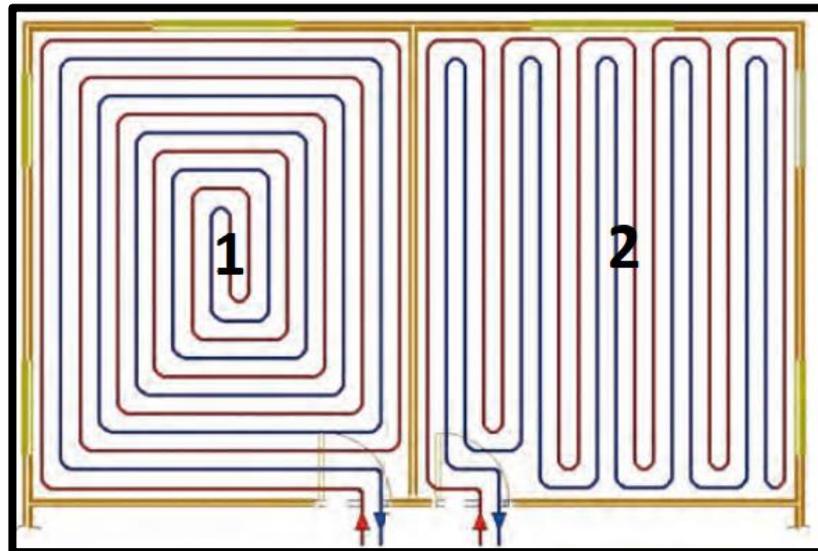
- Una superficie sea mayor que 40m<sup>2</sup>. La subdivisión en áreas más pequeñas no tiene que ser necesariamente equitativa.
- Bajo pasos de puertas.
- Cuando dentro de una estancia rectangular, un lado representa más del doble del otro.
- En casos de pavimentos cerámicos, granitos o similares (comportamiento rígido), que presenten un lado superior a los 8 m de longitud.

La junta de dilatación debe asegurar ante todo que las dos losas de mortero no queden unidas térmicamente. Se aconseja la colocación del perfil empleado (1) o accesorio equivalente por encima del panel aislante (2). En el caso de panel con tetones, para facilitar la colocación también se puede instalar por debajo del panel, pero para ello es preciso romper la continuidad de la placa aislante. El perfil es cortado a la medida requerida y se le realizan una serie de orificios para permitir así el paso de las tuberías. Este paso tiene gran importancia puesto que una junta de dilatación jamás debe seccionar un circuito de suelo radiante.



**Ilustración 27. [Ref. 10]. Colocación de juntas de dilatación.**

La colocación de la tubería que compone los circuitos del suelo radiante es un factor imprescindible para conseguir un rendimiento óptimo y adecuado a las prestaciones que se pretenden. La colocación de la tubería se debe iniciar y finalizar desde el colector distribuidor correspondiente, siendo la forma más habitual de colocación la de anillo o espiral, aunque también se hacen distribuciones en serpentin.



**Ilustración 28. [Ref. 5]. Figura 1, distribución en espiral. Figura 2, distribución en serpiente.**

Para una rápida y correcta ejecución del tendido de tubería se emplearán dos operarios siempre que sea posible. Un solo operario también puede ejecutarlo si se emplea un desbobinador que facilita enormemente la labor de desenrollado. La colocación de la tubería debe ser lo más plana posible, no se permiten desviaciones verticales por encima de 5mm en cualquier punto. Además, se añadirán grapas de sujeción cada 0.5m y en cada tramo curvo.

Finalizada la instalación de la tubería, se realiza la conexión al colector distribuidor, cuya ubicación es un factor decisivo para la buena ejecución del sistema. Debe ser instalado en una ubicación central para evitar problemas en la instalación de la tubería puesto que todos los tubos necesitan espacio suficiente para maniobrar. También se ha de tener en cuenta que en las inmediaciones de los colectores hay una alta densidad de tubería, lo que provocará, inexorablemente, una densidad de flujo térmico mayor, por tanto, se desaconseja su instalación en una estancia pequeña. Además, e debe tener en cuenta que los colectores tienen que estar por encima de los circuitos que alimentan, unos 30cm sobre el pavimento.

Otro elemento importante a tener en cuenta es el mortero u hormigón para la construcción de la losa donde quedarán embutidos los tubos. Es posible el empleo de otros elementos, como por ejemplo anhidrita, pero sus prestaciones son mucho menores. Para la construcción de la losa se recomienda mortero autonivelante, puesto que es imprescindible obtener una superficie regular y uniforme y un perfecto contacto con las tuberías, evitando así inclusiones de aire que aumentarían la resistencia térmica dificultando la transmisión del calor.

Para finalizar con la obra se realiza la instalación del pavimento definitivo. La selección del pavimento idóneo es fundamental ya que una mala elección puede provocar un consumo energético excesivo. En la tabla 2 se muestran las resistencias térmicas de diferentes pavimentos en función del material y el espesor:

<b>RESISTENCIA</b> $R\lambda$ [m <sup>2</sup> K/W]	<b>TIPO DE PAVIMENTO</b>	<b>ESPESOR [mm]</b>	<b>CONDUCTIVIDAD TÉRMICA</b> $\lambda$ [W/m <sup>2</sup> K]
<b>0,01</b>	Mármol/Granito	23	1,60
	Cerámica/Gres	16	1,10
	Hormigón pulido	15	1,40
<b>0,05</b>	Linóleo	2,7	0,05
	Parquet laminado	10	0,20
<b>0,1</b>	Parquet laminado	19	0,20
	Parquet laminado	15	0,15
	Tarima no flotante	17	0,17
	Moqueta/textil	5	0,05
<b>0,15</b>	Parquet laminado con barrera acústica	15	0,10
	Tarima flotante	12	0,08

**Tabla 2. Resistencia térmica de diferentes pavimentos.**

## 3.2 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

Un medio muy útil de aumentar la eficiencia energética de un edificio es aprovechar la energía procedente del sol, convirtiendo la radiación solar en energía térmica, mediante el aumento de calor y temperatura de un fluido gracias al uso de colectores o captadores solares.

Las instalaciones de energía solar térmica se pueden clasificar según el uso o no de elementos mecánicos para la captación en: pasivas o activas.

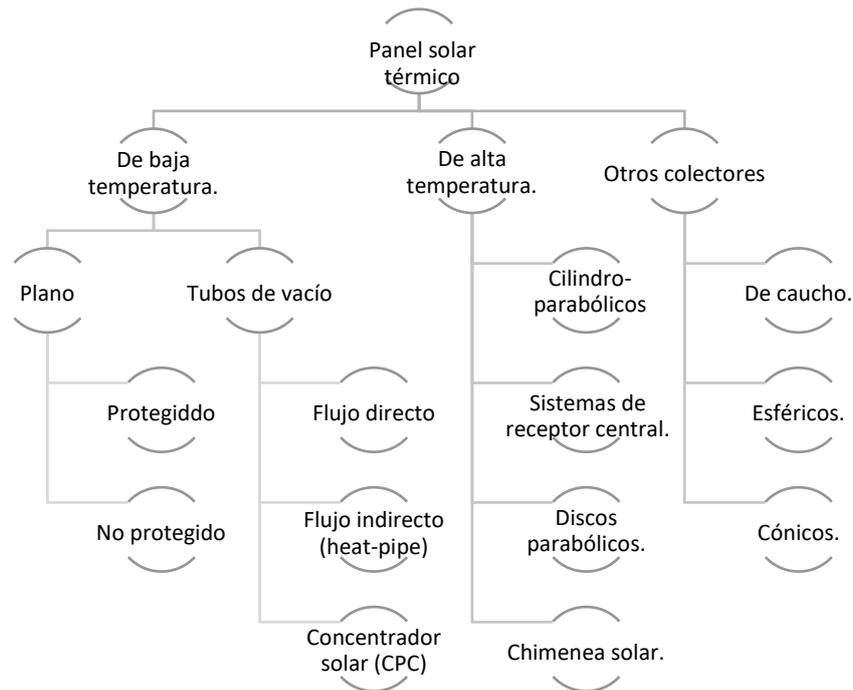
- Las instalaciones pasivas se basan en procesos físicos básicos, y están enfocadas a la aclimatación (calefacción o refrigeración) de volúmenes habitados, todo esto sin la actuación de ningún instrumento mecánico.
- Las instalaciones activas son utilizadas para el calentamiento de fluidos, normalmente agua, y para la refrigeración de aire a partir de la concentración de la radiación Solar.

Otra clasificación a tener en cuenta es la que se realiza en función de la temperatura que puede alcanzar la superficie captadora. Existen tres técnicas:

- Baja temperatura: captación directa, la temperatura del fluido está por debajo del punto de ebullición.
- Media temperatura: captación de bajo índice de concentración, la temperatura del fluido es superior a 100 °C.
- Alta temperatura: captación de alto índice de concentración, la temperatura del fluido es más elevada, llegando a alcanzar temperaturas de 500 – 600 °C

El colector o captador es el elemento más importante de la instalación. En su interior se calienta el fluido caloportador, por los efectos de la radiación solar, y a través del circuito primario, calienta el agua que, en la mayor parte de los casos, almacena el acumulador. El rendimiento,  $\eta$ , del captador es la relación entre la potencia térmica generada y la irradiación solar incidente.

En función de la temperatura a la que trabajen se tienen diferentes tipos de colectores, como se muestra en el grafico siguiente:

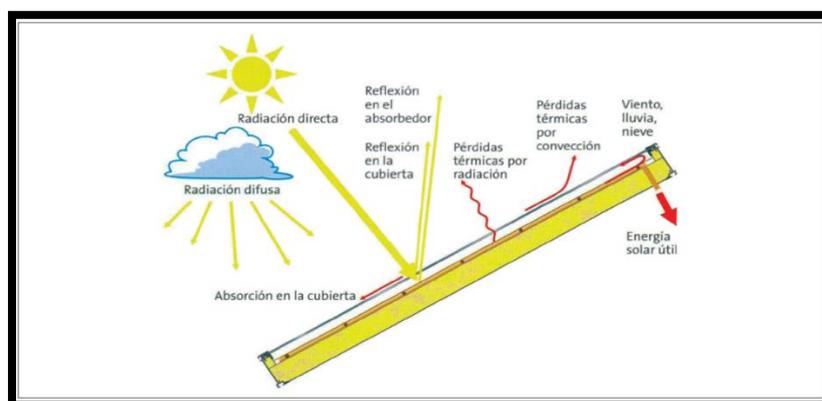


**Ilustración 29. [Ref. 1]. Esquema representativo de los tipos de paneles solares térmicos.**

### 3.2.1 CAPTADORES DE BAJA TEMPERATURA.

Como captadores solares de baja temperatura, se conocen los de placa plana, protegidos o no protegidos, y los de tubos de vacío. Los más comunes para una instalación de suelo radiante son los de placa plana con cubierta de vidrio. El vidrio deja pasar los rayos del Sol, estos calientan unos tubos metálicos que transmiten el calor al líquido de dentro.

- Captador solar plano: también llamado colector solar plano o panel solar térmico, consistente en una caja plana metálica con una superficie que absorbe la energía procedente del sol y calienta con ella un fluido que pasar por debajo de toda la placa. Este tipo de colectores pueden llevar o no una capa protectora.



**Ilustración 30. [Ref. 15]. Comportamiento de un captador plano.**

- Con capa protectora: Son los más utilizados por tener la relación coste-producción de calor más favorable.

La cara expuesta al sol está cubierta por un vidrio muy fino, mientras que las cinco caras restantes son opacas y están aisladas térmicamente. Dentro de la caja, expuesta al sol, se sitúa una placa metálica. Esta placa está unida o soldada a una serie de conductos por los que fluye un fluido caloportador (generalmente agua, glicol, o una mezcla de ambos). A dicha placa se le aplica un tratamiento superficial selectivo para que aumente su absorción de calor, o simplemente se la pinta de negro.

- Sin capa protectora: es un sistema más económico y de bajo rendimiento. Son una variante económica de los anteriores donde se elimina el vidrio protector, dejando la placa expuesta directamente al ambiente exterior. Carecen también de aislamiento perimetral. Dada la simplicidad de este tipo de paneles, existen multitud de variantes. Conceptualmente, una simple manguera enrollada y pintada de negro es, en esencia, un colector solar plano no protegido. Debido a su limitada eficiencia, necesitan una superficie más grande para conseguir las prestaciones deseadas, pero lo compensan con su bajo coste. Su uso se destina a la climatización de piscinas.
- Tubos de vacío: Los tubos de vacío suponen un concepto distinto pues se reduce la superficie captadora a cambio de unas pérdidas caloríficas menores. La lámina captadora se coloca dentro de tubos al vacío. Estos tubos presentan el mismo aspecto que un tubo fluorescente tradicional, pero de color oscuro.

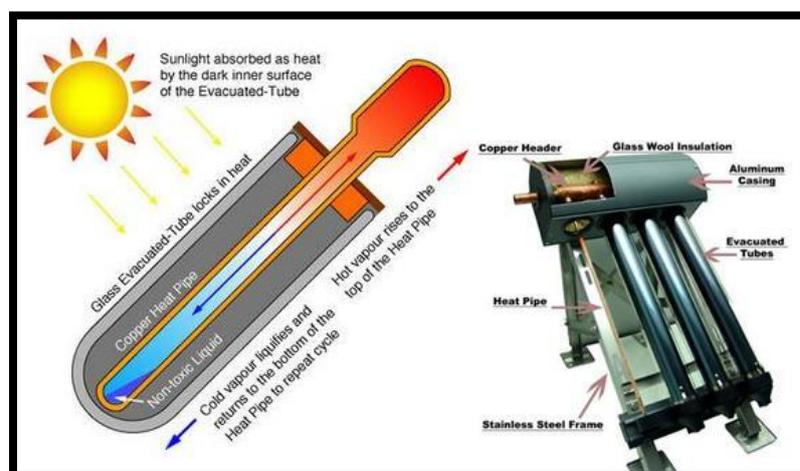


Ilustración 31. [Ref. 15]. Comportamiento de colector de tubos de vacío.

Los paneles se forman con varios de estos tubos montados en una estructura de peine. Existen dos sistemas:

- Flujo directo: su funcionamiento es idéntico al de los colectores solares planos, en donde el fluido caloportador circula por el tubo expuesto al sol, calentándose a lo largo del recorrido.
- Flujo indirecto o heat pipe: es una evolución del tubo de flujo directo. En este sistema se utiliza un fluido que se evapora al calentarse, ascendiendo hasta un intercambiador ubicado en el extremo superior del tubo. Una vez allí, se enfría y vuelve a condensarse, transfiriendo el calor al fluido principal. Las ventajas, son su mayor aislamiento (lo que lo hace especialmente indicado para climas muy fríos o de montaña), y su mayor flexibilidad de colocación, permitiendo una variación de unos 20° sobre su inclinación ideal sin pérdida de rendimiento. Por otro lado, una gran desventaja es un mayor coste. En el caso, que uno de los tubos se estropeará, no hay que cambiar todo el panel por uno nuevo, sino que sólo hay que cambiar el tubo afectado.

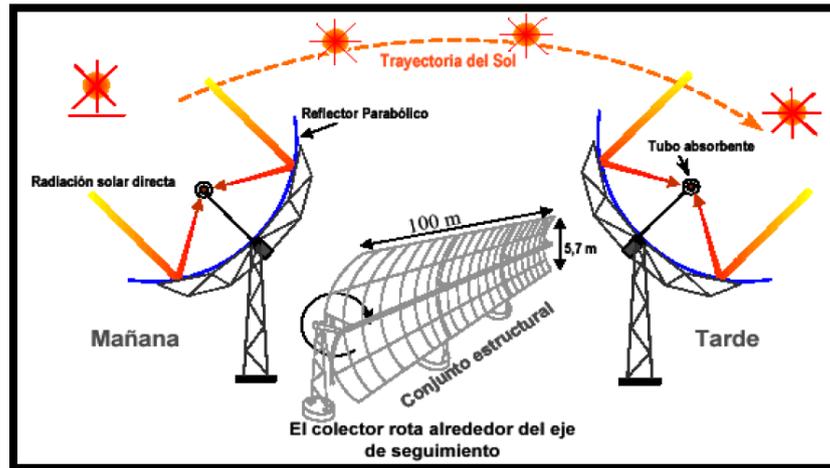
### **3.2.2 CAPTADORES DE MEDIA-ALTA TEMPERATURA.**

Los captadores de media temperatura son aquellos que trabajan a temperaturas comprendidas entre los 100°C y los 250°C, por lo que es posible la producción de vapor. Para alcanzar estas temperaturas es preciso utilizar técnicas de concentración de la radiación solar, habitualmente mediante la reflexión con espejos.

Por otro lado, los captadores de alta temperatura son aquellos que alcanzan las temperaturas más altas. En ocasiones, pueden llegar hasta los 2000°C. Su principal aplicación es la producción de electricidad.

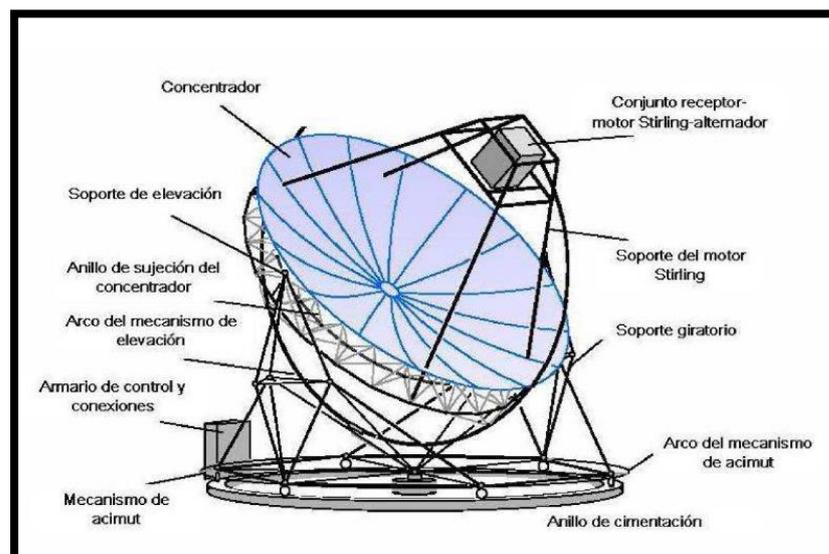
Existen diferentes tipos de captadores de media-alta temperatura:

- Cilindro – Parabólicos y Discos parabólicos (concentrador solar): el fluido se calienta a alta temperatura mediante espejos parabólicos. Pueden ser:
  - Lineales de disposición cilíndrica: concentran la radiación solar directa en el receptor situado en la línea focal de la parábola, calentando el fluido al recorrer la línea existente en dicho foco.



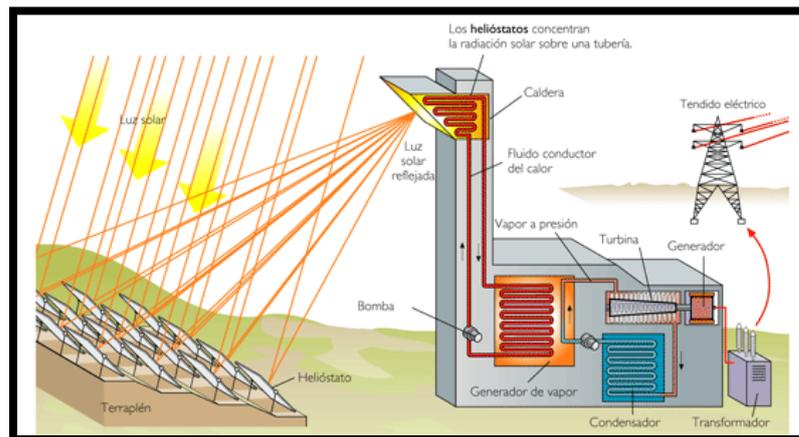
**Ilustración 32. [Ref. 16]. Esquema cilindro-parabólico (CCP).**

- Puntuales de disposición esférica: un soporte en el que se instala el elemento reflectante, disco parabólico, que forma el concentrador de la energía solar. También incluye un sistema orientador para que la radiación solar se proyecte adecuadamente hacia el receptor. Usado cuando la infraestructura es de dimensiones limitadas.



**Ilustración 33. [Ref. 16. ]Esquema de disco parabólico.**

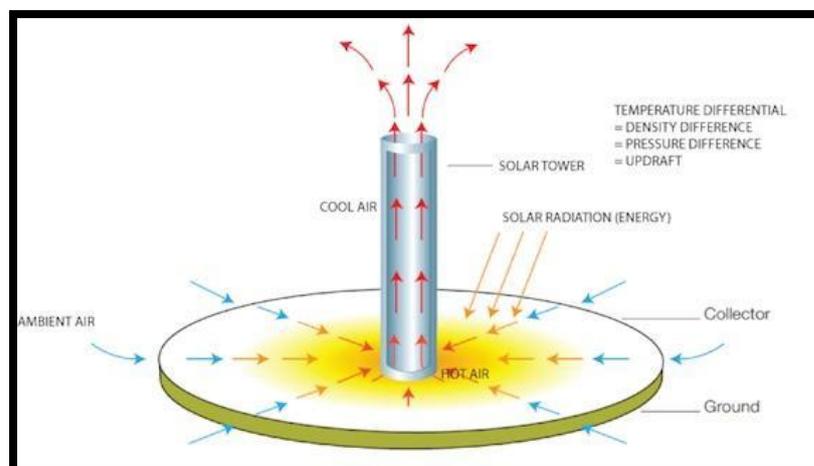
- Sistema de receptor central: en el rango de 400-1000°C. El dispositivo consta de una torre central, de altura comprendida entre 60 y 100 metros, alojando en su parte más alta el horno solar. La base de la torre posee una columna vertical, en la que se encuentran situado el campo de heliostatos.



**Ilustración 34. [Ref. 16]. Sistema de receptor central.**

- Chimenea solar: consiste en una gran superficie colectora de invernaderos, formando una gran cubierta de cristal abierta en su entorno, en cuyo centro se dispone una chimenea de gran altura, con amplias entradas de aire en su base.

Los rayos solares traspasan la superficie captadora (la cubierta), calentando el aire en el interior, perdiendo densidad y expandiéndose. El aire caliente converge hacia la chimenea y asciende por ella por convección natural, provocando un chorro de aire a gran velocidad dentro de la chimenea.



**Ilustración 35. [Ref. 18]. Chimenea solar.**

### 3.2.3 TIPOS DE INSTALACIONES:

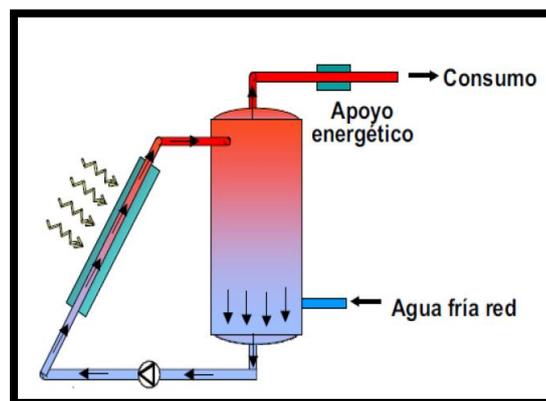
La tecnología de baja temperatura tiene cuatro aplicaciones fundamentales: producción de A.C.S., climatización de piscinas, calefacción y suelo radiante, y generación de frío. Por tanto, es el sistema elegido para cubrir parte de las necesidades de la instalación de suelo radiante.

Este tipo de instalaciones se dividen en tres subsistemas:

- Subsistema de captación: encargado de captar la radiación solar y transmitir el calor al fluido.
- Subsistema de almacenamiento: tiene como finalidad facilitar la disponibilidad de la energía cuando sea necesaria, para ello se acumula la energía en forma de agua caliente.
- Subsistema de distribución: traslada a los puntos de consumo el agua caliente obtenida y contiene la fuente energética de apoyo.

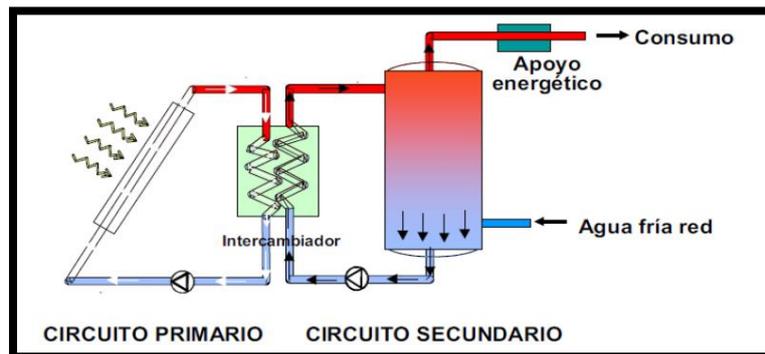
Entre el subsistema de captación y el subsistema de almacenamiento puede existir o no un intercambiador de calor dependiendo de si se trata de una instalación de circuito abierto o de circuito cerrado:

- Circuito abierto: no existe intercambiador. El circuito primario está conectado directamente con el acumulador de manera que el agua de consumo es la misma que pasa por los colectores. Esta configuración es la más sencilla y obtiene mejor rendimiento térmico debido a que no hay pérdidas por el intercambio de calor. Sin embargo, no puede haber materiales tóxicos o contaminantes y no se pueden usar anticongelantes.



**Ilustración 36. Instalación solar térmica de circuito abierto. Fuente:**

- Circuito cerrado: existe un intercambiador de calor, que puede situarse en el interior del acumulador o en el exterior, conectado en serie en el circuito, y que separa el circuito primario del circuito secundario (circuito de consumo). Por esto, en el circuito primario, se pueden utilizar anticongelantes. Por otro lado, aumenta la complejidad de la instalación, aumenta el coste y se disminuye el rendimiento debido a las pérdidas en el intercambio de calor.



**Ilustración 37. [Ref. 19]. Instalación solar térmica de circuito cerrado.**

En ambos casos, la circulación del fluido se produce a través del circuito. Dicha circulación se puede realizar de dos formas diferentes:

- Circulación natural (Termosifón): el movimiento del agua por circulación natural o termosifón se produce por la diferencia de temperaturas entre el agua fría del tanque y la caliente del colector. El agua interior del colector calentada por el sol, disminuye su densidad al aumentar su temperatura por efecto de la radiación solar, esto hace que al tener mayor densidad el agua fría del depósito (colocado necesariamente por encima de los colectores más de 30 cm.), empuja al agua caliente del colector, obligándola a ascender por la tubería que une la parte superior del tanque. De esta forma, se produce el movimiento o circulación del agua del colector al depósito, manteniéndose este efecto mientras haya suficiente diferencia de temperaturas entre el colector y el depósito. Una vez calentada el agua del depósito, las temperaturas se igualan y se pierde el movimiento generado. Cuando se produce una extracción de agua caliente el depósito se rellena con agua de la red, la temperatura del tanque baja y el movimiento se reinicia por sí mismo. Dos son los factores que influyen en la fuerza ascensional del agua:
  - La diferencia media de temperaturas del agua a la salida del colector y en la parte baja del depósito.
  - Diferencia de alturas  $h$  entre el tanque y los colectores (mínimo 30 cm).

Este sistema aporta simplicidad a la instalación ya que no requiere bomba de circulación ni regulación electrónica, facilita el montaje y minimiza el mantenimiento, sin embargo, el caudal circulante no puede ser muy grande y se reduce el rendimiento de la instalación.

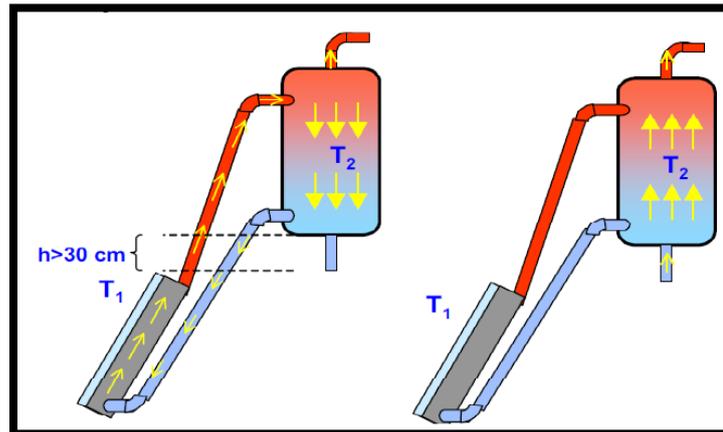


Ilustración 38. [Ref. 19]. Instalación solar de circulación natural.

- Circulación forzada: en este caso la circulación del fluido está controlada por una bomba eléctrica, permitiendo colocar el depósito a una altura inferior a la de los colectores. Con esta configuración se obtiene un mayor rendimiento. Como inconvenientes tiene la necesidad de energía eléctrica y de regulación y control de la circulación. Además, hay que colocar una válvula anti-retorno para evitar el efecto termosifónico nocturno.

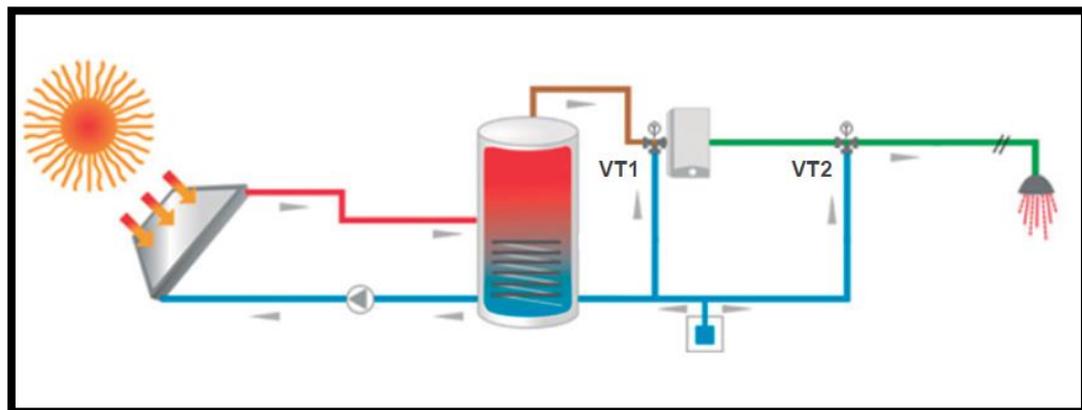


Ilustración 39. [Ref. 19]. Instalación solar de circulación forzada.

### 3.2.4 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN SOLAR:

Dentro de la instalación solar la parte más importante es el campo de colectores y su ubicación, aunque la calidad de esta viene dada por un conjunto de todos sus componentes. El aprovechamiento de la energía solar estará optimizado cuando se diseñe de forma adecuada la dimensión de los siguientes elementos:

El campo de colectores, el almacenamiento, el intercambiador de calor, las bombas, las tuberías, las válvulas, el vaso de expansión, los purgadores y el control de la instalación.

El circuito primario transporta el calor desde el captador hasta el intercambiador, donde el fluido caloportador cede su energía al agua que se encuentra en el circuito secundario. Una vez cedida la energía, dicho fluido vuelve a los colectores solares y el proceso vuelve a empezar.

El circuito secundario recoge el calor del intercambiador y lo cede en el depósito acumulador de agua aumentando la temperatura de este. Una bomba circuladora se pone en marcha en función de la temperatura de intercambio y la del propio acumulador.

En nuestro caso, no vamos a usar la calefacción en período de junio a septiembre. El 100% de la demanda estará cubierta para el mes de octubre, el resto de los meses vamos a usar una caldera de gasoil de apoyo en la instalación.

## 4 DATOS DE PARTIDA

Haciendo un análisis tanto del emplazamiento como de las condiciones estructurales y ambientales del edificio, para la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes hipótesis.

### 4.1 CONDICIONES INICIALES

Según lo establecido en el RITE parte II 1.1.4 caracterización y cuantificación de la exigencia de bienestar e higiene, las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa se fijarán en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos, obteniéndose para un caso de personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un PPD entre el 10% y el 15%:

ESTACIÓN	TEMPERATURA OPERATIVA (°C)	VELOCIDAD MEDIA DEL AIRE (m/s)	HUMEDAD RELATIVA %
Invierno	21...23	0.14...0.16	40...50
Verano	23...25	0.16...0.18	45...60

**Tabla 3. Condiciones climáticas del hospital.**

Por tanto, para cumplir con lo relativo a las exigencias de bienestar e higiene citadas en el RITE, en el presente proyecto se tomarán las siguientes condiciones para el invierno:

- Humedad relativa: 50%
- Temperatura en cuartos de baño, aseos, área de rehabilitación y vestuarios: 23°C.
- Temperatura en habitaciones, quirófanos, consultas, despachos, zona administrativa, pasillos, halls y demás estancias: 21°C.

Para la obtención de condiciones exteriores se aplicará lo expuesto en el apéndice B del documento del CTE He1 Ahorro de energía. En dicho documento se muestra una tabla mediante la cual se permite obtener la zona climática (Z.C.) de una localidad en función de su capital de provincia y su altitud respecto al nivel del mar (h). Para cada provincia, se tomará el clima correspondiente a la condición con la menor cota de comparación. En el caso de Santander la tabla queda de la siguiente forma:

CAPITAL	Z.C.	ALTITUD	C1	D1	E1
Santander	C1	1	h<150	h<650	h≥650

Tabla 4. Extracto de la tabla B.1.- Zonas climáticas de la Península Ibérica del CTE.

El hospital está situado a una altura de 15 metros respecto al nivel del mar, por tanto, la zona climática se corresponde con la C1. Aplicando lo expuesto en el apéndice D del mismo documento tenemos las siguientes condiciones:

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Lim}: 0,73 \text{ W/m}^2 \text{ K}$		
Transmitancia límite de suelos	$U_{Lim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$		
Transmitancia límite de cubiertas	$U_{Lim}: 0,41 \text{ W/m}^2 \text{ K}$		
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Lim}: 0,37$		

% de huecos	Transmitancia límite de huecos $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Media, alta o muy alta carga interna		
	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4	3,9	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9	3,3	4,3	4,3	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,6	3,0	3,9	3,9	-	-	-	0,56	-	0,60
de 41 a 50	2,4	2,8	3,6	3,6	-	-	-	0,47	-	0,52
de 51 a 60	2,2	2,7	3,5	3,5	-	-	-	0,42	-	0,46

Ilustración 40. [Ref. 17]. Apartado D 2.9. del apéndice D.

Haciendo referencia a la temperatura media del agua que alimenta la red tenemos que:

MES	ENE	FEB	MA	AB	MA	JU	JUL	AG	SE	OC	NO	DIC
			R	R	Y	N		O	P	T	V	
Santander	10°C	10°	11°	11°	13°	15°	16°	16°	16°	14°	12°	10°
	1	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Tabla 5. Temperatura media del agua de red por meses.

---

## 4.2 CÁLCULO DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS PARA LOS DISTINTOS TIPOS DE CERRAMIENTOS.

### 4.2.1 PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LA ENVOLVENTE: TRANSMITANCIA TÉRMICA.

Aplicando lo establecido en el código técnico de la edificación (CTE), documento DA DB-HE/1 de febrero del 2015, para el cálculo de la transmitancia térmica tenemos que distinguir entre cerramientos en contacto con el aire exterior, como son fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el exterior, particiones interiores y huecos como ventanas y puertas.

#### CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR.

En este caso el cálculo es aplicable a toda la superficie opaca (por tanto, se excluyen ventanas) de fachadas, cubiertas y suelos con en contacto con el aire exterior.

La transmitancia térmica  $U$  ( $W/m^2 \cdot K$ ) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad \text{[Ecuación 15]}$$

siendo,

- $R_T$ : la resistencia térmica total del componente constructivo [ $m^2 \cdot K/W$ ]. La resistencia térmica total  $R_T$  de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas se calcula mediante la expresión:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad \text{[Ecuación 16]}$$

Dónde tenemos que:

- $R_1, R_2 \dots R_n$ : las resistencias térmicas de cada capa definidas según la siguiente expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad \text{[Ecuación 17]}$$

- e: el espesor de la capa en metros. En caso de una capa de espesor variable se considera el espesor medio.
- $\lambda$ : la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, que se puede calcular a partir de los valores térmicos declarados según la norma UNE EN 10456:2012.
- $R_{si}$  y  $R_{se}$ : las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la **tabla xx** de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [ $m^2 \cdot K / W$ ].
- 

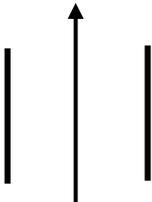
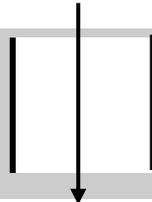
POSICIÓN DEL CERRAMIENTO Y SENTIDO DEL FLUJO DE CALOR		$R_{se}$	$R_{si}$
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal.		0.04	0.13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (Techo)		0.04	0.10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)		0.04	0.17

Tabla 6. Resistencia térmica superficial de cerramiento en contacto con aire exterior [ $m^2 \cdot K / w$ ]

Las cámaras de aire pueden ser caracterizadas por su resistencia térmica, según las siguientes tipologías:

- Cámara de aire sin ventilar: aquella en la que no existe ningún sistema específico para el flujo del aire a través de ella. Una cámara de aire que no tenga aislamiento entre ella y el ambiente exterior, pero con pequeñas aberturas al exterior puede también considerarse como cámara de aire sin ventilar, si esas aberturas no permiten el flujo de aire a través de la cámara y no exceden:

- 500 mm<sup>2</sup> por m de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales.
- 500 mm<sup>2</sup> por m<sup>2</sup> de superficie para cámaras de aire horizontales.

La resistencia térmica de las cámaras de aires sin ventilar viene definida en la tabla 7 en función de su espesor. Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal. Los valores son aplicables cuando la cámara:

- Esté limitada por dos superficies paralelas entre sí y perpendiculares a la dirección del flujo de calor y cuyas emisividades sean superiores a 0,8.
- Tengan un espesor menor a 0,1 veces cada una de las otras dos dimensiones y no mayor a 0,3 m.
- No tenga intercambio de aire con el ambiente interior.

e (cm)	SIN VENTILAR	
	HORIZONTAL	VERTICAL
1	0.15	0.15
2	0.16	0.17
5	0.16	0.18

**Tabla 7. Resistencia térmica de cámara de aire sin ventilar [m<sup>2</sup>·K/W].**

- Cámara de aire ligeramente ventilada: aquella en la que no existe un dispositivo para el flujo de aire limitado a través de ella desde el ambiente exterior, pero con aberturas dentro de los siguientes rangos:
  - 500 mm<sup>2</sup> < Saberturas ≤ 1500 mm<sup>2</sup> por m de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales.
- - 500 mm<sup>2</sup> < Saberturas ≤ 1500 mm<sup>2</sup> por m<sup>2</sup> de superficie para cámaras de aire horizontales.

e (cm)	LIGERAMENTE VENTILADA	
	HORIZONTAL	VERTICAL
1	0.075	0.075
2	0.08	0.085
5	0.8	0.09

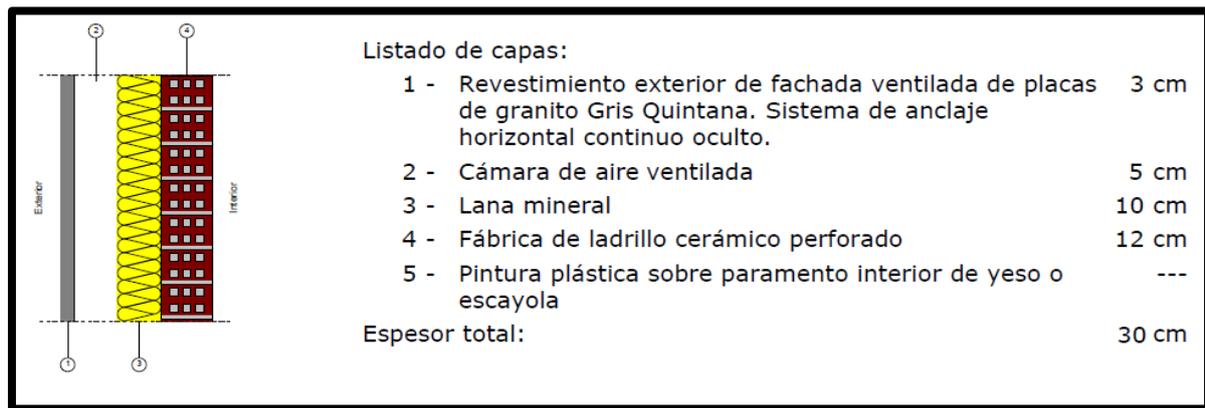
**Tabla 8. Resistencia térmica de cámara de aire ligeramente ventilada [ $m^2 \cdot K/W$ ].**

- Cámara de aire muy ventilada: aquella en que los valores de las aberturas exceden:
  - $1500 \text{ mm}^2$  por m de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales.
  - $1500 \text{ mm}^2$  por  $m^2$  de superficie para cámaras de aire horizontales.

Para cámaras de aire muy ventiladas, la resistencia térmica total del cerramiento se obtiene despreciando la resistencia térmica de la cámara de aire y las de las demás capas entre la cámara de aire y el ambiente exterior, e incluyendo una resistencia superficial exterior correspondiente al aire en calma, igual a la resistencia superficial interior del mismo elemento.

Como cerramientos en contacto con el aire exterior está únicamente la fachada. En función de la estancia tendremos una fachada u otra, aunque solamente cambia el acabado interior de las mismas.

Por un lado, para las habitaciones se tiene una fachada ventilada con placas de piedra natural la cual está compuesta por un revestimiento exterior de placas de granito con acabado pulido, una cámara de aire muy ventilada, un aislante térmico formado por un panel de lana mineral con resistencia térmica de  $2.9 \text{ m}^2K/W$  y una conductividad térmica de  $0.034W/mK$ , una hoja principal de ladrillo cerámico perforado para revestir y un acabado interior con pintura plástica de textura lisa. EN la ilustración 41 se especifica el listado de capas más en detalle:

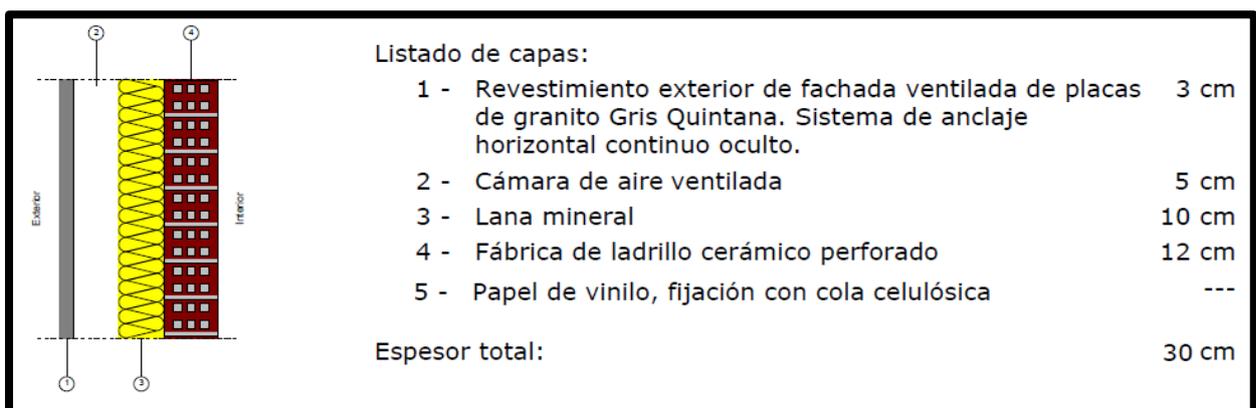


**Ilustración 41. [Ref. 13]. Elementos constructivos de fachada 1.**

Por tanto, teniendo un cerramiento vertical con una pendiente superior a 60° y flujo horizontal, se sabe que  $R_{se}=0.04 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{w}$  y que  $R_{si}=0.13 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{w}$ .

En la siguiente tabla se recogen los datos necesarios y para el cálculo de las resistencias térmicas ( $R = \frac{e}{\lambda}$ ) y el resultado de las mismas:

El siguiente tipo de fachada es el correspondiente con las fachadas de los quirófanos, los cuales deben tener unas condiciones de acabado especiales, vinílicos y en tonos pastel puesto que permite una fácil desinfección. Es la única modificación respecto a la fachada anterior, por tanto, se tiene una fachada ventilada con placas de piedra natural la cual está compuesta por un revestimiento exterior de placas de granito con acabado pulido, una cámara de aire muy ventilada, un aislante térmico formado por un panel de lana mineral con resistencia térmica de  $2.9 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$  y una conductividad térmica de  $0.034\text{W}/\text{mK}$ , una hoja principal de ladrillo cerámico perforado para revestir y un acabado interior con papel de vinilo.

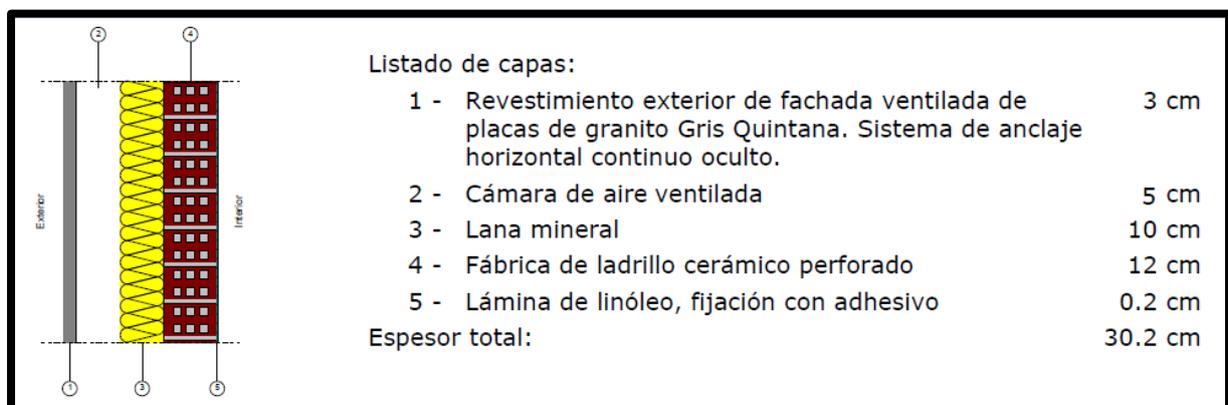


**Ilustración 42. [Ref. 13]. Elementos constructivos de fachada 2.**

Al ser las mismas condiciones  $R_{se}=0.04 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{w}$  y  $R_{si}=0.13 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{w}$  quedan igual.

En la siguiente tabla se recogen los datos necesarios y para el cálculo de las resistencias térmicas ( $R = \frac{e}{\lambda}$ ) y el resultado de estas:

Otro tipo de fachada es el que da tanto a cafetería como a salas de espera. Como en el caso anterior, el único cambio es el acabado interior. Se tiene así una fachada ventilada con placas de piedra natural la cual está compuesta por un revestimiento exterior de placas de granito con acabado pulido, una cámara de aire muy ventilada, un aislante térmico formado por un panel de lana mineral con resistencia térmica de  $2.9 \text{ m}^2\text{K/W}$  y una conductividad térmica de  $0.034\text{W/mK}$ , una hoja principal de ladrillo cerámico perforado para revestir y un acabado interior con una lámina de linóleo decorativo.

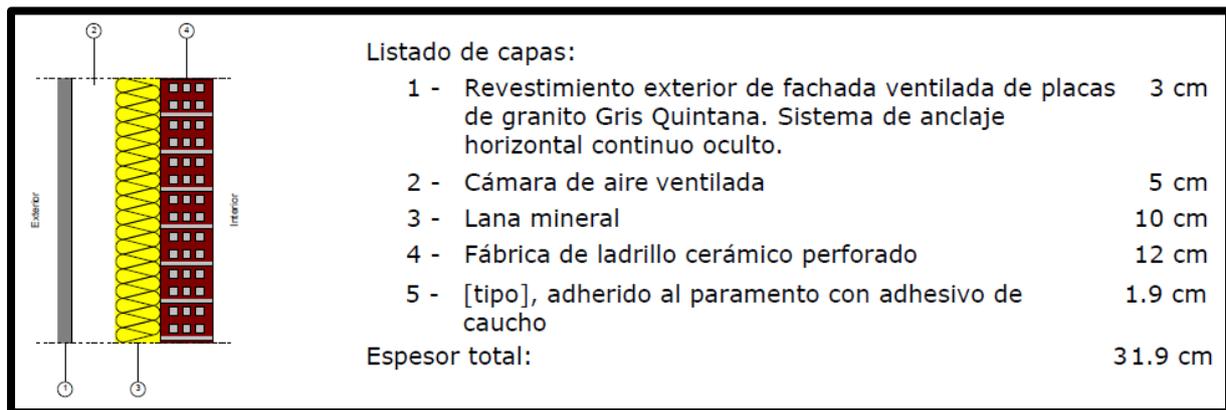


**Ilustración 43. [Ref. 13]. Elementos constructivos de fachada 3.**

Al ser las mismas condiciones  $R_{se}=0.04 \text{ m}^2\cdot\text{K/w}$  y  $R_{si}=0.13 \text{ m}^2\cdot\text{K/w}$  quedan igual.

En la siguiente tabla se recogen los datos necesarios y para el cálculo de las resistencias térmicas ( $R = \frac{e}{\lambda}$ ) y el resultado de estas:

Para oficinas, zonas de administración y diversos halls, se emplea una fachada que, una vez más, es idéntica a las anteriores con la salvedad del acabado interior. Se tiene, de esta manera, una fachada ventilada con placas de piedra natural la cual está compuesta por un revestimiento exterior de placas de granito con acabado pulido, una cámara de aire muy ventilada, un aislante térmico formado por un panel de lana mineral con resistencia térmica de  $2.9 \text{ m}^2\text{K/W}$  y una conductividad térmica de  $0.034\text{W/mK}$ , una hoja principal de ladrillo cerámico perforado para revestir y un acabado interior con un revestimiento decorativo con tablero de fibras de madera.

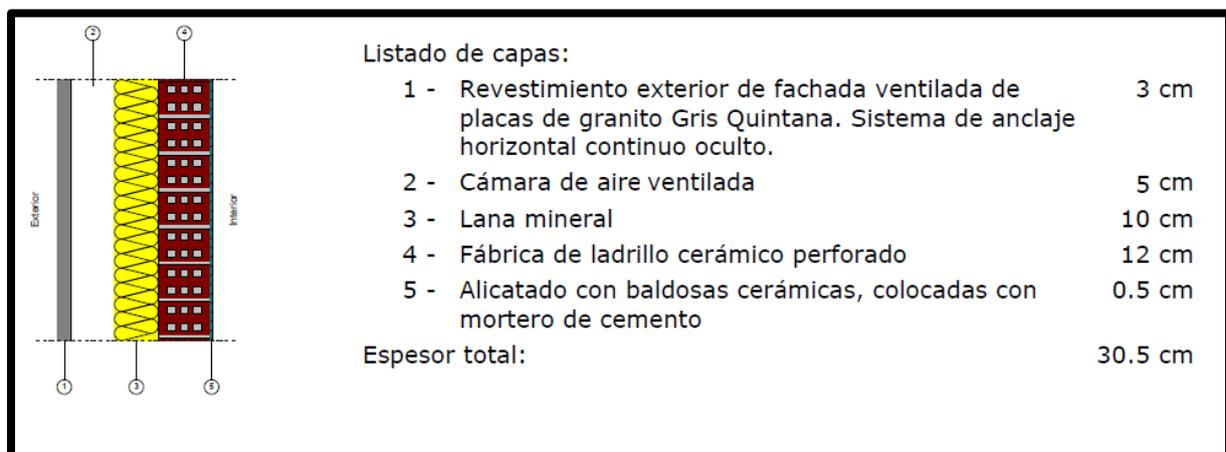


**Ilustración 44. [Ref. 13]. Elementos constructivos de fachada 4.**

Al ser las mismas condiciones  $R_{se}=0.04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/w}$  y  $R_{si}=0.13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/w}$  quedan igual.

En la siguiente tabla se recogen los datos necesarios y para el cálculo de las resistencias térmicas ( $R = \frac{e}{\lambda}$ ) y el resultado de estas:

La última zona habitable se corresponde con baños, aseos generales de planta y vestuarios. Para estas estancias se empleará acabado don baldosas, por tanto se tiene una fachada ventilada con placas de piedra natural la cual está compuesta por un revestimiento exterior de placas de granito con acabado pulido, una cámara de aire muy ventilada, un aislante térmico formado por un panel de lana mineral con resistencia térmica de  $2.9 \text{ m}^2\text{K/W}$  y una conductividad térmica de  $0.034\text{W/mK}$ , una hoja principal de ladrillo cerámico perforado para revestir y un acabado interior alicatado con baldosas cerámicas.

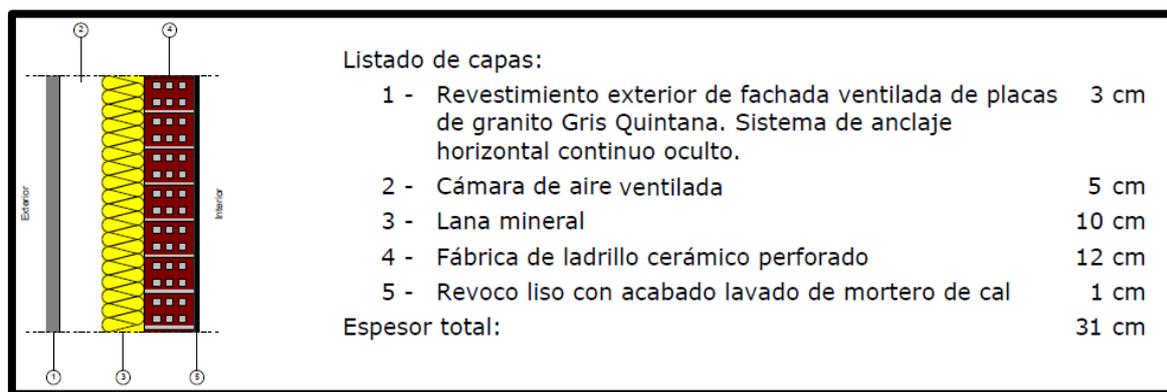


**Ilustración 45. [Ref. 13]. Elementos constructivos de fachada 5.**

Al ser las mismas condiciones  $R_{se}=0.04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/w}$  y  $R_{si}=0.13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/w}$  quedan igual.

En la siguiente tabla se recogen los datos necesarios y para el cálculo de las resistencias térmicas ( $R = \frac{e}{\lambda}$ ) y el resultado de estas:

En las zonas no habitables, como son cuartos de máquinas y cuartos de almacenaje de productos y utensilios de limpieza el acabado final de la fachada en su zona interior es mucho más simple y austero. Para esos casos se tiene una fachada ventilada con placas de piedra natural la cual está compuesta por un revestimiento exterior de placas de granito con acabado pulido, una cámara de aire muy ventilada, un aislante térmico formado por un panel de lana mineral con resistencia térmica de 2.9 m<sup>2</sup>K/W y una conductividad térmica de 0.034W/mK, una hoja principal de ladrillo cerámico perforado para revestir y un acabado interior revoco liso con acabado de mortero de cal.



**Ilustración 46. [Ref. 13]. Elementos constructivos de fachada 6.**

Al ser las mismas condiciones  $R_{se}=0.04 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{w}$  y  $R_{si}=0.13 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{w}$  quedan igual.

En la siguiente tabla se recogen los datos necesarios y para el cálculo de las resistencias térmicas ( $R = \frac{e}{\lambda}$ ) y el resultado de estas:

En la siguiente tabla se muestra un resumen agrupado de las resistencias y transmitancias térmicas para las diferentes fachas:

ACABADO DE LA FACHADA	RESISTENCIA TÉRMICA EN m <sup>2</sup> ·K/W	TRANSMITANCIA TÉRMICA EN W/m <sup>2</sup> ·K
Pintura plástica.	4.27	0.23

<b>Papel vinilo.</b>	4.27	0.23
<b>Linóleo</b>	4.28	0.23
<b>Tablas de fibra de madera.</b>	4.37	0.22
<b>Alicatado de baldosas cerámicas.</b>	4.27	0.23
<b>Revoco liso.</b>	4.28	0.23

Tabla 9. Resumen de las resistencias y transmitancias térmicas para fachadas.

### SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO.

La mayor parte de los suelos se encuentran sobre el terreno excluyendo aquellas zonas que se encuentran sobre los sótanos y almacenes, cuya extensión en comparación con la planta 0 es minúscula.

Para el cálculo de la transmitancia térmica ( $U_s$ ) para los suelos en contacto con el terreno, primero se debe identificar el caso oportuno.

- Caso 1: Para losas o soleras apoyadas sobre el nivel del terreno o como máximo 0.50 m por debajo del mismo.

La transmitancia térmica  $U_s$  ( $W/m^2 \cdot K$ ) se obtiene de la tabla 16 en función de:

- El ancho  $D$  de la banda de aislamiento perimétrico.

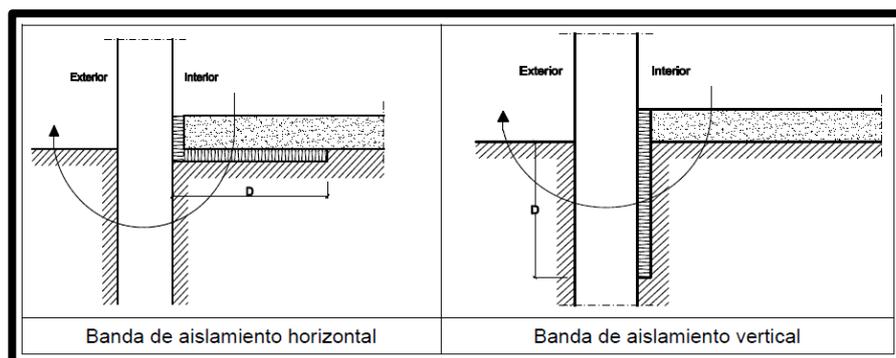


Ilustración 47. [Ref. 17]. Soleras con aislamiento perimetral.

- La resistencia térmica del aislante  $R_a$  calculada mediante la expresión:

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

**[Ecuación 18]**

- La longitud característica B' de la solera o losa: Se define la longitud característica B' como el cociente entre la superficie del suelo y la longitud de su semiperímetro expuesto, según la expresión:

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P} R = \frac{e}{\lambda}$$

**[Ecuación 19]**

siendo,

- P: Longitud del perímetro expuesto de la solera en m.
- A: El área de la solera en m<sup>2</sup>.

Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal. Para soleras o losas sin aislamiento térmico, la transmitancia térmica  $U_s$  se toma de la columna  $R_a=0$  m<sup>2</sup>·K/W en función de su longitud característica B'. Para soleras o losas con aislamiento continuo en toda su superficie se toman los valores de la columna  $D \geq 1,5$  m. La transmitancia térmica del primer metro de losa o solera se obtiene de la fila B'=1.

B'	R <sub>a</sub>	D = 0.5 m					D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m				
		R <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> ·K/ W)					R <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> ·K/ W)					R <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> ·K/ W)				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
2	1,56	1,17	1,04	0,97	0,92	0,89	1,08	0,89	0,79	0,72	0,67	1,04	0,83	0,70	0,61	0,55
3	1,20	0,94	0,85	0,80	0,78	0,76	0,88	0,76	0,69	0,64	0,61	0,85	0,71	0,63	0,57	0,53
4	0,99	0,79	0,73	0,69	0,67	0,65	0,75	0,65	0,60	0,57	0,54	0,73	0,62	0,56	0,51	0,48
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

Tabla 10. CTE. Valores de transmitancia térmica en W/m<sup>2</sup>·K.

- Caso 2: Para losas o soleras situadas a una profundidad superior a 0.50 m respecto del nivel del terreno.

La transmitancia térmica U<sub>s</sub> (W/m<sup>2</sup>·K) se obtiene de la tabla 17 en función de:

- La profundidad z de la solera o losa respecto el nivel del terreno.

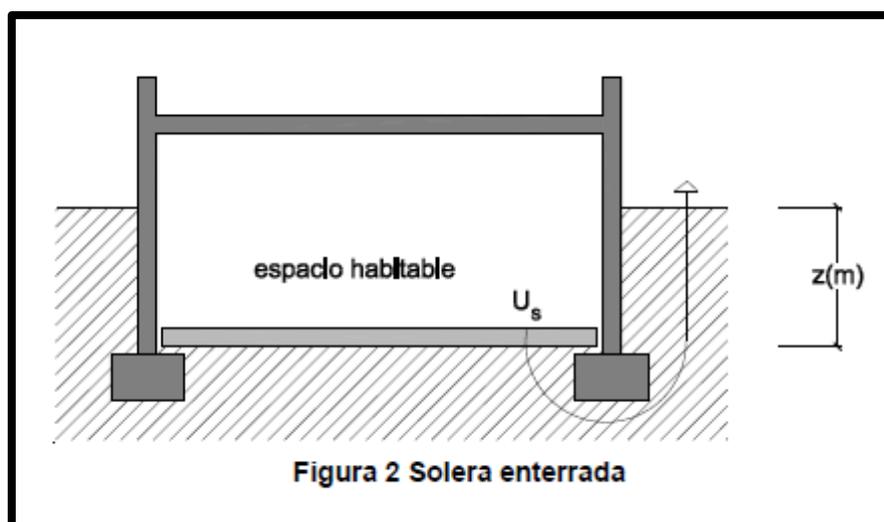


Ilustración 48. [Ref. 17]. Solera enterrada.

- La resistencia térmica  $R_f$  despreciando las resistencias térmicas superficiales.
- La longitud característica  $B'$ .

$B'$	0,5 m < z ≤ 1,0 m				1,0 m < z ≤ 2,0 m				2,0 m < z ≤ 3,0 m				z > 3,0 m			
	Rf (m²·K/W)				Rf (m²·K/W)				Rf (m²·K/W)				Rf (m²·K/W)			
	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50
1	1,51	1,07	0,84	0,69	1,14	0,88	0,72	0,61	0,78	0,65	0,56	0,49	0,59	0,51	0,46	0,41
2	1,09	0,82	0,67	0,57	0,87	0,70	0,59	0,51	0,63	0,54	0,47	0,42	0,50	0,44	0,40	0,36
3	0,87	0,68	0,57	0,49	0,71	0,59	0,50	0,44	0,53	0,47	0,41	0,37	0,43	0,39	0,35	0,32
4	0,74	0,59	0,49	0,43	0,61	0,51	0,44	0,39	0,47	0,41	0,37	0,34	0,39	0,35	0,32	0,29
5	0,64	0,52	0,44	0,39	0,54	0,45	0,40	0,36	0,42	0,37	0,34	0,31	0,35	0,32	0,29	0,27
6	0,57	0,46	0,40	0,35	0,48	0,41	0,36	0,33	0,38	0,34	0,31	0,28	0,32	0,29	0,27	0,25
7	0,52	0,42	0,37	0,33	0,44	0,38	0,33	0,30	0,35	0,31	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,24
8	0,47	0,39	0,34	0,30	0,40	0,35	0,31	0,28	0,33	0,29	0,27	0,25	0,28	0,26	0,24	0,22
9	0,43	0,36	0,32	0,28	0,37	0,32	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,23	0,26	0,24	0,22	0,21
10	0,40	0,34	0,30	0,27	0,35	0,30	0,27	0,25	0,29	0,26	0,24	0,22	0,25	0,23	0,21	0,20
12	0,36	0,30	0,27	0,24	0,31	0,27	0,24	0,22	0,26	0,23	0,21	0,20	0,22	0,21	0,19	0,18
14	0,32	0,27	0,24	0,22	0,28	0,25	0,22	0,20	0,23	0,21	0,20	0,18	0,20	0,19	0,18	0,17
16	0,29	0,25	0,22	0,20	0,25	0,23	0,20	0,19	0,21	0,20	0,18	0,17	0,19	0,17	0,16	0,16
18	0,26	0,23	0,20	0,19	0,23	0,21	0,19	0,18	0,20	0,18	0,17	0,16	0,17	0,16	0,15	0,15
≥20	0,24	0,21	0,19	0,17	0,22	0,19	0,18	0,16	0,18	0,17	0,16	0,15	0,16	0,15	0,14	0,14

Tabla 11. Fuente: CTE. Valores de transmitancia térmica en W/m²·K.

El hospital se corresponde con el caso 1, losas o soleras apoyadas sobre el nivel del terreno. Al igual que en el caso de las fachadas se tienen diferentes tipos de soleras puesto que el acabado final es diferente en función de la estancia.

**PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON ESPACIOS HABITABLES.**

Todas las particiones interiores están en contacto con zonas habitables, por tanto, el cálculo de la transmitancia térmica de particiones interiores se hará siguiendo la expresión general:

$$U = \frac{1}{R_T} \qquad \qquad \qquad \text{[Ecuación 20]}$$

siendo,

- $R_T$ : la resistencia térmica total del componente constructivo [ $m^2 \cdot K/W$ ]. La resistencia térmica total  $R_T$  de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas se calcula mediante la expresión:

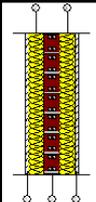
$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad \text{[Ecuación 21]}$$

Para el caso de las particiones interiores, las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire tendrán solo un valor. El resto de las resistencias térmicas se obtendrán por la expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad \text{[Ecuación 22]}$$

Como en los casos anteriores, en función de las estancias se tendrá una u otra transmitancia térmica. Esta vez vamos a tener dos tipos diferentes de tabique:

- Tabique tipo 1: Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras, compuesto de trasdosado autoportante libre realizado con placa de yeso laminado, anclada a los forjados mediante estructura formada por canales y montantes; 63 mm de espesor total. Aislamiento, formado por panel de lana de vidrio, de 65 mm de espesor. Hoja de 6,5 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial. Aislamiento, formado por panel de lana de vidrio, de 65 mm de espesor. Trasdosado autoportante libre, realizado con placa de yeso laminado 63 mm de espesor total.



Listado de capas:	
1 - Placa de yeso laminado	1.5 cm
2 - Lana mineral	6.5 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	6.5 cm
4 - Lana mineral	6.5 cm
5 - Placa de yeso laminado	1.5 cm
<b>Espesor total:</b>	<b>22.5 cm</b>

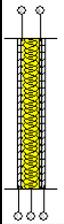
Ilustración 49. [Ref. 13]. Tabique interior tipo 1.

CAPA	ESPESOR EN METROS	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA EN W/mK	RESISTENCIA TÉRMICA EN $m^2 \cdot K/W$
Placa de yeso laminado	0.015	0.215	0.06

Lana mineral	0.065	0.031	2.1
Ladrillo cerámico hueco	0.065	0.35	0.35

Tabla 12. Tabique tipo 1.

- Tabique tipo 2: Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras, compuesto de trasdosado autoportante libre realizado con placa de yeso laminado, anclada a los forjados mediante estructura formada por canales y montantes; 22 mm de espesor total. Aislamiento, formado por panel de lana mineral, de 60 mm de espesor.



Listado de capas:

1 - Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.25 cm
2 - Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.25 cm
3 - Lana mineral Arena "ISOVER"	6 cm
4 - Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.25 cm
5 - Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.25 cm
<b>Espesor total:</b>	<b>11 cm</b>

Ilustración 50. [Ref. 13]. Tabique interior tipo 2.

CAPA	ESPESOR EN METROS	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA EN W/mK	RESISTENCIA TÉRMICA EN m <sup>2</sup> ·K/W
Placa de yeso laminado	0.0125	0.215	0.06
Lana mineral	0.06	0.03	1.99

Tabla 13. Tabique tipo 2.

**HUECOS Y LUCERNARIOS.**

Para el cálculo de la transmitancia térmica de huecos, ventanas y puertas, U<sub>H</sub> (W/m<sup>2</sup>·K) se empleará la expresión expuesta en la norma UNE EN ISO 10077:

$$U_H = \frac{A_{H,v} \cdot U_{H,v} + A_{H,m} \cdot U_{H,m} + l_v \cdot \psi_v + A_{H,p} \cdot U_{H,p} + l_p \cdot \psi_p}{A_{H,v} + A_{H,m} + A_{H,p}} \quad \text{[Ecuación 23]}$$

Siendo:

- U<sub>H</sub>: la transmitancia térmica del hueco (ventana o puerta) [W/m<sup>2</sup>·K].

- $U_{H,v}$ : la transmitancia térmica del acristalamiento [ $W/m^2 \cdot K$ ].
- $U_{H,m}$ : la transmitancia térmica del marco [ $W/m^2 \cdot K$ ].
- $U_{H,p}$ : la transmitancia térmica de la zona con panel opaco [ $W/m^2 \cdot K$ ].
- $\Psi_v$ : la transmitancia térmica lineal debida al acoplamiento entre el marco y el acristalamiento
- $\Psi_p$ : la transmitancia térmica lineal debida al acoplamiento entre marco y paneles opacos
- [ $W/m \cdot K$ ].
- $A_{H,v}$ : el área de la parte acristalada [ $m^2$ ].
- $A_{H,m}$ : el área del marco [ $m^2$ ].
- $A_{H,p}$ : el área de la parte con panel opaco [ $m^2$ ].
- $l_v$ : la longitud de contacto entre marco y acristalamiento [m].
- $l_p$ : la longitud de contacto entre marco y paneles opacos [m].

## 5 CÁLCULOS

Los cálculos van a estar divididos en dos bloques. Por un lado, se van a realizar los cálculos solares, para calcular la instalación solar térmica, y por otro lado están los cálculos necesarios para el dimensionado del sistema de calefacción por suelo radiante.

### 5.1 CÁLCULOS SOLARES:

Tras la comparación de diversos colectores solares se va a optar por la instalación del modelo SOL 250 de la marca Baxi, atendiendo a un criterio de relación calidad-precio.

Para realizar los cálculos de los rendimientos de dichos colectores debemos aplicar la ecuación característica de los mismos. También podemos observar la curva característica proporcionada por el fabricante.

La ecuación general para el cálculo del rendimiento es:

$$\eta = \eta_0 - k_1 \cdot \left( \frac{T_m - T_{amb}}{I} \right) - k_2 \cdot \left( \frac{(T_m - T_{amb})^2}{I} \right) \quad \text{[Ecuación 24]}$$

Dónde:

$\eta$ : Rendimiento del colector.

$\eta_0$ : Rendimiento óptico.

$k_1$  y  $k_2$ : Factores de corrección por pérdidas térmicas. Aportado por el fabricante.

$T_m$ : Temperatura en el interior del colector.

$T_{amb}$ : Temperatura ambiente.

$I$ : Irradiación solar.

Por tanto, se va a necesitar conocer tanto la temperatura ambiente como la irradiación solar promedio que tiene la ciudad de Santander mes a mes, datos que van a quedar recogidos en las siguientes tablas:

---

<b>Mes</b>	<b>Temperatura</b>
<b>Enero</b>	10.4 °C
<b>Febrero</b>	10.1 °C
<b>Marzo</b>	11.3 °C
<b>Abril</b>	12.7 °C
<b>Mayo</b>	14.5 °C
<b>Junio</b>	17 °C
<b>Julio</b>	19.2 °C
<b>Agosto</b>	19.6 °C
<b>Septiembre</b>	19 °C
<b>Octubre</b>	17.2 °C
<b>Noviembre</b>	13.8 °C
<b>Diciembre</b>	11.8 °C

**Tabla 14. Temperatura promedio de la ciudad de Santander mes a mes en grados centígrados.**

**Fuente: AEMET**

<b>Hora</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
<b>5:00</b>	0 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	5 W/m <sup>2</sup>	38 W/m <sup>2</sup>	53 W/m <sup>2</sup>	47 W/m <sup>2</sup>	20 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>
<b>6:00</b>	0 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	28 W/m <sup>2</sup>	67 W/m <sup>2</sup>	105 W/m <sup>2</sup>	117 W/m <sup>2</sup>	111 W/m <sup>2</sup>	80 W/m <sup>2</sup>	49 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>
<b>7:00</b>	38 W/m <sup>2</sup>	87 W/m <sup>2</sup>	122 W/m <sup>2</sup>	151 W/m <sup>2</sup>	201.00 W/m <sup>2</sup>	209.00 W/m <sup>2</sup>	202.00 W/m <sup>2</sup>	162.00 W/m <sup>2</sup>	150 W/m <sup>2</sup>	118 W/m <sup>2</sup>	47 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>
<b>8:00</b>	139 W/m <sup>2</sup>	204 W/m <sup>2</sup>	231 W/m <sup>2</sup>	244 W/m <sup>2</sup>	304 W/m <sup>2</sup>	305 W/m <sup>2</sup>	298 W/m <sup>2</sup>	252 W/m <sup>2</sup>	265 W/m <sup>2</sup>	245 W/m <sup>2</sup>	149 W/m <sup>2</sup>	93 W/m <sup>2</sup>
<b>9:00</b>	243 W/m <sup>2</sup>	321 W/m <sup>2</sup>	337 W/m <sup>2</sup>	332 W/m <sup>2</sup>	398 W/m <sup>2</sup>	393 W/m <sup>2</sup>	386 W/m <sup>2</sup>	335 W/m <sup>2</sup>	375 W/m <sup>2</sup>	371 W/m <sup>2</sup>	254 W/m <sup>2</sup>	180 W/m <sup>2</sup>
<b>10:00</b>	329 W/m <sup>2</sup>	416 W/m <sup>2</sup>	422 W/m <sup>2</sup>	402 W/m <sup>2</sup>	471 W/m <sup>2</sup>	460 W/m <sup>2</sup>	453 W/m <sup>2</sup>	400 W/m <sup>2</sup>	463 W/m <sup>2</sup>	472 W/m <sup>2</sup>	339 W/m <sup>2</sup>	252 W/m <sup>2</sup>
<b>11:00</b>	377 W/m <sup>2</sup>	468 W/m <sup>2</sup>	469 W/m <sup>2</sup>	440 W/m <sup>2</sup>	511 W/m <sup>2</sup>	496 W/m <sup>2</sup>	490 W/m <sup>2</sup>	436 W/m <sup>2</sup>	511 W/m <sup>2</sup>	528 W/m <sup>2</sup>	387 W/m <sup>2</sup>	292 W/m <sup>2</sup>
<b>12:00</b>	377 W/m <sup>2</sup>	468 W/m <sup>2</sup>	469 W/m <sup>2</sup>	440 W/m <sup>2</sup>	511 W/m <sup>2</sup>	496 W/m <sup>2</sup>	490 W/m <sup>2</sup>	436 W/m <sup>2</sup>	511 W/m <sup>2</sup>	528 W/m <sup>2</sup>	387 W/m <sup>2</sup>	292 W/m <sup>2</sup>
<b>13:00</b>	329 W/m <sup>2</sup>	416 W/m <sup>2</sup>	422 W/m <sup>2</sup>	402 W/m <sup>2</sup>	471 W/m <sup>2</sup>	460 W/m <sup>2</sup>	453 W/m <sup>2</sup>	400 W/m <sup>2</sup>	463 W/m <sup>2</sup>	472 W/m <sup>2</sup>	339 W/m <sup>2</sup>	252 W/m <sup>2</sup>
<b>14:00</b>	243 W/m <sup>2</sup>	321 W/m <sup>2</sup>	337 W/m <sup>2</sup>	332 W/m <sup>2</sup>	398 W/m <sup>2</sup>	393 W/m <sup>2</sup>	386 W/m <sup>2</sup>	335 W/m <sup>2</sup>	375 W/m <sup>2</sup>	371 W/m <sup>2</sup>	254 W/m <sup>2</sup>	180 W/m <sup>2</sup>
<b>15:00</b>	139 W/m <sup>2</sup>	204 W/m <sup>2</sup>	231 W/m <sup>2</sup>	244 W/m <sup>2</sup>	304 W/m <sup>2</sup>	305 W/m <sup>2</sup>	298 W/m <sup>2</sup>	252 W/m <sup>2</sup>	265 W/m <sup>2</sup>	245 W/m <sup>2</sup>	149 W/m <sup>2</sup>	93 W/m <sup>2</sup>
<b>16:00</b>	38 W/m <sup>2</sup>	87 W/m <sup>2</sup>	122 W/m <sup>2</sup>	151 W/m <sup>2</sup>	201 W/m <sup>2</sup>	209 W/m <sup>2</sup>	202 W/m <sup>2</sup>	162 W/m <sup>2</sup>	150 W/m <sup>2</sup>	118 W/m <sup>2</sup>	47 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>
<b>17:00</b>	0 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	28 W/m <sup>2</sup>	67 W/m <sup>2</sup>	105 W/m <sup>2</sup>	117 W/m <sup>2</sup>	111 W/m <sup>2</sup>	80 W/m <sup>2</sup>	49 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>
<b>18:00</b>	0 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	5 W/m <sup>2</sup>	38 W/m <sup>2</sup>	53 W/m <sup>2</sup>	47 W/m <sup>2</sup>	20 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>	0 W/m <sup>2</sup>

**Tabla 15. Irradiación media horaria en W/m<sup>2</sup> para la ciudad de Santander en orientación sur y con una inclinación del captador solar de 45°.**

**Fuente: Datos facilitados por el tutor del proyecto, Delfín Silió.**

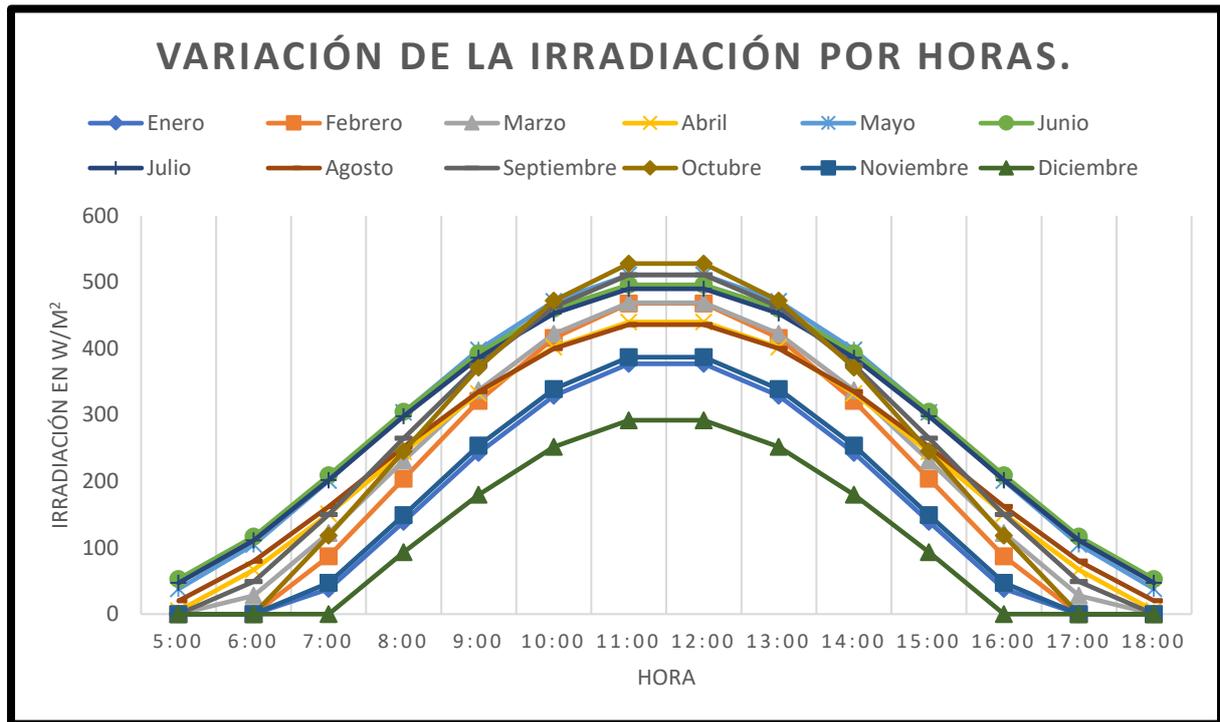


Ilustración 51. [Ref. 1]. Gráfico de variación de la irradiación por hora.

Se va a asumir una temperatura en el interior del colector de 50°C y de la ficha técnica del modelo seleccionado, que se adjunta en los anexos, vamos a obtener los siguientes valores:

- $\tau_0 = 0.812$
- $k_1 = 3.478$
- $k_2 = 0.018$

Por tanto, la configuración de la expresión para calcular el rendimiento de los colectores solares mes a mes queda de la siguiente forma:

$$\eta = 0.812 - 3.478 \cdot \left( \frac{50 - T_{amb}}{I} \right) - 0.018 \cdot \left( \frac{50 - T_{amb}}{I} \right)^2 \quad \text{[Ecuación 25]}$$

Una vez que se han obtenido los rendimientos de los captadores solares, el siguiente paso para el dimensionado de la instalación solar térmica es el cálculo de la energía total que obtenemos con los colectores mes a mes. Para ello se aplica la siguiente expresión:

$$E = I \cdot \eta \quad \text{[Ecuación 26]}$$

Para el dimensionado final de la instalación vamos a tomar el mes más favorable. Se debe tener en cuenta que como es un sistema de calefacción, solo va a funcionar en los meses más fríos, por tanto, no va a ponerse en marcha los meses de junio, julio, agosto y septiembre,

ya que la temperatura ambiente es más que suficiente para dotar al hospital de un confort térmico adecuado.

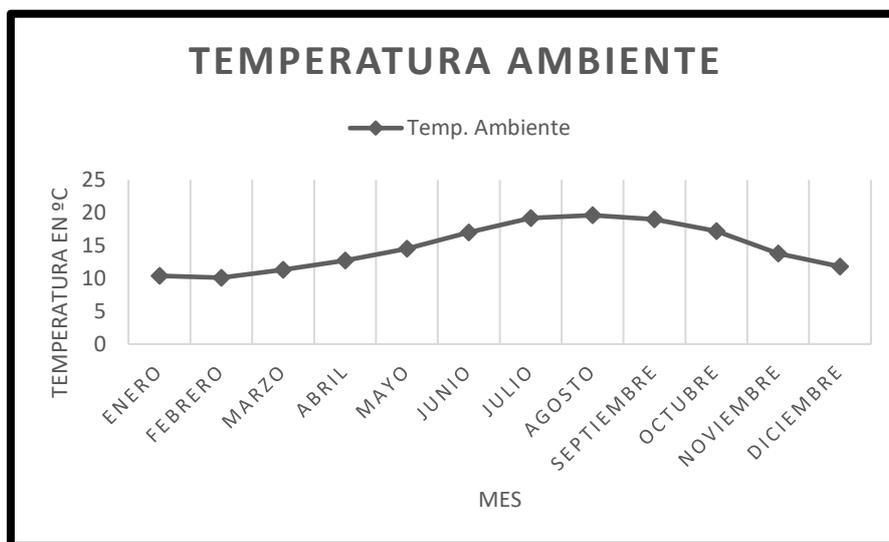


Ilustración 52. [Ref. 1]. Temperatura ambiente mes a mes de la ciudad de Santander.

En este caso y excluyendo los meses anteriormente citados se tiene que el mes más favorable es octubre con  $1740.81\text{W/m}^2$ .

## 5.2 CÁLCULOS SUELO RADIANTE:

A la hora de realizar los cálculos para el dimensionado del suelo radiante se van a seguir los siguientes pasos:

### 5.2.1 DEFINICIÓN DE CERRAMIENTOS.

Los datos de los cerramientos introducidos para el hospital que es objeto de estudio son los calculados en el apartado 4, datos de partida.

### 5.2.2 CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS.

Para realizar el diseño de la instalación de suelo radiante será necesario calcular las cargas térmicas de los recintos. Para ello tenemos que la carga térmica  $Q_{ht}$  se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_{ht} = Q_t + Q_v + Q_{rh} \quad \text{[Ecuación 27]}$$

Dónde tenemos que:

- $Q_t$ =perdida térmica por transmisión a través de los cerramientos.
- $Q_v$ = perdida térmica por ventilación.
- $Q_{rh}$ =capacidad de calentamiento del local.

### **PERDIDA TÉRMICA POR TRANSMISIÓN**

La pérdida térmica por transmisión se calcula para cada cerramiento, vertical u horizontal, en función de la siguiente expresión:

$$Q_t = f_k \cdot A \cdot U \cdot (T_{int} - T_e) \quad \text{[Ecuación 28]}$$

Donde:

- $f_k$  llamado factor de corrección de la temperatura. Se obtiene de la Tabla D.11 de la UNE-EN 12831. Es un parámetro adimensional.
- $A$  que es la superficie del cerramiento atravesado por el flujo de calor. Se expresa en  $m^2$ .
- $U$  representando la transmitancia térmica, que puede calcularse como indica el documento de apoyo DA DB-HE/1. Se expresa en  $W/(m^2 \cdot K)$
- $T_{int}$  que es la temperatura interior del local, en  $^{\circ}C$ .
- $T_e$  que es la temperatura exterior de cálculo, tomada de una publicación de reconocido prestigio, expresada en  $^{\circ}C$ .

Pérdidas térmicas	fk	Observaciones
Directamente al exterior	1,00	Puentes térmicos aislados
	1,40	Puentes térmicos sin aislamiento
	1,00	Puertas y ventanas
Hacia un espacio no calentado	0,80	Puentes térmicos aislados
	1,12	Puentes térmicos sin aislamiento
Hacia el terreno	0,30	Puentes térmicos aislados
	0,42	Puentes térmicos sin aislamiento
Hacia el espacio del tejado	0,90	Puentes térmicos aislados
	1,26	Puentes térmicos sin aislamiento
Suelo suspendido	0,90	Puentes térmicos aislados
	1,26	Puentes térmicos sin aislamiento
Hacia un edificio adyacente	0,50	Puentes térmicos aislados
	0,70	Puentes térmicos sin aislamiento
Hacia un edificio colectivo adyacente	0,30	Puentes térmicos aislados
	0,42	Puentes térmicos sin aislamiento

Ilustración 53. [Ref. 14]. Tabla D11.

### PÉRDIDA TÉRMICA POR VENTILACIÓN O INFILTRACIÓN

En locales con ventilación mecánica controlada, esta pérdida se calcula a partir del caudal nominal de cada local. En el caso de que no exista ventilación mecánica, se puede estimar el caudal de infiltración multiplicando el volumen del local por el número de renovaciones por hora. La expresión para su cálculo queda de la siguiente manera:

$$Q_v = 0.34 \cdot \dot{V}_{min} \cdot (T_{int} - T_e) \quad \text{[Ecuación 29]}$$

Donde se tiene que:

- $V_{min}$  es el caudal mínimo de ventilación o infiltración de aire expresado en m<sup>3</sup>/h. Para viviendas nuevas según debe estimarse según el CTE DB HS 3. Para locales distintos de viviendas, se calcula según el RITE. Para viviendas existentes donde no exista ventilación puede calcularse a partir de los datos de renovaciones mínimas según UNE-EN 12831.
- $T_{int}$  es la temperatura interior del local, en °C.
- $T_e$  es la temperatura exterior de cálculo, en °C

Se puede determinar el volumen interior V, o multiplicar el volumen exterior por 0,8, tal y como indica la norma. Para estimar las renovaciones mínimas podemos usar la tabla D6 de la norma:

Tipo de local	n <sub>min</sub> (1/h)
Recinto habitable	0,5
Cocina o baño, con ventana	1,5
Despacho	1
Sala de reuniones, aula	2

Ilustración 54. [Ref. 14]. Tabla D6.

**CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO:**

La capacidad de calentamiento representa la potencia necesaria para compensar las paradas de la instalación. Para ello se emplea la siguiente expresión

$$Q_{Rh} = A \cdot f_{Rh} \quad \text{[Ecuación 30]}$$

Donde se tiene que:

- A, que es la superficie del suelo del local en m<sup>2</sup>
- f<sub>RH</sub>, que es el factor de recalentamiento, obtenido de la Tabla D.10 de la norma UNE-EN 12831. El factor de recalentamiento se expresa en W/m<sup>2</sup>

A continuación, se resume la tabla D10 de la norma UNE-EN 12831. Se presentan únicamente los supuestos en los que se supone una reducción de temperatura de 2°C durante las paradas. Estos casos son adecuados para la mayor parte de las situaciones.

Tiempo de recalentamiento (horas)	Edificios no residenciales Masa del edificio			Edificios residenciales (masa alta)
	baja	media	alta	
1	18	23	25	22
2	9	16	22	11
3	6	13	18	9
4	4	11	16	7

Ilustración 55. [Ref. 14]. Tabla D10.

### 5.2.3 BASES DE CÁLCULO

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:

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

Ilustración 56. [Ref. 5]. Temperatura máxima de superficie.

Para realizar el cálculo de la densidad de flujo térmico límite se emplea la siguiente expresión:

$$q = 0.892 \cdot (\theta_{f,m} - \theta_i)^{1.1} \quad \text{[Ecuación 31]}$$

### 5.2.4 LONGITUD DEL CIRCUITO:

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

$$L = \frac{A}{e} + 2 \cdot l \quad \text{[Ecuación 32]}$$

Donde se tiene que:

- A: Área a climatizar cubierta por el circuito (m<sup>2</sup>)
- e: Separación entre tuberías (m)
- l: Distancia entre el colector y el área a climatizar (m)

### 5.2.5 CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DE IMPULSIÓN

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.

$$q = K_H \cdot \Delta\theta_H \quad \text{[Ecuación 33]}$$

Donde se tiene que:

- q: Densidad de flujo térmico

- $\Delta_{\theta H}$ : Desviación media de la temperatura aire-agua, que depende de las siguientes variables:
  - Temperatura de impulsión
  - Temperatura de retorno
  - Temperatura del recinto
- $K_H$ : 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)

Para calcular la temperatura de impulsión a partir de la máxima densidad de flujo térmico, se tomará el siguiente:

- Calefacción: se fija un salto térmico de agua de 5°C.

El cálculo más detallado de los diferentes parámetros queda recogido en el anexo UNE-EN 1264. (Anexos)

### 5.2.6 CÁLCULO DEL CAUDAL:

Para calcular el caudal de agua de los circuitos de fija un salto térmico de 10°C para todo tipo de estancias salvo para baños que se tomará un salto de 5°C.

El caudal del circuito se calcula mediante la siguiente expresión:

$$m_H = \frac{A_F \cdot q}{\sigma \cdot C_w} \cdot \left( 1 + \frac{R_0}{R_u} + \frac{\theta_i - \theta_u}{q \cdot R_u} \right) \quad \text{[Ecuación 34]}$$

Donde se tiene que:

- $A_F$ : Superficie cubierta por el circuito de suelo radiante
- $q$ : Densidad de flujo térmico
- $\sigma$ : 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
- $\Theta_u$ : Temperatura del recinto inferior
- $\Theta_i$ : Temperatura del recinto

Los valores de las resistencias térmicas ascendentes y descendentes se calcula según las siguientes expresiones:

- Resistencia térmica parcial ascendente:

$$R_o = \frac{1}{\alpha} + R_{\lambda,B} + \frac{S_u}{\lambda_u} \quad \text{[Ecuación 35]}$$

Donde se tiene que el valor de  $\frac{1}{\alpha} = 0.093 \text{ m}^2\text{K/W}$  y además:

- $R_{\lambda,B}$ : Resistencia térmica del revestimiento del suelo
- $S_u$ : Es el espesor de la capa por encima del tubo
- $\lambda_u$ : Es la conductividad de la capa por encima del tubo
- Resistencia térmica parcial descendente del suelo:

$$R_u = R_{\lambda,1} + R_{\lambda,2} + R_{\lambda,3} + R_{\lambda,4} \quad \text{[Ecuación 36]}$$

Donde se tiene que el valor de  $R_{\lambda,4} = 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$  y además:

- $R_{\lambda,1}$ : Resistencia térmica del aislante
- $R_{\lambda,2}$ : Resistencia térmica del forjado
- $R_{\lambda,3}$ : Resistencia térmica del falso techo

### 5.2.7 CÁLCULO DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓN:

La bomba de circulación se calcula tomando la pérdida de presión del circuito más desfavorable, 3.21 m.c.a. y la suma de caudales de circuitos,  $Q=6.83 \text{ m}^3/\text{h}$ .

### 5.3 CÁLCULO DEL NÚMERO DE COLECTORES.

Con los datos obtenidos en el cálculo del suelo radiante de las cargas térmicas y los datos de energía obtenidos de los cálculos solares, pasamos al dimensionado final de la instalación solar, obteniendo el número de placas necesarias para cubrir el 100% de la demanda en el mes de octubre. Esto quiere decir que en el resto de los meses no se va a llegar a cubrir la demanda y se empleará la caldera de gasoil seleccionada.

Para dimensionar la instalación vamos a aplicar la siguiente expresión:

$$\text{Número de colectores} = \frac{\text{Carga térmica}}{\text{Energía mes más favorable}} \quad \text{[Ecuación 37]}$$

Aplicando esta expresión nos sale que nuestra instalación va a constar de 27 colectores solares.

## 6 CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA

En este apartado se tendrá en cuenta aquellas obligaciones recogidas en las normas que aplican tanto al dimensionado de la instalación solar como al dimensionado del suelo radiante.

Las normas de aplicación son las siguientes:

- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, RITE. El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía.
- Código técnico de la edificación, CTE, y más concretamente los documentos de apoyo DA DB-HE / 1 y documento descriptivo de climas de referencia. El Código Técnico de la Edificación es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. De obligado cumplimiento a partir del 28 de junio de 2020 para toda obra nueva o reforma de edificios existentes.
- Normas UNE.

## 7 BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.

### 7.1 BIBLIOGRAFÍA

- Fernández, Pedro. Ingeniería térmica y de fluidos: Principios básicos de la transferencia de calor. Primera edición, Santander 1992.
- Cerdán García, Juan. DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE MEDIANTE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA. Dirigido por Álvaro Barba Nieto. Universidad Carlos III de Madrid, 2014. Trabajo de fin de grado.
- UPONOR. Manual técnico de climatización invisible. Formato PDF, 6,649 KB. Disponible en:  
  
<https://www.solarcondicionado.pt/files/catalogs/Cat%C3%A1logo-Piso-Radiante-Uponor-2017.pdf>
- ALB sistemas. Sistema de climatización radiante. Formato PDF, 9,569 KB. Disponible en:  
  
<https://alb.es/download/manual-tecnico-sistema-de-climatizacion-radiante/>
- GIACOMINI. Catálogo general 2022 [Consulta: 04/07/2022]. Formato PDF, 39,306 KB. Disponible en:  
  
[https://es.giacomini.com/sites/giacomini.espana/files/accordion/files/Catalogo\\_Giacomini\\_2022\\_int.pdf](https://es.giacomini.com/sites/giacomini.espana/files/accordion/files/Catalogo_Giacomini_2022_int.pdf)
- BAXI. Catálogo general 2022. [Consulta: 04/07/2022]. Formato interactivo disponible en:  
  
<https://catalogo.baxi.es/.2022/#page=1>
- SONEPAR. Aerotermia, calefacción y ACS 2022. [Consulta: 04/07/2022]. Formato interactivo disponible en:  
  
<https://soluciones.sonepar.es/catalogospdf/calefaccion/index.html>

- Different types of solar thermal panel collectors. Página web. Disponible en:

<https://www.renewableenergyhub.co.uk/>

## 7.2 REFERENCIAS

- [Ref. 1] - Fuente: propia.
- [Ref. 2] - Fuente: Wikimedia commons.
- [Ref. 3] - Fuente: Apuntes Pedro Fernández. Ingeniería térmica y de fluidos. 1. Principios básicos de la transferencia de calor.
- [Ref. 4] - Fuente: Wikipedia.
- [Ref. 5] - Fuente: Uponor.
- [Ref. 6] - Fuente: Google maps.
- [Ref. 7] - Fuente: Weatherspark: [www.es.weatherspark.com/](http://www.es.weatherspark.com/)
- [Ref.8] - Fuente: <http://www.purificadordelaire.es/humedad-relativa-en-espana/>
- [Ref. 9] - Fuente: Cronoslive
- [Ref. 10] - Fuente: ALB
- [Ref. 11] - Fuente: Giacomini
- [Ref. 12] - Fuente: ALB
- [Ref. 13] - Fuente: CypeCAD
- [Ref. 14] - Fuente: UNE-EN 12831
- [Ref. 15] - Fuente: [www.renewableenergyhub.co.uk](http://www.renewableenergyhub.co.uk)
- [Ref. 16] - Fuente: Universidad de Sevilla, PFG, análisis de sensibilidad de parámetros radiantes en un captador de concentración cilindro-parabólico.
- [Ref. 17] – Fuente: CTE
- [Ref. 18] – Fuente: [www. http://pelandintecno.blogspot.com/](http://pelandintecno.blogspot.com/)
- [Ref. 19] – Fuente: [www.ingemecanica.com/](http://www.ingemecanica.com/)

**ANEXOS.**

## **ANEXO 1. Cálculos previos.**

# 1 CERRAMIENTO EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR

## 1.1 FACHADA 1

CAPA	ESPESOR EN METROS	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA EN W/mK	RESISTENCIA TÉRMICA EN m <sup>2</sup> ·K/W
Placa de granito	0.3	2.8	0.1
Cámara de aire ventilada	5	n/a	0.8
Lana mineral	10	0.034	2.9
Ladrillo perforado	12	0.35	0.35
Pintura plástica	n/a	n/a	n/a

Tabla 16. Datos de la fachada de las habitaciones.

Una vez obtenidos todos los datos se calcula la resistencia térmica total, que queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 R_T &= R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{se} = \\
 &= 0.13 + 0.1 + 0.8 + 2.9 + 0.3 + 0.04 = 4.27 \frac{m^2 \cdot K}{W}
 \end{aligned}
 \quad [Ecuación 38]$$

Con la resistencia térmica calculada ya se puede obtener el valor de la transmitancia térmica:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4.27} = 0.23 \frac{W}{m^2 \cdot K}
 \quad [Ecuación 39]$$

## 1.2 FACHADA 2:

CAPA	ESPESOR EN METROS	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA EN W/mK	RESISTENCIA TÉRMICA EN m <sup>2</sup> ·K/W
Placa de granito	0.3	2.8	0.1
Cámara de aire ventilada	0.05	n/a	0.8
Lana mineral	0.10	0.034	2.9
Ladrillo perforado	0.12	0.35	0.35
Papel de vinilo.	n/a	n/a	n/a

Tabla 17. Datos de la fachada del quirófano.

Una vez obtenidos todos los datos se calcula la resistencia térmica total, que queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 R_T &= R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{se} = \\
 &= 0.13 + 0.1 + 0.8 + 2.9 + 0.3 + 0.04 = 4.27 \frac{m^2 \cdot K}{W}
 \end{aligned}
 \quad [Ecuación 40]$$

Con la resistencia térmica calculada ya se puede obtener el valor de la transmitancia térmica:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4.27} = 0.23 \frac{W}{m^2 \cdot K}
 \quad [Ecuación 41]$$

## 1.3 FACHADA 3:

CAPA	ESPESOR EN METROS	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA EN W/mK	RESISTENCIA TÉRMICA EN m <sup>2</sup> ·K/W
Placa de granito	0.3	2.8	0.1

<b>Cámara de aire ventilada</b>	0.05	n/a	0.8
<b>Lana mineral</b>	0.10	0.034	2.9
<b>Ladrillo perforado</b>	0.12	0.35	0.35
<b>Lámina de linóleo.</b>	0.002	0.17	0.01

**Tabla 18. Datos fachada cafetería y salas de espera.**

Una vez obtenidos todos los datos se calcula la resistencia térmica total, que queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 R_T &= R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{se} = \\
 &= 0.13 + 0.1 + 0.8 + 2.9 + 0.3 + 0.01 + 0.04 = \\
 &= 4.28 \frac{m^2 \cdot K}{W}
 \end{aligned}
 \quad [Ecuación 42]$$

Con la resistencia térmica calculada ya se puede obtener el valor de la transmitancia térmica:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4.28} = 0.23 \frac{W}{m^2 \cdot K}
 \quad [Ecuación 43]$$

#### 1.4 FACHADA 4:

CAPA	ESPESOR EN METROS	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA EN W/mK	RESISTENCIA TÉRMICA EN m <sup>2</sup> ·K/W
<b>Placa de granito</b>	0.3	2.8	0.1
<b>Cámara de aire ventilada</b>	0.05	n/a	0.8
<b>Lana mineral</b>	0.10	0.034	2.9
<b>Ladrillo perforado</b>	0.12	0.35	0.35

<b>Tablero de fibras de madera decorativo.</b>	0.019	0.18	0.1
--	-------	------	-----

**Tabla 19. Datos de fachada de oficinas, administración y halls.**

Una vez obtenidos todos los datos se calcula la resistencia térmica total, que queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 R_T &= R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{se} = \\
 &= 0.13 + 0.1 + 0.8 + 2.9 + 0.3 + 0.01 + 0.04 = \\
 &= 4.37 \frac{m^2 \cdot K}{W}
 \end{aligned}
 \quad [Ecuación 44]$$

Con la resistencia térmica calculada ya se puede obtener el valor de la transmitancia térmica:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4.37} = 0.22 \frac{W}{m^2 \cdot K}
 \quad [Ecuación 45]$$

## 1.5 FACHADA 5:

CAPA	ESPESOR EN METROS	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA EN W/mK	RESISTENCIA TÉRMICA EN m <sup>2</sup> ·K/W
Placa de granito	0.3	2.8	0.1
Cámara de aire ventilada	0.05	n/a	0.8
Lana mineral	0.10	0.034	2.9
Ladrillo perforado	0.12	0.35	0.35
Baldosas cerámicas.	0.005	1	0.005

**Tabla 20. Datos de fachada de baños, aseos y vestuarios.**

Una vez obtenidos todos los datos se calcula la resistencia térmica total, que queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 R_T &= R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{se} = \\
 &= 0.13 + 0.1 + 0.8 + 2.9 + 0.3 + 0.005 + 0.04 = \\
 &= 4.27 \frac{m^2 \cdot K}{W}
 \end{aligned}
 \tag{Ecuación 46}$$

Con la resistencia térmica calculada ya se puede obtener el valor de la transmitancia térmica:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4.27} = 0.23 \frac{W}{m^2 \cdot K}
 \tag{Ecuación 47}$$

## 1.6 FACHADA 6:

CAPA	ESPESOR EN METROS	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA EN W/mK	RESISTENCIA TÉRMICA EN m <sup>2</sup> ·K/W
Placa de granito	0.3	2.8	0.1
Cámara de aire ventilada	0.05	n/a	0.8
Lana mineral	0.10	0.034	2.9
Ladrillo perforado	0.12	0.35	0.35
Revoco liso.	0.01	0.80	0.012

Tabla 21. Datos de fachada de estancias no habitables.

Una vez obtenidos todos los datos se calcula la resistencia térmica total, que queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 R_T &= R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{se} = \\
 &= 0.13 + 0.1 + 0.8 + 2.9 + 0.3 + 0.012 + 0.04 = \\
 &= 4.28 \frac{m^2 \cdot K}{W}
 \end{aligned}
 \tag{Ecuación 48}$$

Con la resistencia térmica calculada ya se puede obtener el valor de la transmitancia térmica:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4.28} = 0.23 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad \text{[Ecuación 49]}$$

### 1.7 SUELOS:

Por un lado, tanto para habitaciones, baños, aseos, pasillos, salas de espera, consultas, oficinas, administración, etc. se tiene una losa de cimentación de hormigón armado realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, un aislamiento térmico horizontal, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 60 mm de espesor, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor, un aislamiento térmico vertical formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 40 mm de espesor, hormigón de limpieza nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor. Como base para la pavimentación se emplea rena de machaqueo estabilizada con cemento en una capa de 4 cm. Se añade el sistema de calefacción por suelo radiante compuesto por film de polietileno, banda de espuma de polietileno, panel aislante de poliestireno expandido, con tiras de velcro para fijación de los tubos, tubo de polietileno reticulado y mortero autonivelante. El solado final se realiza con baldosas cerámicas de gres esmaltado.

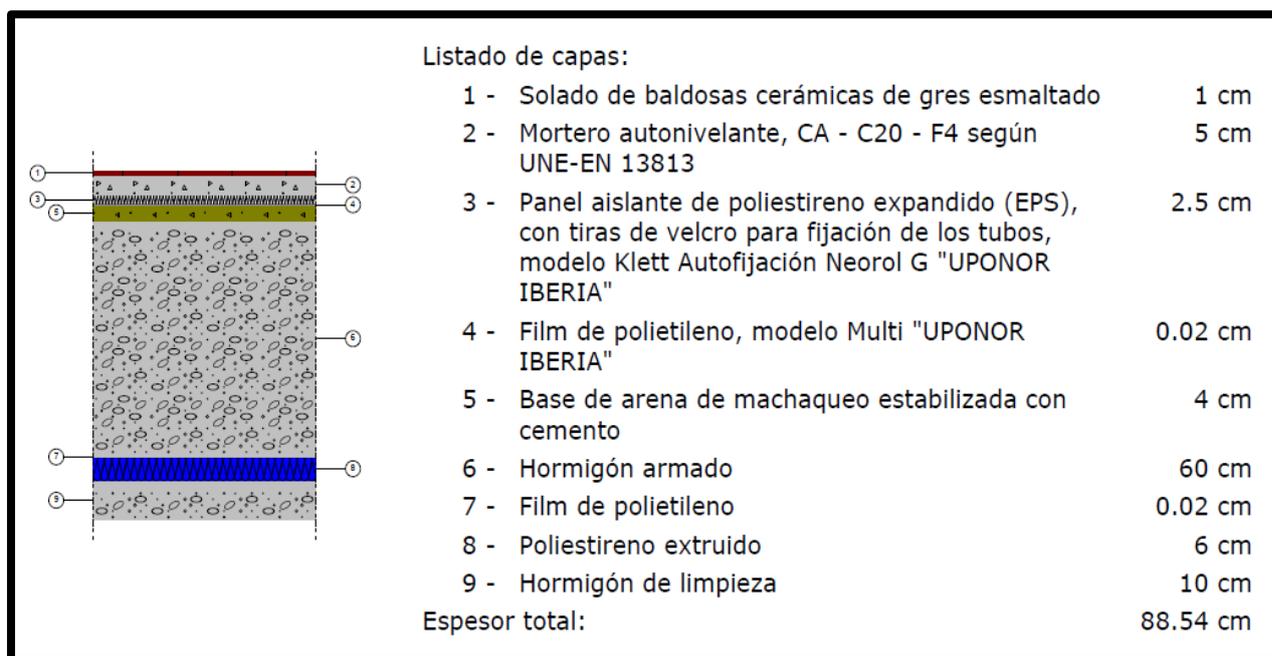


Ilustración 57. [Ref. 13]. Elementos constructivos de suelo 1.

REVESTIMIENTO DEL SUELO	BANDA DE AISLAMIENTO PERIMETRICO	RESISTENCIA TÉRMICA DEL AISLANTE	LONGITUD CARACTERISTICCA DE LA LOSA
Baldosa cerámica de gres esmaltado	D=1.2 m	R=1.2 m <sup>2</sup> K/W	A=3331.96 m <sup>2</sup> P=487.8 m
			$B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P} = \frac{3331.96}{\frac{1}{2} \cdot 487.8} = 13.7m$

Tabla 22. Resumen de los datos para el cálculo de la transmitancia.

Una vez obtenidos todos los datos necesarios y mediante la interpolación lineal, se obtiene el valor U<sub>s</sub>.

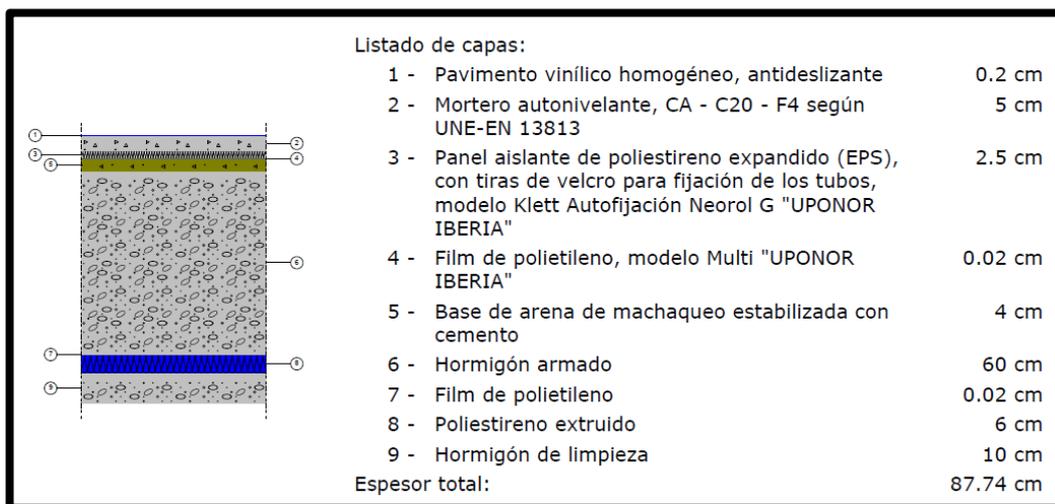
B'	R <sub>a</sub>	D = 0.5 m					D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m				
		R <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> ·K/ W)					R <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> ·K/ W)					R <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> ·K/ W)				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
2	1,56	1,17	1,04	0,97	0,92	0,89	1,08	0,89	0,79	0,72	0,67	1,04	0,83	0,70	0,61	0,55
3	1,20	0,94	0,85	0,80	0,78	0,76	0,88	0,76	0,69	0,64	0,61	0,85	0,71	0,63	0,57	0,53
4	0,99	0,79	0,73	0,69	0,67	0,65	0,75	0,65	0,60	0,57	0,54	0,73	0,62	0,56	0,51	0,48
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

Tabla 23. Valores de transmitancia térmica para tipo de suelo 1.

B'	D=1.0 m			D=1.2 m R <sub>a</sub> =1.2m <sup>2</sup> ·K/W	D≥1.5 m		
	R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W)				R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W)		
	1.00	1.20	1.50		1.00	1.20	1.50
12	0.33	n/a	0.31	n/a	0.32	n/a	0.30
13.7	<b>0.305</b>	<b>0.318</b>	<b>0.285</b>	<b>0.306</b>	<b>0.295</b>	<b>0.287</b>	<b>0.275</b>
14	0.30	n/a	0.28	n/a	0.29	n/a	0.27

**Tabla 24. Cálculo U<sub>s</sub> para tipo de suelo 1.**

Para los quirófanos, al igual que con las paredes, el suelo debe ser de acabado vinílico para evitar la proliferación de gérmenes y para que la desinfección sea más efectiva. Además, teniendo en cuenta que es una zona donde el trabajo realizado es crítico, conviene que el suelo sea lo más seguro posible, por tanto para evitar posibles resbalones por la presencia de fluidos se instala un pavimento antideslizante. En este caso el suelo estará formado por una losa de cimentación de hormigón armado realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, un aislamiento térmico horizontal, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 60 mm de espesor, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor, un aislamiento térmico vertical formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 40 mm de espesor, hormigón de limpieza nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor. Como base para la pavimentación se emplea arena de machaqueo estabilizada con cemento en una capa de 4 cm. Se añade el sistema de calefacción por suelo radiante compuesto por film de polietileno, banda de espuma de polietileno, panel aislante de poliestireno expandido, con tiras de velcro para fijación de los tubos, tubo de polietileno reticulado y mortero autonivelante. El acabado final es un pavimento vinílico homogéneo y antideslizante para uso en salas húmedas.



**Ilustración 58. [Ref. 13]. Elementos constructivos del suelo 2.**

En la tabla 21 se agrupan los datos necesarios para el cálculo de la transmitancia térmica del suelo con acabado de baldosas cerámicas:

REVESTIMIENTO DEL SUELO	BANDA DE AISLAMIENTO PERIMETRICO	RESISTENCIA TÉRMICA DEL AISLANTE	LONGITUD
			CARACTERISTICA DE LA LOSA
Pavimento vinílico antideslizante.	D=1.2 m	R=1.2 m <sup>2</sup> K/W	A=3331.96 m <sup>2</sup> P=487.8 m
			$B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P} = \frac{3331.96}{\frac{1}{2} \cdot 487.8} = 13.7m$

**Tabla 25. Resumen de los datos para el cálculo de la transmitancia.**

Una vez obtenidos todos los datos necesarios y mediante la interpolación lineal, se obtiene el valor U<sub>s</sub>.

B'	R <sub>a</sub>	D = 0.5 m					D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m				
		R <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> ·K/ W)					R <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> ·K/ W)					R <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> ·K/ W)				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
2	1,56	1,17	1,04	0,97	0,92	0,89	1,08	0,89	0,79	0,72	0,67	1,04	0,83	0,70	0,61	0,55
3	1,20	0,94	0,85	0,80	0,78	0,76	0,88	0,76	0,69	0,64	0,61	0,85	0,71	0,63	0,57	0,53
4	0,99	0,79	0,73	0,69	0,67	0,65	0,75	0,65	0,60	0,57	0,54	0,73	0,62	0,56	0,51	0,48
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

Tabla 26. Valores de transmitancia térmica para tipo de suelo 2.

B'	D=1.0 m			D=1.2 m	D≥1.5 m			
	R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W)				R <sub>a</sub> =1.2m <sup>2</sup> ·K/W	R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> ·K/W)		
	1.00	1.20	1.50			1.00	1.20	1.50
12	0.33	n/a	0.31	n/a	0.32	n/a	0.30	
13.7	0.305	0.318	0.285	0.306	0.295	0.287	0.275	
14	0.30	n/a	0.28	n/a	0.29	n/a	0.27	

Tabla 27. Cálculo U<sub>s</sub> para tipo de suelo 1.

Por último, para cuartos de máquinas y de limpieza, debido a las exigencias de una alta resistencia, se acabará con un pavimento de goma, el cual presenta grandes ventajas como la durabilidad y la impermeabilidad, muy recomendables para zonas donde de va a trabajar con fluidos. En este caso el suelo estará formado por una losa de cimentación de hormigón armado realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, un

aislamiento térmico horizontal, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 60 mm de espesor, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor, un aislamiento térmico vertical formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 40 mm de espesor, hormigón de limpieza nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor. Como base para la pavimentación se emplea arena de machaqueo estabilizada con cemento en una capa de 4 cm. Se añade el sistema de calefacción por suelo radiante compuesto por film de polietileno, banda de espuma de polietileno, panel aislante de poliestireno expandido, con tiras de velcro para fijación de los tubos, tubo de polietileno reticulado y mortero autonivelante. El acabado final es un pavimento de goma negra con botones.



Ilustración 59. [Ref. 13]. Elementos constructivos del suelo 3.

En la tabla 23 se agrupan los datos necesarios para el cálculo de la transmitancia térmica del suelo con acabado de baldosas cerámicas:

REVESTIMIENTO DEL SUELO	BANDA DE AISLAMIENTO PERIMETRICO	RESISTENCIA TÉRMICA DEL AISLANTE	LONGITUD CARACTERISTICA DE LA LOSA
Pavimento de goma.	D=1.2 m	R=1.2 m <sup>2</sup> K/W	A=3331.96 m <sup>2</sup> P=487.8 m
			$B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P} = \frac{3331.96}{\frac{1}{2} \cdot 487.8}$ $= 13.7m$

Tabla 28. Resumen de los datos para el cálculo de la transmitancia.

Una vez obtenidos todos los datos necesarios y mediante la interpolación lineal, se obtiene el valor U<sub>s</sub>.

B'	R <sub>a</sub>	D = 0.5 m					D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m				
		R <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> -K/ W)					R <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> -K/ W)					R <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> -K/ W)				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
2	1,56	1,17	1,04	0,97	0,92	0,89	1,08	0,89	0,79	0,72	0,67	1,04	0,83	0,70	0,61	0,55
3	1,20	0,94	0,85	0,80	0,78	0,76	0,88	0,76	0,69	0,64	0,61	0,85	0,71	0,63	0,57	0,53
4	0,99	0,79	0,73	0,69	0,67	0,65	0,75	0,65	0,60	0,57	0,54	0,73	0,62	0,56	0,51	0,48
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

Tabla 29. Valores de transmitancia térmica para tipo de suelo 3.

B'	D=1.0 m			D=1.2 m	D≥1.5 m			
	R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> -K/W)				R <sub>a</sub> =1.2m <sup>2</sup> -K/W	R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> -K/W)		
	1.00	1.20	1.50			1.00	1.20	1.50
12	0.33	n/a	0.31	n/a	0.32	n/a	0.30	
13.7	<b>0.305</b>	<b>0.318</b>	<b>0.285</b>	<b>0.306</b>	<b>0.295</b>	<b>0.287</b>	<b>0.275</b>	
14	0.30	n/a	0.28	n/a	0.29	n/a	0.27	

Tabla 30. Cálculo U<sub>s</sub> para tipo de suelo 1.

En resumen, como los parámetros característicos de la capa de acabado no influyen para el cálculo de la transmitancia térmica, esta será igual para los tres tipos de suelos diferentes, por tanto:

$$U_s = 0.306 \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad \text{[Ecuación 50]}$$

## 1.8 HUECOS Y LUCERNARIOS

### 1.8.1 VENTANAS:

Introduciendo los valores en la expresión y despreciando los que no aplican se obtiene que, para las ventanas, la transmitancia es:

$$U_H = \frac{0.92 \cdot 2.5 + 0.52 \cdot 1.3 + 5.92 \cdot 0.08}{0.92 + 0.52} = 2.4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad [\text{Ecuación 51}]$$

### 1.8.2 PUERTAS

La puerta de acceso es una puerta automática de cristal de dos hojas de 0.8m x 2.5m de tamaño por hoja, de doble acristalamiento y con un marco de aluminio, sin paneles opacos.

Los valores de las transmitancias térmicas lineales se pueden calcular o tomar de la siguiente tabla:

MATERIAL DEL MARCO	ACRISTALAMIEN TO O EMPANELADO SIMPLE	ACRISTALAMIEN O O EMPANELADO DOBLE O TRIPLE	ACRISTALAMIENTO DOBLE O TRIPLE CON DOS CAPAS DE BAJA EMISIVIDAD
Madera y plástico	0.00	0.06/0.05	0.08/0.06
Metálico con rotura de puente térmico	0.00	0.08/0.06	0.11/0.08
Metálico sin rotura de puente térmico	0.00	0.02/0.01	0.05/0.04

Tabla 31. Transmitancia térmica lineal en huecos  $\Psi_p$  y  $\Psi_g$ .

Se tienen tres tipos de huecos diferentes, por un lado, las puertas de acceso al hospital, por otro lado, las puertas interiores y finalmente las ventanas.

Se tienen ventanas de doble hoja de 1.20m x 1.20m, de doble acristalamiento con un espesor de la cámara de aire de 6mm y marco de PVC, sin paneles opacos.

DATO	VALOR
Transmitancia térmica del acristalamiento.	2.5 W/m <sup>2</sup> ·K
Transmitancia térmica del marco.	1.3 W/m <sup>2</sup> ·K
Transmitancia térmica de la zona con panel opaco.	n/a
Transmitancia térmica lineal debida al acoplamiento entre marco y acristalamiento.	0.08 W/m·K
Transmitancia térmica lineal debida al acoplamiento entre marco y paneles opacos.	n/a
Área de la parte acristalada	0.92 m <sup>2</sup>
Área del marco	0.52 m <sup>2</sup>
Área de la parte con panel opaco.	n/a
Longitud de contacto entre marco y acristalamiento	5.92 m
Longitud de contacto entre marcos y paneles opacos.	n/a

Tabla 32. Datos para el cálculo de la transmitancia térmica de ventanas.

Introduciendo los valores en la expresión y despreciando los que no aplican se obtiene que, para las ventanas, la transmitancia es:

$$U_H = \frac{0.92 \cdot 2.5 + 0.52 \cdot 1.3 + 5.92 \cdot 0.08}{0.92 + 0.52} = 2.4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \text{[Ecuación 52]}$$

La puerta de acceso es una puerta automática de cristal de dos hojas de 0.8m x 2.5m de tamaño por hoja, de doble acristalamiento y con un marco de aluminio, sin paneles opacos.

DATO	VALOR
Transmitancia térmica del acristalamiento.	2.5 W/m <sup>2</sup> ·K
Transmitancia térmica del marco.	4 W/m <sup>2</sup> ·K
Transmitancia térmica de la zona con panel opaco.	n/a
Transmitancia térmica lineal debida al acoplamiento entre marco y acristalamiento.	0.08 W/m·K
Transmitancia térmica lineal debida al acoplamiento entre marco y paneles opacos.	n/a
Área de la parte acristalada	3 m <sup>2</sup>
Área del marco	1 m <sup>2</sup>
Área de la parte con panel opaco.	n/a
Longitud de contacto entre marco y acristalamiento	11.92 m
Longitud de contacto entre marcos y paneles opacos.	n/a

**Tabla 33. Datos para el cálculo de la transmitancia térmica de puerta exterior.**

Introduciendo los valores en la expresión y despreciando los que no aplican se obtiene que, para la puerta de acceso, la transmitancia es:

$$U_H = \frac{3 \cdot 2.5 + 1 \cdot 4 + 11.92 \cdot 0.08}{3 + 1} = 3.1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \text{[Ecuación 53]}$$

Las puertas de paso interiores son puertas abatibles de una hoja de tablero de aglomerado de tamaño 0.95m x 2.00m.

DATO	VALOR
Transmitancia térmica del acristalamiento.	2.5 W/m <sup>2</sup> ·K
Transmitancia térmica del marco.	4 W/m <sup>2</sup> ·K
Transmitancia térmica de la zona con panel opaco.	2.3 W/m·K
Transmitancia térmica lineal debida al acoplamiento entre marco y acristalamiento.	n/a
Transmitancia térmica lineal debida al acoplamiento entre marco y paneles opacos.	0 W/m·K
Área de la parte acristalada	n/a
Área del marco	0.44 m <sup>2</sup>
Área de la parte con panel opaco.	1.9 m <sup>2</sup>
Longitud de contacto entre marco y acristalamiento	n/a
Longitud de contacto entre marcos y paneles opacos.	5.9 m

Tabla 34. Datos para el cálculo de la transmitancia térmica de puertas interiores.

Introduciendo los valores en la expresión y despreciando los que no aplican se obtiene que, para las puertas, la transmitancia es:

$$U_H = \frac{0.44 \cdot 4 + 1.9 \cdot 2.3}{0.44 + 1.9} = 2.6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \quad \text{[Ecuación 54]}$$

## **ANEXO 2. Cálculos solares.**

## 2 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS SOLARES

### 2.1 IRRADIACIÓN SOLAR:

<i>Hora</i>	<i>Enero</i>	<i>Febrero</i>	<i>Marzo</i>	<i>Abril</i>	<i>Mayo</i>	<i>Junio</i>	<i>Julio</i>	<i>Agosto</i>	<i>Septiembre</i>	<i>Octubre</i>	<i>Noviembre</i>	<i>Diciembre</i>
<b>5:00</b>	0	0	0	5	38	53	47	20	0	0	0	0
<b>6:00</b>	0	0	28	67	105	117	111	80	49	0	0	0
<b>7:00</b>	38	87	122.00	151.00	201.00	209.00	202.00	162.00	150	118	47	0
<b>8:00</b>	139	204	231	244	304	305	298	252	265	245	149	93
<b>9:00</b>	243	321	337	332	398	393	386	335	375	371	254	180
<b>10:00</b>	329	416	422	402	471	460	453	400	463	472	339	252
<b>11:00</b>	377	468	469	440	511	496	490	436	511	528	387	292
<b>12:00</b>	377	468	469	440	511	496	490	436	511	528	387	292
<b>13:00</b>	329	416	422	402	471	460	453	400	463	472	339	252
<b>14:00</b>	243	321	337	332	398	393	386	335	375	371	254	180
<b>15:00</b>	139	204	231	244	304	305	298	252	265	245	149	93
<b>16:00</b>	38	87	122	151	201	209	202	162	150	118	47	0
<b>17:00</b>	0	0	28	67	105	117	111	80	49	0	0	0
<b>18:00</b>	0	0	0	5	38	53	47	20	0	0	0	0

## 2.2 RENDIMIENTO DE LOS COLECTORES:

<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
<b><i>Irradiación Enero</i></b>	0	0	38	139	243	329	377	377	329	243	139	38	0	0
<b><i>Rendimiento</i></b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>-2.95</b>	<b>-0.21</b>	<b>0.23</b>	<b>0.38</b>	<b>0.44</b>	<b>0.44</b>	<b>0.38</b>	<b>0.23</b>	<b>-0.21</b>	<b>-2.95</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
<b><i>Irradiación Febrero</i></b>	0	0	87	204	321	416	468	468	416	321	204	87	0	0
<b><i>Rendimiento</i></b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>-0.83</b>	<b>0.11</b>	<b>0.37</b>	<b>0.47</b>	<b>0.51</b>	<b>0.51</b>	<b>0.47</b>	<b>0.37</b>	<b>0.11</b>	<b>-0.83</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
<b><i>Irradiación Marzo</i></b>	0	28	122	231	337	422	469	469	422	337	231	122	28	0
<b><i>Rendimiento</i></b>	<b>0.00</b>	<b>-4.19</b>	<b>-0.32</b>	<b>0.22</b>	<b>0.40</b>	<b>0.49</b>	<b>0.52</b>	<b>0.52</b>	<b>0.49</b>	<b>0.40</b>	<b>0.22</b>	<b>-0.32</b>	<b>-4.19</b>	<b>0.00</b>
<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
<b><i>Irradiación Abril</i></b>	5	67	151	244	332	402	440	440	402	332	244	151	67	5
<b><i>Rendimiento</i></b>	<b>-23.87</b>	<b>-1.16</b>	<b>-0.06</b>	<b>0.27</b>	<b>0.42</b>	<b>0.56</b>	<b>0.56</b>	<b>0.56</b>	<b>0.48</b>	<b>0.41</b>	<b>0.02</b>	<b>-0.47</b>	<b>-2.08</b>	<b>-35.51</b>
<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
<b><i>Irradiación Mayo</i></b>	38	105	201	304	398	471	511	511	471	398	304	201	105	38
<b><i>Rendimiento</i></b>	<b>-2.44</b>	<b>-0.36</b>	<b>0.20</b>	<b>0.41</b>	<b>0.50</b>	<b>0.55</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	<b>0.55</b>	<b>0.50</b>	<b>0.41</b>	<b>0.20</b>	<b>-0.36</b>	<b>-2.44</b>
<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
<b><i>Irradiación Junio</i></b>	53	117	209	305	393	460	496	496	460	393	305	209	117	53
<b><i>Rendimiento</i></b>	<b>-1.30</b>	<b>-0.14</b>	<b>0.28</b>	<b>0.45</b>	<b>0.53</b>	<b>0.57</b>	<b>0.59</b>	<b>0.59</b>	<b>0.57</b>	<b>0.53</b>	<b>0.45</b>	<b>0.28</b>	<b>-0.14</b>	<b>-1.30</b>
<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
<b><i>Irradiación Julio</i></b>	47	111	202	298	386	453	490	490	453	386	298	202	111	47

<b>Rendimiento</b>	<b>-1.37</b>	<b>-0.10</b>	<b>0.31</b>	<b>0.47</b>	<b>0.55</b>	<b>0.59</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>	<b>0.59</b>	<b>0.55</b>	<b>0.47</b>	<b>0.31</b>	<b>-0.10</b>	<b>-1.37</b>
<b>Hora</b>	<b>5:00</b>	<b>6:00</b>	<b>7:00</b>	<b>8:00</b>	<b>9:00</b>	<b>10:00</b>	<b>11:00</b>	<b>12:00</b>	<b>13:00</b>	<b>14:00</b>	<b>15:00</b>	<b>16:00</b>	<b>17:00</b>	<b>18:00</b>
<b>Irradiación Agosto</b>	20	80	162	252	335	400	436	436	400	335	252	162	80	20
<b>Rendimiento</b>	<b>-4.21</b>	<b>-0.43</b>	<b>0.20</b>	<b>0.41</b>	<b>0.51</b>	<b>0.56</b>	<b>0.58</b>	<b>0.58</b>	<b>0.56</b>	<b>0.51</b>	<b>0.41</b>	<b>0.20</b>	<b>-0.43</b>	<b>-4.21</b>
<b>Hora</b>	<b>5:00</b>	<b>6:00</b>	<b>7:00</b>	<b>8:00</b>	<b>9:00</b>	<b>10:00</b>	<b>11:00</b>	<b>12:00</b>	<b>13:00</b>	<b>14:00</b>	<b>15:00</b>	<b>16:00</b>	<b>17:00</b>	<b>18:00</b>
<b>Irradiación Septiembre</b>	0	49	150	265	375	463	511	511	463	375	265	150	49	0
<b>Rendimiento</b>	<b>0.00</b>	<b>-1.28</b>	<b>0.13</b>	<b>0.42</b>	<b>0.54</b>	<b>0.59</b>	<b>0.61</b>	<b>0.61</b>	<b>0.59</b>	<b>0.54</b>	<b>0.42</b>	<b>0.13</b>	<b>-1.28</b>	<b>0.00</b>
<b>Hora</b>	<b>5:00</b>	<b>6:00</b>	<b>7:00</b>	<b>8:00</b>	<b>9:00</b>	<b>10:00</b>	<b>11:00</b>	<b>12:00</b>	<b>13:00</b>	<b>14:00</b>	<b>15:00</b>	<b>16:00</b>	<b>17:00</b>	<b>18:00</b>
<b>Irradiación Octubre</b>	0	0	118	245	371	472	528	528	472	371	245	118	0	0
<b>Rendimiento</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>-0.13</b>	<b>0.36</b>	<b>0.51</b>	<b>0.58</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>	<b>0.58</b>	<b>0.51</b>	<b>0.36</b>	<b>-0.13</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Hora</b>	<b>5:00</b>	<b>6:00</b>	<b>7:00</b>	<b>8:00</b>	<b>9:00</b>	<b>10:00</b>	<b>11:00</b>	<b>12:00</b>	<b>13:00</b>	<b>14:00</b>	<b>15:00</b>	<b>16:00</b>	<b>17:00</b>	<b>18:00</b>
<b>Irradiación Noviembre</b>	0	0	47	149	254	339	387	387	339	254	149	47	0	0
<b>Rendimiento</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>-1.86</b>	<b>-0.03</b>	<b>0.31</b>	<b>0.44</b>	<b>0.49</b>	<b>0.49</b>	<b>0.44</b>	<b>0.31</b>	<b>-0.03</b>	<b>-1.86</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Hora</b>	<b>5:00</b>	<b>6:00</b>	<b>7:00</b>	<b>8:00</b>	<b>9:00</b>	<b>10:00</b>	<b>11:00</b>	<b>12:00</b>	<b>13:00</b>	<b>14:00</b>	<b>15:00</b>	<b>16:00</b>	<b>17:00</b>	<b>18:00</b>
<b>Irradiación Diciembre</b>	0	0	0	93	180	252	292	292	252	180	93	0	0	0
<b>Rendimiento</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>-0.64</b>	<b>0.06</b>	<b>0.27</b>	<b>0.35</b>	<b>0.35</b>	<b>0.27</b>	<b>0.06</b>	<b>-0.64</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

### 2.3 ENERGÍA DE LOS COLECTORES

<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	Total Energía
<i>Irradiación Enero</i>	0	0	38	139	243	329	377	377	329	243	139	38	0	0	<b>690.54</b>
<i>Rendimiento</i>	0.00	0.00	-2.95	-0.21	0.23	0.38	0.44	0.44	0.38	0.23	-0.21	-2.95	0.00	0.00	
<i>Energía Enero</i>	0.00	0.00	-111.26	-28.95	55.79	125.2	164.2	164.2	125.2	55.79	-28.95	-111.26	0.00	0.00	
<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	<b>1142.01</b>
<i>Irradiación Febrero</i>	0	0	87	204	321	416	468	468	416	321	204	87	0	0	
<i>Rendimiento</i>	0.00	0.00	-0.83	0.11	0.37	0.47	0.51	0.51	0.47	0.37	0.11	-0.83	0.00	0.00	
<i>Energía Febrero</i>	0.00	0.00	-72.36	22.42	117.4	194.1	237.0	237.0	194.1	117.4	22.42	-72.36	0.00	0.00	
<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	<b>1269.04</b>
<i>Irradiación Marzo</i>	0	28	122	231	337	422	469	469	422	337	231	122	28	0	
<i>Rendimiento</i>	0.00	-4.19	-0.32	0.22	0.40	0.49	0.52	0.52	0.49	0.40	0.22	-0.32	-4.19	0.00	
<i>Energía Marzo</i>	0.00	-115.30	-38.95	49.72	136.2	205.1	243.3	243.3	205.1	136.2	49.72	-38.95	-115.30	0.00	
<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	<b>1255.77</b>
<i>Irradiación Abril</i>	5	67	151	244	332	402	440	440	402	332	244	151	67	5	
<i>Rendimiento</i>	-23.87	-1.16	-0.06	0.27	0.42	0.56	0.56	0.56	0.48	0.41	0.02	-0.47	-2.08	-35.51	
<i>Energía Abril</i>	-126.80	-77.00	-8.55	67.09	138.8	226.2	246.4	246.4	190.8	134.6	5.25	-70.39	-138.84	-188.65	
<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	
<i>Irradiación Mayo</i>	38	105	201	304	398	471	511	511	471	398	304	201	105	38	

<i>Rendimiento</i>	-2.44	-0.36	0.20	0.41	0.50	0.55	0.57	0.57	0.55	0.50	0.41	0.20	-0.36	-2.44	
<i>Energía Mayo</i>	-92.18	-37.61	40.67	123.76	200.64	259.91	292.19	292.19	259.91	200.64	123.76	40.67	-37.61	-92.18	1834.33
<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	
<i>Irradiación Junio</i>	53	117	209	305	393	460	496	496	460	393	305	209	117	53	
<i>Rendimiento</i>	-1.30	-0.14	0.28	0.45	0.53	0.57	0.59	0.59	0.57	0.53	0.45	0.28	-0.14	-1.30	
<i>Energía Junio</i>	-68.73	-16.22	58.26	136.04	207.28	261.84	291.44	291.44	261.84	207.28	136.04	58.26	-16.22	-68.73	1909.71
<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	
<i>Irradiación Julio</i>	47	111	202	298	386	453	490	490	453	386	298	202	111	47	
<i>Rendimiento</i>	-1.37	-0.10	0.31	0.47	0.55	0.59	0.60	0.60	0.59	0.55	0.47	0.31	-0.10	-1.37	
<i>Energía Julio</i>	-63.90	-11.53	62.37	140.10	211.59	266.51	296.36	296.36	266.51	211.59	140.10	62.37	-11.53	-63.90	1953.86
<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	
<i>Irradiación Agosto</i>	20	80	162	252	335	400	436	436	400	335	252	162	80	20	
<i>Rendimiento</i>	-4.21	-0.43	0.20	0.41	0.51	0.56	0.58	0.58	0.56	0.51	0.41	0.20	-0.43	-4.21	
<i>Energía Agosto</i>	-83.80	-34.76	31.89	104.30	172.29	225.18	254.13	254.13	225.18	172.29	104.30	31.89	-34.76	-83.80	1575.60
<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	
<i>Irradiación Septiembre</i>	0	49	150	265	375	463	511	511	463	375	265	150	49	0	
<i>Rendimiento</i>	0.00	-1.28	0.13	0.42	0.54	0.59	0.61	0.61	0.59	0.54	0.42	0.13	-1.28	0.00	
<i>Energía Septiembre</i>	0.00	-62.86	19.35	112.49	202.17	272.98	312.04	312.04	272.98	202.17	112.49	19.35	-62.86	0.00	1838.07
<i>Hora</i>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	

<b>Irradiación Octubre</b>	0	0	118	245	371	472	528	528	472	371	245	118	0	0	
<b>Rendimiento</b>	0.00	0.00	-0.13	0.36	0.51	0.58	0.60	0.60	0.58	0.51	0.36	-0.13	0.00	0.00	
<b>Energía Octubre</b>	0.00	0.00	-15.17	88.33	190.7	272.8	318.5	318.5	272.8	190.7	88.33	-15.17	0.00	0.00	1740.81
					3	4	1	1	4	3					
<b>Hora</b>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	
<b>Irradiación Noviembre</b>	0	0	47	149	254	339	387	387	339	254	149	47	0	0	
<b>Rendimiento</b>	0.00	0.00	-1.86	-0.03	0.31	0.44	0.49	0.49	0.44	0.31	-0.03	-1.86	0.00	0.00	
<b>Energía Noviembre</b>	0.00	0.00	-87.71	-4.85	79.85	149.0	187.8	187.8	149.0	79.85	-4.85	-87.71	0.00	0.00	833.36
						1	2	2	1						
<b>Hora</b>	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	
<b>Irradiación Diciembre</b>	0	0	0	93	180	252	292	292	252	180	93	0	0	0	
<b>Rendimiento</b>	0.00	0.00	0.00	-0.64	0.06	0.27	0.35	0.35	0.27	0.06	-0.64	0.00	0.00	0.00	
<b>Energía Diciembre</b>	0.00	0.00	0.00	-59.44	10.93	68.95	101.6	101.6	68.95	10.93	-59.44	0.00	0.00	0.00	363.10
							7	7							

## **ANEXO 3. Dimensionado suelo radiante.**

### 3 RESULTADOS DEL DIMENSIONADO DEL SUELO RADIANTE.

#### 3.1 CARGAS TÉRMICAS:

<i>Recinto</i>	Temp. Exterior (percentil 99.6)	Temp. Interior	Área	Transmitancia térmica	Factor corrección fk	Caudal mínimo de ventilación	Factor de recalentamiento frh	Carga térmica por transmisión (Qt)	Pérdida térmica por ventilación (Qv)	Capacidad de calentamiento (Qrh)	Carga térmica (Qhl)
<i>Habitación 1</i>	3.6	21	17.2	0.23	1	10	16	68.83	59.16	275.20	403.19
<i>Habitación 2</i>	3.6	21	17.3	0.23	1	10	16	69.23	59.16	276.80	405.19
<i>Habitación 3</i>	3.6	21	15.7	0.23	1	10	16	62.83	59.16	251.20	373.19
<i>Habitación 4</i>	3.6	21	16.3	0.23	1	10	16	65.23	59.16	260.80	385.19
<i>Habitación 5</i>	3.6	21	16.6	0.23	1	10	16	66.43	59.16	265.60	391.19
<i>Habitación 6</i>	3.6	21	22.5	0.23	1	10	16	90.05	59.16	360.00	509.21
<i>Habitación 7</i>	3.6	21	18.4	0.23	1	10	16	73.64	59.16	294.40	427.20
<i>Habitación 8</i>	3.6	21	18.9	0.23	1	10	16	75.64	59.16	302.40	437.20
<i>Habitación 9</i>	3.6	21	18.6	0.23	1	10	16	74.44	59.16	297.60	431.20
<i>Habitación 10</i>	3.6	21	18.2	0.23	1	10	16	72.84	59.16	291.20	423.20
<i>Habitación 11</i>	3.6	21	18.2	0.23	1	10	16	72.84	59.16	291.20	423.20
<i>Habitación 12</i>	3.6	21	18.6	0.23	1	10	16	74.44	59.16	297.60	431.20
<i>Habitación 13</i>	3.6	21	18.3	0.23	1	10	16	73.24	59.16	292.80	425.20
<i>Habitación 14</i>	3.6	21	17.3	0.23	1	10	16	69.23	59.16	276.80	405.19
<i>Habitación 15</i>	3.6	21	17.4	0.23	1	10	16	69.63	59.16	278.40	407.19
<i>Habitación 16</i>	3.6	21	17.9	0.23	1	10	16	71.64	59.16	286.40	417.20
<i>Habitación 17</i>	3.6	21	17.9	0.23	1	10	16	71.64	59.16	286.40	417.20
<i>Habitación 18</i>	3.6	21	17.9	0.23	1	10	16	71.64	59.16	286.40	417.20
<i>Habitación 19</i>	3.6	21	17.9	0.23	1	10	16	71.64	59.16	286.40	417.20

<b>Habitación 20</b>	3.6	21	18	0.23	1	10	16	72.04	59.16	288.00	419.20
<b>Habitación 21</b>	3.6	21	17.8	0.23	1	10	16	71.24	59.16	284.80	415.20
<b>Habitación 22</b>	3.6	21	16.2	0.23	1	10	16	64.83	59.16	259.20	383.19
<b>Habitación 23</b>	3.6	21	13.3	0.23	1	10	16	53.23	59.16	212.80	325.19
<b>Habitación 24</b>	3.6	21	13.6	0.23	1	10	16	54.43	59.16	217.60	331.19
<b>Habitación 25</b>	3.6	21	15.6	0.23	1	10	16	62.43	59.16	249.60	371.19
<b>Habitación 26</b>	3.6	21	16.5	0.23	1	10	16	66.03	59.16	264.00	389.19
<b>Habitación 27</b>	3.6	21	18.4	0.23	1	10	16	73.64	59.16	294.40	427.20
<b>Habitación 28</b>	3.6	21	16.2	0.23	1	10	16	64.83	59.16	259.20	383.19
<b>Habitación médico</b>	3.6	21	16.6	0.23	1	10	16	66.43	59.16	265.60	391.19
<b>Baño habitación 1</b>	3.6	23	4.1	0	1	10	16	0.00	65.96	65.60	131.56
<b>Baño habitación 2</b>	3.6	23	4.4	0	1	10	16	0.00	65.96	70.40	136.36
<b>Baño habitación 3</b>	3.6	23	3.7	0	1	10	16	0.00	65.96	59.20	125.16
<b>Baño habitación 4</b>	3.6	23	4	0	1	10	16	0.00	65.96	64.00	129.96
<b>Baño habitación 5</b>	3.6	23	4.2	0	1	10	16	0.00	65.96	67.20	133.16
<b>Baño habitación 6</b>	3.6	23	4.1	0	1	10	16	0.00	65.96	65.60	131.56
<b>Baño habitación 7</b>	3.6	23	4.2	0	1	10	16	0.00	65.96	67.20	133.16
<b>Baño habitación 8</b>	3.6	23	3.2	0	1	10	16	0.00	65.96	51.20	117.16
<b>Baño habitación 9</b>	3.6	23	4.1	0	1	10	16	0.00	65.96	65.60	131.56
<b>Baño habitación 10</b>	3.6	23	4.1	0	1	10	16	0.00	65.96	65.60	131.56
<b>Baño habitación 11</b>	3.6	23	3.7	0	1	10	16	0.00	65.96	59.20	125.16
<b>Baño habitación 12</b>	3.6	23	4.1	0	1	10	16	0.00	65.96	65.60	131.56
<b>Baño habitación 13</b>	3.6	23	3.7	0	1	10	16	0.00	65.96	59.20	125.16
<b>Baño habitación 14</b>	3.6	23	4.1	0	1	10	16	0.00	65.96	65.60	131.56
<b>Baño habitación 15</b>	3.6	23	3.7	0	1	10	16	0.00	65.96	59.20	125.16
<b>Baño habitación 16</b>	3.6	23	3.7	0	1	10	16	0.00	65.96	59.20	125.16
<b>Baño habitación 17</b>	3.6	23	3.9	0	1	10	16	0.00	65.96	62.40	128.36
<b>Baño habitación 18</b>	3.6	23	4	0	1	10	16	0.00	65.96	64.00	129.96
<b>Baño habitación 19</b>	3.6	23	4	0	1	10	16	0.00	65.96	64.00	129.96

<b>Baño habitación 20</b>	3.6	23	4	0	1	10	16	0.00	65.96	64.00	129.96
<b>Baño habitación 21</b>	3.6	23	3.9	0	1	10	16	0.00	65.96	62.40	128.36
<b>Baño habitación 22</b>	3.6	23	4	0	1	10	16	0.00	65.96	64.00	129.96
<b>Baño habitación 23</b>	3.6	23	3.5	0	1	10	16	0.00	65.96	56.00	121.96
<b>Baño habitación 24</b>	3.6	23	3.3	0	1	10	16	0.00	65.96	52.80	118.76
<b>Baño habitación 25</b>	3.6	23	3.5	0	1	10	16	0.00	65.96	56.00	121.96
<b>Baño habitación 26</b>	3.6	23	4.4	0	1	10	16	0.00	65.96	70.40	136.36
<b>Baño habitación 27</b>	3.6	23	3.5	0	1	10	16	0.00	65.96	56.00	121.96
<b>Baño habitación 28</b>	3.6	23	3.8	0	1	10	16	0.00	65.96	60.80	126.76
<b>Baño habitación médico</b>	3.6	23	3.8	0	1	10	16	0.00	65.96	60.80	126.76
<b>Salón</b>	3.6	21	47.5	0.23	1	10	16	190.10	59.16	760.00	1009.26
<b>Capilla</b>	3.6	21	69.3	0.23	1	10	16	277.34	59.16	1108.80	1445.30
<b>Antecapilla</b>	3.6	21	32.5	0.23	1	10	16	130.07	59.16	520.00	709.23
<b>Sacristía</b>	3.6	21	14.7	0.23	1	10	16	58.83	59.16	235.20	353.19
<b>Cafetería</b>	3.6	21	97.6	0.23	1	10	16	390.60	59.16	1561.60	2011.36
<b>Biblioteca</b>	3.6	21	28.8	0.23	1	10	16	115.26	59.16	460.80	635.22
<b>Baño Biblioteca</b>	3.6	23	11.4	0.23	1	10	16	50.87	65.96	182.40	299.23
<b>Salón de juntas</b>	3.6	21	35.3	0.23	1	10	16	141.27	59.16	564.80	765.23
<b>Gimnasio rehabilitación</b>	3.6	23	84.5	0.23	1	10	16	377.04	65.96	1352.00	1795.00
<b>Consulta rehabilitación 1</b>	3.6	23	15.2	0.23	1	10	16	67.82	65.96	243.20	376.98
<b>Consulta rehabilitación 2</b>	3.6	23	9.2	0.23	1	10	16	41.05	65.96	147.20	254.21
<b>Vestuario 1</b>	3.6	23	13.9	0.23	1	10	16	62.02	65.96	222.40	350.38
<b>Vestuario 2</b>	3.6	23	13.7	0.23	1	10	16	61.13	65.96	219.20	346.29
<b>Vestuario 3</b>	3.6	23	15.6	0.23	1	10	16	69.61	65.96	249.60	385.17
<b>Vestuario 4</b>	3.6	23	16.9	0.23	1	10	16	75.41	65.96	270.40	411.77
<b>Botiquín</b>	3.6	21	22.7	0.23	1	10	16	90.85	59.16	363.20	513.21

<i>Hall de entrada</i>	3.6	21	95.7	0.23	1	10	16	382.99	59.16	1531.20	1973.35
<i>Admisión 1</i>	3.6	21	33.6	0.23	1	10	16	134.47	59.16	537.60	731.23
<i>Admisión 2</i>	3.6	21	21.1	0.23	1	10	16	84.44	59.16	337.60	481.20
<i>Sala esterilización</i>	3.6	21	22	0.23	1	10	16	88.04	59.16	352.00	499.20
<i>Sala de estar</i>	3.6	21	23.8	0.23	1	10	16	95.25	59.16	380.80	535.21
<i>Reanimación</i>	3.6	21	22.2	0.23	1	15	16	88.84	88.74	355.20	532.78
<i>Quirofano 1</i>	3.6	21	28.3	0.23	1	15	16	113.26	88.74	452.80	654.80
<i>Esteril</i>	3.6	21	19	0.23	1	15	16	76.04	88.74	304.00	468.78
<i>Quirofano 2</i>	3.6	21	34.3	0.23	1	15	16	137.27	88.74	548.80	774.81
<i>Quirofano 3</i>	3.6	21	43.8	0.23	1	15	16	175.29	88.74	700.80	964.83
<i>Laboratorio</i>	3.6	21	47.5	0.23	1	10	16	190.10	59.16	760.00	1009.26
<i>Ortodoncia</i>	3.6	21	38.2	0.23	1	10	16	152.88	59.16	611.20	823.24
<i>Sala de rayos 1</i>	3.6	21	23.4	0.23	1	10	16	93.65	59.16	374.40	527.21
<i>Sala de rayos 2</i>	3.6	21	30	0.23	1	10	16	120.06	59.16	480.00	659.22
<i>Sala de rayos 3</i>	3.6	21	9.2	0.23	1	10	16	36.82	59.16	147.20	243.18
<i>Despacho de rayos</i>	3.6	21	8.7	0.23	1	10	16	34.82	59.16	139.20	233.18
<i>Sala revelación</i>	3.6	21	8	0.23	1	10	16	32.02	59.16	128.00	219.18
			221.								
<i>Pasillo 1</i>	3.6	21	7	0.23	1	15	16	887.24	88.74	3547.20	4523.18
<i>Pasillo 2</i>	3.6	21	54.6	0.23	1	15	16	218.51	88.74	873.60	1180.85
<i>Pasillo 3</i>	3.6	21	47	0.23	1	15	16	188.09	88.74	752.00	1028.83

**45,223.1****9**

### 3.2 DENSIDAD DE FLUJO TÉRMICO LÍMITE:

Estancia	Área (m <sup>2</sup> )	Temp suelo ( $\theta_{f,min}$ )(°C)	Temp. Recinto ( $\theta_i$ )(°C)	Densidad de flujo térmico (q W/m <sup>2</sup> )
<i>Habitación 1</i>	17.2	29	21	87.85
<i>Habitación 2</i>	17.3	29	21	87.85
<i>Habitación 3</i>	15.7	29	21	87.85
<i>Habitación 4</i>	16.3	29	21	87.85
<i>Habitación 5</i>	16.6	29	21	87.85
<i>Habitación 6</i>	22.5	29	21	87.85
<i>Habitación 7</i>	18.4	29	21	87.85
<i>Habitación 8</i>	18.9	29	21	87.85
<i>Habitación 9</i>	18.6	29	21	87.85
<i>Habitación 10</i>	18.2	29	21	87.85
<i>Habitación 11</i>	18.2	29	21	87.85
<i>Habitación 12</i>	18.6	29	21	87.85
<i>Habitación 13</i>	18.3	29	21	87.85
<i>Habitación 14</i>	17.3	29	21	87.85
<i>Habitación 15</i>	17.4	29	21	87.85
<i>Habitación 16</i>	17.9	29	21	87.85
<i>Habitación 17</i>	17.9	29	21	87.85
<i>Habitación 18</i>	17.9	29	21	87.85
<i>Habitación 19</i>	17.9	29	21	87.85
<i>Habitación 20</i>	18	29	21	87.85
<i>Habitación 21</i>	17.8	29	21	87.85
<i>Habitación 22</i>	16.2	29	21	87.85
<i>Habitación 23</i>	13.3	29	21	87.85
<i>Habitación 24</i>	13.6	29	21	87.85
<i>Habitación 25</i>	15.6	29	21	87.85
<i>Habitación 26</i>	16.5	29	21	87.85

<b>Habitación 27</b>	18.4	29	21	87.85
<b>Habitación 28</b>	16.2	29	21	87.85
<b>Habitación médico</b>	16.6	29	21	87.85
<b>Baño habitación 1</b>	4.1	33	23	112.30
<b>Baño habitación 2</b>	4.4	33	23	112.30
<b>Baño habitación 3</b>	3.7	33	23	112.30
<b>Baño habitación 4</b>	4	33	23	112.30
<b>Baño habitación 5</b>	4.2	33	23	112.30
<b>Baño habitación 6</b>	4.1	33	23	112.30
<b>Baño habitación 7</b>	4.2	33	23	112.30
<b>Baño habitación 8</b>	3.2	33	23	112.30
<b>Baño habitación 9</b>	4.1	33	23	112.30
<b>Baño habitación 10</b>	4.1	33	23	112.30
<b>Baño habitación 11</b>	3.7	33	23	112.30
<b>Baño habitación 12</b>	4.1	33	23	112.30
<b>Baño habitación 13</b>	3.7	33	23	112.30
<b>Baño habitación 14</b>	4.1	33	23	112.30
<b>Baño habitación 15</b>	3.7	33	23	112.30
<b>Baño habitación 16</b>	3.7	33	23	112.30
<b>Baño habitación 17</b>	3.9	33	23	112.30
<b>Baño habitación 18</b>	4	33	23	112.30
<b>Baño habitación 19</b>	4	33	23	112.30
<b>Baño habitación 20</b>	4	33	23	112.30
<b>Baño habitación 21</b>	3.9	33	23	112.30
<b>Baño habitación 22</b>	4	33	23	112.30
<b>Baño habitación 23</b>	3.5	33	23	112.30
<b>Baño habitación 24</b>	3.3	33	23	112.30
<b>Baño habitación 25</b>	3.5	33	23	112.30
<b>Baño habitación 26</b>	4.4	33	23	112.30

<b>Baño habitación 27</b>	3.5	33	23	112.30
<b>Baño habitación 28</b>	3.8	33	23	112.30
<b>Baño habitación médico</b>	3.8	33	23	112.30
<b>Salón</b>	47.5	29	21	87.85
<b>Capilla</b>	69.3	29	21	87.85
<b>Antecapilla</b>	32.5	29	21	87.85
<b>Sacristía</b>	14.7	29	21	87.85
<b>Cafetería</b>	97.6	29	21	87.85
<b>Biblioteca</b>	28.8	29	21	87.85
<b>Baño Biblioteca</b>	11.4	33	21	137.23
<b>Salón de juntas</b>	35.3	29	21	87.85
<b>Gimnasio rehabilitación</b>	84.5	29	23	64.02
<b>Consulta rehabilitación 1</b>	15.2	29	23	64.02
<b>Consulta rehabilitación 2</b>	9.2	29	23	64.02
<b>Vestuario 1</b>	13.9	29	23	64.02
<b>Vestuario 2</b>	13.7	29	23	64.02
<b>Vestuario 3</b>	15.6	29	23	64.02
<b>Vestuario 4</b>	16.9	29	23	64.02
<b>Botiquín</b>	22.7	29	21	87.85
<b>Hall de entrada</b>	95.7	35	21	162.59
<b>Admisión 1</b>	33.6	29	21	87.85
<b>Admisión 2</b>	21.1	29	21	87.85
<b>Sala esterilización</b>	22	29	21	87.85
<b>Sala de estar</b>	23.8	29	21	87.85
<b>Reanimación</b>	22.2	29	21	87.85
<b>Quirofano 1</b>	28.3	29	21	87.85
<b>Esteril</b>	19	29	21	87.85

---

<b>Quirófano 2</b>	34.3	29	21	87.85
<b>Quirófano 3</b>	43.8	29	21	87.85
<b>Laboratorio</b>	47.5	29	21	87.85
<b>Ortodoncia</b>	38.2	29	21	87.85
<b>Sala de rayos 1</b>	23.4	29	21	87.85
<b>Sala de rayos 2</b>	30	29	21	87.85
<b>Sala de rayos 3</b>	9.2	29	21	87.85
<b>Despacho de rayos</b>	8.7	29	21	87.85
<b>Sala revelación</b>	8	29	21	87.85
<b>Pasillo 1</b>	221.7	35	21	162.59
<b>Pasillo 2</b>	54.6	35	21	162.59
<b>Pasillo 3</b>	47	35	21	162.59

---

### 3.3 LONGITUD DEL CIRCUITO

Estancia	Área (m <sup>2</sup> )	Separación entre tuberías		Longitud	Número de circuitos	Longitud final
		(m)				
<i>Habitación 1</i>	17.2	0.2	86.00	1 circuito	86.00	
<i>Habitación 2</i>	17.3	0.2	86.50	1 circuito	86.50	
<i>Habitación 3</i>	15.7	0.15	104.67	1 circuito	104.67	
<i>Habitación 4</i>	16.3	0.15	108.67	1 circuito	108.67	
<i>Habitación 5</i>	16.6	0.2	83.00	1 circuito	83.00	
<i>Habitación 6</i>	22.5	0.2	112.50	1 circuito	112.50	
<i>Habitación 7</i>	18.4	0.2	92.00	1 circuito	92.00	
<i>Habitación 8</i>	18.9	0.2	94.50	1 circuito	94.50	
<i>Habitación 9</i>	18.6	0.2	93.00	1 circuito	93.00	
<i>Habitación 10</i>	18.2	0.2	91.00	1 circuito	91.00	
<i>Habitación 11</i>	18.2	0.2	91.00	1 circuito	91.00	
<i>Habitación 12</i>	18.6	0.2	93.00	1 circuito	93.00	
<i>Habitación 13</i>	18.3	0.2	91.50	1 circuito	91.50	
<i>Habitación 14</i>	17.3	0.2	86.50	1 circuito	86.50	
<i>Habitación 15</i>	17.4	0.2	87.00	1 circuito	87.00	
<i>Habitación 16</i>	17.9	0.2	89.50	1 circuito	89.50	
<i>Habitación 17</i>	17.9	0.2	89.50	1 circuito	89.50	
<i>Habitación 18</i>	17.9	0.2	89.50	1 circuito	89.50	
<i>Habitación 19</i>	17.9	0.2	89.50	1 circuito	89.50	
<i>Habitación 20</i>	18	0.2	90.00	1 circuito	90.00	
<i>Habitación 21</i>	17.8	0.2	89.00	1 circuito	89.00	
<i>Habitación 22</i>	16.2	0.15	108.00	1 circuito	108.00	
<i>Habitación 23</i>	13.3	0.15	88.67	1 circuito	88.67	
<i>Habitación 24</i>	13.6	0.15	90.67	1 circuito	90.67	
<i>Habitación 25</i>	15.6	0.15	104.00	1 circuito	104.00	

<b>Habitación 26</b>	16.5	0.15	110.00	1 circuito	110.00
<b>Habitación 27</b>	18.4	0.2	92.00	1 circuito	92.00
<b>Habitación 28</b>	16.2	0.15	108.00	1 circuito	108.00
<b>Habitación médico</b>	16.6	0.15	110.67	1 circuito	110.67
<b>Baño habitación 1</b>	4.1	0.1	41.00	1 circuito	41.00
<b>Baño habitación 2</b>	4.4	0.1	44.00	1 circuito	44.00
<b>Baño habitación 3</b>	3.7	0.1	37.00	1 circuito	37.00
<b>Baño habitación 4</b>	4	0.1	40.00	1 circuito	40.00
<b>Baño habitación 5</b>	4.2	0.1	42.00	1 circuito	42.00
<b>Baño habitación 6</b>	4.1	0.1	41.00	1 circuito	41.00
<b>Baño habitación 7</b>	4.2	0.1	42.00	1 circuito	42.00
<b>Baño habitación 8</b>	3.2	0.1	32.00	1 circuito	32.00
<b>Baño habitación 9</b>	4.1	0.1	41.00	1 circuito	41.00
<b>Baño habitación 10</b>	4.1	0.1	41.00	1 circuito	41.00
<b>Baño habitación 11</b>	3.7	0.1	37.00	1 circuito	37.00
<b>Baño habitación 12</b>	4.1	0.1	41.00	1 circuito	41.00
<b>Baño habitación 13</b>	3.7	0.1	37.00	1 circuito	37.00
<b>Baño habitación 14</b>	4.1	0.1	41.00	1 circuito	41.00
<b>Baño habitación 15</b>	3.7	0.1	37.00	1 circuito	37.00
<b>Baño habitación 16</b>	3.7	0.1	37.00	1 circuito	37.00
<b>Baño habitación 17</b>	3.9	0.1	39.00	1 circuito	39.00
<b>Baño habitación 18</b>	4	0.1	40.00	1 circuito	40.00
<b>Baño habitación 19</b>	4	0.1	40.00	1 circuito	40.00
<b>Baño habitación 20</b>	4	0.1	40.00	1 circuito	40.00
<b>Baño habitación 21</b>	3.9	0.1	39.00	1 circuito	39.00
<b>Baño habitación 22</b>	4	0.1	40.00	1 circuito	40.00
<b>Baño habitación 23</b>	3.5	0.1	35.00	1 circuito	35.00
<b>Baño habitación 24</b>	3.3	0.1	33.00	1 circuito	33.00
<b>Baño habitación 25</b>	3.5	0.1	35.00	1 circuito	35.00

<b>Baño habitación 26</b>	4.4	0.1	44.00	1 circuito	44.00
<b>Baño habitación 27</b>	3.5	0.1	35.00	1 circuito	35.00
<b>Baño habitación 28</b>	3.8	0.1	38.00	1 circuito	38.00
<b>Baño habitación médico</b>	3.8	0.1	38.00	1 circuito	38.00
<b>Salón</b>	47.5	0.2	237.50	2 o mas circuitos	118.75
<b>Capilla</b>	69.3	0.2	346.50	2 o mas circuitos	115.50
<b>Antecapilla</b>	32.5	0.2	162.50	2 o mas circuitos	81.25
<b>Sacristía</b>	14.7	0.15	98.00	1 circuito	98.00
<b>Cafetería</b>	97.6	0.2	488.00	2 o mas circuitos	97.60
<b>Biblioteca</b>	28.8	0.2	144.00	2 o mas circuitos	72.00
<b>Baño Biblioteca</b>	11.4	0.1	114.00	1 circuito	114.00
<b>Salón de juntas</b>	35.3	0.2	176.50	2 o mas circuitos	88.25
<b>Gimnasio rehabilitación</b>	84.5	0.2	422.50	2 o mas circuitos	105.63
<b>Consulta rehabilitación 1</b>	15.2	0.15	101.33	1 circuito	101.33
<b>Consulta rehabilitación 2</b>	9.2	0.15	61.33	1 circuito	61.33
<b>Vestuario 1</b>	13.9	0.15	92.67	1 circuito	92.67
<b>Vestuario 2</b>	13.7	0.15	91.33	1 circuito	91.33
<b>Vestuario 3</b>	15.6	0.15	104.00	1 circuito	104.00
<b>Vestuario 4</b>	16.9	0.15	112.67	1 circuito	112.67
<b>Botiquín</b>	22.7	0.2	113.50	1 circuito	113.50
<b>Hall de entrada</b>	95.7	0.2	478.50	2 o mas circuitos	119.63
<b>Admisión 1</b>	33.6	0.2	168.00	2 o mas circuitos	84.00
<b>Admisión 2</b>	21.1	0.2	105.50	1 circuito	105.50
<b>Sala esterilización</b>	22	0.2	110.00	1 circuito	110.00
<b>Sala de estar</b>	23.8	0.2	119.00	1 circuito	119.00
<b>Reanimación</b>	22.2	0.2	111.00	1 circuito	111.00
<b>Quirofano 1</b>	28.3	0.2	141.50	2 o mas circuitos	70.75

<i>Esteril</i>	19	0.2	95.00	1 circuito	95.00
<i>Quirófano 2</i>	34.3	0.2	171.50	2 o mas circuitos	85.75
<i>Quirófano 3</i>	43.8	0.2	219.00	2 o mas circuitos	109.50
<i>Laboratorio</i>	47.5	0.2	237.50	2 o mas circuitos	118.75
<i>Ortodoncia</i>	38.2	0.2	191.00	2 o mas circuitos	95.50
<i>Sala de rayos 1</i>	23.4	0.2	117.00	1 circuito	117.00
<i>Sala de rayos 2</i>	30	0.2	150.00	2 o mas circuitos	75.00
<i>Sala de rayos 3</i>	9.2	0.15	61.33	1 circuito	61.33
<i>Despacho de rayos</i>	8.7	0.15	58.00	1 circuito	58.00
<i>Sala revelación</i>	8	0.15	53.33	1 circuito	53.33
<i>Pasillo 1</i>	221.7	0.2	1108.50	2 o mas circuitos	110.85
<i>Pasillo 2</i>	54.6	0.2	273.00	2 o mas circuitos	91.00
<i>Pasillo 3</i>	47	0.2	235.00	2 o mas circuitos	117.50

### 3.4 DENSIDAD DE FLUJO TÉRMICO PARA CALEFACCIÓN

Estancia	Área (m <sup>2</sup> )	φ tubería (m)	Separación de tuberías (m)	Factor de revestimiento del suelo (ab)	Factor de paso (at)	Factor de recubrimiento	Factor de adimensional en funcion del diam. Exterior	B (coef. pelicul a)	θR (Retorno)	θV(i mpulsión)	θi(R ecin to)	Δ L n	q H (W/m <sup>2</sup> )
<i>Habitación 1</i>	17.2	0.016	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	6.7	35	45	21	0.45	123.20
<i>Habitación 2</i>	17.3	0.016	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	6.7	35	45	21	0.45	123.20

																		0	1	
																		1.	8.	
<b>Habitació</b>	15.	0.01																5	5	<b>143</b>
<b>n 3</b>	7	6	0.15	1.03	1.23	1.057	1.04	0	3	1	6.7	35	45	21	4	5		0	1	
																		1.	8.	
<b>Habitació</b>	16.	0.01																5	5	<b>143</b>
<b>n 4</b>	3	6	0.15	1.03	1.23	1.057	1.04	0	3	1	6.7	35	45	21	4	5		0	1	
																		1.	8.	
<b>Habitació</b>	16.	0.01																5	5	<b>123</b>
<b>n 5</b>	6	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5		0	1	
																		1.	8.	
<b>Habitació</b>	22.	0.01																5	5	<b>123</b>
<b>n 6</b>	5	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5		0	1	
																		1.	8.	
<b>Habitació</b>	18.	0.01																5	5	<b>123</b>
<b>n 7</b>	4	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5		0	1	
																		1.	8.	
<b>Habitació</b>	18.	0.01																5	5	<b>123</b>
<b>n 8</b>	9	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5		0	1	
																		1.	8.	
<b>Habitació</b>	18.	0.01																5	5	<b>123</b>
<b>n 9</b>	6	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5		0	1	
																		1.	8.	
<b>Habitació</b>	18.	0.01																5	5	<b>123</b>
<b>n 10</b>	2	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5		0	1	

																	0	1
<b>Habitació</b>	18.	0.01																
<b>n 11</b>	2	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5	5	<b>123</b>
<b>Habitació</b>	18.	0.01																
<b>n 12</b>	6	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5	5	<b>123</b>
<b>Habitació</b>	18.	0.01																
<b>n 13</b>	3	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5	5	<b>123</b>
<b>Habitació</b>	17.	0.01																
<b>n 14</b>	3	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5	5	<b>123</b>
<b>Habitació</b>	17.	0.01																
<b>n 15</b>	4	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5	5	<b>123</b>
<b>Habitació</b>	17.	0.01																
<b>n 16</b>	9	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5	5	<b>123</b>
<b>Habitació</b>	17.	0.01																
<b>n 17</b>	9	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5	5	<b>123</b>
<b>Habitació</b>	17.	0.01																
<b>n 18</b>	9	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5	5	<b>123</b>

									-							0	1	
									1.							.	8.	
<b>Habitació</b>	17.	0.01							6	-						5	5	<b>123</b>
<b>n 19</b>	9	6	0.2	1.03	1.23	1.051		1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5	<b>.20</b>
									-							0	1	
									1.							.	8.	
<b>Habitació</b>		0.01							6	-						5	5	<b>123</b>
<b>n 20</b>	18	6	0.2	1.03	1.23	1.051		1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5	<b>.20</b>
									-							0	1	
									1.							.	8.	
<b>Habitació</b>	17.	0.01							6	-						5	5	<b>123</b>
<b>n 21</b>	8	6	0.2	1.03	1.23	1.051		1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5	<b>.20</b>
									-							0	1	
									1.							.	8.	
<b>Habitació</b>	16.	0.01							0	-						5	5	<b>143</b>
<b>n 22</b>	2	6	0.15	1.03	1.23	1.057		1.04	0	3	1	6.7	35	45	21	4	5	<b>.05</b>
									-							0	1	
									1.							.	8.	
<b>Habitació</b>	13.	0.01							0	-						5	5	<b>143</b>
<b>n 23</b>	3	6	0.15	1.03	1.23	1.057		1.04	0	3	1	6.7	35	45	21	4	5	<b>.05</b>
									-							0	1	
									1.							.	8.	
<b>Habitació</b>	13.	0.01							0	-						5	5	<b>143</b>
<b>n 24</b>	6	6	0.15	1.03	1.23	1.057		1.04	0	3	1	6.7	35	45	21	4	5	<b>.05</b>
									-							0	1	
									1.							.	8.	
<b>Habitació</b>	15.	0.01							0	-						5	5	<b>143</b>
<b>n 25</b>	6	6	0.15	1.03	1.23	1.057		1.04	0	3	1	6.7	35	45	21	4	5	<b>.05</b>
									-							0	1	
									1.							.	8.	
<b>Habitació</b>	16.	0.01							0	-						5	5	<b>143</b>
<b>n 26</b>	5	6	0.15	1.03	1.23	1.057		1.04	0	3	1	6.7	35	45	21	4	5	<b>.05</b>

									-								0	1	
									1.								.	8.	
<b>Habitació</b>	18.	0.01							6	-							5	5	<b>123</b>
<b>n 27</b>	4	6	0.2	1.03	1.23	1.051		1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	4	5	<b>.20</b>
									-								0	1	
									1.								.	8.	
<b>Habitació</b>	16.	0.01							0	-							5	5	<b>143</b>
<b>n 28</b>	2	6	0.15	1.03	1.23	1.057		1.04	0	3	1	6.7	35	45	21	4	4	5	<b>.05</b>
									-								0	1	
									1.								.	8.	
<b>Habitació</b>	16.	0.01							0	-							5	5	<b>143</b>
<b>n médico</b>	6	6	0.15	1.03	1.23	1.057		1.04	0	3	1	6.7	35	45	21	4	4	5	<b>.05</b>
									-								0	1	
<b>Baño</b>									0.								.	9.	
<b>habitació</b>		0.01							3	-							2	3	<b>173</b>
<b>n 1</b>	4.1	6	0.1	1.03	1.23	1.063		1.029	3	3	1	6.7	40	45	23	6	6	9	<b>.60</b>
									-								0	1	
									0.								.	9.	
<b>Baño</b>		0.01							3	-							2	3	<b>173</b>
<b>habitació</b>		0.01							3	3	1	6.7	40	45	23	6	6	9	<b>.60</b>
<b>n 2</b>	4.4	6	0.1	1.03	1.23	1.063		1.029	3	3	1	6.7	40	45	23	6	6	9	<b>.60</b>
									-								0	1	
									0.								.	9.	
<b>Baño</b>		0.01							3	-							2	3	<b>173</b>
<b>habitació</b>		0.01							3	3	1	6.7	40	45	23	6	6	9	<b>.60</b>
<b>n 3</b>	3.7	6	0.1	1.03	1.23	1.063		1.029	3	3	1	6.7	40	45	23	6	6	9	<b>.60</b>
									-								0	1	
									0.								.	9.	
<b>Baño</b>		0.01							3	-							2	3	<b>173</b>
<b>habitació</b>		0.01							3	3	1	6.7	40	45	23	6	6	9	<b>.60</b>
<b>n 4</b>	4	6	0.1	1.03	1.23	1.063		1.029	3	3	1	6.7	40	45	23	6	6	9	<b>.60</b>
									-								0	1	
									0.								.	9.	
<b>Baño</b>		0.01							3	-							2	3	<b>173</b>
<b>habitació</b>		0.01							3	3	1	6.7	40	45	23	6	6	9	<b>.60</b>
<b>n 5</b>	4.2	6	0.1	1.03	1.23	1.063		1.029	3	3	1	6.7	40	45	23	6	6	9	<b>.60</b>

<b>Baño habitación n 6</b>	4.1	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitación n 7</b>	4.2	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitación n 8</b>	3.2	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitación n 9</b>	4.1	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitación n 10</b>	4.1	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitación n 11</b>	3.7	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitación n 12</b>	4.1	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitación n 13</b>	3.7	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>

<b>Baño habitació n 14</b>	4.1	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitació n 15</b>	3.7	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitació n 16</b>	3.7	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitació n 17</b>	3.9	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitació n 18</b>	4	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitació n 19</b>	4	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitació n 20</b>	4	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitació n 21</b>	3.9	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>

<b>Baño habitació n 22</b>	4	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- - -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitació n 23</b>	3.5	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- - -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitació n 24</b>	3.3	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- - -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitació n 25</b>	3.5	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- - -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitació n 26</b>	4.4	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- - -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitació n 27</b>	3.5	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- - -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitació n 28</b>	3.8	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- - -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>
<b>Baño habitació n médico</b>	3.8	0.01 6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029	- 0. 3	- - -	6.7	40	45	23	0 . 9. 2 3 6 9	1 <b>173</b> <b>.60</b>

								-									0	1	
								1.									.	7.	
								6	-								5	5	<b>116</b>
<b>Salón</b>	47.	0.01						7	3	1	6.7	35	45	22	7	3		<b>.38</b>	
	5	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046												
								-									0	1	
								1.									.	7.	
								6	-								5	5	<b>116</b>
<b>Capilla</b>	69.	0.01						7	3	1	6.7	35	45	22	7	3		<b>.38</b>	
	3	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046												
								-									0	1	
								1.									.	7.	
								6	-								5	5	<b>116</b>
<b>Antecapilla</b>	32.	0.01						7	3	1	6.7	35	45	22	7	3		<b>.38</b>	
	5	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046												
								-									0	1	
								1.									.	7.	
								0	-								5	5	<b>135</b>
<b>Sacristía</b>	14.	0.01						0	3	1	6.7	35	45	22	7	3		<b>.14</b>	
	7	6	0.15	1.03	1.23	1.057	1.04												
								-									0	1	
								1.									.	9.	
								6	-								5	5	<b>129</b>
<b>Cafetería</b>	97.	0.01						7	3	1	6.7	35	45	20	1	8		<b>.99</b>	
	6	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046												
								-									0	1	
								1.									.	7.	
								6	-								5	5	<b>116</b>
<b>Biblioteca</b>	28.	0.01						7	3	1	6.7	35	45	22	7	3		<b>.38</b>	
	8	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046												
								-									0	1	
								0.									.	9.	
								3	-								2	3	<b>173</b>
<b>Baño Biblioteca</b>	11.	0.01						3	3	1	6.7	40	45	23	6	9		<b>.60</b>	
	4	6	0.1	1.03	1.23	1.063	1.029												
								-									0	1	
								1.									.	9.	
								6	-								5	5	<b>129</b>
<b>Salón de juntas</b>	35.	0.01						7	3	1	6.7	35	45	20	1	8		<b>.99</b>	
	3	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046												

															0	1	
<b>Gimnasio</b>															1.	. 6.	
<b>rehabilitación</b>	84.	0.01													6	-	6 5 <b>109</b>
	5	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	23	1	0	<b>.55</b>
															-	0 1	
<b>Consulta</b>															1.	. 6.	
<b>rehabilitación 1</b>	15.	0.01													0	-	6 5 <b>127</b>
	2	6	0.15	1.03	1.23	1.057	1.04	0	3	1	6.7	35	45	23	1	0	<b>.20</b>
															-	0 1	
<b>Consulta</b>															1.	. 6.	
<b>rehabilitación 2</b>	9.2	0.01													0	-	6 5 <b>127</b>
		6	0.15	1.03	1.23	1.057	1.04	0	3	1	6.7	35	45	23	1	0	<b>.20</b>
															-	0 1	
<b>Vestuario</b>															1.	. 6.	
<b>1</b>	13.	0.01													0	-	6 5 <b>127</b>
	9	6	0.15	1.03	1.23	1.057	1.04	0	3	1	6.7	35	45	23	1	0	<b>.20</b>
															-	0 1	
<b>Vestuario</b>															1.	. 6.	
<b>2</b>	13.	0.01													0	-	6 5 <b>127</b>
	7	6	0.15	1.03	1.23	1.057	1.04	0	3	1	6.7	35	45	23	1	0	<b>.20</b>
															-	0 1	
<b>Vestuario</b>															1.	. 6.	
<b>3</b>	15.	0.01													0	-	6 5 <b>127</b>
	6	6	0.15	1.03	1.23	1.057	1.04	0	3	1	6.7	35	45	23	1	0	<b>.20</b>
															-	0 1	
<b>Vestuario</b>															1.	. 6.	
<b>4</b>	16.	0.01													0	-	6 5 <b>127</b>
	9	6	0.15	1.03	1.23	1.057	1.04	0	3	1	6.7	35	45	23	1	0	<b>.20</b>
															-	0 1	
															1.	. 8.	
<b>Botiquín</b>	22.	0.01													6	-	5 5 <b>123</b>
	7	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5	<b>.20</b>

																	0	1	
																		. 8.	
<b>Hall de entrada</b>	95.	0.01															5	5	<b>123</b>
	7	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5		<b>.20</b>	
																	0	1	
																		. 8.	
<b>Admisión 1</b>	33.	0.01															5	5	<b>123</b>
	6	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5		<b>.20</b>	
																	0	1	
																		. 8.	
<b>Admisión 2</b>	21.	0.01															5	5	<b>123</b>
	1	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5		<b>.20</b>	
																	0	1	
																		. 8.	
<b>Sala esterilización</b>		0.01															5	5	<b>123</b>
	22	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5		<b>.20</b>	
																	0	1	
																		. 8.	
<b>Sala de estar</b>	23.	0.01															5	5	<b>123</b>
	8	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5		<b>.20</b>	
																	0	1	
																		. 8.	
<b>Reanimación</b>	22.	0.01															5	5	<b>123</b>
	2	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5		<b>.20</b>	
																	0	1	
																		. 8.	
<b>Quirofano 1</b>	28.	0.01															5	5	<b>129</b>
	3	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	20	1	8		<b>.99</b>	
																	0	1	
																		. 8.	
<b>Esteril</b>		0.01															5	5	<b>123</b>
	19	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5		<b>.20</b>	

																	0	1
																	1.	. 9.
<b>Quirófano</b>	34.	0.01															6	-
<b>2</b>	3	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	20	1	8	5	5
																	0	1
																	1.	. 9.
<b>Quirófano</b>	43.	0.01															6	-
<b>3</b>	8	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	20	1	8	5	5
																	0	1
																	1.	. 9.
<b>Laboratori</b>	47.	0.01															6	-
<b>o</b>	5	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	20	1	8	5	5
																	0	1
																	1.	. 8.
<b>Ortodonci</b>	38.	0.01															6	-
<b>a</b>	2	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	21	4	5	5	5
																	0	1
																	1.	. 9.
<b>Sala de</b>	23.	0.01															6	-
<b>rayos 1</b>	4	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	20	1	8	5	5
																	0	1
																	1.	. 9.
<b>Sala de</b>		0.01															6	-
<b>rayos 2</b>	30	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	20	1	8	5	5
																	0	1
																	1.	. 8.
<b>Sala de</b>		0.01															0	-
<b>rayos 3</b>	9.2	6	0.15	1.03	1.23	1.057	1.04	0	3	1	6.7	35	45	21	4	5	5	5
																	0	1
																	1.	. 9.
<b>Despacho</b>		0.01															0	-
<b>de rayos</b>	8.7	6	0.15	1.03	1.23	1.057	1.04	0	3	1	6.7	35	45	20	1	8	5	5

								-							0	1	
								1.							.	8.	
<b>Sala</b>		0.01						0	-						5	5	<b>143</b>
<b>revelación</b>	8	6	0.15	1.03	1.23	1.057	1.04	0	3	1	6.7	35	45	21	4	5	<b>.05</b>
								-							0	1	
								1.							.	9.	
	221	0.01						6	-						5	5	<b>129</b>
<b>Pasillo 1</b>	.7	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	20	1	8	<b>.99</b>
								-							0	1	
								1.							.	9.	
	54.	0.01						6	-						5	5	<b>129</b>
<b>Pasillo 2</b>	6	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	20	1	8	<b>.99</b>
								-							0	1	
								1.							.	9.	
		0.01						6	-						5	5	<b>129</b>
<b>Pasillo 3</b>	47	6	0.2	1.03	1.23	1.051	1.046	7	3	1	6.7	35	45	20	1	8	<b>.99</b>

### 3.5 CAUDAL

Estancia	Área (m <sup>2</sup> )	Separación entre tuberías (m)	Densidad de flujo térmico q(w/m <sup>2</sup> )	Salto de temperatura	Calor específico del agua (kj/kg°C)	Temperatura del recinto inferior	Temperatura del recinto	Resis. Termica ascendente	Resis. Termica descendente	Af*q/*cp	R0 /R u )	(Ti-Tr)/(q*Ru)	Caudal l/h
Habitación 1	17.2	0.2	123.20	10	4.18	20	21	0.13	4.74	50.69	0.03	0.00	52.12
Habitación 2	17.3	0.2	123.20	10	4.18	20	21	0.13	4.74	50.99	0.03	0.00	52.43
Habitación 3	15.7	0.15	143.05	10	4.18	20	21	0.13	4.74	53.73	0.03	0.00	55.23
Habitación 4	16.3	0.15	143.05	10	4.18	20	21	0.13	4.74	55.78	0.03	0.00	57.34
Habitación 5	16.6	0.2	123.20	10	4.18	20	21	0.13	4.74	48.92	0.03	0.00	50.30
Habitación 6	22.5	0.2	123.20	10	4.18	20	21	0.13	4.74	66.31	0.03	0.00	68.18
Habitación 7	18.4	0.2	123.20	10	4.18	20	21	0.13	4.74	54.23	0.03	0.00	55.76
Habitación 8	18.9	0.2	123.20	10	4.18	20	21	0.13	4.74	55.70	0.03	0.00	57.27
Habitación 9	18.6	0.2	123.20	10	4.18	20	21	0.13	4.74	54.82	0.03	0.00	56.37
Habitación 10	18.2	0.2	123.20	10	4.18	20	21	0.13	4.74	53.64	0.03	0.00	55.15
Habitación 11	18.2	0.2	123.20	10	4.18	20	21	0.13	4.74	53.64	0.03	0.00	55.15
Habitación 12	18.6	0.2	123.20	10	4.18	20	21	0.13	4.74	54.82	0.03	0.00	56.37
Habitación 13	18.3	0.2	123.20	10	4.18	20	21	0.13	4.74	53.93	0.03	0.00	55.46

<b>Habitació n 14</b>	17. 3	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	50.99	03	0.00	52.4 3
<b>Habitació n 15</b>	17. 4	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	51.28	03	0.00	52.7 3
<b>Habitació n 16</b>	17. 9	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	52.76	03	0.00	54.2 4
<b>Habitació n 17</b>	17. 9	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	52.76	03	0.00	54.2 4
<b>Habitació n 18</b>	17. 9	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	52.76	03	0.00	54.2 4
<b>Habitació n 19</b>	17. 9	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	52.76	03	0.00	54.2 4
<b>Habitació n 20</b>	17. 18	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	53.05	03	0.00	54.5 5
<b>Habitació n 21</b>	17. 8	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	52.46	03	0.00	53.9 4
<b>Habitació n 22</b>	16. 2	0.15	<b>143.05</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	55.44	03	0.00	56.9 9
<b>Habitació n 23</b>	13. 3	0.15	<b>143.05</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	45.51	03	0.00	46.7 9
<b>Habitació n 24</b>	13. 6	0.15	<b>143.05</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	46.54	03	0.00	47.8 4
<b>Habitació n 25</b>	15. 6	0.15	<b>143.05</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	53.39	03	0.00	54.8 8
<b>Habitació n 26</b>	16. 5	0.15	<b>143.05</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	56.47	03	0.00	58.0 5
<b>Habitació n 27</b>	18. 4	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	54.23	03	0.00	55.7 6
<b>Habitació n 28</b>	16. 2	0.15	<b>143.05</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	55.44	03	0.00	56.9 9
<b>Habitació n médico</b>	16. 6	0.15	<b>143.05</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	56.81	03	0.00	58.4 0

<b>Baño habitació n 1</b>	4.1	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	34.06	03	0.00	35.0 8
<b>Baño habitació n 2</b>	4.4	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	36.55	03	0.00	37.6 5
<b>Baño habitació n 3</b>	3.7	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	30.73	03	0.00	31.6 6
<b>Baño habitació n 4</b>	4	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	33.23	03	0.00	34.2 3
<b>Baño habitació n 5</b>	4.2	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	34.89	03	0.00	35.9 4
<b>Baño habitació n 6</b>	4.1	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	34.06	03	0.00	35.0 8
<b>Baño habitació n 7</b>	4.2	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	34.89	03	0.00	35.9 4
<b>Baño habitació n 8</b>	3.2	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	26.58	03	0.00	27.3 8
<b>Baño habitació n 9</b>	4.1	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	34.06	03	0.00	35.0 8
<b>Baño habitació n 10</b>	4.1	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	34.06	03	0.00	35.0 8

<b>Baño habitació n 11</b>	3.7	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	30.73	03	0.00	31.6 6
<b>Baño habitació n 12</b>	4.1	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	34.06	03	0.00	35.0 8
<b>Baño habitació n 13</b>	3.7	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	30.73	03	0.00	31.6 6
<b>Baño habitació n 14</b>	4.1	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	34.06	03	0.00	35.0 8
<b>Baño habitació n 15</b>	3.7	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	30.73	03	0.00	31.6 6
<b>Baño habitació n 16</b>	3.7	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	30.73	03	0.00	31.6 6
<b>Baño habitació n 17</b>	3.9	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	32.39	03	0.00	33.3 7
<b>Baño habitació n 18</b>	4	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	33.23	03	0.00	34.2 3
<b>Baño habitació n 19</b>	4	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	33.23	03	0.00	34.2 3
<b>Baño habitació n 20</b>	4	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	33.23	03	0.00	34.2 3

<b>Baño habitació n 21</b>	3.9	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	32.39	03	0.00	33.3	7
<b>Baño habitació n 22</b>	4	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	33.23	03	0.00	34.2	3
<b>Baño habitació n 23</b>	3.5	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	29.07	03	0.00	29.9	5
<b>Baño habitació n 24</b>	3.3	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	27.41	03	0.00	28.2	4
<b>Baño habitació n 25</b>	3.5	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	29.07	03	0.00	29.9	5
<b>Baño habitació n 26</b>	4.4	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	36.55	03	0.00	37.6	5
<b>Baño habitació n 27</b>	3.5	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	29.07	03	0.00	29.9	5
<b>Baño habitació n 28</b>	3.8	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	31.56	03	0.00	32.5	2
<b>Baño habitació n médico</b>	3.8	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	23	0.13	4.74	31.56	03	0.00	32.5	2
<b>Salón</b>	47.5	0.2	<b>116.38</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	132.2	05	03	0.00	136.00
<b>Capilla</b>	69.3	0.2	<b>116.38</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	192.9	05	03	0.00	198.42

<b>Antecapilla</b>	32.5	0.2	<b>116.38</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	90.49	03	0.00	93.05
	14.										0.		48.8
<b>Sacristía</b>	7	0.15	<b>135.14</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	47.52	03	0.00	6
	97.									303.5	0.		312.
<b>Cafetería</b>	6	0.2	<b>129.99</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	2	03	0.00	05
	28.										0.		82.4
<b>Biblioteca</b>	8	0.2	<b>116.38</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	80.19	03	0.00	6
<b>Baño</b>	11.										0.		97.3
<b>Biblioteca</b>	4	0.1	<b>173.60</b>	5	4.18	20	21	0.13	4.74	94.69	03	0.00	2
<b>Salón de juntas</b>	35.3	0.2	<b>129.99</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	109.7	0.		112.
										8	03	0.00	86
<b>Gimnasio rehabilitación</b>	84.5	0.2	<b>109.55</b>	10	4.18	20	23	0.13	4.74	221.4	0.		228.
										6	03	0.01	61
<b>Consulta rehabilitación 1</b>	15.2	0.15	<b>127.20</b>	10	4.18	20	23	0.13	4.74	46.26	03	0.00	47.7
											0.		1
<b>Consulta rehabilitación 2</b>	9.2	0.15	<b>127.20</b>	10	4.18	20	23	0.13	4.74	28.00	03	0.00	28.8
											0.		8
<b>Vestuario 1</b>	13.9	0.15	<b>127.20</b>	10	4.18	20	23	0.13	4.74	42.30	03	0.00	43.6
											0.		3
<b>Vestuario 2</b>	13.7	0.15	<b>127.20</b>	10	4.18	20	23	0.13	4.74	41.69	03	0.00	43.0
											0.		0
<b>Vestuario 3</b>	15.6	0.15	<b>127.20</b>	10	4.18	20	23	0.13	4.74	47.47	03	0.00	48.9
											0.		7
<b>Vestuario 4</b>	16.9	0.15	<b>127.20</b>	10	4.18	20	23	0.13	4.74	51.43	03	0.00	53.0
											0.		5
<b>Botiquín</b>	22.7	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	66.90	03	0.00	68.7
											0.		9

<b>Hall de entrada</b>	95.7	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	282.0	0.	290.01
<b>Admisión 1</b>	33.6	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	5	03	0.00
<b>Admisión 2</b>	21.1	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	99.03	03	0.00
<b>Sala esterilizac ión</b>	22	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	62.19	03	0.00
<b>Sala de estar</b>	23.8	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	0.	03	0.00
<b>Reanimaci ón</b>	22.2	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	64.84	03	0.00
<b>Quirofano 1</b>	28.3	0.2	<b>129.99</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	70.14	03	0.00
<b>Esteril Quirófano 2</b>	19.34	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	0.	03	0.00
<b>Quirófano 3</b>	43.8	0.2	<b>129.99</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	56.00	03	0.00
<b>Laboratori o</b>	47.5	0.2	<b>129.99</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	106.6	0.	109.67
<b>Ortodonci a</b>	38.2	0.2	<b>123.20</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	136.2	0.	140.04
<b>Sala de rayos 1</b>	23.4	0.2	<b>129.99</b>	10	4.18	20	21	0.13	4.74	147.7	0.	151.87
<b>Sala de rayos 2</b>	30	0.2	129.99	10	4.18	20	21	0.13	4.74	112.5	0.	115.76
<b>Sala de rayos 3</b>	9.2	0.15	143.05	10	4.18	20	21	0.13	4.74	9	03	0.00

<b>Despacho</b>											0.		32.2
<b>de rayos</b>	8.7	0.15	150.93	10	4.18	20	21	0.13	4.74	31.41	03	0.00	9
<b>Sala</b>											0.		28.1
<b>revelación</b>	8	0.15	143.05	10	4.18	20	21	0.13	4.74	27.38	03	0.00	4
	221									689.4	0.		708.
<b>Pasillo 1</b>	.7	0.2	129.99	10	4.18	20	21	0.13	4.74	4	03	0.00	83
	54.									169.7	0.		174.
<b>Pasillo 2</b>	6	0.2	129.99	10	4.18	20	21	0.13	4.74	9	03	0.00	57
										146.1	0.		150.
<b>Pasillo 3</b>	47	0.2	129.99	10	4.18	20	21	0.13	4.74	6	03	0.00	27

## **ANEXO 4. Fichas técnicas.**

## 4 FICHAS TÉCNICAS

**Sistemas de suelo radiante**


**GIACOMINI**  
MATER IN MOTION





**0497IT** Octubre de 2015  
**Panel aislante preformado para instalaciones radiantes R979**



**Descripción**

El panel aislante preformado R979 está realizado según un concepto innovador que prevé el acoplamiento de dos elementos diferentes, es decir:

- 1) placa aislante preformada en poliestireno expandido sinterizado (EPS)
- 2) placa de revestimiento superficial en poliestireno termoformado (espesor 0,6 mm)

La combinación de estos dos elementos, asociada a las características intrínsecas de cada uno de ellos, permite obtener un panel cuya densidad efectiva es inferior a la de un clásico panel aislante preformado, pero las características de resistencia a la deformación debida al tránsito peatonal son, sin duda superiores.

**Versiones y códigos**

Código	Medida	Nº hojas	Superficie útil total [m²]
R979Y043	T50 - h32	12	13,44
R979Y044	T50 - h42	8	8,96
R979Y045	T50 - h52	6	6,72
R979Y046	T50 - h62	10	11,20
R979Y047	T50 - h75	8	8,96

T = Passo [mm]; h = Altura [mm]

**Uso**

La utilización del panel aislante preformado R979 es fundamental para la realización de una instalación radiante moderna y funcional, ya que permite calentar los ambientes en tiempos rápidos y con potencias reducidas, puesto que limita la masa de las estructuras calentadas y reduce las dispersiones de calor hacia abajo.

Utilizando el panel aislante preformado R979, en efecto, se pueden obtener temperaturas ambiente confortables, aunque se mantengan bajas las temperaturas superficiales del pavimento (alrededor de los 24-26 °C), como prescribe la UNI EN 1264, con la consiguiente ausencia de malestares fisiológicos y problemas estructurales típicos de las viejas técnicas de instalación que ya no se utilizan.

Mejorando las prestaciones del panel aislante preformado se logra reducir la cantidad de tubo colocado y el caudal de agua correspondiente que circula, limitando el número de los circuitos, los diámetros de los tubos de alimentación, las características de los circuladores y la potencia de la central térmica, con un consiguiente ahorro de energía y respeto del medio ambiente.

**Características**

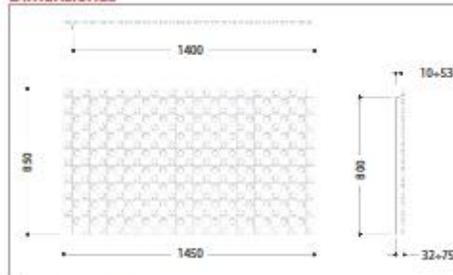
La especial configuración, con tetones preformados, permite atrapar firmemente tubos de diámetro externo de 16 a 18 mm.



La utilización del panel aislante preformado R979 permite un considerable ahorro de mano de obra durante la colocación del tubo y permite realizar circuitos caracterizados por pasos 50 mm y múltiples. Los espesores disponibles, con altura total de 32 mm a 75 mm, dan al usuario la posibilidad de realizar instalaciones de calefacción y refrigeración de suelo radiante en todas las realidades de obra, incluso cuando los espacios disponibles son limitados, como, por ejemplo, en las reformas. Todos los paneles aislantes preformados R979 están dotados de un sistema de acoplamiento muy sencillo y eficaz. Las dimensiones del elemento de revestimiento superficial exceden, en dos lados, de 50 mm respecto a las dimensiones de la placa aislante subyacente. La superposición de las dos solapas excedentes a los paneles adyacentes garantiza el encastre recíproco, constituyendo una base de apoyo para los circuitos radiantes homogénea y sin puentes térmicos, que se producirían acercando los paneles sin un acoplamiento sólido.



**Dimensiones**



Dimensiones en mm

**Sistemas de suelo radiante**

0497IT Octubre de 2015

Panel aislante preformado para instalaciones radiantes R979



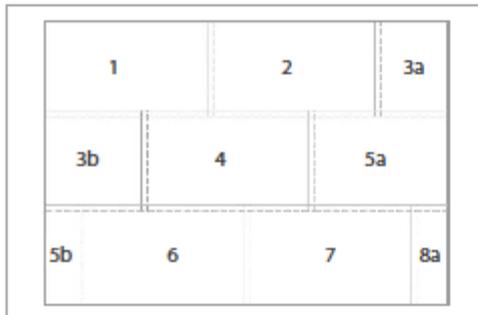
**Colocación**

La colocación de los paneles aislantes preformados R979 es una operación rápida y sencilla, gracias a la presencia, en dos lados, de solapas que permiten un encastrado perfecto de los paneles.



Después de haber colocado en las paredes de las habitaciones la banda perimetral K369A (con función aislante para eliminar el puente térmico en el borde y permitir las dilataciones mínimas del pavimento), se procede extendiendo y encastrando los paneles de manera que las filas siguientes se queden escalonadas.

La colocación escalonada de las filas resulta ventajosa para evitar que los paneles se levanten a causa de las irregularidades de la superficie de apoyo o la rigidez de los tubos que, sobre todo en las curvas, tienden a levantarse debido a la memoria mecánica adquirida en el enrollamiento.



Se quitan los dos bordes excedentes de la placa n. 1, simplemente usando un cutter, y ésta se coloca en el rincón más adecuado para empezar la instalación. La placa n. 2 se recorta sólo en su lado mayor. El borde en el lado menor permitirá el anclaje con la placa n. 1. Esta operación deberá repetirse en todas las placas de la primera fila.

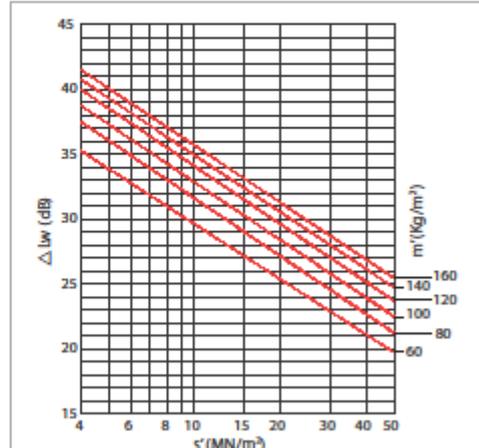
Las filas sucesivas se realizarán acoplando cada panel a la fila adyacente, manteniendo el escalonamiento, y también a un elemento alineado. Cuando se haya terminado la colocación del tubo, antes de proceder a la realización de la solera, es buena norma la colocación de una malla electrosoldada ancha encima del panel, con la función de rigidizar la solera que adquiere una mayor capacidad de soportar cargas pesadas de tipo concentrado (como por ejemplo muebles o armarios de peso considerable) sin provocar aplastamientos.

El espesor requerido para la realización de una instalación de panel radiante en una vivienda es representado por el espesor del panel aislante preformado (de 32 a 75 mm) al que se deben añadir el espesor de la solera (mínimo 30 mm, según UNI EN 1264-4) y el del acabado superficial de losas o parquet encolado.

Las instalaciones realizadas utilizando el panel aislante preformado R979 y la banda perimetral K369 se caracterizan por un elevado rendimiento térmico y un tiempo de puesta a régimen corto, gracias a la limitada inercia térmica de la estructura.

**Fonoabsorción**

En conformidad a la EN 13163 los paneles R979Y045, R979Y046, R979Y047 se colocan en clase SD30, que equivale a declarar una rigidez dinámica  $s' \leq 30 \text{ MN/m}^2$ , calculada según EN13172.



**Nota.** La figura C1 de la norma UNI EN 12354-2 (fig. 7) muestra como, a paridad de masa por unidad de superficie  $m^2$  de la solera, una menor rigidez dinámica mejora la insonorización del tránsito peatonal  $\Delta L_w$  mayor.

**Datos técnicos**

Panel aislante preformado R979Y043	
Dimensiones útiles	1400 x 800 mm
Superficie útil	1,12 m <sup>2</sup>
Dimensiones panel	1450 x 850 mm
Superficie panel	1,23 m <sup>2</sup>
Espesor total	32 mm base: 10 mm + tetones 22 mm
Diámetro tubos	16-18 mm
Pasos permitidos	múltiplos de 50 mm
Placa aislante preformada	
Material	Poliuretano expandido sinterizado EPS200
Densidad	30 kg/m <sup>3</sup>
Conductividad térmica, $\lambda_p$	0,033 W/(m K)
Resistencia térmica $R_p$	0,40 m <sup>2</sup> /W
Resistencia mínima de compresión al 10% aplastamiento	200 kPa (2,0 kg/cm <sup>2</sup> )
Reacción al fuego	Clase E
Clasificación según EN13163	EPS - EN13163 - L(3) - W(3) - T(2) - CS(1Q)200 - WL(T)2 - Z 40 - 100
Capa de protección	
Material	Poliuretano termoforado
Espesor	0,6 mm
Color película	Negro

**Sistemas de suelo radiante**

0497IT Octubre de 2015

Panel aislante preformado para instalaciones radiantes R979



Panel aislante preformado R979Y044	
Dimensiones útiles	1400 x 800 mm
Superficie útil	1,12 m <sup>2</sup>
Dimensiones panel	1450 x 850 mm
Superficie panel	1,23 m <sup>2</sup>
Espesor total	42 mm base: 20 mm + tetones: 22 mm
Diámetro tubos	16-18 mm
Pasos permitidos	múltiplos de 50 mm
Placa aislante preformada	
Material	Poliestireno expandido sinterizado EPS150
Densidad	25 Kg/m <sup>3</sup>
Conductividad térmica, $\lambda_s$	0,034 W/(m K)
Resistencia térmica $R_s$	0,75 m <sup>2</sup> /KW
Resistencia mínima de compresión al 10% aplastamiento	150 kPa (1,5 kg/cm <sup>2</sup> )
Reacción al fuego	Clase E
Clasificación según EN13163	EPS - EN13163 - L(3) - W(3) - T(2) - CS(1)Q150 - WL(T)1 - Z 30 - 70
Capa de protección	
Material	Poliestireno termoformado
Espesor	0,6 mm
Color película	Negro

Panel aislante preformado R979Y045	
Dimensiones útiles	1400 x 800 mm
Superficie útil	1,12 m <sup>2</sup>
Dimensiones panel	1450 x 850 mm
Superficie panel	1,23 m <sup>2</sup>
Espesor total	52 mm base: 30 mm + tetones: 22 mm
Diámetro tubos	16-18 mm
Pasos permitidos	múltiplos de 50 mm
Placa aislante preformada	
Material	Poliestireno expandido sinterizado EPS150
Densidad	25 Kg/m <sup>3</sup>
Conductividad térmica, $\lambda_s$	0,034 W/(m K)
Resistencia térmica $R_s$	1,00 m <sup>2</sup> /KW
Rigidez dinámica	30 MN/m <sup>3</sup>
Resistencia mínima de compresión al 10% aplastamiento	150 kPa (1,5 kg/cm <sup>2</sup> )
Reacción al fuego	Clase E
Clasificación según EN13163	EPS - EN13163 - L(3) - W(3) - T(2) - CS(1)Q150 - WL(T)1 - Z 30 - 70
Capa de protección	
Material	Poliestireno (PS)
Espesor	0,6 mm
Color película	Negro

Panel aislante preformado R979Y046	
Dimensiones útiles	1400 x 800 mm
Superficie útil	1,12 m <sup>2</sup>
Dimensiones panel	1450 x 850 mm
Superficie panel	1,23 m <sup>2</sup>
Espesor total	62 mm base: 40 mm + tetones: 22 mm
Diámetro tubos	16-18 mm
Pasos permitidos	múltiplos de 50 mm
Placa aislante preformada	
Material	Poliestireno expandido sinterizado EPS150
Densidad	25 Kg/m <sup>3</sup>
Conductividad térmica, $\lambda_s$	0,034 W/(m K)
Resistencia térmica $R_s$	1,25 m <sup>2</sup> /KW
Rigidez dinámica	30 MN/m <sup>3</sup>
Resistencia mínima de compresión al 10% aplastamiento	150 kPa (1,5 kg/cm <sup>2</sup> )
Reacción al fuego	Clase E
Clasificación según EN13163	EPS - EN13163 - L(3) - W(3) - T(2) - CS(1)Q150 - WL(T)1 - Z 30 - 70
Capa de protección	
Material	Poliestireno (PS)
Espesor	0,6 mm
Color película	Negro

Panel aislante preformado R979Y047	
Dimensiones útiles	1400 x 800 mm
Superficie útil	1,12 m <sup>2</sup>
Dimensiones panel	1450 x 850 mm
Superficie panel	1,23 m <sup>2</sup>
Espesor total	75 mm base: 53 mm + tetones: 22 mm
Diámetro tubos	16-18 mm
Pasos permitidos	múltiplos de 50 mm
Placa aislante preformada	
Material	Poliestireno expandido sinterizado EPS150
Densidad	25 Kg/m <sup>3</sup>
Conductividad térmica, $\lambda_s$	0,034 W/(m K)
Resistencia térmica $R_s$	1,50 m <sup>2</sup> /KW
Rigidez dinámica	30 MN/m <sup>3</sup>
Resistencia mínima de compresión al 10% aplastamiento	150 kPa (1,5 kg/cm <sup>2</sup> )
Reacción al fuego	Clase E
Clasificación según EN13163	EPS - EN13163 - L(3) - W(3) - T(2) - CS(1)Q150 - WL(T)1 - Z 30 - 70
Capa de protección	
Material	Poliestireno (PS)
Espesor	0,6 mm
Color película	Negro

**Sistemas de suelo radiante**

0497IT Octubre de 2015

**Panel aislante preformado para instalaciones radiantes R979****Especificaciones técnicas****R979Y043**

Panel aislante preformado para instalaciones de suelo radiante. Color negro. Altura 32 mm (base aislante 10 mm, tetones 22 mm). Constituido por una placa aislante de poliestireno expandido sinterizado (EPS200) y una capa de protección de poliestireno (PS) de 0,6 mm. Para tubos con  $\varnothing$  16-18 mm. Distancia entre ejes para la colocación: 50 mm. Dimensiones: 1450x850 mm (dimensiones útiles: 1400x800 mm). Superficie útil panel 1,12 m<sup>2</sup>. Conductividad térmica 0,033 W/(m K). Resistencia térmica 0,40 m<sup>2</sup>K/W. Densidad 30 kg/m<sup>3</sup>. Resistencia mínima de compresión al 10 % de aplastamiento 200 kPa. Resistencia al fuego: clase E.

**R979Y044**

Panel aislante preformado para instalaciones de suelo radiante. Color negro. Altura 42 mm (base aislante 20 mm, tetones 22 mm). Constituido por una placa aislante de poliestireno expandido sinterizado (EPS150) y una capa de protección de poliestireno (PS) de 0,6 mm. Para tubos con  $\varnothing$  16-18 mm. Distancia entre ejes para la colocación: 50 mm. Dimensiones: 1450x850 mm (dimensiones útiles: 1400x800 mm). Superficie útil panel 1,12 m<sup>2</sup>. Conductividad térmica 0,034 W/(m K). Resistencia térmica 0,75 m<sup>2</sup>K/W. Densidad 25 kg/m<sup>3</sup>. Resistencia mínima de compresión al 10 % de aplastamiento 150 kPa. Resistencia al fuego: clase E.

**R979Y045**

Panel aislante preformado para instalaciones de suelo radiante. Color negro. Altura 52 mm (base aislante 30 mm, tetones 22 mm). Constituido por una placa aislante de poliestireno expandido sinterizado (EPS150) y una capa de protección de poliestireno (PS) de 0,6 mm. Para tubos con  $\varnothing$  16-18 mm. Distancia entre ejes para la colocación: 50 mm. Dimensiones: 1450x850 mm (dimensiones útiles: 1400x800 mm). Superficie útil panel 1,12 m<sup>2</sup>. Conductividad térmica 0,034 W/(m K). Resistencia térmica 1,00 m<sup>2</sup>K/W. Densidad 25 kg/m<sup>3</sup>. Resistencia mínima de compresión al 10 % de aplastamiento 150 kPa. Resistencia al fuego: clase E.

**R979Y046**

Panel aislante preformado para instalaciones de suelo radiante. Color negro. Altura 62 mm (base aislante 40 mm, tetones 22 mm). Constituido por una placa aislante de poliestireno expandido sinterizado (EPS150) y una capa de protección de poliestireno (PS) de 0,6 mm. Para tubos con  $\varnothing$  16-18 mm. Distancia entre ejes para la colocación: 50 mm. Dimensiones: 1450x850 mm (dimensiones útiles: 1400x800 mm). Superficie útil panel 1,12 m<sup>2</sup>. Conductividad térmica 0,034 W/(m K). Resistencia térmica 1,25 m<sup>2</sup>K/W. Densidad 25 kg/m<sup>3</sup>. Resistencia mínima de compresión al 10 % de aplastamiento 150 kPa. Resistencia al fuego: clase E.

**R979Y047**

Panel aislante preformado para instalaciones de suelo radiante. Color negro. Altura 75 mm (placa aislante 53 mm, panel de tetones 22 mm). Constituido por una placa aislante de poliestireno expandido sinterizado (EPS150) y una capa de protección de poliestireno (PS) de 0,6 mm. Para tubos con  $\varnothing$  16-18 mm. Distancia entre ejes para la colocación: 50 mm. Dimensiones: 1450x850 mm (dimensiones útiles: 1400x800 mm). Superficie útil panel 1,12 m<sup>2</sup>. Conductividad térmica 0,034 W/(m K). Resistencia térmica 1,50 m<sup>2</sup>K/W. Densidad 25 kg/m<sup>3</sup>. Resistencia mínima de compresión al 10 % de aplastamiento 150 kPa. Resistencia al fuego: clase E.

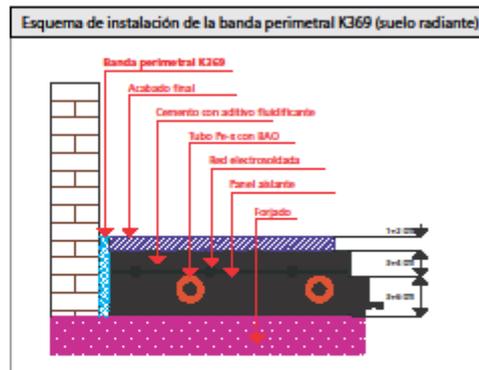
**Referencias normativas**

- UNI EN 1264: Calefacción por suelo – Instalaciones y componentes.
- EN 13163: Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS) – Especificación.
- UNI EN 12354-2: Acústica de la edificación – Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos – Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos.

**Para más información**

Para más información consultar el sitio web [www.giacomini.com](http://www.giacomini.com) o dirigirse al servicio técnico: ☎ +39 0322 923372 📠 +39 0322 923255 ✉ [consulenza.prodotti@giacomini.com](mailto:consulenza.prodotti@giacomini.com). Esta comunicación tiene carácter meramente informativo. Giacomini S.p.A. se reserva el derecho de modificar los datos y características de los artículos contenidos en el presente documento, en cualquier momento y sin previo aviso, por razones técnicas o comerciales. La información contenida en este documento técnico no exime al usuario del respeto escrupuloso de las normativas y las normas de buenas prácticas técnicas existentes. Giacomini S.p.A. Via per Alza, 39 - 28017 San Maurizio d'Opaglio (NO) Italy

**SISTEMAS DE SUELO RADIANTE**  
 0778ES febrero 2020  
**BANDA PERIMETRAL - K369**



**Características**

La banda perimetral K369 es una banda de polietileno que se instala a lo largo de las paredes con el objetivo de absorber dilataciones en los suelos radiantes. Con el fin de agilizar la instalación, la banda está dotada de un lado adhesivo de 5 cms de alto, que permite al instalador adherirla fácil y rápidamente a la pared.

**Instalación**

La banda perimetral debe de instalarse a lo largo de la pared y en cualquier elemento que contacte con la losa de cemento (como por ejemplo una columna); esta tira aislante debe conectar verticalmente la base del soporte con la superficie del suelo acabado permitiendo un movimiento de la losa de algunos milímetros. La banda está dotada de adhesivo, para su fijación a la pared e impedir su movimiento durante el vertido del mortero de la losa. Es aconsejable pegar a la pared únicamente la parte inferior de la banda perimetral, que quedará por debajo del acabado superficial. No es necesario quitar la protección del adhesivo en la parte que se retirará después del montaje.

**Código y medidas**

Código	Medidas[mm]	Metraje rollo [m]	Aplicación (Instalación suelo radiante)
K369Y021	150 x 8 mm	50	Instalaciones residenciales

La parte superior de la banda perimetral que sobresale del acabado final, se tendrá que cortar solo cuando el suelo esté acabado. Para facilitar el corte y extracción del excedente de banda, la parte superior de la misma se suministra precortada a distintas alturas. Después de la instalación de la banda perimetral, se procede a la colocación del panel aislante que debe de ir en contacto con la primera, poniendo atención en colocar el film transparente de polietileno de dicha banda por encima del panel aislante, a fin de evitar la filtración de mortero en el espacio que pueda quedar entre la banda y el panel aislante, convirtiendo la capa de mortero en una losa flotante.

**Datos técnicos**

- Temperaturas de trabajo: entre -20 y 80 °C
- Material: polietileno expandido a celda cerrada (LDPE)
- Absorción acústica: 25 dB
- Valor de compresión: 13,002 kPa
- Toxicidad
  - Índice de toxicidad convencional: 10
  - Índice de humo: 7
  - Clase de humo: F1
- No contiene CFC (freón): en conformidad a la L. 549 del 28/12/93
- Tolerancia dimensional: ± 10%

**Definición**

**K369Y021**  
 Banda perimetral para instalación de suelo radiante, en polietileno expandido de celda cerrada. Dotado en un lado por una franja adhesiva de 5 cms de alto y de un tira protectora en el lado opuesto. Los rollos son de 50 metros de largo. Dimensiones: 150x8 mm (HxS). Rango de temperatura de trabajo: -20 a 80 °C. Absorción acústica 25 dB. Valor de compresión: 13,002 kPa. Toxicidad: Índice de toxicidad convencional 10; índice de humo 7; clase de humo F1. No contiene CFC (freón): en conformidad a la L. 549 del 28/12/93

**Otra información**

Para más información consultar la web [es.giacomini.com](http://es.giacomini.com) o contactar con el servicio técnico:

- ☎ +34 93 884 1001
- ☎ +34 93 884 1073
- ✉ [atencionclientes@giacomini.com](mailto:atencionclientes@giacomini.com)

Esta información tiene valor indicativo. Giacomini S.p.A. se reserva el derecho de aportar en cualquier momento, sin preaviso, modificaciones por razones técnicas o comerciales a los artículos de la presente comunicación técnica. Las informaciones contenidas en esta comunicación técnica no eximen al usuario de seguir escrupulosamente las normativas y la norma de buena técnica existente.  
 Giacomini S.p.A. Via per Albi, 391-28017 San Maurizio d'Opaglio (NO) Italy  
 Giacomini España S.L. Ctra Viladrau, km 10 08553 Seva (Brn) Spain

**TUBOS, RACORES Y ACCESORIOS TUBO**  
 0129IT Octubre de 2016  
**TUBOS GIACOTHERM DE PEX-b CON BAO R996T**







**Datos técnicos**

- Clase de aplicación: clases 4 y 5 (EN ISO 15875)
- No apto para agua sanitaria
- Densidad: 0,999 g/cm<sup>3</sup>
- Conductividad térmica: 0,38 W/(m K)
- Coeficiente de dilatación lineal: (1,9 x 10<sup>-4</sup>)/°K
- Carga de rotura: 31 MPa
- Alargamiento de rotura: 520 %
- Módulo de elasticidad a 23 °C: 540 MPa

Los tubos R996T de PEX-b cumplen con la normativa EN ISO 15875, que definen sus características físicas y dimensionales, y se controlan respetando las normativas EN ISO 15875 y DIN 16892, que permiten evaluar la resistencia al esfuerzo combinado de presión y temperatura, con referencia a sus curvas de regresión.

**Resistencia al esfuerzo combinado de presión y temperatura con referencia a las curvas de regresión**

Serie de tubos (S) Standard Dimension Ratio (SDR)  
 $S = \frac{d - s}{2 \cdot s}$        $SDR = 2 \cdot S + 1 = \frac{d}{s}$

donde *s* es el espesor nominal del tubo  
*d* el diámetro nominal del tubo

**Curvas de regresión**

$\alpha = p \cdot \frac{d - s}{2 \cdot s}$

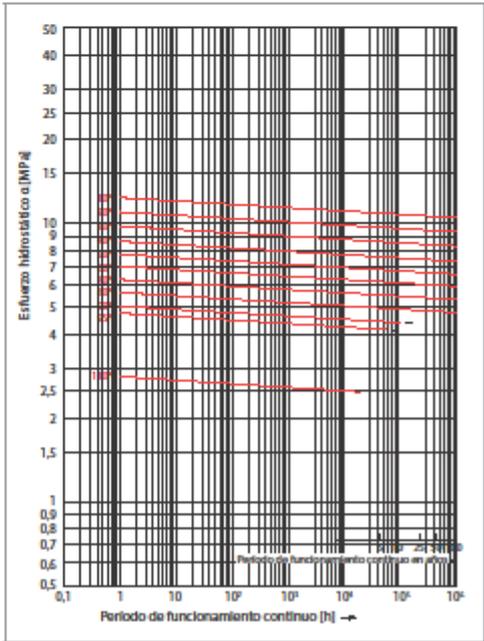
donde  $\alpha$  es el esfuerzo hidrostático  
*p* es la presión hidrostática interna

**Descripción**

Los tubos R996T de PEX-b (Polietileno reticulado con el método silano – grado de reticulación > 70 %) se pueden utilizar para la distribución del agua en las instalaciones de calefacción y/o enfriamiento. Gracias al compuesto desarrollado especialmente para este producto, la serie R996T combina las ventajas conocidas por el uso de tubos de material sintético con la característica de elevada flexibilidad, para lograr instalación rápida y sencilla y una importante reducción de las tensiones, incluso después de finalizar las operaciones de tendido. Todos los tubos R996T son extruidos con una barrera antioxidígeno externa de EVOH, en cumplimiento con las normas EN ISO 15875 y DIN 4726, gracias a la cual, la cantidad de oxígeno que se filtra desde el exterior hacia el interior del tubo se vuelve completamente insignificante.

**Versiones y códigos**

Código	Tamaño	Embalaje
R996Y048	16 x 1,5	240 m
R996Y065		500 m
R996Y227	16 x 2	100 m
R996Y219		240m
R996Y264		600 m
R996Y054		100 m
R996Y033	17 x 2	240 m
R996Y052		600 m
R996Y249	18 x 2	100 m
R996Y220		240 m
R996Y250		500 m
R996Y221		100 m
R996Y222	20 x 2	240 m
R996Y253		400 m
R996Y068	25 x 2,3	320 m



**TUBOS, RACORES Y ACCESORIOS TUBO**  
 0129IT Octubre de 2016  
**TUBOS GIACOTHERM DE PEX-b CON BAO R996T**



**Practicidad de tendido**

Comparando el módulo elástico de tracción de los tubos R996T, calculado a 23 °C en el ambiente, con un promedio de los valores indicados en bibliografías para los diferentes tipos de PEX y considerando que ‘cuando menor es el módulo elástico, mayor es la flexibilidad del tubo’, es evidente la ventaja en términos de flexibilidad que se obtiene usando este tipo de producto.

Módulo elástico, a 23 °C (MPa)	
R996T	540
(promedio) PEX	623 - 890

**Instalación**

Para las operaciones de tendido de los tubos R996T de PEX-b, se deben respetar algunas reglas prácticas referidas a la selección de los racores, al respeto de los radios mínimos de curvatura, a la protección de los rayos solares y a los posibles daños accidentales.

Los colectores de distribución se deben conectar a los terminales mediante los adaptadores Giacomini para tubos plásticos.

Para efectuar una conexión correcta, es indispensable cortar los tubos con herramientas capaces de hacer un corte limpio, sin rebabas y perpendiculares a su eje.

En el tendido de las tuberías se deben hacer curvas con un radio mínimo igual a cinco veces el diámetro exterior del tubo. Una vez realizado el tendido de los tubos, realizar una prueba de presión de la instalación, para detectar de inmediato las posibles fugas de fluido.

En el caso de las instalaciones de suelo radiante, la cobertura del tubo se debe realizar con cuidado, prestando atención a no rayar los tubos con espátulas o aplastarlos al pasar con carretillas.

Es necesario evitar que los tubos permanezcan expuestos durante largos periodos a la radiación solar o a lámparas fluorescentes, manteniendo los rollos no utilizados en los embalajes correspondientes, para evitar que los rayos ultravioleta alteren las características químicas y físicas.

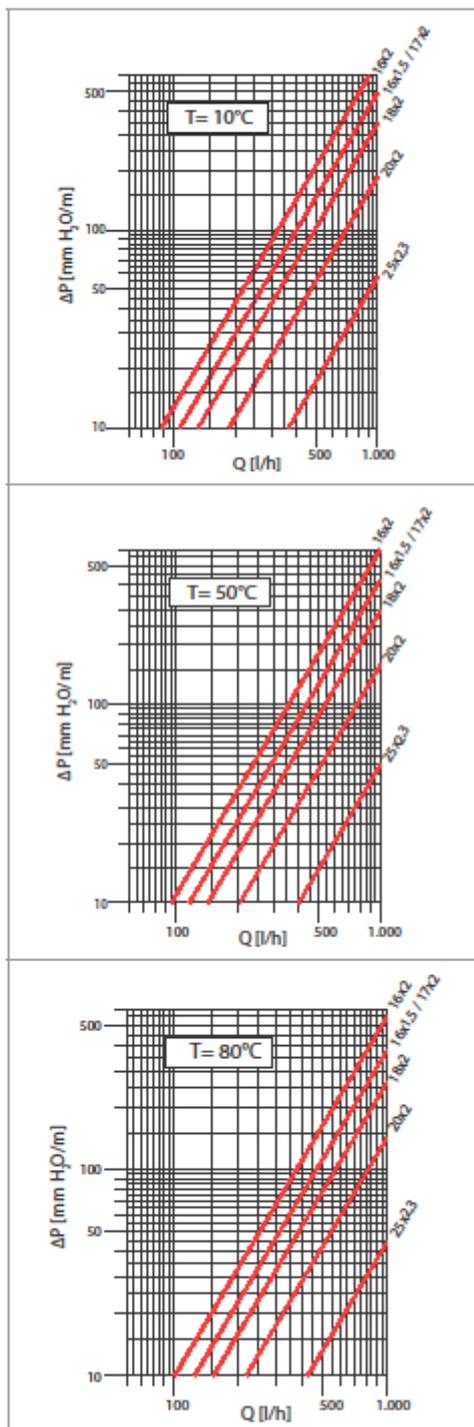
En el caso de las instalaciones de suelo radiante, es importante colocar una losa de al menos 3 cm por encima de los tubos, para evitar grietas debido a la dilatación térmica. Al atravesar posibles juntas de dilatación, es importante proteger el tubo con una vaina para evitar esfuerzos mecánicos excesivos.

**Precauciones**

El uso de tubos R996T requiere el cumplimiento de algunos requisitos, necesarios para garantizar su durabilidad y funcionalidad.

- 1) Almacenar los tubos en el embalaje adecuado, evitando su exposición directa a la luz solar, y en lugares cubiertos y secos, para evitar que la humedad dañe las cajas.
- 2) Evitar que los tubos entren en contacto con cuerpos afilados que puedan rayar y provocar incisiones, prestando especial atención durante las fases de instalación y transporte.
- 3) Evitar que se forme hielo dentro de los tubos y el embalaje, ya que las dilataciones debidas al cambio de estado podrían causar su rotura.
- 4) Evitar que los tubos entren en contacto con llamas libres u otras fuentes de calor, lo que puede causar una fusión parcial.
- 5) Durante las fijaciones a las mallas electrosoldadas, usar abrazaderas de plástico y no de metal para evitar que se dañen los tubos.
- 6) Evitar el contacto con disolventes químicos o pinturas que puedan dañar los tubos.

**Pérdidas de carga**



**TUBOS, RACORES Y ACCESORIOS TUBO**

0129IT Octubre de 2016

**TUBOS GIACOTHERM DE PEX-b CON BAO  
R996T****Garantía**

La garantía no tendrá validez en los siguientes casos:

- 1) si las condiciones de funcionamiento son diferentes a las indicadas.
- 2) Si los tubos se utilizan para distribuir fluidos no compatibles con el material.
- 3) Si no se respetan las instrucciones de instalación.
- 4) Si el tubo presenta defectos ya presentes en el momento de la instalación debido a factores accidentales perceptibles visualmente durante el tendido o en el momento de la prueba de presión de la instalación.
- 5) si el tubo se instala utilizando componentes no fabricados por Giacomini S.p.A o diferentes de los permitidos.

**Referencias normativas**

• DIN 16892

Cross-linked high-density polyethylene (PEX) pipes. General quality requirements and testing.

• EN ISO 15875

Plastic piping for hot and cold water installation – Cross-linked polyethylene (PEX).

**Especificaciones de producto**

**R996T**

Tubo de polietileno reticulado PEX-b, con barrera anti-oxígeno externa de EVOH, adecuado para las clases de aplicación 4 y 5. Elevada flexibilidad para lograr una instalación rápida y sencilla y una importante reducción de las tensiones, incluso después de finalizar las operaciones de tendido. Tubo de color rojo. Densidad: 0,939 g/cm<sup>3</sup> Conductividad térmica 0,38 W/(m K). Coeficiente de dilatación lineal (1,9x10<sup>-4</sup>)/K. Carga de rotura: 31 MPa. Alargamiento de rotura: 520 %.

<b>TUBOS, RACORES Y ACCESORIOS TUBO</b>	 
0129IT Octubre de 2016	
TUBOS GIACOTHERM DE PEX-b CON BAO R996T	

## ANEXO

### EN ISO 15875

#### Clasificación de las condiciones de funcionamiento

Los requisitos de comportamiento para los sistemas de las tuberías conformes a la norma EN ISO 15875 están especificados para una vida operativa de 50 años.

Clase de aplicación	$T_{oper}$ (°C)	Tiempo a $T_{max}$ (años)	$T_{ma}$ (°C)	Tiempo a $T_{ma}$ (años)	$T_{ma}$ (°C)	Tiempo a $T_{ma}$ (h)
<b>CLASE 1</b> Agua caliente sanitaria (60 °C)	60	49	80	1	95	100
<b>CLASE 2</b> Agua caliente sanitaria (70 °C)	70	49	80	1	95	100
<b>CLASE 4</b> Calefacción por suelo radiante y radiadores de baja temperatura	20	2,5	70	2,5	100	100
	40	más				
	60	más				
<b>CLASE 5</b> Calefacción con radiadores y alta temperatura	20	14	90	1	100	100
	60	más				
	80	más				

- Temperatura de funcionamiento ( $T_{oper}$ ): temperatura operativa prevista para el campo de aplicación, expresada en °C.
- Temperatura máxima de funcionamiento ( $T_{max}$ ): valor más alto de la temperatura de funcionamiento, admitido sólo durante un breve periodo de tiempo.
- Temperatura de mal funcionamiento ( $T_{ma}$ ): El valor más alto de temperatura que puede darse cuando los sistemas de control están averiados (el periodo de tiempo posible y admitido para este valor es 100 h en un periodo de 50 años de funcionamiento continuo).

En la tabla siguiente se especifica la presión máxima de uso para cada tipo de aplicación:

Tamaño	CLASE 4	CLASE 5
16 x 1,5	8 bar	6 bar
16 x 2,0	10 bar	8 bar
17 x 2,0	10 bar	8 bar
18 x 2,0	10 bar	8 bar
20 x 2,0	8 bar	6 bar
25 x 2,3	8 bar	6 bar

Todos los tubos son adecuados para transportar agua durante un periodo de 50 años a una temperatura de 20 °C y a una presión de funcionamiento de 10 bar. Todas las instalaciones de calefacción deben usar como fluido de transferencia solo agua o agua tratada.

#### Más información

Para más información consultar la página web [www.giacomini.com](http://www.giacomini.com) o dirigirse al servicio técnico: ☎ +39 0322 923372 📠 +39 0322 923255 ✉ [consulenza.prodotti@giacomini.com](mailto:consulenza.prodotti@giacomini.com). Esta comunicación tiene carácter meramente informativo. Giacomini S.p.A. se reserva el derecho de modificar los datos y características del presente documento, sin previo aviso, por razones técnicas o comerciales. La información contenida en este documento técnico no exime al usuario de respetar escrupulosamente las normativas y las normas de buenas prácticas técnicas existentes. Giacomini S.p.A. Via per Abro, 39 - 28017 San Maurizio d'Opaglio (NO) Italy

**SUELO RADIANTE**

0152ES Abril 2019

ADITIVO PARA MORTERO EN INSTALACIONES DE SUELO RADIANTE K376



K376

**Descripción**

El aditivo K376 es un producto específico para mortero en instalaciones de suelo radiante. Acorde con la norma UNE-EN 934-2, actúa como fluidificante y plastificante, permitiendo eliminar pequeñas bolsas de aire y conseguir un mejor recubrimiento de los tubos, mejorando por tanto la conductividad térmica del propio mortero.

El aditivo no contiene cloruros, motivo por el que no ataca materiales plásticos ni metales.

**Versiones y códigos**

Código	Cantidad
K376V011	10 litros

**Características**

El aditivo K376 es un líquido color naranja con olor prácticamente inapreciable con las siguientes características técnicas:

Densidad (20°)	1,14 - 1,16 Kg/litro
pH (1% V/V Agua) 25°C	aprox 8,0
Contenido en sólidos	25 ± 1%
Cloruros	< 0,1%

**Dosificación**

La mezcla recomendada consiste en mezclar 0,9-1,3 litros de aditivo por cada 100Kg de cemento. Esta mezcla corresponde aproximadamente a un litro de aditivo por cada 15 sacos de 25Kg de mortero de cemento (5/1).

Ejemplo para un metro cúbico de mortero:

- 300Kg de cemento
- 1400kg de arena
- 103 litros de agua
- 3,75 Kg de aditivo de mortero (3,26 litros)

La adición de aditivo debe realizarse con el mortero previamente amasado. Tras añadir el aditivo la mezcla debe seguir amasándose para conseguir un buen reparto, al menos 1 minuto por cada metro cúbico de hormigón.

El aditivo K376 no retarda el fraguado mientras no se aplique una sobredosificación. En este caso mantener el hormigón húmedo para prevenir la desecación prematura.

La temperatura durante el fraguado debe ser superior a 5°C. Evitar corrientes de aire que puedan resecar el mortero, produciendo grietas en la superficie.

En caso de helarse el producto puede ser utilizado si se deshela lentamente y se agita cuidadosamente.

**Precauciones**

El producto no está catalogado como peligroso ni irritante según legislación vigente. No se precisan precauciones especiales en su manipulación.

Se recomienda aun así no fumar mientras se manipula el producto, evitar el contacto con los ojos, la piel y mantenerlo alejado de los niños. Lavarse manos y antebrazos antes de comer o beber tras manipular el producto.

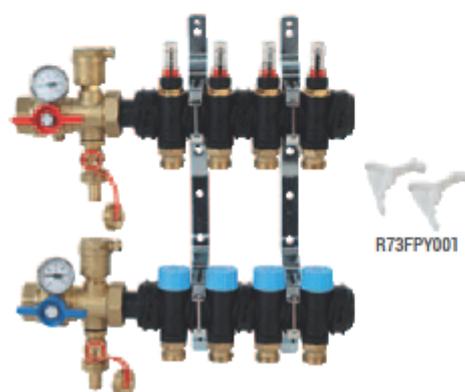
**Almacenamiento**

Almacenar en recipiente original en lugar seco y fresco, entre +5°C y +30°C protegido de los rayos directos del sol y de las heladas.

En las condiciones anteriores la caducidad del producto es de 10 meses desde el momento de su fabricación.

**Más información**

Para más información consultar la página web [www.giacomini.com](http://www.giacomini.com) o dirigirse al servicio técnico: ☎ +39 0322 923372 📠 +39 0322 923255 📧 [consulenza.prodotti@giacomini.com](mailto:consulenza.prodotti@giacomini.com). Esta comunicación tiene carácter meramente informativo. Giacomini S.p.A. se reserva el derecho de modificar los datos y características del presente documento, sin previo aviso por razones técnicas o comerciales. La información contenida en este documento técnico no exime al usuario de respetar escrupulosamente las normativas y las normas de buenas prácticas técnicas existentes. Giacomini S.p.A. Via per Alzo, 39 - 28017 San Maurizio d'Opaglio (NO) Italy

**R553FP****Colector modular premontado de tecnopolimero para instalaciones de climatización**Radiant  
SystemsDocumentación técnica  
1019ES 11/2019

Colector modular premontado para instalaciones de climatización, de tecnopolimero, compuesto por:

- 1 colector de impulsión con medidores de caudal (doble escala: 0,5÷5 L/min y 0,15÷1,5 GPM) con función de regulación/corte del fluido;
- 1 colector de retorno con válvulas de corte con volante manual (conexión M30 x 1,5 mm), previstas para el control electrotérmico mediante los actuadores R473/R473M, que pueden instalarse montando previamente el anillo R453FY002 en el módulo
- 2 válvulas multifunción R26gT (impulsión y retorno);
- Soportes metálicos R588ZP.



© VIDEO

Escanee el código QR con el smartphone o la tablet para visualizar el video tutorial.

**Versiones y códigos**

CÓDIGO	ENLACE COLECTOR x SALIDAS	Nº SALIDAS	CAJA R500-2 L x A x F
R553FP222		2	R500Y221 400x650x85x130 mm
R553FP223		3	R500Y221 400x650x85x130 mm
R553FP224		4	R500Y221 400x650x85x130 mm R500Y222 600x650x85x130 mm
R553FP225		5	R500Y222 600x650x85x130 mm
R553FP226		6	R500Y222 600x650x85x130 mm
R553FP227	G 1" x base 18	7	R500Y222 600x650x85x130 mm R500Y223 800x650x85x130 mm
R553FP228		8	R500Y222 600x650x85x130 mm R500Y223 800x650x85x130 mm
R553FP229		9	R500Y223 800x650x85x130 mm
R553FP230		10	R500Y223 800x650x85x130 mm
R553FP231		11	R500Y223 800x650x85x130 mm R500Y224 1000x650x85x130 mm
R553FP232		12	R500Y223 800x650x85x130 mm R500Y224 1000x650x85x130 mm

**Opcional**

- R500-2: caja metálica para empotrar, con profundidad regulable
- R473, R473M: cabezal electrotérmico normalmente cerrado
- R73FPY001: llaves para desmontaje de los módulos del colector.

**Recambios**

- R588ZPY001: soporte metálico con abrazadera
- R453FY002: anillo de plástico M30 x 1,5 mm para la instalación de los cabezales electrotérmicos
- P553FPY003: módulo de impulsión con caudalímetro y enlace base 18
- P553FPY004: módulo de retorno con válvula y enlace base 18
- P553FPY005: módulo tapón
- P553FPY006: módulo de entrada (sin tuerca)
- P553FPY021: kit módulo de impulsión + módulo de retorno con enlaces base 18
- P583Y004: tuerca y junta para módulo de entrada.
- P583Y007: caudalímetro con escala doble (0,5÷5 L/min e 0,15÷1,5 GPM)



Giacomini S.p.A.

Via per Alto 39, 28017 San Maurizio d'Opaglio (NO) Italia

consulenza.prodotti@giacomini.com

+39 0322 923372 - giacomini.com

1

► **Datos técnicos**

- Fluidos compatibles: agua y soluciones glicoladas (máx. 30%)
- Rango de temperatura: 5-60 °C
- Presión máxima de funcionamiento: 6 bar (60 bar para prueba de instalación)
- Separación entre ejes entre las salidas: 50 mm
- Caudalímetro con doble escala (0,5÷5 l/min y 0,15÷1,5 GPM)

**Materiales**

- Colectores: estructura interna y externa de tecnopolímero
- Válvulas multifunción 775055g: latón UNI EN 12165 CW617N
- Juntas: EPDM

► **Características principales**

**Colector de impulsión con caudalímetro**

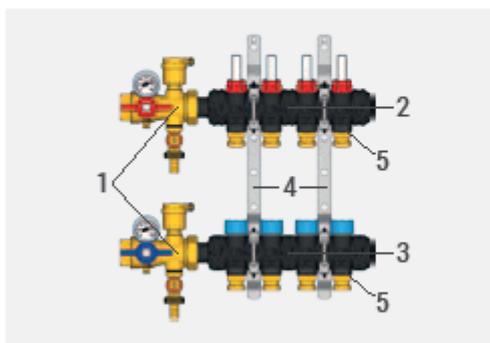
El colector de impulsión está equipado con caudalímetros con doble escala (0,5 ÷ 5 l / min y 0,15 ÷ 1,5 GPM), que también tienen la función de regular / interceptar el fluido.

Para ajustar la apertura de los circuitos, gire manualmente el anillo negro, después de quitar la tapa protectora roja.

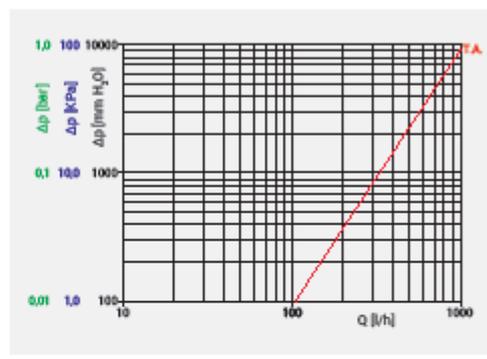
**Colector de retorno con válvula de interceptación con volante manual**

El colector de retorno está equipado con válvulas de cierre con volante manual, preparadas para el control electrotérmico mediante los cabezales R473, R473M (normalmente cerrados), que pueden instalarse después de montar el anillo especial R453FY002 en el módulo (ver párrafo "Instalación").

► **Componentes**



**Pérdida de carga**



Nº giros anillo del caudalímetro	T.A.
Kv	1,05

**Válvulas multifunción R269T**

Las válvulas multifunción R269T están diseñadas para la instalación aguas arriba de las barras de distribución del colector.

Integran las siguientes funciones

- válvula de esfera de cierre;
- purgador de aire automático dotado de válvula de interceptación;
- grifo de carga y descarga de la instalación;
- termómetro de contacto;
- entrada para sonda de temperatura de inmersión Ø 6 mm.

1	Válvula multifunción R269T
2	Módulos de impulsión con caudalímetro
3	Módulos de retorno con válvula de interceptación
4	Soportes metálicos R588ZP
5	Clip para fijación del adaptador

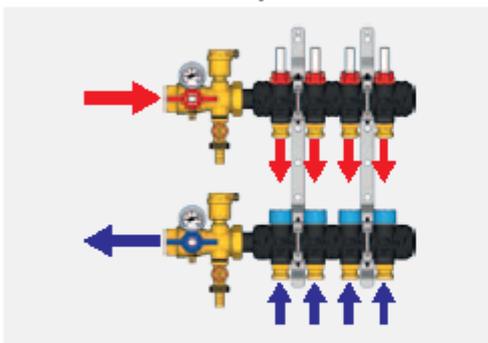


Giacomini S.p.A.  
 Via per Alzo 39, 28017 San Maurizio d'Opaglio (NO) Italia  
 consulenza.prodotti@giacomini.com  
 0139 0322 923372 - giacomini.com

## ➤ Instalación

▲ **ADVERTENCIA.** La instalación debe ser realizada por personal cualificado y siguiendo las instrucciones presentes en el embalaje.

### Entrada de tubos desde la izquierda

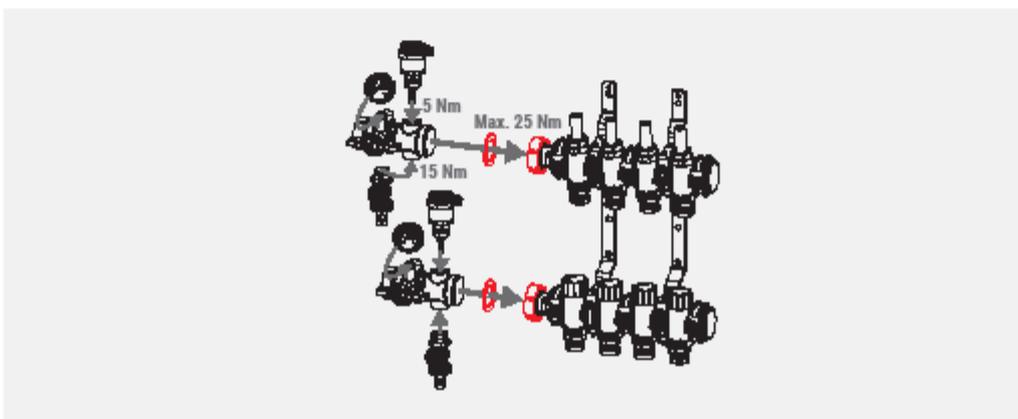


El colector se suministra pre-ensamblado sobre los soportes R588ZP, con preinstalación para la conexión de las válvulas multifunción R26gT, con conexión desde la izquierda (configuración recomendada).

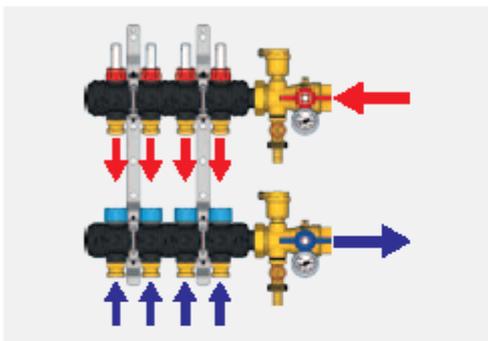
Las válvulas multifunción R26gT se suministran en cajas con los componentes sin ensamblar.

Para ensamblarlas, se debe montar el purgador, el termómetro y la llave de descarga en el racor principal y, luego, conectar el grupo al colector de distribución con la tuerca giratoria y la junta de estanqueidad.

▲ **ADVERTENCIA.** El colector puede instalarse solo sobre los soportes específicos R588ZP, nunca sustituir estos soportes con otros modelos.



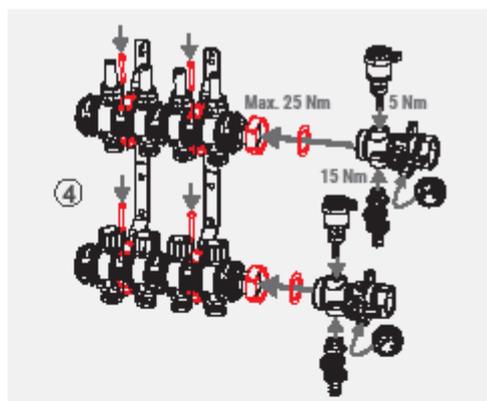
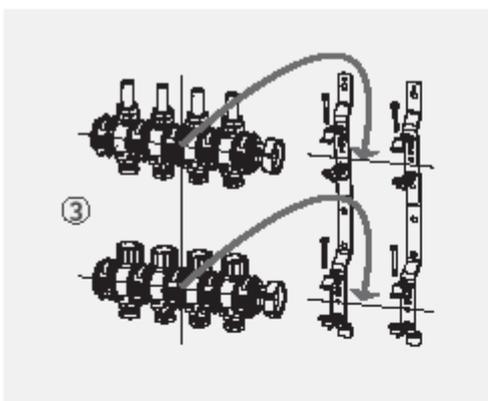
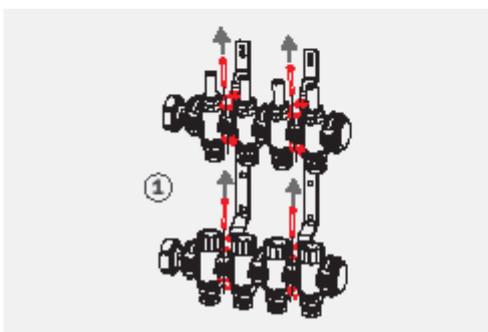
**Entrada de tubos desde la derecha**



En base a las exigencias de la instalación, también es posible instalar la válvula multifunción R26gT a la derecha del colector.

En este caso es necesario proceder del siguiente modo:

- 1) desmontar la abrazadera y separar el colector de los soportes;
- 2) girar el colector 180°;
- 3) recolocar el colector en los soportes roscando de nuevo las abrazaderas;
- 4) la válvula multifunción R26gT viene con los componentes sin ensamblar. Para hacerlo es necesario montar el purgador de aire, el termómetro y el grifo de descarga, y seguidamente conectar el grupo al colector de distribución mediante la tuerca loca.



▲ **ADVERTENCIA.** En la instalación con entrada de tubos desde la derecha, el termómetro de las válvulas multifunción R269T se monta en la parte inferior del racor principal, como se ilustra en la figura.

▲ **ADVERTENCIA.** En la instalación con entrada de tubos desde la derecha, no podrá accederse a los clips de los adaptadores (componentes - ref. 5), puesto que estarán orientados al interior de la caja.

▲ **ADVERTENCIA.** El colector puede instalarse solo sobre los soportes específicos R588ZP; nunca sustituir estos soportes con otros modelos.




 Giacomini S.p.A.  
 Via per Alzo 39, 28017 San Maurizio d'Opaglio (NO) Italia  
 consulenza.prodotti@giacomini.com  
 0139 0322 923372 - giacomini.com

➤ **Ensamblado/desensamblado de módulos**

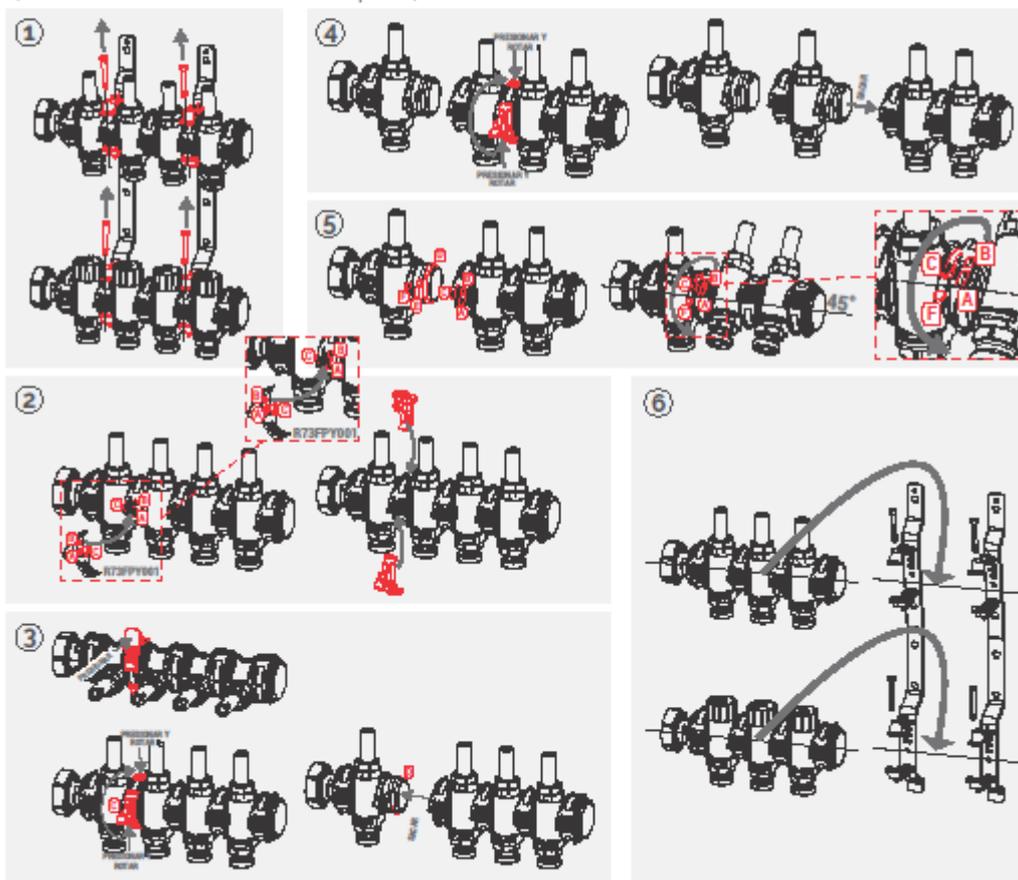
**⚠ ADVERTENCIA.** Las operaciones de ensamblado/desensamblado de los módulos deben realizarse en un ambiente libre y accesible, con colector NO conectado a los tubos de la instalación y NO alojado en los soportes específicos.

**⚠ ADVERTENCIA.** El desensamblado de los módulos debe realizarse solo en caso de que sea efectivamente necesario para no correr el riesgo de afectar la estanqueidad hidráulica.

El colector viene ensamblado de fábrica, no obstante es posible añadir o quitar módulos según necesidades.

Para **desensamblar** un módulo proceder del siguiente modo:

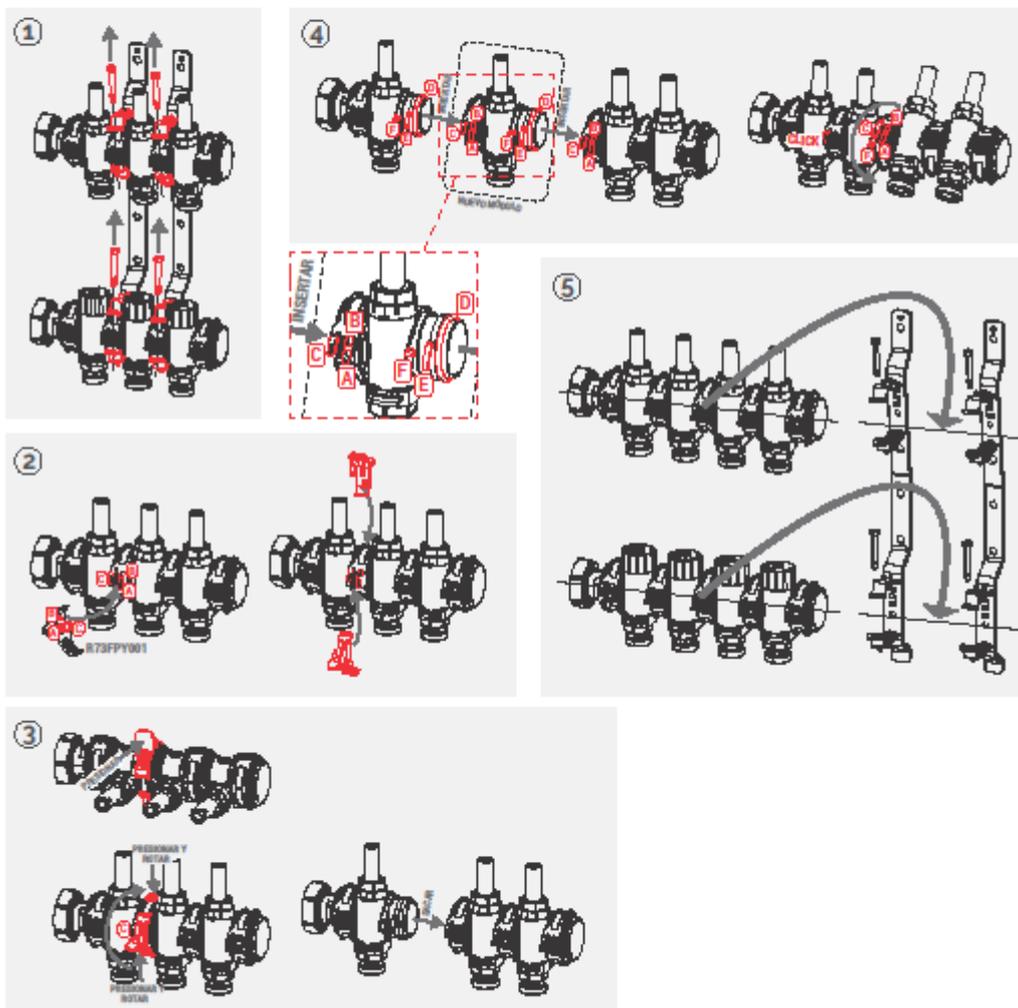
- 1) desenroscar los tornillos de las abrazaderas y desmontar los colectores de los soportes;
- 2) posicionar una de las dos llaves R73FPY001 en la parte delantera del módulo y la otra en la parte trasera, de manera tal que las protuberancias 'A', 'B' y 'C' de las llaves encastran en las ranuras 'A', 'B' y 'C' del módulo;
- 3) presionar una llave R73FP a la vez en contra del módulo para levantar las aletas 'C' y girarlo para poderlo desenganchar de un primer lado; durante esta operación, prestar atención a no perder ni dañar la junta tórica 'D';
- 4) repetir las operaciones 2 y 3 incluso para desenganchar el segundo lado del módulo que se desea retirar;
- 5) tras retirar el módulo deseado, volver a ensamblar el colector
  - asegurarse de que la junta tórica 'D' esté correctamente calzada en el racor macho del módulo (haciendo tope completamente), lubricándola con un producto deslizante adecuado para el material (EPDM) y el uso en la instalación (por ej.: lubricantes/siliconas deslizantes). Durante esta operación, prestar atención a lubricar solo la junta tórica y no las partes de plástico adyacentes;
  - introducir el módulo con racor macho en la respectiva hembra del módulo adyacente (inclinado aproximadamente 45°);
  - girar ambos módulos para alinearlos, de manera que la protuberancia 'E' encastran en las ranuras 'A' y 'B', mientras la protuberancia 'F' encastra en la ranura 'C', hasta oír el 'CLIC' que indica que se ha producido el enganche;
- 6) volver a colocar los colectores en los soportes, enroscando los tornillos de las abrazaderas.



GIACOMINI S.p.A.  
 Via per Alto 39, 28017 San Maurizio d'Opaglio (NO) Italia  
 consulenza.prodotti@giacomini.com  
 ☎ +39 0322 923372 - giacomini.com

Para **ensamblar** un módulo proceder del siguiente modo:

- 1) desenroscar los tornillos de las abrazaderas y desmontar los colectores de los soportes;
- 2) posicionar una de las dos llaves R73FPY001 en la parte delantera del módulo y la otra en la parte trasera, de manera tal que las protuberancias 'A', 'B' y 'C' de las llaves encastran en las ranuras 'A', 'B' y 'C' del módulo;
- 3) presionar una llave a la vez en contra del módulo para levantar las aletas 'C' y girarlo para poderlo desenganchar de un primer lado; durante esta operación, prestar atención a no perder ni dañar la junta tórica 'D';
- 4) introducir el nuevo módulo y volver a ensamblar el colector:
  - asegurarse de que la junta tórica 'D' esté correctamente calzada en el racor macho del módulo (haciendo tope completamente), lubricándola con un producto deslizando adecuado para el material (EPDM) y el uso en la instalación (por ej.: lubricantes/siliconas deslizantes). Durante esta operación, prestar atención a lubricar solo la junta tórica y no las partes de plástico adyacentes;
  - introducir el módulo con racor macho en la respectiva hembra del módulo adyacente (inclinado aproximadamente 45°);
  - girar ambos módulos para alinearlos, de manera que la protuberancia 'E' encastran en las ranuras 'A' y 'B', mientras la protuberancia 'F' encastra en la ranura 'C', hasta oír el 'CLIC' que indica que se ha producido el enganche;
- 5) volver a colocar los colectores en los soportes, enroscando los tornillos de las abrazaderas.



Giacomini S.p.A.  
 Via per Alzo 39, 28017 San Maurizio d'Opaglio (NO) Italia  
 consulenza.prodotti@giacomini.com  
 ☎ +39 0322 923372 - giacomini.com

## ► Regulación de los circuitos de la instalación

### Regulaciones del colector de impulsión

La regulación de cada uno de los circuitos de la instalación debe realizarse mediante los medidores de caudal presentes en los módulos de impulsión, cuya función también es la de detentores de regulación. Para realizar la regulación, proceder del siguiente modo:

- 1) retirar el capuchón rojo de protección;
- 2) girar manualmente el anillo negro en la base del caudalímetro para abrir o cerrar el circuito; el valor de caudal deseado puede leerse mediante la escala graduada del medidor de caudal;
- 3) al finalizar la regulación, volver a colocar el capuchón rojo de protección.

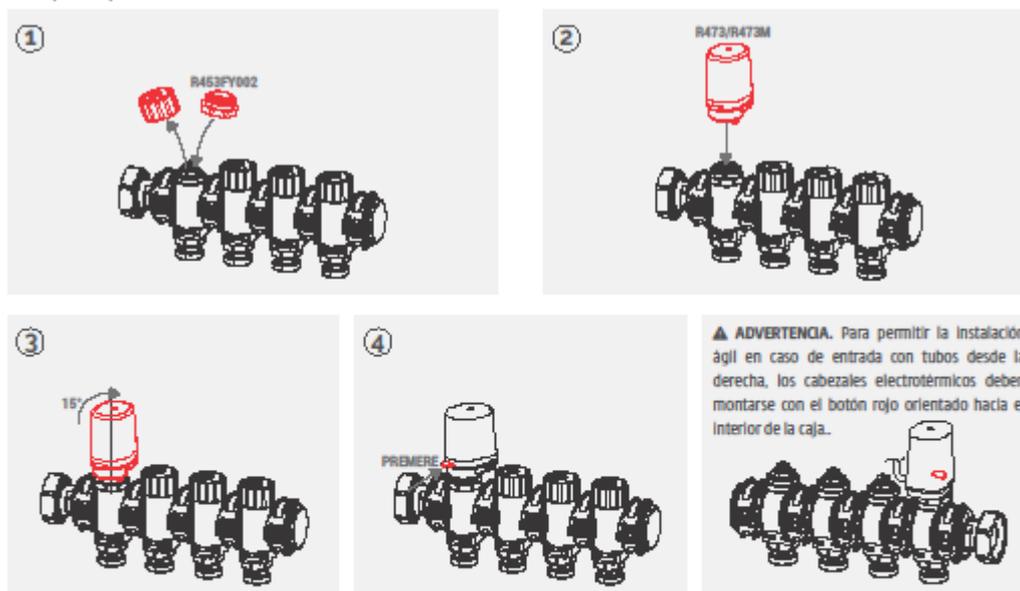


### Regulaciones del colector de retorno

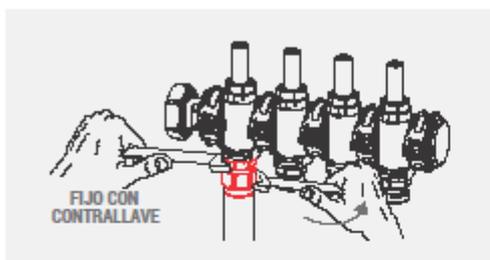
La regulación de cada uno de los circuitos en las salidas de retorno puede realizarse manualmente, girando el volante anaranjado, o bien, instalado cabezales electro térmicos normalmente cerrados R473/R473M.

Para instalar los cabezales electro térmicos, proceder como se indica a continuación

- 1) retirar el volante azul y enroscar el anillo con conexión M30 x 1,5 mm (incluido con los cabezales electro térmicos);
- 2) montar el cabezal electro térmico en el anillo, ejerciendo una presión suficiente para encastrar;
- 3) girar hacia la derecha el cabezal electro térmico aproximadamente 15°, hasta oír el sonido de enganche (par máx. 5 Nm). Para desenganchar el cabezal, girarlo 15° hacia la izquierda
- 4) empujar el botón rojo de bloqueo hacia el interior y conectar eléctricamente el cabezal, respetando estrictamente el esquema presente en las instrucciones de la misma.



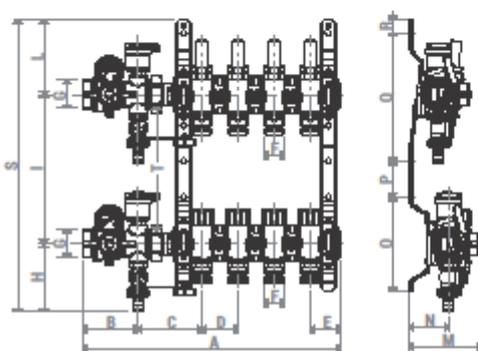
➤ **Conexión de los circuitos de la instalación**



**▲ ADVERTENCIA.** Durante el apriete del adaptador, se debe utilizar una contrallave para mantener sujeto el racor del colector.

Para la conexión de los tubos de los circuitos de la instalación, se utilizan los adaptadores adecuados Base 18 para tubos de cobre, plástico o multicapa. R178E, R179E (Eurocon).

➤ **Dimensiones**



R500Y221 (400x550x85+130 mm)  
 R500Y222 (600x550x85+130 mm)  
 R500Y223 (800x550x85+130 mm)  
 R500Y224 (1000x550x85+130 mm)

CÓDIGO	N° SALIDAS	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	F [mm]	G [mm]	H [mm]	I [mm]	L [mm]	M [mm]	N [mm]	O [mm]	P [mm]	Q [mm]	R [mm]	S [mm]	T [mm]	CAJA R500-2
R553FP222	2	258																		R500Y221
R553FP223	3	308																		R500Y221 R500Y222
R553FP224	4	358																		R500Y222
R553FP225	5	408																		R500Y223
R553FP226	6	458																		R500Y224
R553FP227	7	508	77	88	50	43	base 18	1"	95	208	104	100	54	131	50	179	18	407	ch.46	R500Y222 R500Y223
R553FP228	8	558																		R500Y223
R553FP229	9	608																		R500Y224
R553FP230	10	658																		R500Y224
R553FP231	11	708																		R500Y224
R553FP232	12	758																		R500Y224



Giacomini S.p.A.  
 Via per Alto 39, 28017 San Maurizio d'Opaglio (NO) Italia  
 consulenza.prodotti@giacomini.com  
 ☎ +39 0322 923372 - giacomini.com

## ➤ Especificaciones de producto

### R553FP con enlaces base 18

Colector premontado modular con medidor de caudal, en tecnopolimero. Enlaces: 1" (R26gT) x DN32 (colector) x base 18 (enlaces). Distancia entre las salidas 50 mm. Rango de temperatura 5-60 °C. Presión máxima de trabajo 6 bar (10 bar para prueba del sistema). Compuesto por: 1 colector de impulsión en tecnopolimero con medidor de caudal (doble escala: 0,5-5 l/min e 0,15-1,5 GPM) con función de regulación/intercaptación del fluido; 1 colector de retorno en tecnopolimero con válvula de intercaptación con volante manual, preparado para control electrotérmico; juntas en EPDM; 2 soportes metálicos; 2 válvulas multifunción de latón CW617N (impulsión y retorno).

**⚠ Advertenze per la sicurezza.** L'installazione, la messa in servizio e la periodica manutenzione del prodotto devono essere eseguite da personale professionalmente abilitato, in accordo con i regolamenti nazionali e/o i requisiti locali. L'installatore qualificato deve adottare tutti gli accorgimenti necessari, incluso l'utilizzo di Dispositivi di Protezione Individuale, per assicurare la propria incolumità e quella di terzi. L'errata installazione può causare danni a persone, animali o cose nei confronti dei quali Giacomini S.p.A. non può essere considerata responsabile.

**♻ Smaltimento imballo.** Scatole in cartone: raccolta differenziata carta. Sacchetti in plastica e pluriball: raccolta differenziata plastica.

**📄 Altre informazioni.** Per ulteriori informazioni consultare il sito [giacomini.com](http://giacomini.com) o contattare il servizio tecnico. Questa comunicazione ha valore indicativo. Giacomini S.p.A. si riserva il diritto di apportare in qualunque momento, senza preavviso, modifiche per ragioni tecniche o commerciali agli articoli contenuti nella presente comunicazione. Le informazioni contenute in questa comunicazione tecnica non esentano l'utilizzatore dal seguire scrupolosamente le normative e le norme di buona tecnica esistenti.

**♻ Smaltimento del prodotto.** Alla fine del suo ciclo di vita il prodotto non deve essere smaltito come rifiuto urbano. Può essere portato ad un centro speciale di riciclaggio gestito dall'autorità locale o ad un rivenditore che offre questo servizio.



Giacomini S.p.A.  
Via per Alzo 39, 28017 San Maurizio d'Opaglio (NO) Italia  
consulenza.prodotto@giacomini.com  
+39 0322 923372 - [giacomini.com](http://giacomini.com)

9

**CABINETS AND BRACKETS FOR MANIFOLDS**

0364ML Febbraio 2014 - Febrero de 2014

CASSETTA DA INCASSO PER COLLETTORI, SPESSORE 110 MM  
CAJA DE EMPOTRAR PARA COLECTORES DE 110 MM DE ESPESOR  
R500 SERIES



R500

**Descrizione - Descripción**

Cassette da incasso per collettori, in lamiera zincata, con telaio e portello verniciati a fuoco (RAL 9010). Serratura per la chiusura del portello.  
Cajas de empotrar para colectores, de chapa galvanizada, con marco y puerta pintados al horno (RAL 9010). Dotada de cerradura para el cierre de la puerta.

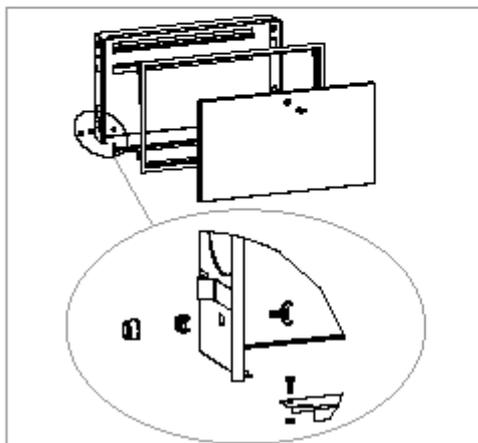
**Versioni e codici - Versiones y códigos**

Codice Código	Dimensioni utili nette (mm) (L x H x P) Dimensiones útiles netas (mm) (L x H x P)	Ingrandi per incasso (mm) (L x H x P) Dimensiones para empotrar (mm) (L x H x P)
R500Y101	400 x 460 x 110	432 x 462 x 111-121
R500Y102	600 x 460 x 110	632 x 462 x 111-121
R500Y103	800 x 460 x 110	832 x 462 x 111-121
R500Y104	1000 x 460 x 110	1032 x 462 x 111-121

**Codici di completamento**

Codice Código	Per cassetta Para caja	Dimensioni (mm) (L x H) Dimensiones (mm) (L x H)	Supporto a pavimento Soporte de suelo
R510Y001	R500Y101	400 x 200	
R510Y002	R500Y102	600 x 200	
R510Y003	R500Y103	800 x 200	
R510Y004	R500Y104	1000 x 200	

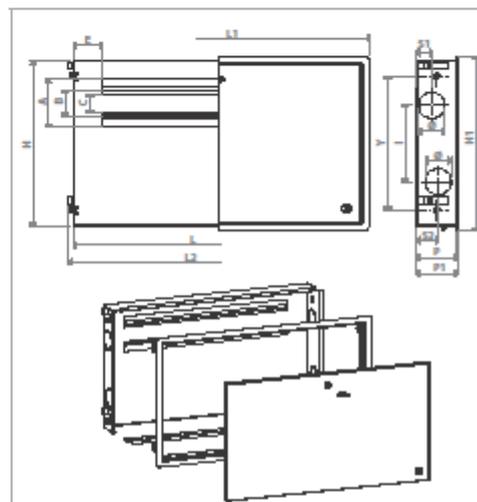
**Caratteristiche principali Características principales**



**Dati tecnici - Datos técnicos**

- Portello e telaio in lamiera zincata, verniciata di colore bianco
- Serratura per la chiusura del portello
- Utilizzo in abbinamento a collettori montati su zanche R588 o R588D
- Puerta y marco de chapa galvanizada pintada de color blanco
- Cerradura para cierre de la puerta
- Pueden utilizarse en combinación con colectores montados sobre soportes R588 o R588D

**Dimensioni - Dimensiones**



Codice Código	R500Y101	R500Y102	R500Y103	R500Y104
L [mm]	400	600	800	1000
H [mm]	460	460	460	460
P [mm]	110	110	110	110
A [mm]	133	133	133	133
B [mm]	70	70	70	70
C [mm]	55	55	55	55
E [mm]	80	80	80	80
I [mm]	213	213	213	213
Y [mm]	374	374	374	374
L1 [mm]	440	640	840	1040
L2 [mm]	432	632	832	1032
H1 [mm]	490	490	490	490
P1 [mm]	111-121	111-121	111-121	111-121
S1 [mm]	42	42	42	42
S2 [mm]	60	60	60	60
Ø [mm]	72	72	72	72

**Testi di capitolato Especificaciones de producto**

**R500**

Cassetta metallica da incasso, in lamiera elettrozincata, con portello e telaio in lamiera verniciata RAL 9010. Completa di serratura per la chiusura del portello.  
Caja de empotrar, de chapa electrogalvanizada, con puerta y marco de chapa pintada RAL 9010. Dotada de cerradura para el cierre de la puerta.



ISO 9001:2000



## R179AM Adaptador para tubo de plástico y multicapa

Versión: 1, septiembre 2006



La unión de los tubos en plástico o multicapa a los sistemas de distribución Giacomini se realiza mediante el adaptador de compresión R179AM

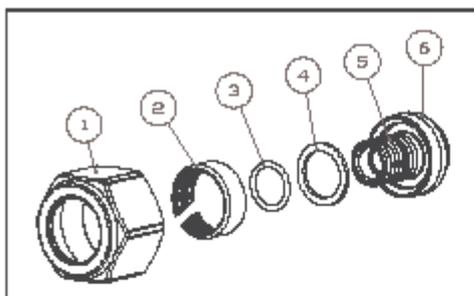
### Características técnicas

- Temperatura máxima de ejercicio: 110°C
- Presión máxima de ejercicio: 10 bar
- Junta de estanqueidad: Junta tórica "negra" (EPDM72 "alimentario" conforme EN 681-1 idóneo para distribución de agua potable (ref. P51RN)

### Medidas y Códigos

Consultar tarifa de precios para seleccionar la medida y código.

### Instalación



- |   |   |
|---|---|
| 1) Tuerca   | 4) Anillo dieléctrico                                   |
| 2) Anillo de compresión                                 | 5) Racor portajuntas                                    |
| 3) Junta tórica interna (incluido en racor portajuntas) | 6) Junta tórica externa (incluido en racor portajuntas) |

- 1) Cortar el tubo perpendicularmente al eje mediante las tijeras R990 (girar ligeramente la tijera durante la operación para facilitar el corte) o bien, para tubería multicapa, utilizar el cortatubos RP204, con objeto de evitar la ovalización del tubo.
- 2) Desbarbar la superficie interna del tubo, empleando el desbarbador RP205
- 3) En tubería multicapa, calibrar la sección interna del tubo, utilizando el calibrador RP209
- 4) Lubricar las juntas tóricas de estanqueidad y la superficie interna del tubo en contacto con la junta interna.
- 5) Introducir la tuerca y posteriormente el anillo de compresión en el tubo.

- 6) En tubería multicapa introducir el anillo dieléctrico en el racor portajuntas
- 7) Introducir el racor portajuntas en el tubo hasta tope.
- 8) Acoplar el racor portajuntas en la conexión del sistema de distribución.
- 9) Roscar la tuerca en la conexión.



#### Atención!

En tuberías multicapa es necesario interponer el anillo dieléctrico entre tubo y racor portajuntas con objeto de evitar la corrosión galvánica entre el aluminio del tubo multicapa y el latón del racor.



#### Atención!

El excesivo apriete de la tuerca a la conexión del sistema de distribución perjudica el comportamiento mecánico e hidráulico de la unión.

### Normas de referencia

- EN 1254 - 3  
Cobre y aleaciones de cobre. Accesorios. Parte 3: Accesorios de compresión para tuberías de plástico.
- EN 1254 - 4  
Cobre y aleaciones de cobre. Accesorios. Parte 4: Accesorios para soldar por capilaridad o de compresión para montar con otros tipos de conexiones.

### Información adicional

Para mayor información consultar la web : [www.giacomini.com](http://www.giacomini.com) o contactar con:

- ☎ +34 93-884-10-01  
☎ +34 93-884-10-73  
✉ [giacomini.espana@giacomini.com](mailto:giacomini.espana@giacomini.com)

Esta comunicación tiene valor indicativo. Giacomini S.p.A. se reserva el derecho de aportar en cualquier momento, sin previo aviso, modificaciones por razones técnicas o comerciales a los artículos contenidos en la presente comunicación. Las informaciones contenidas en esta comunicación técnica no eximen al usuario de seguir escrupulosamente la legislación y las normas de buena técnica en vigor. La reproducción total o parcial del contenido está prohibida, salvo autorización escrita de la dirección.

Giacomini S.p.A. Via per Alzo, 39 I-28017 San Maurizio d'Opaglio (NO) Italy

File: R179AM -E- v1

Termostatos y regulación | **Regulación hidráulica**

**Válvulas mezcladoras de 3 vías y servomotor**

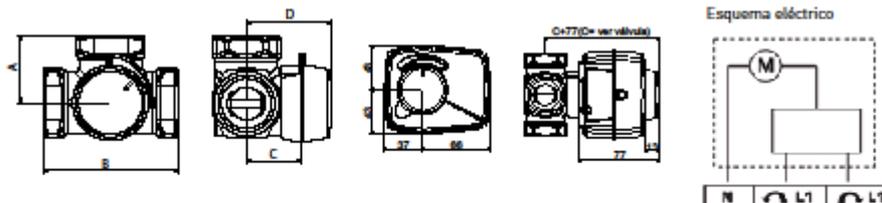
Válvula y servomotor para la regulación del caudal de agua en instalaciones de calefacción y agua caliente circuito primario.

- Posibilidad de mando mediante termostato bipolar.
- Posible acción manual de la válvula.
- Válvula con cuerpo de latón (de 3/4" a 2") ó fundición (2 1/2" a 4") y obturador de latón.
- Juntas tóricas de EPDM.



		Cuerpo latón sin servomotor (conexión rosca H)					Servomotor SM-41
		3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	Para cuerpos de 3/4" a 2" (kit montaje incluido)
A	mm	36	41	47	53	60	Tensión eléctrica: 230 V ~
B	mm	72	82	94	106	120	Frecuencia eléctrica: 50 Hz
C	mm	32	34	37	44	46	Potencia nominal: 5 VA
D	mm	50	52	55	60	64	Tiempo giro 90°: 120 seg
E	mm	-	-	-	-	-	Par trabajo: 6 Nm
F	mm	-	-	-	-	-	Modelo: SM-41
Referencia		195150027	195150028	195150029	195150030	195150031	195160011
PVP		54 €	60 €	61 €	96 €	101 €	150 €

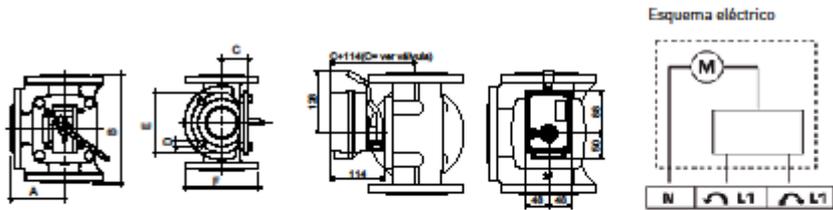
Presión máx. de trabajo: PN 10 bar





Cuerpo hierro fundido sin servomotor (conexión brida)			Servomotor SM-81
2 1/2"	3"	4"	Para cuerpos de 2 1/2", 3" y 4" (kit montaje incluido)
100	120	132,5	Tensión eléctrica: 230 V ~
200	240	265	Frecuencia eléctrica: 50 Hz
52	63	73	Potencia nominal: 5 VA
4x15	4x18	4x18	Tiempo giro 90°: 120 seg
130	150	170	Par trabajo: 15 Nm
160	190	210	Modelo: SM-81
195150024	195150025	195150026	195160012
261 €	388 €	488 €	196 €

Presión máx. de trabajo: PN 6 bar



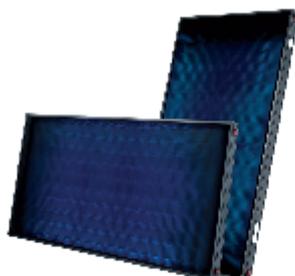
Energía solar térmica | Paneles solares planos

Sol 250

Sol 250 H

Sol 200

Sol 200 H

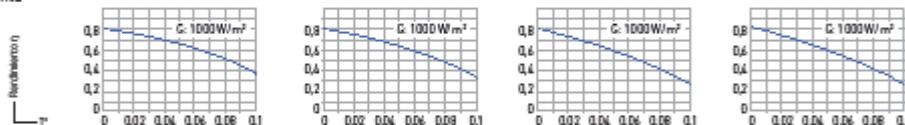


Instalación	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
Superficie total m <sup>2</sup>	2,5	2,5	2	2
Colectores por fila	Hasta 10	Hasta 10	Hasta 10	Hasta 10
Absorbedor	De aluminio, con tratamiento altamente selectivo			
Espesor absorbedor mm	0,4	0,4	0,4	0,4
Absorbancia %	95	95	95	95
Emitancia %	5	5	5	5
Circuito hidráulico	Serpentín	Serpentín	Serpentín	Serpentín
Vidrio solar	Texturizado 3,2 mm.	Texturizado 3,2 mm.	Texturizado 3,2 mm.	Texturizado 3,2 mm.
Aislamiento posterior	Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm	Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm	Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm	Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm
Carcasa	De aluminio en color gris RAL7016			
Garantía (*) años	10	10	10	10

Superficie total m <sup>2</sup>	2,51	2,51	2,01	2,01
Superf. de apertura m <sup>2</sup>	2,37	2,37	1,90	1,90
Capacidad l	2,9	2,7	1,9	2,2
Peso vacío kg	47	47	34	35
Presión máx. trabajo bar	10	10	10	10
Temp. estancamiento °C	198	221	213	211

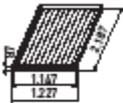
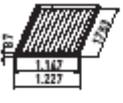
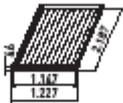
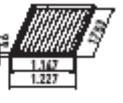
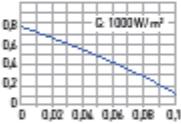
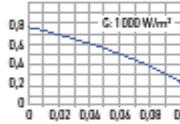
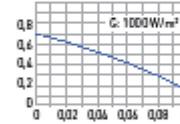
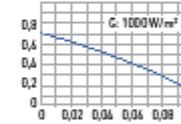


Curva de rendimiento



Ecuación característica	$\eta = 0,812 - 3,478 T^* - 0,018 G T^{*2}$	$\eta = 0,818 - 3,748 T^* - 0,016 G T^{*2}$	$\eta = 0,817 - 3,716 T^* - 0,018 G T^{*2}$	$\eta = 0,809 - 3,989 T^* - 0,017 G T^{*2}$
Contraseña certificación	GPS-B449	GPS-B450	GPS-B417	GPS-B420
Referencia	720364401	720364501	720364001	720364301
PVP	727 €	758 €	566 €	586 €

(\*) Ver condiciones de garantía en la tarjeta que se adjunta con el producto

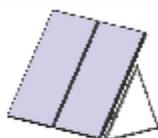
Mediterraneo 250	Mediterraneo 200	Mediterraneo Slim 250	Mediterraneo Slim 200
			
Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
2,5	2	2,5	2
Hasta 10	Hasta 10	Hasta 8	Hasta 8
De aluminio, con tratamiento altamente selectivo			
0,4	0,4	0,4	0,4
95	95	95	95
5	5	5	5
Parrilla	Parrilla	Parrilla	Parrilla
Texturizado 3,2 mm.	Texturizado 3,2 mm.	Texturizado 3,2 mm.	Texturizado 3,2 mm.
Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm	Fibra de vidrio con velo negro de 40 mm	Fibra de vidrio de 20 mm	Fibra de vidrio de 20 mm
De aluminio	De aluminio	De aluminio	De aluminio
8	8	8	8
			
2,51 2,40 1,7 44 10 206	2,01 1,92 1,5 34 10 206	2,52 2,4 1,27 31 10 180	2,02 1,92 1,08 26 10 180
			
$\eta = 0,765 - 3,653 T^* - 0,012 GT^{*2}$	$\eta = 0,770 - 3,024 T^* - 0,011 GT^{*2}$	$\eta = 0,742 - 3,923 T^* - 0,014 GT^{*2}$	$\eta = 0,729 - 3,847 T^* - 0,017 GT^{*2}$
GPS-B421	GPS-B421	GPS-B600	GPS-B600
720363701	720363801	7219376	7219375
657 €	625 €	550 €	460 €



Energía solar térmica

**Soportes y accesorios hidráulicos para paneles solares planos**

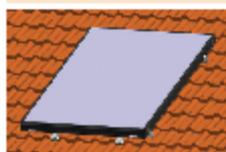
**Soporte para colectores planos en Cubierta plana**



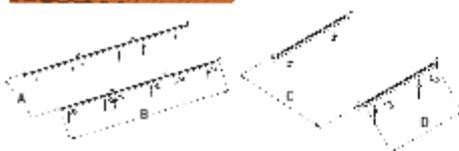
Soportes premontados para facilitar su instalación. Permiten variar la inclinación desde 30° a 55°. Para filas de más de dos colectores se deberán montar suplementos a partir del tercer colector. Por ejemplo, en una fila de 5 colectores se deberá montar un soporte para dos colectores y tres suplementos.



**Soporte para colectores planos en Tejado inclinado**



Para filas de más de dos colectores se deberán montar suplementos a partir del tercer colector. Por ejemplo, en una fila de 5 colectores se deberá montar un soporte para dos colectores y tres suplementos.



**Accesorios hidráulicos**

**Sol 250/200**

**Sol 250 H**

A mm	2468			4474		
B mm	1525			841		
C mm	1234			2237		
D mm	1525			841		
	2 colectores	1 colector	Suplemento	1 colector	Suplemento	
Referencia	7218884	7217027	7217031	7217033	7217034	
PVP	266 €	177 €	119 €	203 €	130 €	

A mm	1900 (Sol 250) / 1450 (Sol 200)			850		
B mm	2374			4450		
C mm	1900 (Sol 250) / 1450 (Sol 200)			850		
D mm	1187			2227		
	2 colectores	1 colector	Suplemento	2 colectores	1 colector	Suplemento
Referencia	7212833	7212822	7212848	7212834	7212823	7212850
PVP	210 €	118 €	107 €	289 €	156 €	144 €

Kit fijación soporte para instalación bajo teja (opcional)

Referencia	720483901
PVP	65 €

Para soportes de dos colectores son necesarios 3 kits. Para soportes de un colector o suplementos, son necesarios 2 kits.

**Acoplamientos del tipo rápido, con junta tórica**

**Acoplamientos del tipo rápido, con junta tórica**

	1 por cada fila		1 por cada fila
Referencia	7212785		7212785
PVP	110 €		110 €



	1 por cada suplemento		1 por cada suplemento (a partir del 3 colector de la fila)
Referencia	720239901		720239901
PVP	40 €		40 €



Sol 200 H		Mediterraneo 250/200			Mediterraneo Slim 250/200		
3606		2468			2468		
841		1525			1525		
1803		1234			1234		
841		1525			1525		
1 colector	Suplemento	2 colectores	1 colector	Suplemento	2 colectores	1 colector	Suplemento
7217035	7217036	7218884	7217027	7217032	7218884	7217027	7217032
181 €	118 €	266 €	177 €	119 €	266 €	177 €	119 €

850		1900 (Med 250) / 1450 (Med 200)			1900 (Slim 250) / 1450 (Slim 200)			
3586		2468			2468			
850		1900 (Med 250) / 1450 (Med 200)			1900 (Slim 250) / 1450 (Slim 200)			
1793		1234			1234			
2 colectores	1 colector	Suplemento	2 colectores	1 colector	Suplemento	2 colectores	1 colector	Suplemento
7212832	7212821	7212849	7212853	7212852	7212854	7212853	7212852	7212854
258 €	139 €	134 €	210 €	118 €	107 €	210 €	118 €	107 €

Acoplamiento del tipo rápido, con junta tórica	Acoplamiento del tipo cónico de compresión Ø22 mm	Acoplamiento del tipo cónico de compresión Ø16 mm
1 por cada fila	1 por cada fila	1 por cada fila
7212785	7213453	7222025
110 €	110 €	85 €
 <p>x4 x1 x2</p> <p>x2 x1</p>	 <p>x2 x2</p> <p>x1 x1</p>	 <p>x2 x2</p> <p>x1 x1</p>
1 por cada suplemento (a partir del 3 colector de la fila)	1 por cada suplemento	1 por cada suplemento
720239901	7213454	7222029
40 €	18 €	18 €
 <p>x2</p>	 <p>x2</p>	 <p>x2</p>

## 7 Especificaciones técnicas

### 7.1 Datos técnicos

#### 7.1.1 Calentador solar de agua caliente sanitaria

Tab.5

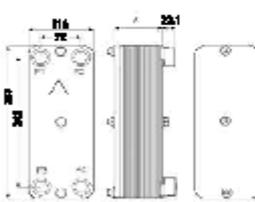
	Unidad	FST 200	FST 300	FST 400	FST 500 (7628745)	FST 500 (7680684)
<b>Circuito primario: Intercambiador solar</b>						
Temperatura máxima de servicio	°C	110	110	110	110	110
Presión máxima de servicio	MPa (bar)	1,0 (10)	1,0 (10)	1,0 (10)	1,0 (10)	1,0 (10)
Capacidad del intercambiador	litros	8,1	10,1	12,1	16,8	12,8
Superficie de intercambio	m <sup>2</sup>	1,2	1,5	1,8	2,5	1,9
Caída de presión en 1 m <sup>3</sup> /h	kPa	1,9	2,2	2,5	3,2	2,6
<b>Circuito primario: Intercambiador de respaldo</b>						
Temperatura máxima de servicio	°C	110	110	110	110	110
Presión máxima de servicio	MPa (bar)	1,0 (10)	1,0 (10)	1,0 (10)	1,0 (10)	1,0 (10)
Capacidad del intercambiador	litros	5,1	6,7	6,7	6,7	5,1
Superficie de intercambio	m <sup>2</sup>	0,76	1	1	1	0,76
Caída de presión en 2 m <sup>3</sup> /h	kPa	4	5	5	5	4
<b>Circuito secundario (agua sanitaria)</b>						
Temperatura máxima de servicio	°C	95	95	95	95	95
Presión máxima de servicio	MPa (bar)	1,0 (10)	1,0 (10)	1,0 (10)	1,0 (10)	1,0 (10)
Capacidad de agua	litros	225	295	400	500	500
<b>Peso</b>						
Peso del embalaje - Paquete del acumulador	kg	106	129	156	188	215
<b>Rendimiento del circuito primario: Intercambiador de respaldo</b>						
Potencia intercambiada <sup>(1)</sup>	kW	24	30	30	30	24
<b>Rendimiento</b>						
Caudal por hora ( $\Delta T = 35^{\circ}C$ ) <sup>(1)</sup>	litros/h	590	740	740	740	590
Capacidad de extracción en 10 minutos ( $\Delta T = 30^{\circ}C$ ) <sup>(2)</sup>	Litros/10 min	150	210	270	320	305
Pérdida de calor en modo de espera ( $\Delta T = 45 K$ )	kWh/24h	1,80	2,20	2,60	3,00	2,77
(1) Temperatura primaria: 80°C - Entrada de agua fría sanitaria: 10 °C - Salida de agua caliente sanitaria: 45 °C - Temperatura primario: 2 m <sup>3</sup> /h (2) Temperatura primaria: 80 °C - Entrada de agua fría sanitaria: 10 °C - Salida de agua caliente sanitaria: 40 °C - Depósito de agua caliente sanitaria: 66 °C						

## 7 Especificaciones técnicas

Tab.6 Parámetros técnicos para depósito de agua caliente

Nombre del producto		Unidad	FST 200	FST 300	FST 400	FST 500 (7628745)	FST 500 (7680684)
Capacidad	V	l	225	295	400	500	500
Pérdida constante	S	W	75	92	108	125	115

Intercambiador de placas m10h					
Placas desmontables, fabricadas en AISI 316. R máx. 10 bar. T máx. 100°C. P1 - Salida circuito secundario a 1" / P2 - Entrada circuito primario a 1" / P3 - Entrada circuito secundario a 1" / P4 - Salida circuito primario a 1"					
	M10H 20	M10H 30	M10H 40	M10H 50	M10H 60
Cota A (mm)	65,7	80,5	111	134	157
Referencia	144948107	144948108	144948043	144948044	144948048
Precio	1.126 €	1.264 €	1.868 €	1.876 €	2.048 €



**Características Térmicas**

Aplicaciones	Primario	Sec
Primario	Agua / propilenglicol a 32%.	
Sin Térmico	85°C a 45°C	85°C a 45°C
Secundario	Agua	
Sin Térmico	15°C a 25°C	25°C a 25°C
Pérdida de carga	≤3 m.c.a.	
Potencia de intercambio	kW nominal	
1) M10H a 20 placas	20,29	15,16
2) M10H a 30 placas	48,02	29,98
3) M10H a 40 placas	81,24	27,91
4) M10H a 50 placas	81,69	25,14
5) M10H a 60 placas	70,93	37,29

Centrales de regulación CS10, CS2 y CS2 Plus			Líquido solar FAC 10 y FAC 20	
CS 10: Control de hasta 13 instalaciones tipo 0 radi y 4 verticales.	CS 2: Control de hasta 10 instalaciones tipo 0 radi y 3 verticales.	CS 2 Plus: Control de hasta 4 instalaciones tipo 0 radi + 1 radi de hasta 3,4 kW y 3 verticales.	Componentes de propilenglicol e inhibidores de la corrosión.	
CS10	CS2	CS2 Plus	FAC 10	FAC 20
Referencia	7212678	7212679	144940813	144940817
Precio	267 €	192 €	91 €	143 €



Mezclador termostático MT		Válvulas de seguridad			Vasoflex solar					
Regula el ACS entre 30 y 60°C. T. máx. 70°C. P. máx. 10 bar. Caudal: con $\Delta p = 1$ bar: 25 Nm/h para 3/2" y 37 Nm/h para 1".		R. máx. 4 bar. T. máx. 150°C.			R. máx. 8 bar. P. Útilizado 2,5 bar. T. máx. 120°C.					
MT 3/4"	MT 1"	1/2"	3/4"	1"	18 l	25 l	35 l	50 l	60 l	
Referencia	144940814	144940815	144940816	144940817	144940818	144940819	144940820	144940821	144940822	
Precio	87 €	99 €	14 €	26,38 €	81 €	109 €	119 €	132 €	156 €	245 €



Purgador automático 1/2"		Separador de aire Flamcovent 22		Tubería flexible acero inoxidable	
Presión máxima 10 bar. Temperatura máxima 120°C.		Presión máxima 10 bar. Temperatura máxima 120°C.		Sistema rápido de detta tubería de acero inoxidable flexible, preinstalada, que incluye el cable del sensor de temperatura, 4 ritornos de vertido y 4 silenciosos.	
Referencia	144940824	144940823	144940138	144940139	144940137
Precio	78 €	183 €	742 €	899 €	

Instalación de ACS  
 Temporiz. y  
 ACS Solar Activo

Circuladores y complementos de Instalaciones

Circuladores para calefacción alta eficiencia



Quantum Maxi

Circuladores para instalaciones de calefacción y refrigeración. Los circuladores Quantum cumplen con la Directiva ErP 2015, disponiendo todos ellos de un Índice de Eficiencia Energética IEE  $\leq 0,23$ . El índice de referencia para los circuladores más eficientes es IEE  $\leq 0,20$ .

La gama de alta eficiencia Quantum Maxi es una serie de circuladores de rotor homado con la tecnología ECM (Electronic Commutated Motor) con regulación de presión diferencial integrada.

Índice de protección eléctrica: IPX 2D.

Se suministran los accesorios hidráulicos de conexión: juntas y recovers.

Módulo de regulación:

Presión diferencial variable (AV-c): Si disminuye el caudal en la red de tuberías, la bomba reduce la altura de impulsión a la mitad.

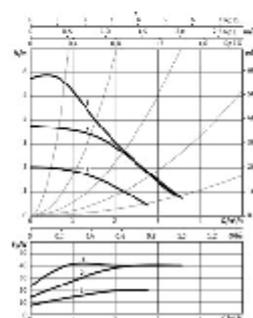
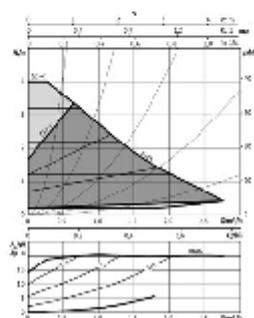
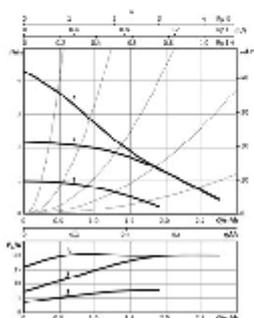
Presión diferencial constante (AV-c): La regulación mantiene constante la altura de impulsión ajustada de forma independiente al caudal impulsado.

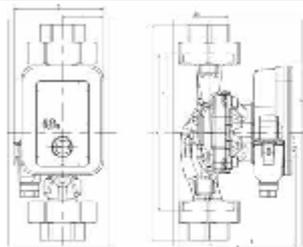
c1, c2, c3 3 velocidades (c1, c2, c3): La bomba funciona sin regulación en tres niveles de velocidad constante preajustada.

		MYL30	1025 1"	1025 1 1/4"
Q max	m <sup>3</sup> /h	2,7	2,7	2,7
H máx.	m.c.a.d.a	4,2	4,2	4,2
Rango T° trabajo	°C	-10 a 95	-10 a 95	-10 a 95
Presión máx. de trabajo	bar	6	6	6
Diámetro nominal (DN)		1 1/2"	1 1/2"	2"
Conexión tubería		Racor 1"	Racor 1"	Racor 1 1/4"
Tensión	V	230 ~	230 ~	230 ~
Velocidad	rpm	800 - 3.600	800 - 3.600	800 - 3.600
Intensidad nominal	A	0,04 - 0,36	0,04 - 0,36	0,04 - 0,36
Potencia absorbida	W	4 - 21	4 - 21	4 - 21
Peso	kg	2,4	2,4	3,0
A	mm	130	130	130
B	mm	133,2	133,2	133,2
C	mm	101,9	101,9	101,9
D	mm	106,8	106,8	106,8
E	mm	99,2	99,2	99,2
F	mm	74,4	74,4	74,4
G		1"	1"	1 1/4"
H	mm	66	66	66
I	mm	64,8	64,8	64,8
Referencia		7739846	7739846	7739846
Precio		211 €	211 €	211 €

MYL30 / 1025

1035





Aislamiento para las bombas circulatorias

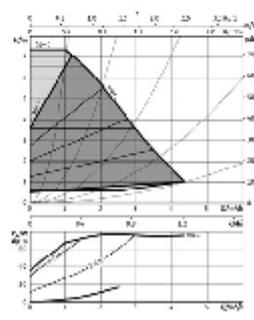
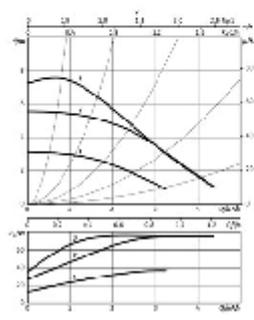
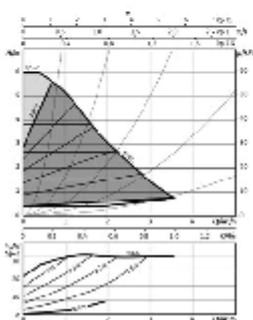
Disponible para los modelos 1035, 1035 y 1045

Referencia 7722879

Precio 17 €

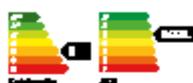
1035 1"	1035 1 1/2"	1045
3,5	3,5	4,4
6	6	7,6
-10 a 96	-10 a 96	-10 a 96
6	6	6
1 1/2"	2"	2"
Racor 1"	Racor 1 1/2"	Racor 1 1/2"
220 ~	220 ~	220 ~
800 - 4.200	800 - 4.200	800 - 4.800
0,04 - 0,44	0,04 - 0,44	0,04 - 0,70
4 - 42	4 - 42	4 - 75
2,6	3,0	3,2
180	180	180
130,2	130,2	146
101,9	101,9	101,9
248,8	248,8	248,8
99,2	99,2	111
78,4	78,4	78,4
1"	1 1/2"	1 1/2"
90	90	90
44,8	44,8	44,8
7722879	7722885	7722887
263 €	263 €	378 €

### 1045



Calderas de gasóleo

Grupos térmicos de fundición



Lida EM Eco

**Fácil manejo:** grupos térmicos de hierro fundido con cuadro de control analógico de fácil manejo. Robustus, durabilidad y fiabilidad: La caldera incluye un cuerpo de fundición y materiales de alta calidad para garantizar una larga vida útil del grupo térmico. Los modelos 20, 30 y 50 GTA incluyen un acumulador de acero verticalizado con fondo de mar grueso.

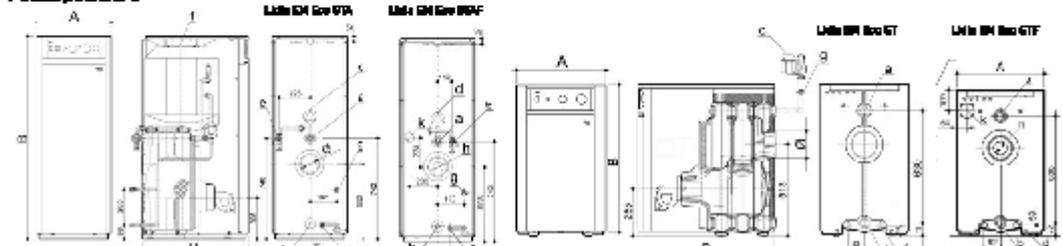
Los modelos 30 y 50 GTA Inox incluyen un acumulador de acero inox, con posibilidad de incorporar protección catódica permanente. **Muy bajas emisiones:** los calderas incorporan un eficiente quemador de muy bajas emisiones de NOx. **Baja Temperatura:** indicada para instalaciones de radiadores y de suelo radiante.

**Circulador mandante de alta eficiencia:** se entrega el circulador de calefacción en su embalaje, y la válvula de seguridad. Con la versión GTA también se suministra el grupo de seguridad Flobrans para el depósito, y el circulador del primario de ACS integrado y montado en la caldera.

	GTA					GT				
	20	30	30 Inox	50	50 Inox	20	30	40	50	60
Potencia térmica nominal agua caliente	20,0	29,0	29,0	48,0	48,0	-	-	-	-	-
Potencia térmica nominal Calefacción 90/70°C	20,0	29,0	29,0	48,0	48,0	20,0	29,0	38,0	48,0	58,0
Resistencia a pulsión nominal 60/40°C	92,9	93,2	93,2	93,4	93,6	92,9	93,2	93,4	93,6	93,7
Resistencia con carga parcial del 50% 60/40°C	97,2	97,0	97,0	96,7	96,7	97,2	97,0	96,8	96,7	96,6
Eficiencia N/A: 60/70/14/43/20/10	118,7	111,6	111,6	108,4	108,4	118,7	111,6	96,3	108,4	107,9
Volumen acumulador	120	120	120	160	160	-	-	-	-	-
Protección ACS en 10 minutos a 70°C	206	217	228	301	328	-	-	-	-	-
Protección estufa CO	670	630	730	880	1120	-	-	-	-	-
Peso seco aproximado	225	290	290	360	360	139	169	203	239	273
Clase de eficiencia en Calefacción	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Clase de eficiencia en ACS Partí demand	B/XXL	B/XXL	B/XXL	B/XXL	B/XXL	-	-	-	-	-
Circulador de Calefacción 60	Quantum Maxi Eco HTL-90					Quantum Maxi Eco HTL-114*				
Referencia GTA y GT	7703649	7703650	7703651	7703652	7703653	7703654	7703655	7703656	7703657	7703658
Precio	4.188 €	4.383 €	4.771 €	4.879 €	5.776 €	3.327 €	3.816 €	3.741 €	3.138 €	3.889 €
Referencia GTAF y GTF	-	7703219	-	-	-	-	7703218	-	-	-
Precio	-	4.357 €	-	-	-	-	2.419 €	-	-	-

Forma de suministro	En un solo todo									
	Quantum Maxi Eco HTL-90		Quantum Maxi Eco HTL-114*		Quantum Maxi Eco HTL-90		Quantum Maxi Eco HTL-114*		Quantum Maxi Eco HTL-114*	
Dimensiones										
A. Ancho	11"	11"	11"	11 1/2"	11 1/2"	11"	11"	11 1/2"	11 1/2"	11 1/2"
B. Altura	11"	11"	11"	11 1/2"	11 1/2"	11"	11"	11 1/2"	11 1/2"	11 1/2"
C. Profundidad	11"	11"	11"	11 1/2"	11 1/2"	11"	11"	11 1/2"	11 1/2"	11 1/2"
d. Diámetro	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
e. Entrada agua fría	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
f. Conexión de ACS	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	-	-	-	-	-
g. Salida calefacción	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
h. Dimensiones (mm)										
A. Ancho	280	280	280	290	290	280	280	290	290	290
B. Altura	1.087	1.087	1.087	1.090	1.090	1.087	1.087	1.090	1.090	1.090
C. Profundidad	660	770	770	1.020	1.020	660	770	770	1.020	1.020
g1. Salida calefacción	180	180/90 P1	180	180	180	180	180/90 P1	180	180	180
g2. Entrada agua acumulador	-	80 P1	-	-	-	-	80 P1	-	-	-

(1) 1º modelo ACS: 40°C (2) Ver curvas características en capítulo de Características. (3) Longitud máxima Calefacción desde 60 mm = 2 x 8 m + code 90°. La longitud equivalente code 90° es de 0,8 m. 1 m menos de aspiración, parámetro B en modo de aspiración. 1º modelo agua fría: 10°C 1º modelo primario: 80°C

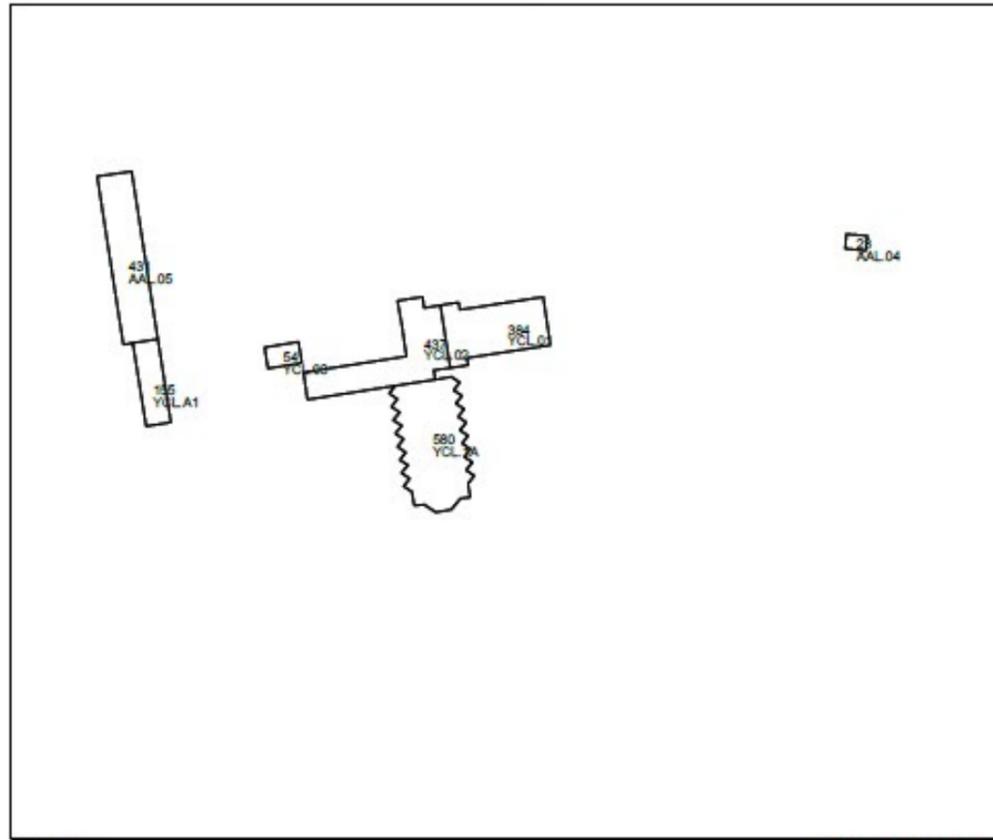


BAI ofrece un servicio gratuito de la Puerta al Mercado de la caldera radiante, a petición del usuario, por el Servicio de Asistencia Técnica BAI

## **DOCUMENTO N°2: PLANOS**

PS GENERAL DAVILA, 0035. SANTANDER [Cantabria]

5 de julio de 2022 21:12

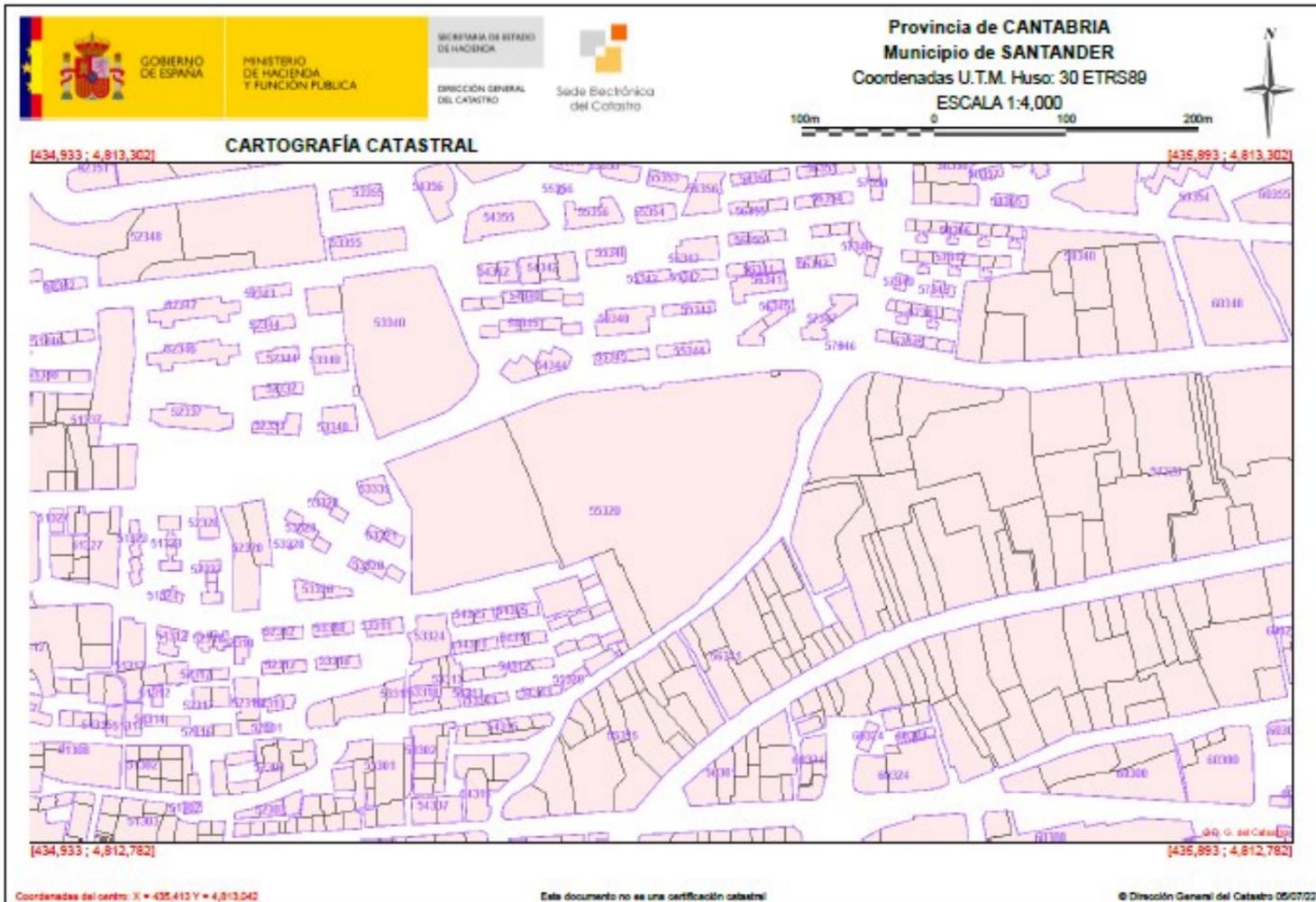


SUPERFICIE PARCELA: 29.322 m <sup>2</sup>		
SUPERFICIES SEGÚN USOS		
Código	Sup. en m <sup>2</sup>	Descripción
YCL.01	384	YCL
YCL.02	437	YCL
YCL.03	54	YCL
AAL.04	23	ALMACEN
AAL.05	431	ALMACEN
YCL.1A	580	YCL
YCLA.1	155	YCL
<b>TOTAL</b>	<b>2064</b>	
SUPERFICIES GRÁFICAS		
Código	Sup. en m <sup>2</sup>	Descripción
AAL.05	431	ALMACEN
AAL.04	23	ALMACEN
YCLA.1	155	YCL
YCL.03	54	YCL
YCL.02	437	YCL
YCL.1A	580	YCL
YCL.01	384	YCL
<b>TOTAL</b>	<b>2064</b>	

PLANTA 02

CROQUIS A ESCALA 1:1500

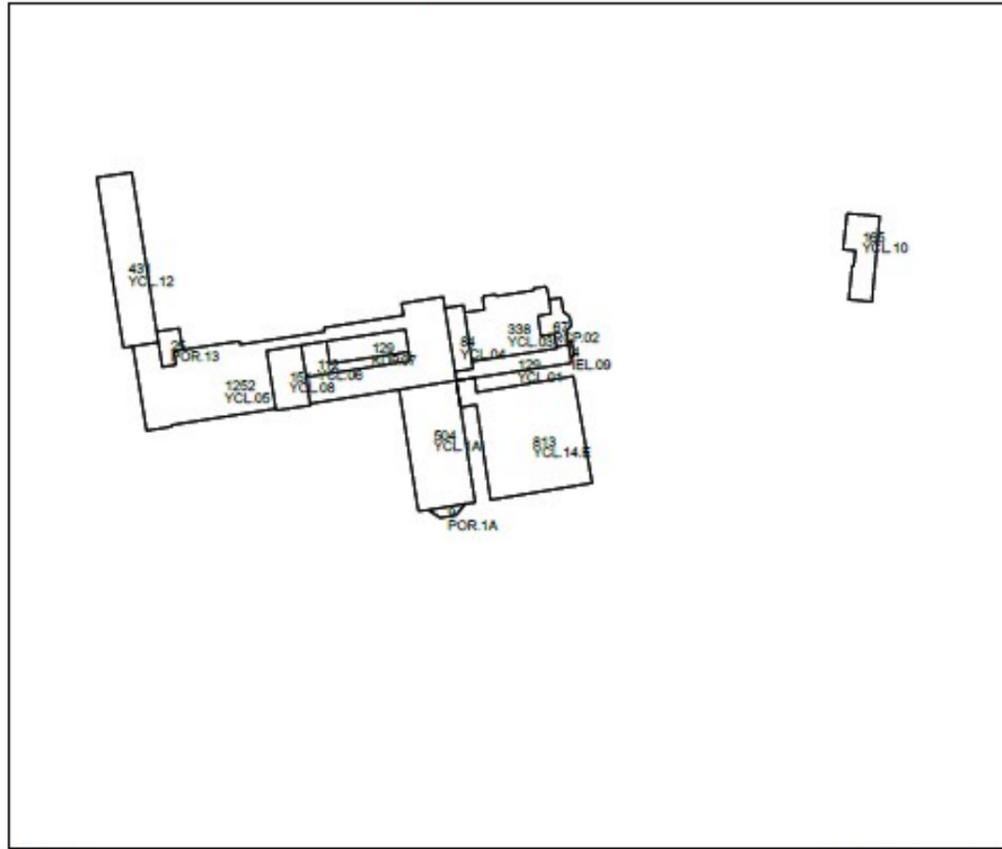
Página 5/5



	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE TELECOMUNICACIÓN
Dibujado				
Comprobado				
id. s. normas				
Escala:	Diseño de la red de climatización de un hospital con aporte de energía solar y gasoil.			Plano 2. Croquis catastral.
				N. Alumno: Andrea Pontones Bahón

PS GENERAL DAVILA, 0035. SANTANDER [Cantabria]

5 de julio de 2022 21:12



SUPERFICIE PARCELA: 29.322 m<sup>2</sup>  
SUPERFICIES SEGÚN USOS

Código	Sup. en m <sup>2</sup>	Descripción
YCL 01	129	YCL
RCP02	67	RCP
YCL 03	338	YCL
YCL 04	84	YCL
YCL 05	1277	YCL
YCL 06	112	YCL
KDP.07	129	KDP
YCL 08	151	YCL
IEL.09	4	IEL
YCL 10	165	YCL
YCL 12	431	YCL
YCL 1A	513	YCL
YCL 14.E	813	YCL
<b>TOTAL</b>	<b>4213</b>	

SUPERFICIES GRÁFICAS

Código	Sup. en m <sup>2</sup>	Descripción
IEL.09	4	IEL
KDP.07	129	KDP
POR.13	25	PORCHE
POR.1A	9	PORCHE
RCP02	67	RCP
YCL 12	431	YCL
YCL 05	1252	YCL
YCL 08	151	YCL
YCL 06	112	YCL
YCL 1A	504	YCL
YCL 04	84	YCL
YCL 01	129	YCL
YCL 14.E	813	YCL
YCL 03	338	YCL
YCL 10	165	YCL
<b>TOTAL</b>	<b>4213</b>	

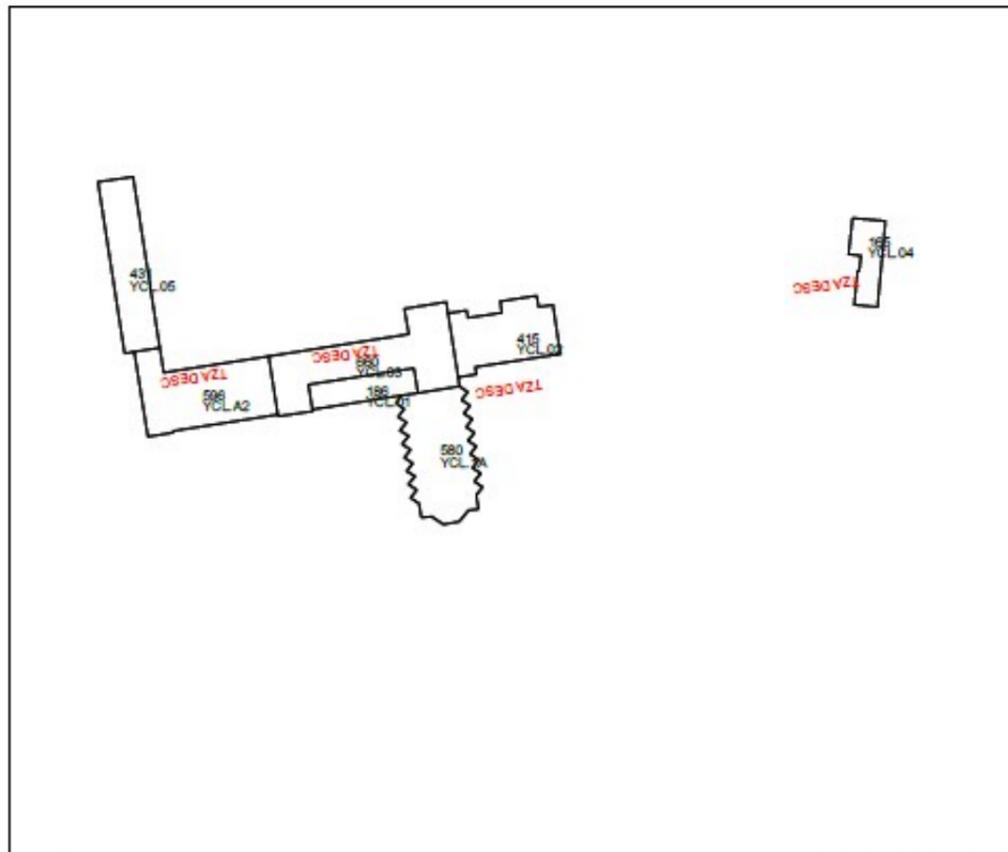
PLANTA 00

CROQUIS A ESCALA 1:1500

Página 3/5

PS GENERAL DAVILA, 0035. SANTANDER [Cantabria]

5 de julio de 2022 21:12



SUPERFICIE PARCELA: 29.322 m<sup>2</sup>  
SUPERFICIES SEGÚN USOS

Código	Sup. en m <sup>2</sup>	Descripción
YCL 01	186	YCL
YCL 02	415	YCL
YCL 03	660	YCL
YCL 04	165	YCL
YCL 05	431	YCL
YCL 1A	580	YCL
YCL A2	506	YCL
<b>TOTAL</b>	<b>3033</b>	

SUPERFICIES GRÁFICAS

Código	Sup. en m <sup>2</sup>	Descripción
YCL 05	431	YCL
YCL A2	506	YCL
YCL 03	660	YCL
YCL 01	186	YCL
YCL 1A	580	YCL
YCL 02	415	YCL
YCL 04	165	YCL
<b>TOTAL</b>	<b>3033</b>	

PLANTA 01

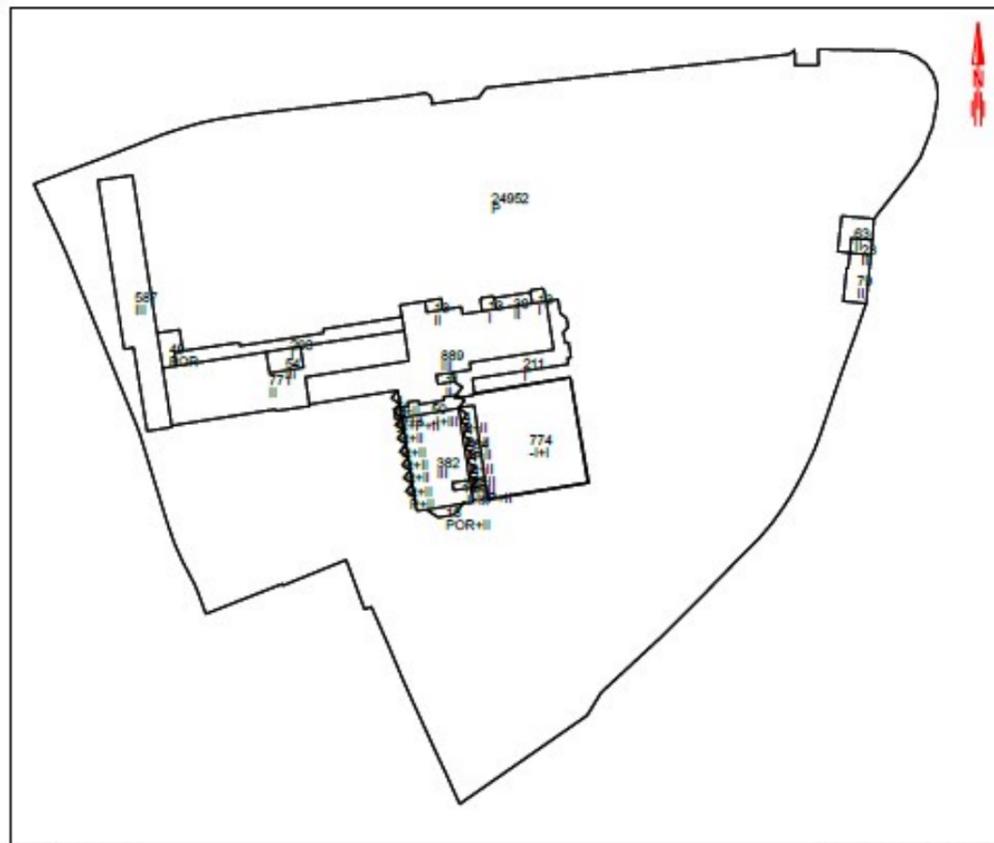
CROQUIS A ESCALA 1:1500

Página 4/5

	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE TELECOMUNICACIÓN
Dibujado				
Comprobado				
id. s. normas				
Escala:	Diseño de la red de climatización de un hospital con aporte de energía solar y gasoil.			Plano 2. Croquis catastral.
				N. Alumno:
				Andrea Pontones Bahón

PS GENERAL DAVILA, 0035. SANTANDER [Cantabria]

5 de julio de 2022 21:12



PLANTA GENERAL

CROQUIS A ESCALA 1:1500



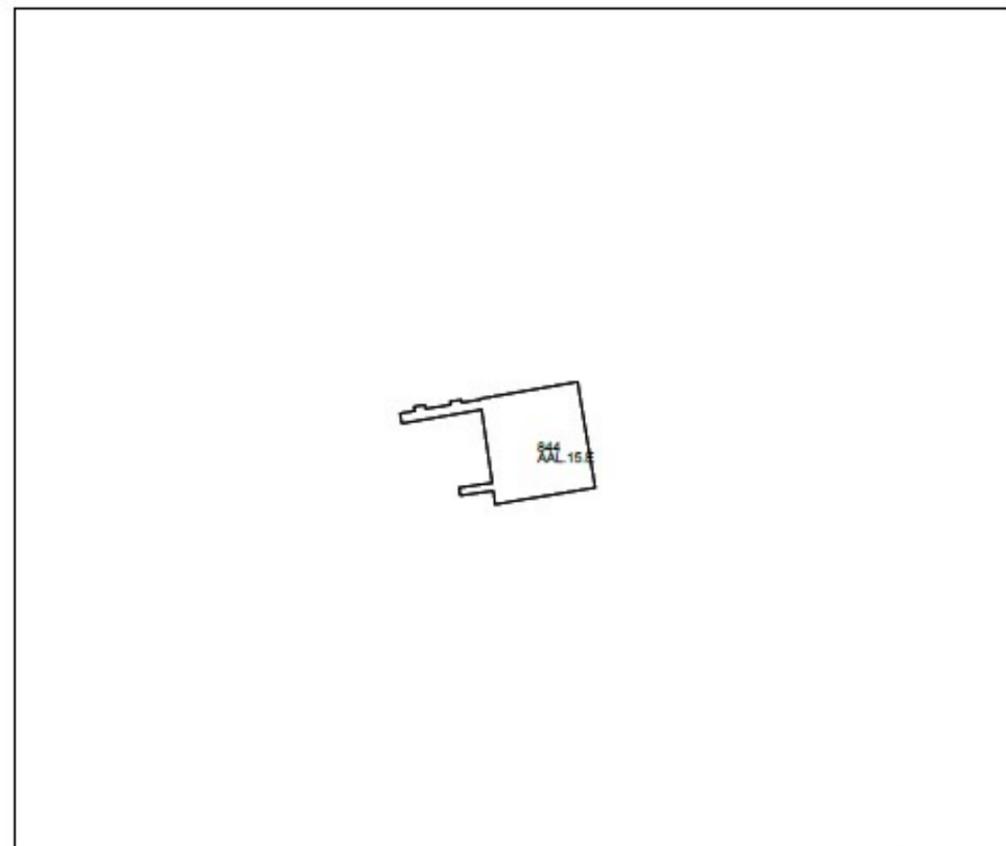
FOTOGRAFIA

Página 1/5

SUPERFICIE PARCELA:	29.322 m <sup>2</sup>
SUPERFICIE CONSTRUIDA	
Sobre Rasante:	9.310 m <sup>2</sup>
Bajo Rasante:	844 m <sup>2</sup>
TOTAL:	10.154 m <sup>2</sup>

PS GENERAL DAVILA, 0035. SANTANDER [Cantabria]

5 de julio de 2022 21:12



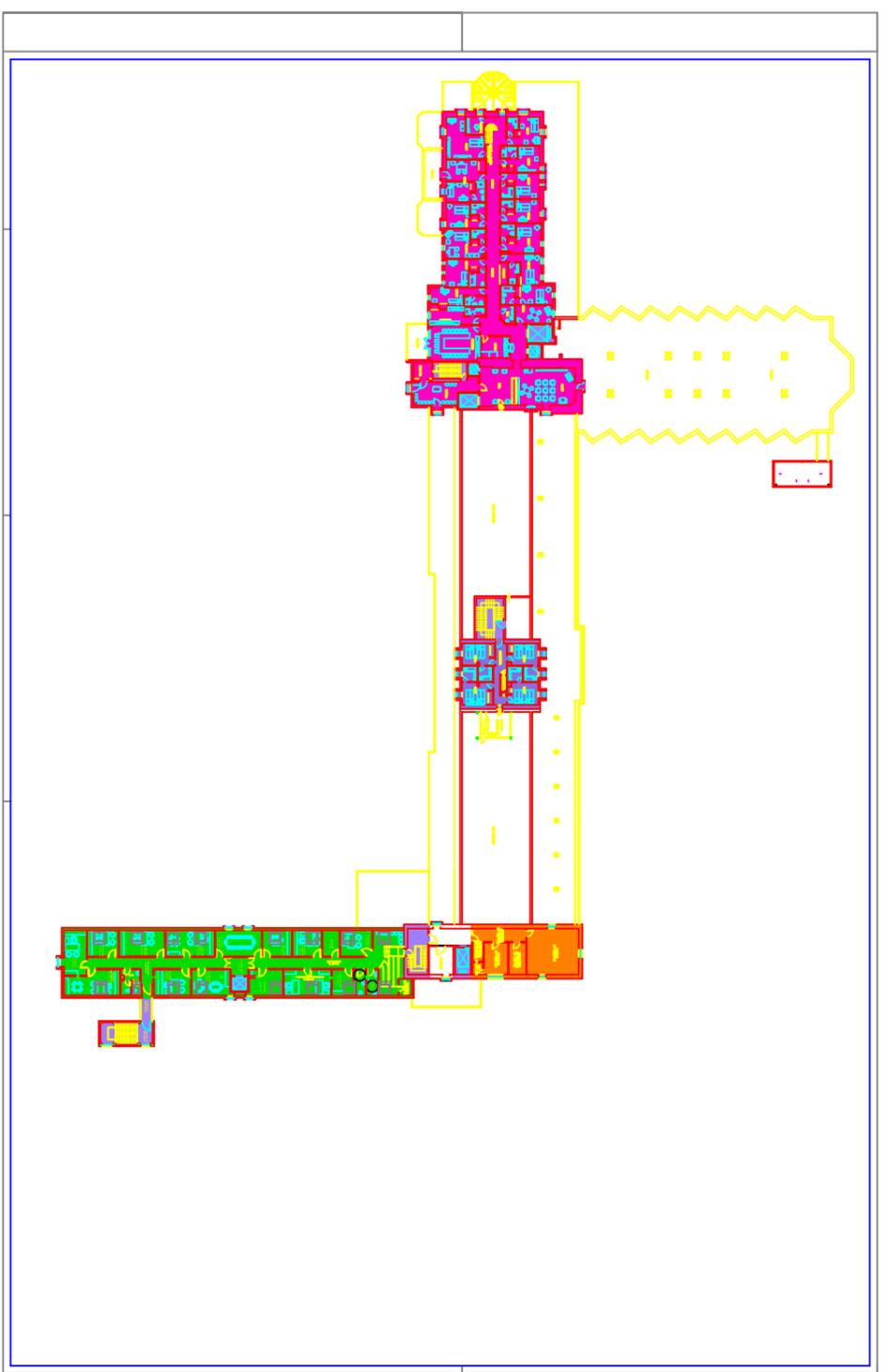
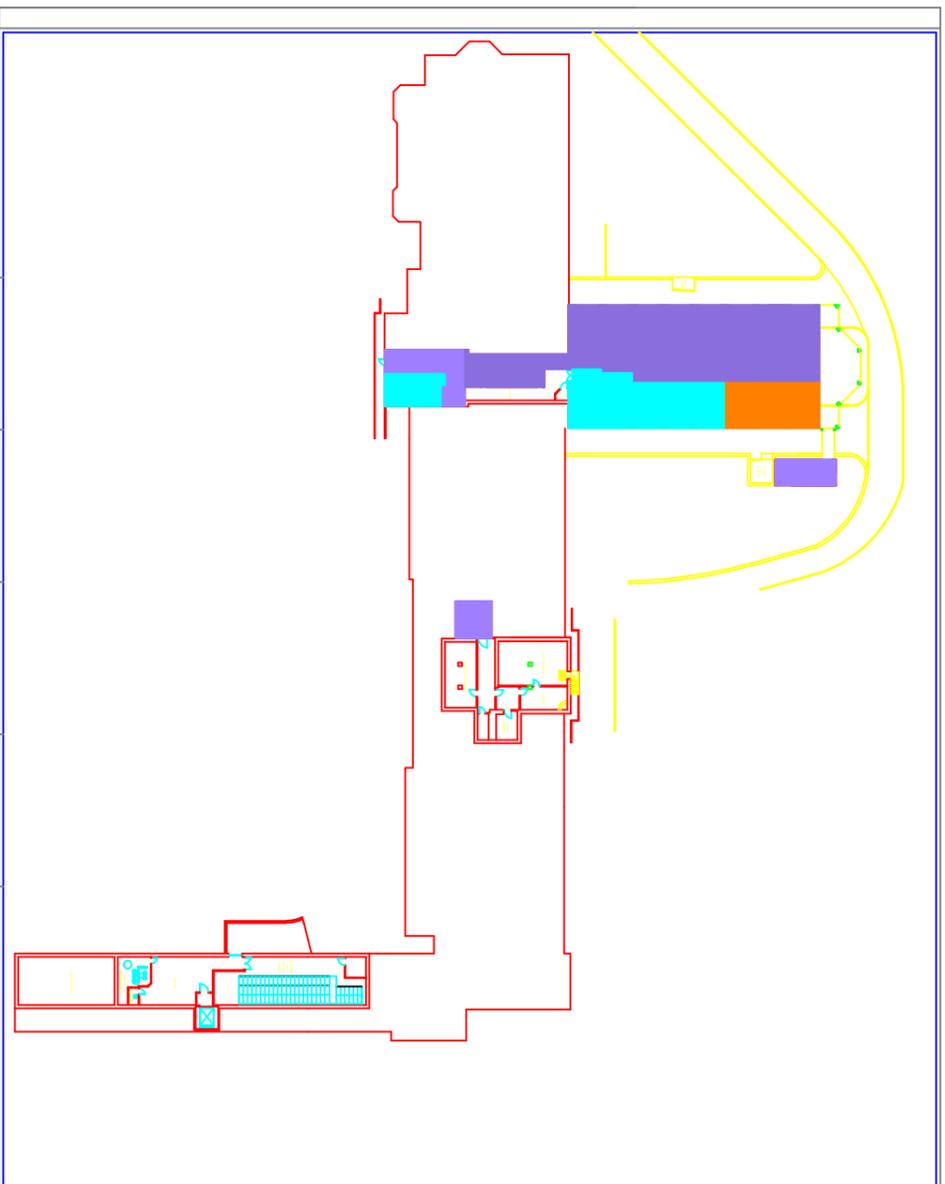
PLANTA SOTANO

CROQUIS A ESCALA 1:1500

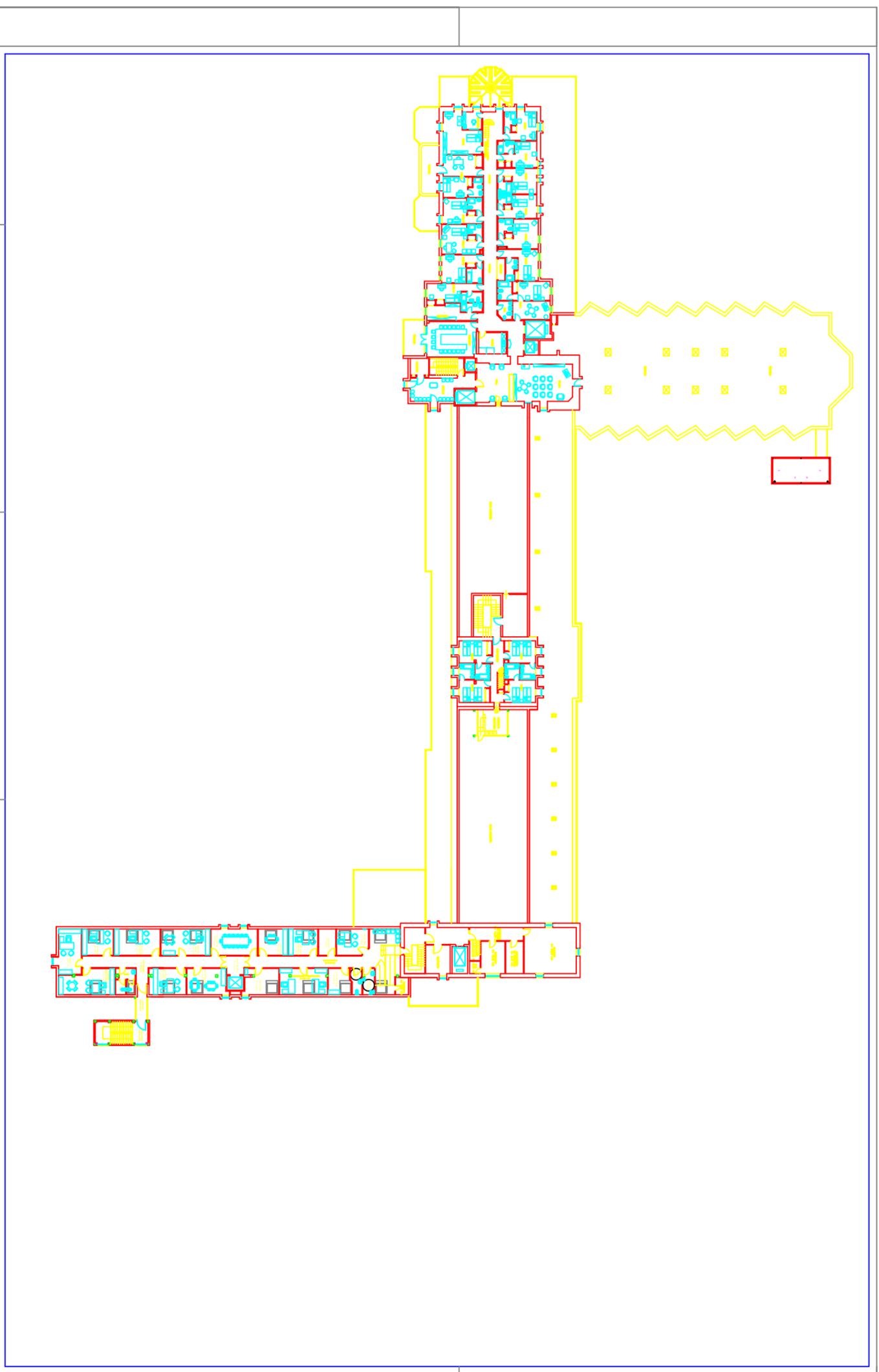
SUPERFICIE PARCELA:	29.322 m <sup>2</sup>	
SUPERFICIES SEGÚN USOS		
Código	Sup. en m <sup>2</sup>	Descripción
AAL-15.E	844	ALMACEN
TOTAL	844	
SUPERFICIES GRÁFICAS		
Código	Sup. en m <sup>2</sup>	Descripción
AAL-15.E	844	ALMACEN
TOTAL	844	

Página 2/5

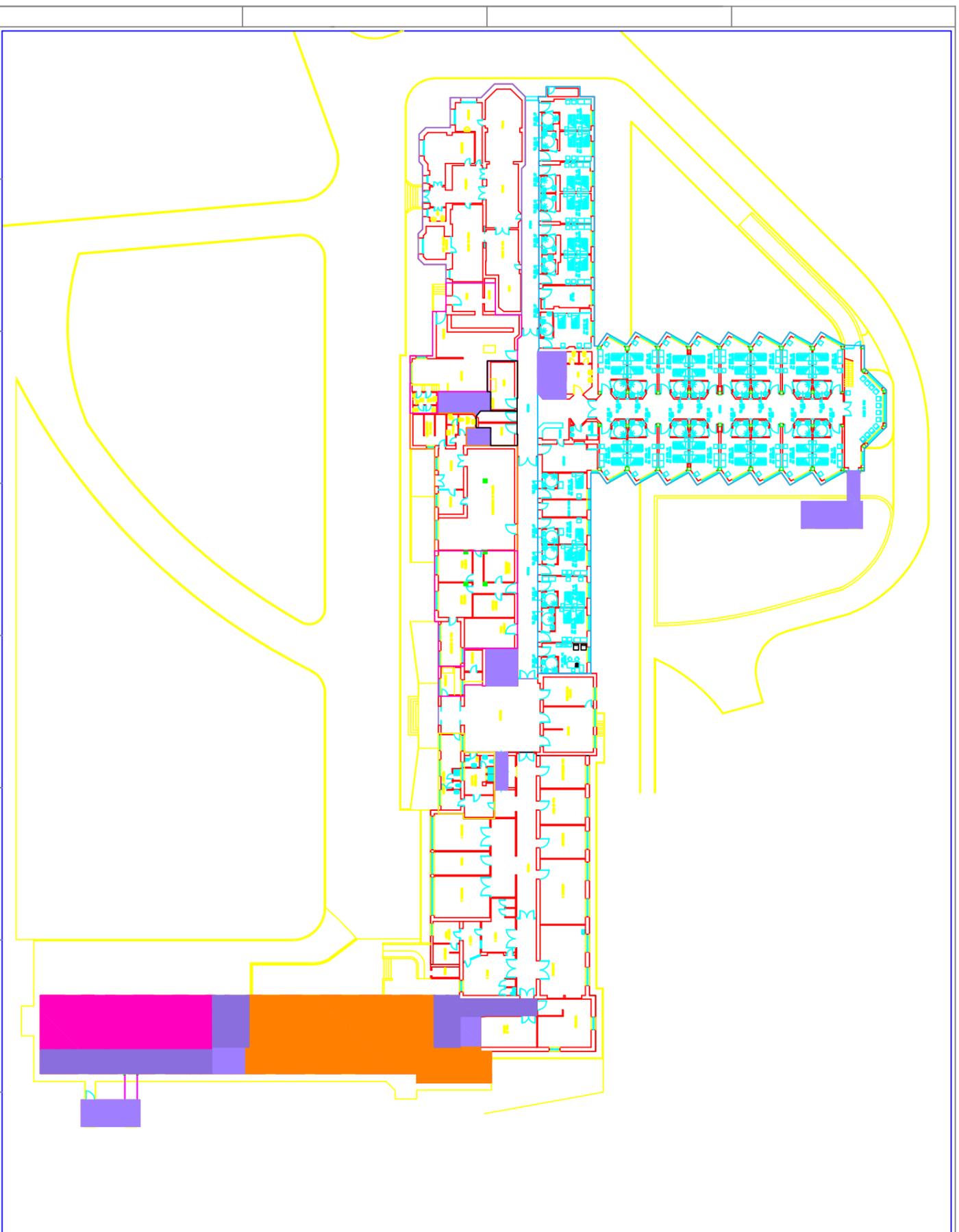
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>
<i>Dibujado</i>				
<i>Comprobado</i>				
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<i>Diseño de la red de climatización de un hospital con aporte de energía solar y gasoil.</i>			<i>Plano 1. Croquis catastral.</i>
				<i>N. Alumno:</i>
				Andrea Pontones Bahón



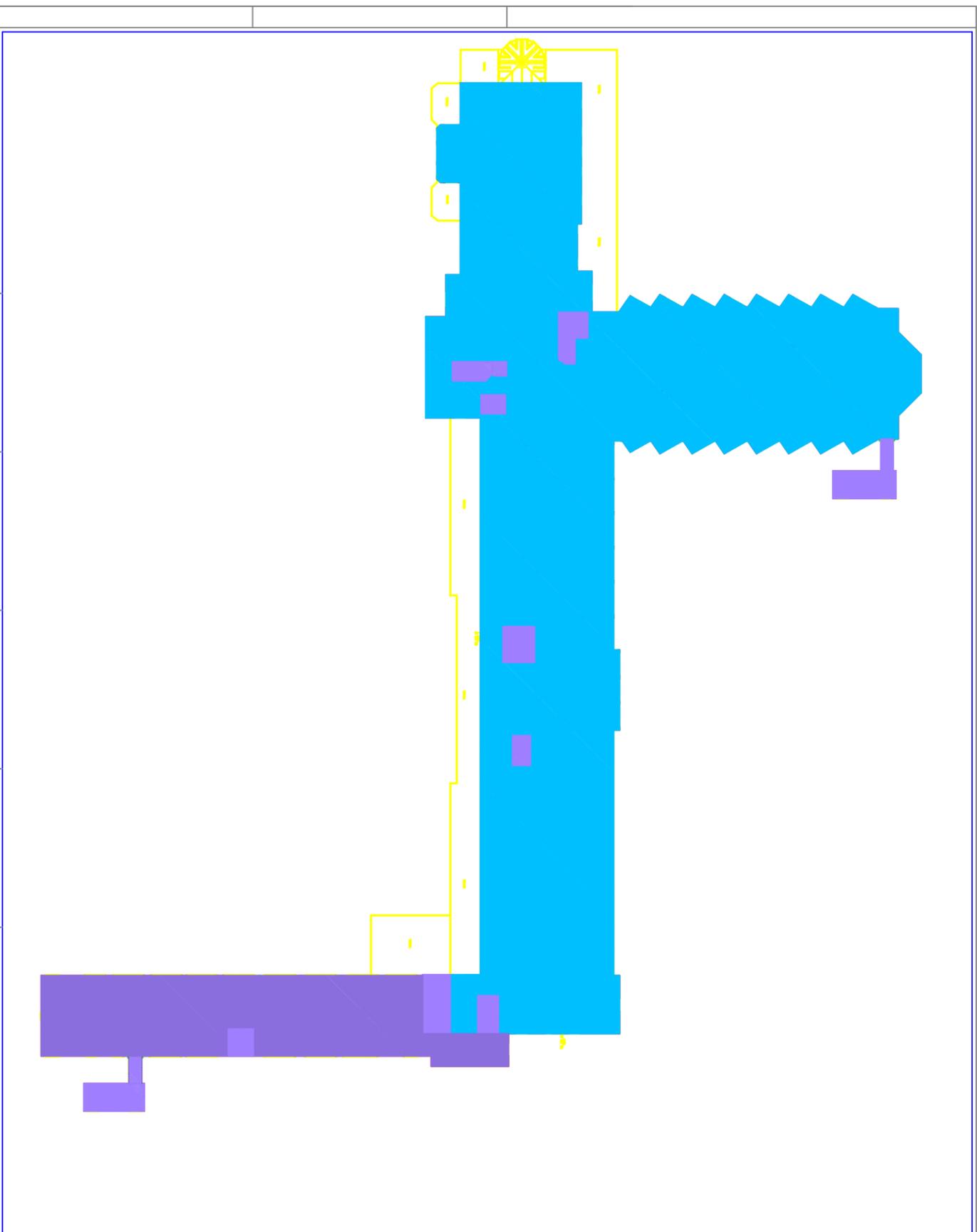
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>
<i>Dibujado</i>				
<i>Corrobado</i>				
<i>td. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<i>Diseño de la red de climatización de un hospital con aporte de energía solar y gasoil.</i>			<i>Plano 4. Semisótano</i>
	<i>N. Alumno:</i>			
	Andrea Pontones Bahón			



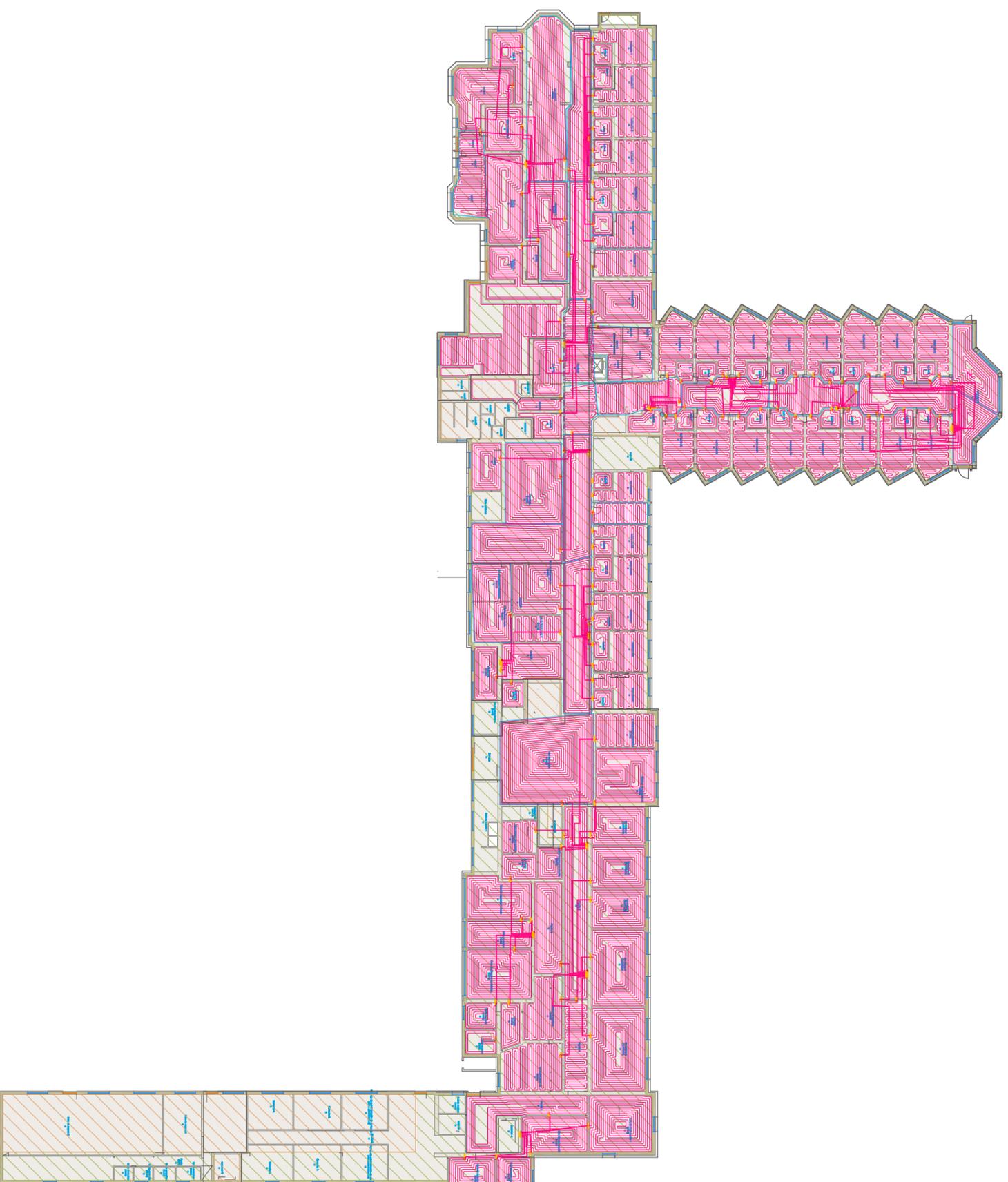
<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>
<i>Dibujado</i>			
<i>Corrobado</i>			
<i>td. s. normas</i>			
<i>Escala:</i>	<i>Diseño de la red de climatización de un hospital con aporte de energía solar y gasoil.</i>		<b>Plano 7 Planta 2°.</b>
	<i>N. Alumno:</i>		
	Andrea Pontones Bahón		



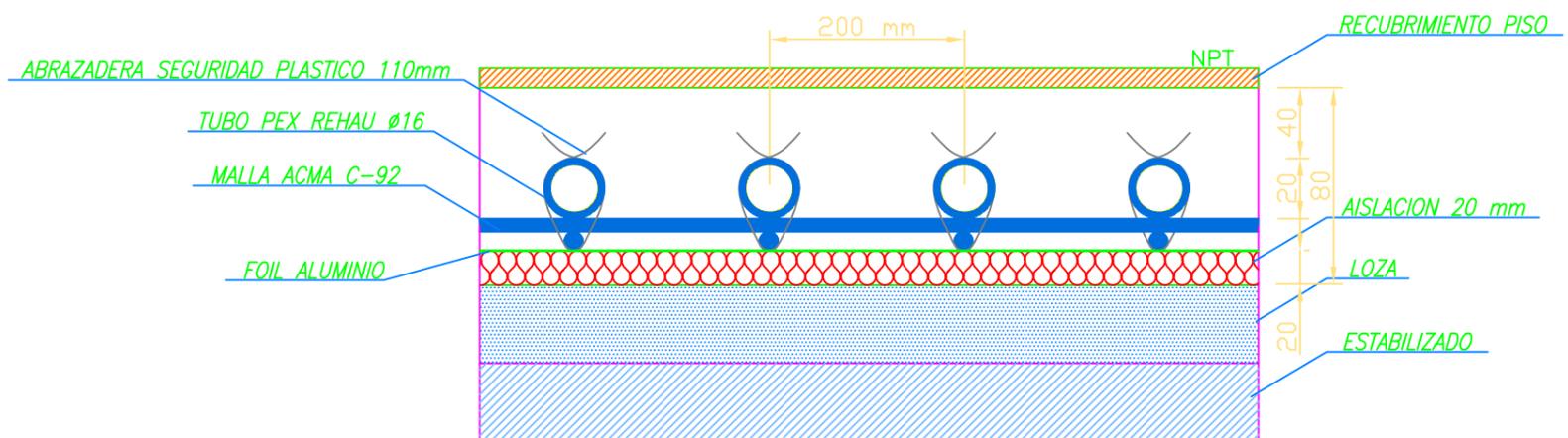
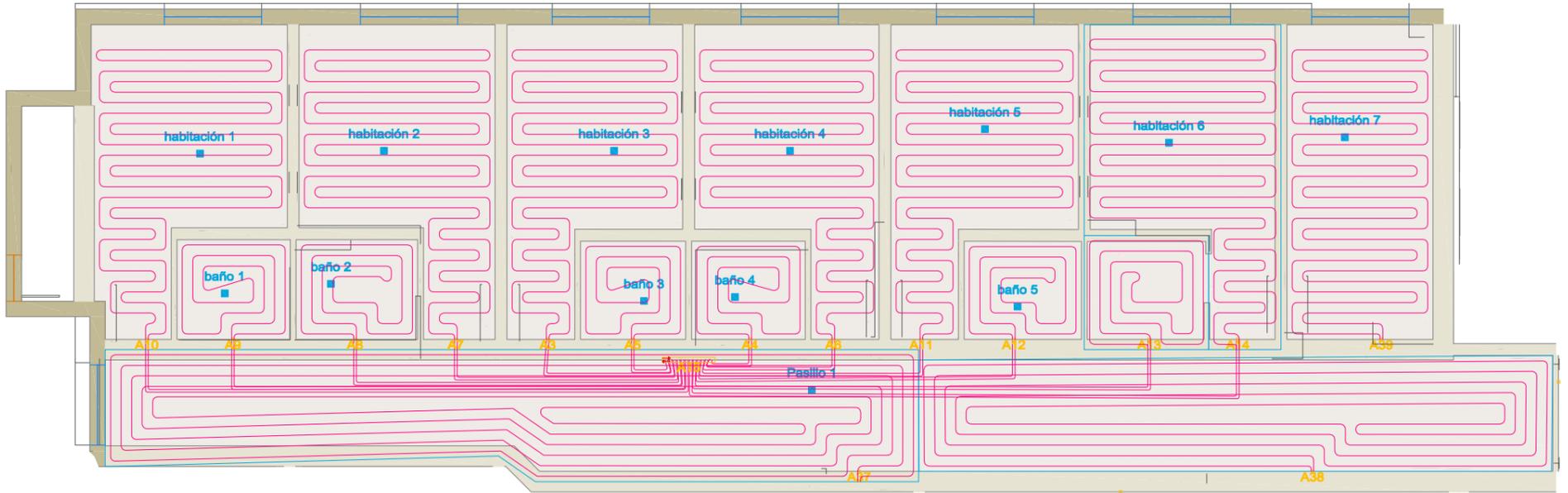
<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>
<i>Dibujado</i>			
<i>Corrobado</i>			
<i>Id. s. normas</i>			
<i>Escala:</i>	<i>Diseño de la red de climatización de un hospital con aporte de energía solar y gasoil.</i>		<i>Plano 5. Planta baja.</i>
			<i>N. Alumno:</i> Andrea Pontones Bahón



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>
<i>Dibujado</i>				
<i>Corrobado</i>				
<i>td. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<i>Diseño de la red de climatización de un hospital con aporte de energía solar y gasoil.</i>			<i>Plano 6. Planta 1°.</i>
				<i>N. Alumno:</i> Andrea Pontones Bahón

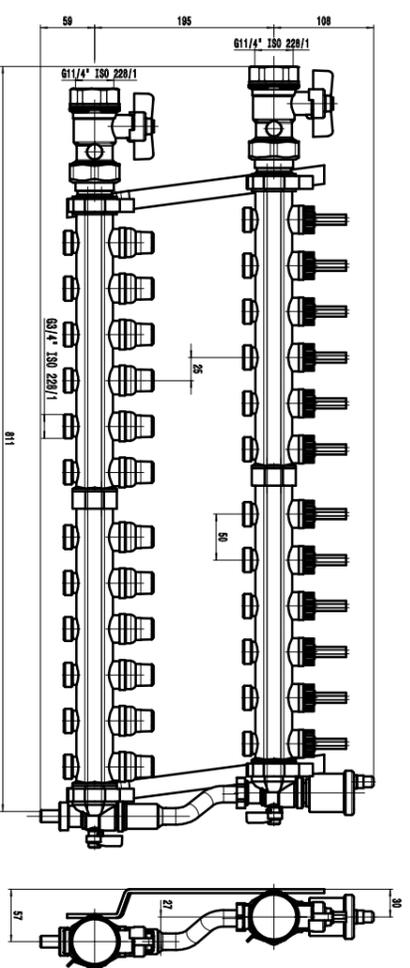


	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>  <b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>
<i>Dibujado</i>			
<i>Comprobado</i>			
<i>td. s. normas</i>			
<i>Escala:</i>	<i>Diseño de la red de climatización de un hospital con aporte de energía solar y gasoil.</i>		
			<i>Plano 8. Vista general del suelo radiante.</i>
			<i>N. Alumno:</i> Andrea Pontones Bahón



### DETALLE INSTALACION SUELO RADIANTE

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>
<i>Dibujado</i>				
<i>Comprobado</i>				
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<i>Diseño de la red de climatización de un hospital con aporte de energía solar y gasoil.</i>			<i>Plano 8. Detalle suelo radiante.</i>
				<i>N. Alumno:</i>
				Andrea Pontones Bahón



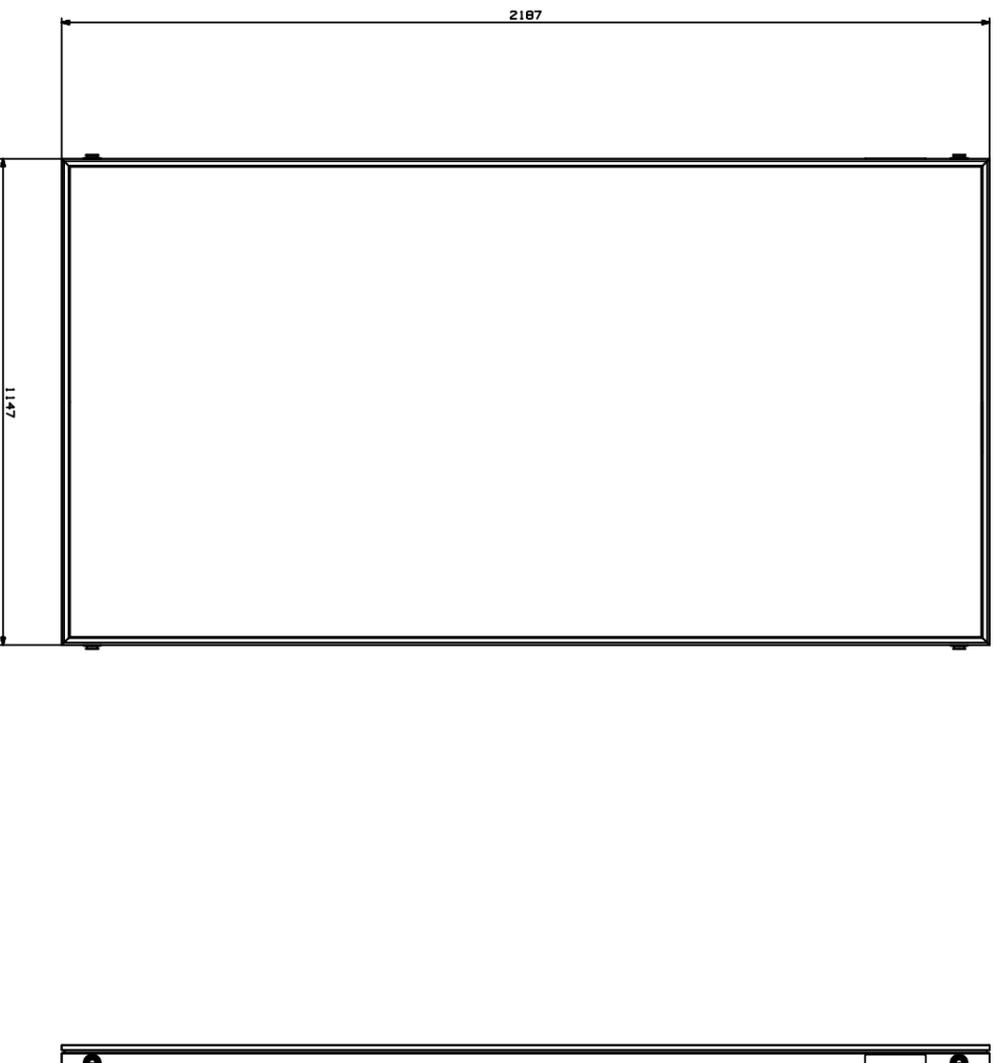
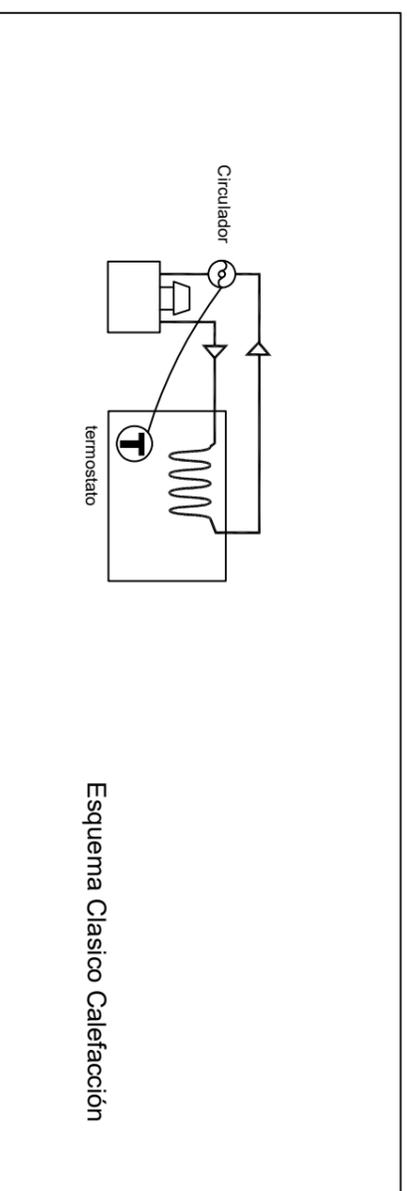
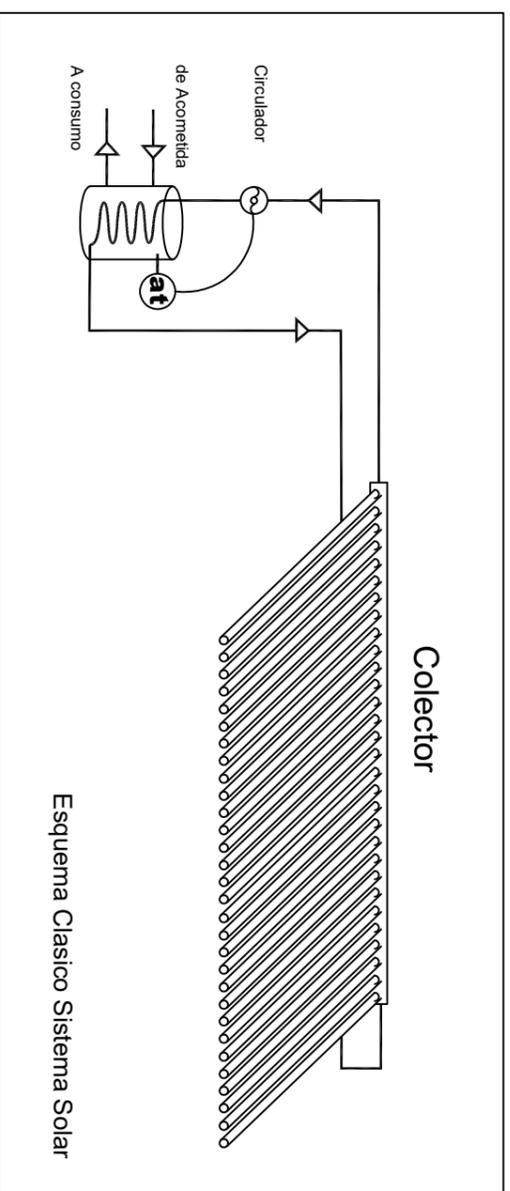
# Detalle de colector,

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>
<i>Dibujado</i>				
<i>Comprobado</i>				
<i>td. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<i>Diseño de la red de climatización de un hospital con aporte de energía solar y gasoil.</i>			<b>Plano 10. Detalle de colectores..</b>
	<i>N. Alumno:</i>			
	Andrea Pontones Bahón			

## Colector solar.



Esquema instalación solar



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE TELECOMUNICACIÓN</b>
<i>Dibujado</i>				
<i>Comprobado</i>				
<i>td. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	<i>Diseño de la red de climatización de un hospital con aporte de energía solar y gasoil.</i>			<i>Plano 11. Esquema solar y esquema de panel solar térmico.</i>
	<i>N. Alumno:</i>			
	Andrea Pontones Bahón			

# **DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

## **1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Se desea fijar las condiciones técnicas que deben cumplir las instalaciones solares térmicas para calentamiento de líquido o fluido, especificando los requisitos de durabilidad, fiabilidad y seguridad.

El campo de aplicación de este documento se extiende a todos los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

## 2 GENERALIDADES

A efectos de requisitos mínimos, se consideran las siguientes clases de instalaciones:

- Sistemas solares de calentamiento prefabricados: son aquellos lotes de productos con una marca registrada, que son vendidos como equipos completos y listos para instalar, con configuraciones fijas. Los sistemas de esta categoría se consideran como un solo producto.
- Sistemas solares de calentamiento a medida o por elementos: son aquellos sistemas contruidos de forma única, o montados, eligiéndolos de una lista de componentes.

Según el coeficiente global de pérdidas de los captadores, se considerarán, dos grupos dependiendo del rango de temperatura de trabajo:

- Las instalaciones destinadas exclusivamente a producir agua caliente sanitaria, calentamiento de piscinas, precalentamiento de agua de aporte de procesos industriales, calefacción por suelo radiante o “fan-coil” u otros usos a menos de 60 °C.
- Las instalaciones destinadas a usos mayores de 60°C.

### **3 PROTECCIÓN CONTRA HELADAS**

Será el fabricante, suministrador final o instalador quien deba fijar la temperatura mínima de trabajo del sistema. Todas las partes del sistema que estén a la intemperie deberán ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema. Asimismo, cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0 °C, deberá estar protegido contra heladas.

Será el fabricante el que describa que método anti heladas debe emplearse en el sistema. Podrán utilizarse como métodos de protección los siguientes:

- Mezclas anticongelantes.
- Recirculación de agua de los circuitos.
- Drenaje automático con recuperación de fluido.
- Drenaje al exterior (sólo para sistemas solares prefabricados).

#### **3.1 MEZCLAS ANTICONGELANTES**

Como anticongelantes podrán utilizarse los productos, solos o mezclados con agua, que cumplan la reglamentación vigente y cuyo punto de congelación sea inferior a 0 °C (\*).

Se deberán tomar precauciones para prevenir posibles deterioros del fluido anticongelante como resultado de condiciones altas de temperatura.

La instalación dispondrá de los sistemas necesarios para facilitar el llenado de la misma y para asegurar que el anticongelante se mezcla de manera correcta.

Se recomienda disponer de un depósito auxiliar para reponer las pérdidas que se puedan dar del fluido en el circuito, de forma que nunca se utilice un fluido para la reposición cuyas características incumplan el Pliego.

En cualquier caso, el sistema de llenado no permitirá las pérdidas de concentración producidas por fugas del circuito y resueltas con reposición de agua de red.

## **3.2 RECIRCULACIÓN DEL AGUA DEL CIRCUITO**

Este método de protección anti-heladas asegurará que el fluido de trabajo está en movimiento cuando exista riesgo de helarse.

El sistema de control actuará, activando la circulación del circuito primario, cuando la temperatura detectada preferentemente en la entrada de captadores o salida o aire ambiente circundante alcance un valor superior al de congelación del agua (como mínimo 3 °C).

Este sistema es adecuado para zonas climáticas en las que los períodos de baja temperatura sean de corta duración.

Se evitará, siempre que sea posible, la circulación de agua en el circuito secundario.

## **3.3 DRENAJE AUTOMÁTICO CON RECUPERACIÓN DEL FLUIDO**

El fluido en los componentes del sistema que están expuestos a baja temperatura ambiente es drenado a un depósito para su posterior uso cuando exista riesgo de heladas.

El sistema de control actuará sobre la electroválvula de drenaje cuando la temperatura detectada en captadores alcance un valor superior al de congelación del agua (como mínimo 3 °C).

El vaciado del circuito se realizará a un tanque auxiliar de almacenamiento, debiéndose prever un sistema de llenado de captadores para recuperar el fluido.

El sistema requiere utilizar un intercambiador de calor entre los captadores y el acumulador para mantener en éste la presión de suministro de agua caliente.

## **3.4 SISTEMAS DE DRENAJE AL EXTERIOR (SÓLO PARA SISTEMAS SOLARES PREFABRICADOS)**

El fluido en los componentes del sistema que están expuestos a baja temperatura ambiente es drenado al exterior cuando hay riesgo de heladas.

Este sistema no está permitido en los sistemas solares a medida.

## **4 SOBRECALENTAMIENTOS**

### **4.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECALENTAMIENTOS**

El sistema deberá estar diseñado de manera que cuando se den altas radiaciones solares prolongadas sin consumo, no se produzcan situaciones en las cuales el usuario tenga que realizar alguna acción especial para llevar al sistema a su forma normal de operación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenajes como protección ante sobrecalentamientos la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje, no supongan ningún peligro para los habitantes del edificio o vivienda y no se produzcan daños en el sistema ni en ningún otro material en el edificio o vivienda.

Cuando las aguas sean duras se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60 °C, sin perjuicio de la aplicación de los requerimientos necesarios contra la legionela.

### **4.2 PROTECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES CONTRA ALTAS TEMPERATURAS.**

El sistema deberá ser diseñado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.

## **5 OTROS SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN**

### **5.1 RESISTENCIA A PRESIÓN**

En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de dicha red para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

### **5.2 PREVENCIÓN DE FLUJO INVERSO**

La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del sistema.

En sistemas con circulación forzada, es aconsejable utilizar una válvula antirretorno para evitar flujos inversos.

## **6 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO**

### **6.1 DIMENSIONADO Y CÁLCULO**

Los datos de partida necesarios para el dimensionado y cálculo de la instalación están constituidos por dos grupos de parámetros que definen las condiciones de uso y climáticas.

#### **6.1.1 CONDICIONES DE USO**

Las condiciones de uso vienen dadas por la aplicación del sistema, es decir, calefacción. En este caso la demanda energética viene dada por la carga térmica del habitáculo a climatizar.

#### **6.1.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS**

Las condiciones climáticas vienen dadas por la radiación global total en el campo de captación y la temperatura ambiente diaria.

Podrán utilizarse datos de radiación publicados por entidades de reconocido prestigio y los datos de temperatura publicados por el Instituto Nacional de Meteorología.

#### **6.1.3 DIMENSIONADO BÁSICO**

El dimensionado básico de las instalaciones o sistemas a medida, se especifica a la selección de la superficie de captadores solares y, en caso de que exista, al volumen de acumulación solar, para la aplicación a la que está destinada la instalación.

El dimensionado básico de los sistemas solares prefabricados se refiere a la selección del sistema solar para la aplicación de calefacción a la que está destinado.

El dimensionado básico de una instalación, para cualquier aplicación, deberá realizarse de forma que en ningún mes del año la energía producida por la instalación solar supere el 110 % de la demanda de consumo y no más de tres meses seguidos el 100 %.

El rendimiento de la instalación se refiere sólo a la parte solar de la misma.

## 7 DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN

El captador seleccionado deberá poseer la certificación emitida por un organismo competente en la materia, según la legislación vigente.

A efectos de este PCT, será necesaria la presentación de la certificación de los ensayos del captador realizados por laboratorio acreditado, así como las curvas de rendimiento obtenidas por el citado laboratorio.

Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del mismo modelo, tanto por criterios energéticos como por criterios constructivos.

### 7.1 ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN, SOMBRAS E INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA

La orientación e inclinación del sistema de captación y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas respecto al óptimo, sean inferiores a los límites especificados en el CTE.

Se considerarán tres casos: general, superposición de captadores e integración arquitectónica según se define más adelante.

En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

Se considera la dirección Sur como orientación óptima y la mejor inclinación dependiendo del período de utilización, uno de los valores siguientes:

- Consumo constante anual: la latitud geográfica.
- Consumo preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°.
- Consumo preferente en verano: la latitud geográfica - 10°.

Se debe evaluar la disminución de prestaciones originadas al modificar la orientación e inclinación de la superficie de captación.

Se considera que existe integración arquitectónica cuando los captadores cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales.

Se considera que existe superposición arquitectónica cuando la colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio, no aceptándose en este concepto la disposición horizontal del absorbedor, con el fin de favorecer la auto limpieza de los captadores. Se recomienda la alineación de los captadores solares con los ejes principales de la edificación para favorecer dicha integración arquitectónica.

## **7.2 CONEXIONADO**

Los captadores se dispondrán en filas constituidas siempre que sea posible por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie- paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie o en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante.

La superficie de una fila de captadores conexicionados en serie no será superior a 10 m<sup>2</sup>.

Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general, se debe alcanzar un flujo equilibrado mediante el sistema de retorno invertido. Si esto no es posible, se puede controlar el flujo mediante mecanismos adecuados, como válvulas de equilibrado.

Se deberá prestar especial atención en la estanqueidad y durabilidad de las conexiones del captador.

## **7.3 ESTRUCTURA SOPORTE**

Si el sistema posee una estructura soporte que es montada normalmente en el exterior, el fabricante deberá especificar los valores máximos de  $s_k$  (carga de nieve) y  $v_m$  (velocidad media de viento) de acuerdo con la normativa.

Esto deberá verificarse durante el diseño calculando los esfuerzos de la estructura soporte de acuerdo con estas normas.

El sistema sólo podrá ser instalado en localizaciones donde los valores de  $s_k$  y  $v_m$  determinados por la normativa, sean menores que los valores máximos especificados por el fabricante.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de anclaje y sujeción serán suficientes de forma que no se produzcan flexiones en el captador superiores a lo descrito por el fabricante.

## **8 DISEÑO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO**

Debe concebirse en fase de diseño un circuito hidráulico equilibrado. Si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado.

### **8.1 TUBERÍAS**

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

El diseño y los materiales deberán ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos que influyan drásticamente en el rendimiento del sistema.

### **8.2 BOMBAS**

Si el circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito.

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

En instalaciones con superficies de captación superiores a 50 m<sup>2</sup> se montarán dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se establecerá el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.

Las tuberías conectadas a las bombas se soportarán en las inmediaciones de éstas, de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos de torsión o flexión. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

### **8.3 VASOS DE EXPANSIÓN**

Los vasos de expansión preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba.

Cuando no se cumpla lo anterior, la altura en la que se situarán los vasos de expansión abiertos será de tal manera que se elimine el riesgo de desbordamiento del fluido y la introducción de aire en el circuito primario.

## **8.4 PURGA DE AIRE**

En aquellos puntos de la instalación, donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático.

El trazado del circuito evitará los caminos tortuosos, para favorecer el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos.

Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1 % en el sentido de circulación.

Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito.

## **8.5 DRENAJE**

Los conductos de drenaje de las baterías de captadores serán diseñados para que no puedan congelarse.

## **9 DISEÑO DEL SISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR**

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía auxiliar.

Por razones de eficiencia energética, entre otras, no es aconsejable, la utilización de energía eléctrica obtenida por efecto Joule como fuente auxiliar, especialmente en los casos de altos consumos y fracciones solares anuales bajas.

Queda prohibido el uso de sistemas de energía auxiliar en el circuito primario de captadores.

El diseño del sistema de energía auxiliar se realizará en función de la aplicación determinada de la instalación, de manera que sólo entre en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y para aprovechar al máximo, la energía extraída del campo de captación solar.

## 10 DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL

El diseño del sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar.

El sistema de regulación y control comprende los siguientes sistemas:

- Control de funcionamiento del circuito primario y secundario (si existe).
- Sistemas de protección y seguridad de las instalaciones contra sobrecalentamientos, heladas, etc.

El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los componentes.

Con independencia de que realice otras funciones, el sistema de control se realizará por control diferencial de temperaturas, mediante un dispositivo electrónico (módulo de control diferencial, en los esquemas representado por MCD) que compare la temperatura de captadores con la temperatura de acumulación o retorno.

La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor de 2 °C, haciendo que el funcionamiento de la parte solar de una instalación se optimice.

Para optimizar el aprovechamiento solar de la instalación y, cuando exista intercambiador exterior, se podrán instalar también dos controles diferenciales.

El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superiores a la de congelación del fluido.

Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores, de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación.

Si se decidiese colocar un sensor de temperatura de la acumulación se colocará en la parte inferior, en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si se incorporase.

## 11 DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

Para el caso de instalaciones mayores de 20 m<sup>2</sup>, se instalará un sistema analógico de medida local que indique como mínimo las siguientes variables:

- Temperatura de entrada de agua fría de red.
- Temperatura de salida del acumulador solar.
- Caudal de agua fría de red.

El tratamiento de los datos proporcionará la energía solar térmica acumulada a lo largo del tiempo.

## **12 COMPONENTES**

Los materiales de la instalación deben soportar las máximas temperaturas y presiones que puedan alcanzarse.

Si no existe otra alternativa y es necesario utilizar en el mismo circuito materiales de diferentes características, especialmente cobre y acero, en ningún caso estarán en contacto, debiendo situarse entre ambos juntas o manguitos dieléctricos, para evitar la corrosión que pudiese generarse.

En todos los casos es aconsejable prever la protección catódica del acero.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, especialmente contra la radiación solar y la humedad.

Se tendrá especial precaución, en la protección de equipos y materiales que estén expuestos a agentes exteriores que pudieran ser agresivos.

### **12.1 CAPTADORES SOLARES**

Si se utilizan captadores convencionales de absorbedor metálico, ha de tenerse en cuenta que el cobre solamente es admisible si el pH del fluido en contacto con él está comprendido entre 7,2 y 7,6.

Los absorbedores de hierro no son aptos en absoluto.

El captador llevará, preferentemente, un orificio de ventilación, de diámetro no inferior a 4 mm, situado en la parte inferior de forma que puedan eliminarse acumulaciones de agua en el captador. El orificio se realizará de manera que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento del colector.

Cuando se utilicen captadores con absorbedores de aluminio, será obligatorio la utilización de fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre y hierro.

### **12.2 ACUMULADORES**

Cuando el acumulador lleve incorporada una superficie de intercambio térmico entre el fluido primario y el sanitaria, en forma de serpentín o camisa de doble envolvente, se denominará Inter acumulador.

Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de identificación indicará los siguientes datos:

- Superficie de intercambio térmico en m<sup>2</sup>.
- Presión máxima de trabajo del circuito primario.

Cada acumulador vendrá equipado de fábrica con los manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección,

Sus funciones serán:

- Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente.
- Registro embridado para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín.
- Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario.
- Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato.
- Manguito para el vaciado.

Los acumuladores vendrán equipados de fábrica con las bocas necesarias soldadas, antes de efectuar el tratamiento de protección interior.

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante, y recomendando disponer de una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástico.

Todos los acumuladores irán equipados con la protección catódica o anticorrosiva establecida por el fabricante para garantizar su durabilidad.

La utilización de acumuladores de hormigón requerirá la presentación de un proyecto firmado por un técnico competente.

## **12.3 INTERCAMBIADORES DE CALOR**

Se indicará el fabricante y modelo del intercambiador de calor, así como datos de sus características de actuación, medidos por el propio fabricante o por un laboratorio acreditado.

El intercambiador seleccionado resistirá la presión máxima de trabajo de la instalación.

En ningún caso se utilizarán Inter acumuladores con envolvente que dificulten la convección natural en el interior del acumulador.

Los materiales del intercambiador de calor resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito primario y serán compatibles con el fluido de trabajo.

El diseño del intercambiador de calor permitirá su limpieza utilizando productos líquidos.

El fabricante del intercambiador de calor garantizará un factor de ensuciamiento menor al permitido en los Criterios de Dimensionado y Cálculo de Instalaciones de Energía Solar Térmica.

Los tubos de los intercambiadores de calor tipo serpentín sumergido en el depósito tendrán diámetros interiores inferiores o iguales a una pulgada.

Cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo, no debería reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de captadores en más de lo que los siguientes criterios especifican:

- Cuando la ganancia solar del captador haya llegado al valor máximo posible, la reducción de la eficiencia del captador debido al intercambiador de calor no debería exceder el 10 % (en valor absoluto).
- Si se instala más de un intercambiador de calor, este valor no se excederá en la suma de las reducciones debidas a cada intercambiador. El criterio se aplica también si existe en el sistema un intercambiador de calor en la parte de consumo.
- Si en una instalación a medida sólo se usa un intercambiador entre el circuito de captadores y el acumulador, la transferencia de calor del intercambiador de calor por unidad de área de captador no debería ser menor de 40 W/ (K A m<sup>2</sup>).

## **12.4 BOMBAS DE CIRCULACIÓN**

Las bombas podrán ser del tipo en línea, de rotor seco o húmedo, o de bancada. Siempre que sea posible se utilizarán bombas tipo circuladores en línea.

En circuitos de agua caliente para usos sanitarios, los materiales de la bomba serán resistentes a la corrosión.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

Las bombas serán resistentes a las averías producidas por acumulación de incrustaciones de cal.

Las bombas serán resistentes a la presión máxima del circuito.

La bomba se seleccionará de forma que el caudal y la pérdida de carga de diseño se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificado por el fabricante.

La presión de la bomba deberá compensar todas las pérdidas de carga del circuito correspondiente.

La potencia máxima de la bomba excluirá la potencia de las bombas de los sistemas de drenaje con recuperación, que sólo es necesaria para rellenar el sistema después de un drenaje.

La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

## **12.5 TUBERÍAS**

En las tuberías del circuito primario, se usará como materiales constructivos el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas.

En el circuito secundario o de servicio de agua caliente sanitaria, se utilizará cobre y acero inoxidable. También, si se desea podrán utilizarse materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito.

Las tuberías de cobre serán tubos estirados en frío y uniones por capilaridad.

No se utilizarán tuberías de acero negro para circuitos de agua sanitaria.

Cuando se utilice aluminio en tuberías o accesorios, la velocidad del fluido será inferior a 1,5 m/s y su pH estará comprendido entre 5 y 7. No se permitirá el uso de aluminio en sistemas abiertos o sistemas sin protección catódica.

Cuando se utilice acero en tuberías o accesorios, la velocidad del fluido será inferior a 3 m/s en sistemas cerrados y el pH del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9.

El diámetro de las tuberías se seleccionará de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s cuando la tubería discurra por locales habitados, y a 3 m/s cuando el trazado sea al exterior o por locales no habitados.

El dimensionado de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en tuberías nunca sea superior a 40 mm de columna de agua por metro lineal.

Las pérdidas térmicas globales del conjunto de conducciones no superarán el 4 % de la potencia máxima que transporten.

Todas las redes de tuberías deben diseñarse de tal manera que puedan vaciarse de forma parcial y total, a través de un elemento que tenga un diámetro nominal mínimo de 20 mm.

## **12.6 VÁLVULAS**

La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñan y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura), para ello se seleccionaran en función de los siguientes criterios:

- Para aislamiento: válvulas de esfera.
- Para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento.
- Para vaciado: válvulas de esfera o de macho.
- Para llenado: válvulas de esfera.
- Para purga de aire: válvulas de esfera o de macho.
- Para seguridad: válvulas de resorte.
- Para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de clapeta o especiales para sistemas por termosifón.

El acabado de las superficies de asiento y obturador debe asegurar la estanqueidad al cierre de las válvulas, para las condiciones de servicio especificadas.

El volante y la palanca deben tener el tamaño suficiente para asegurar el cierre y la apertura de forma manual con la aplicación de fuerza, sin necesitar medios auxiliares.

Las superficies del asiento y del obturador serán recambiables. La empaquetadura debe ser recambiable en servicio, con válvula abierta a tope, sin necesidad de desmontarla.

Las válvulas roscadas y las de mariposa se diseñarán de tal forma que, cuando estén correctamente acopladas a las tuberías, no tengan lugar interferencias entre la tubería y el obturador.

En el cuerpo de la válvula irán troquelados: la presión nominal (PN), expresada en bar o  $\text{kp/cm}^2$ ; y el diámetro nominal (DN), expresado en mm o pulgadas, al menos cuando el diámetro sea igual o superior a 25 mm.

La presión nominal mínima de todo tipo de válvulas y accesorios deberá ser igual o superior a 4  $\text{kp/cm}^2$ .

Los diámetros libres en los asientos de las válvulas se corresponderán con los diámetros nominales de las mismas. En ningún caso, serán inferiores a 12 mm.

Las válvulas de seguridad serán capaces de derivar la potencia máxima del grupo de captadores, de manera que, en ningún caso se sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Las válvulas de retención estarán situadas en la tubería de impulsión de la bomba, entre la boca y el manguito anti vibratorio, y de manera general, aguas arriba de la válvula de interceptación.

Los purgadores automáticos resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito.

## **12.7 VASOS DE EXPANSIÓN ABIERTOS**

Los vasos de expansión abiertos cumplirán los siguientes requisitos:

Los vasos de expansión abiertos se construirán soldados o remachados, en todas sus juntas, y reforzados para evitar deformaciones, cuando su volumen lo exija.

El material y tratamiento del vaso de expansión será capaz de resistir la temperatura máxima de trabajo.

El volumen útil del vaso de expansión abierto se determinará de forma que sea capaz de absorber la expansión completa del fluido de trabajo entre las temperaturas extremas de funcionamiento.

El nivel mínimo libre de agua de los vasos de expansión abiertos se situará a una altura mínima de 2,5 metros sobre el punto más alto de la instalación.

Los vasos de expansión abiertos tendrán una salida de rebosamiento.

La salida de rebosamiento se situará de forma que el incremento del volumen de agua antes del rebose sea igual o mayor que un tercio del volumen del depósito.

Permitirá que, con agua fría, el nivel sea tal que, al incrementar la temperatura de agua en el sistema a la temperatura máxima de trabajo, no se produzca derrame de la misma.

En ningún caso la diferencia de alturas entre el nivel de agua fría en el depósito y el rebosadero será inferior a 3 cm.

## **12.8 VASOS DE EXPANSIÓN CERRADOS**

La tubería de conexión del vaso de expansión no se aislará térmicamente y tendrá volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso.

Los cálculos darán como resultado final el volumen total del vaso y la presión nominal (PN), que son los datos que definen sus características de funcionamiento.

La temperatura extrema del circuito primario será, como mínimo, la temperatura de estancamiento del captador.

El volumen de dilatación será, como mínimo, igual al 4,3 % del volumen total de fluido en el circuito primario.

El dispositivo de expansión cerrado del circuito de captadores deberá estar dimensionado de forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores, justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia esté disponible de nuevo.

## **12.9 AISLAMIENTOS**

El espesor mínimo del aislamiento de acumuladores será el que corresponda a las tuberías de más de 140 mm de diámetro.

El espesor del aislamiento del cambiador de calor no será inferior a 30 mm.

El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios.

Cuando el material aislante de tubería y accesorios sea de fibra de vidrio, deberá cubrirse con una protección no inferior a la proporcionada por un recubrimiento de venda y escayola. En los tramos que discurran por el exterior, se terminará con pintura asfáltica u otra protección de características equivalentes.

El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

Para la protección del material aislante situado en intemperie, se utilizará una cubierta o revestimiento de escayola protegido con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o chapa de aluminio. En el caso de depósitos o cambiadores de calor situados en intemperie, podrán utilizarse forros de telas plásticas.

## **12.10 PURGA DE AIRE**

Como se ha comentado anteriormente, el trazado evitará los caminos difíciles y enrevesados, favoreciendo el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos más altos.

Los tramos dispuestos horizontalmente tendrán una pendiente como mínimo del 1 % en el sentido de circulación.

Si el sistema está equipado con líneas de purga, serán colocadas de manera que no se puedan helar y no se pueda acumular agua en las líneas.

Los orificios de descarga estarán dispuestos de forma que el vapor o el medio de transferencia de calor, que salga por las válvulas de seguridad no causen ningún riesgo a las personas, materiales o medio ambiente.

Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito.

## **12.11 SISTEMA DE LLENADO**

Los sistemas con vaso de expansión abierto podrán utilizarlo como sistema de llenado.

Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un sistema de llenado manual o automático, que les permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado.

Se recomienda la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo, nunca se utilice un fluido para el circuito primario cuyas características incumplan este Pliego de Condiciones Técnicas.

Nunca deberá rellenarse el circuito primario con agua de red, si sus características pueden dar lugar a incrustaciones, deposiciones o ataques en el circuito, o si este circuito necesita anticongelante por riesgo de heladas o cualquier otro aditivo para su correcto funcionamiento.

Las instalaciones que requieran anticongelante deben incluir un sistema que permita el relleno manual del mismo.

Para disminuir los riesgos de fallos se evitarán los aportes incontrolados de agua de reposición a los circuitos cerrados y la entrada de aire que pueda aumentar los riesgos de corrosión originados por el oxígeno del aire, Por este motivo se desaconseja, usar válvulas de llenado automáticas.

## **12.12 SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL**

El sistema eléctrico y de control cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) en los puntos que sean de aplicación de dicho reglamento.

Los cuadros serán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

El usuario estará protegido contra posibles contactos directos e indirectos.

El sistema de control incluirá señalizaciones luminosas de la alimentación del sistema del funcionamiento de bombas.

El rango de temperatura ambiente de funcionamiento del sistema de control estará, como mínimo, entre  $-10\text{ °C}$  y  $50\text{ °C}$ .

El tiempo mínimo entre fallos especificados por el fabricante del sistema de control diferencial no será inferior a 7000 horas.

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte encargada de la medición de esta. Para ello, en el caso de las de inmersión, se instalarán en contracorriente del fluido.

Los sensores de temperatura deberán estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.

La ubicación de las sondas se realizará teniendo en cuenta, que éstas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos. No se permite el uso permanente de termómetros o sondas de contacto.

Preferentemente, las sondas serán de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica.

## **DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

# 1 INTRODUCCIÓN

El presente presupuesto tiene como objetivo dar una estimación del coste económico y de los materiales empleados en las instalaciones tanto solar como de calefacción, por tanto, va a estar formada por los siguientes apartados:

- Mediciones.
- Presupuesto de los materiales de suelo radiante.
- Presupuesto de los materiales de la instalación solar.
- Presupuesto de la caldera de gasoil elegida.

Cabe destacar que el presupuesto está hecho en la empresa Hispanofil, perteneciente al grupo Sonepar, por tanto, los precios están ligados a sus condiciones y estarán sujetos a cambios y/o variaciones que pudieran surgir en el mercado.

Los elementos ofertados son función de las marcas trabajadas en la empresa y los datos calculados en el presente proyecto.

Se realizará además una estimación de la mano de obra necesaria para realizar desde el proyecto hasta la instalación con todos los profesionales que se requieran para ello, fontaneros, albañiles, electricistas, ingenieros, arquitectos...

Se añadirá también el beneficio industrial del 8% y una partida para gastos generales y de administración e imprevistos de un 13%.

A este presupuesto se le añadirá el impuesto sobre el valor añadido correspondiente en el momento de su aceptación.

## 2 MEDICIONES

Código	Resumen	Cantidad
	Instalación de suelo radiante.	
1.01	Panel aislante con tetones CABEL 20 - 45 mm Densidad 22 Kg/m <sup>3</sup> dimensiones de plancha 998 x 1.334 x 20-45 fabricado en poliestireno expandido con grafito (EPS + grafito), o similar.	2000 m2
1.02	Cinta perimetral que se instala por todo el perímetro del rodapié vertical para absorber las dilataciones del pavimento y eliminar las pérdidas de calor por la pared. Fabricada en polietileno extruido.	2000 m
1.03	Tubería para suelo radiante de diámetro 16mm, en polietileno reticulado al peróxido, impermeable a la difusión de oxígeno en color a determinar por la dirección facultativa, con conectores y adaptadores necesarios para la compelta instalación.	12000 m
1.04	Colector de acero inoxidable para calefacción por suelo radiante para 12 circuitos formado por colector de ida con caudalímetros y de retorno con válvulas de cierre preparadas para instalación de cabezales electrotérmicos. Disponen además de válvulas de cierre con termómetro, purgadores automáticos y llaves de descarga. Válvulas de cierre con termómetro Grupo terminal con purgador y vaciado Soporte de montaje Conexión en ¾" eurocono Distancia entre centros de las conexiones principales: 200 mm Distancia entre centros de las ramas: 50 mm Altura total: 348 mm Anchura total: 790 mm Tamaño: 1" Máx. presión de trabajo: 6 bar (10 bar a prueba) Máx. temperatura de funcionamiento: 70 ° C Conexiones roscadas: ISO228 (cumple con la norma DIN EN ISO 228 y BS EN ISO 228)	11 uds.
1.05	Caja metálica empotrable para colectores de 12 vías con puerta abatible Giacomini R500-2 de dimensiones 400x460x110mm, o similar.	11 uds.
1.06	Aditivo para cemento K376 de Giacomini o similar.	380 l.
1.07	Válvula de 3 vías 1" de latón rosca-E. Válvula y servomotor para la regulación del caudal de agua en instalaciones de calefacción y agua caliente circuito primario.	1 ud.
1.08	Servomotor SM-41 con kit montaje incluido. Colectores solares altamente selectivos de 2 o 2'5 m2 de área total. Modelo SOL 200 para instalación en vertical y SOL 200 H para instalación en horizontal. Permite la instalación de hasta 10 colectores por fila conexiados en paralelo, o similar.	1 ud.
1.09	Módulo técnico para sistema Delta 8000	1 ud.
	Instalación de sistema solar térmico	
2.01	Captador solar plano modelo SOL 250 o similar.	27 uds.

2.02	Soporte para colector solar, para tejado inclinado, con fijaciones, accesorios, acoplamientos etc.	27 uds.
2.03	Acumulador Baxi FST 500-2E, con capacidad de 500 litros para ACS, fabricado en acero esmaltado, doble serpentín, grupo hidráulico y protección catódica por ánodo de magnesio e indicador de su estado o similar.	1 ud.
2.04	Bomba circuladora Quantum Maxi MYL 1035 1"1/4 para instalaciones de calefacción y refrigeración de alta eficiencia. Eje: 180 mm Caudal máximo: 3,5 m <sup>3</sup> /h Rango temperatura de trabajo: 10°C a 95°C Presión máxima de trabajo: 6 bar Diámetro nominal DN: 2" Conexión tubería: racor 1"1/4 Tensión: 1 ~ 230 V Velocidad: 800-4.200 rpm Intensidad nominal: 0,04-0,44 A Potencia absorbida: 4-42 W	1 ud.
2.05	Tubería flexible de acero inoxidable Baxi DN 20 x 15 m, para complemento para instalaciones solares, o similar.	105 ml.
2.06	Líquido solar Baxi FAC 10, o similar.	10 l.
<b>Caldera y accesorios.</b>		
3.01	Caldera de gasóleo modelo Lidia EM ECO GT 60 de Baxi o similar para calefacción con una potencia de 58kW o superior.	1 ud.
3.02	Purgador de aire para instalaciones de calefacción de gasóleo modelo TIGERLOOP COMBI de Potermic o similar	1 ud.
3.03	Filtro de Recirculación Gasóleo GOK 3/8" con grifo de cierre, válvula de compensación de presión tarada a 0,8 bar para el retorno de la bomba del quemador, válvula antirretorno, sistema de purga con tubo de plástico para puesta en marcha, cartucho filtrante estándar en fieltro y soporte de fijación a pared, o similar	1 ud.
3.04	Kit accesorios TIGER LOOP PLUS, o similar.	1 ud.
3.05	Kits de aspiración combinado en latón para la instalación y conexión rápida del depósito al quemador, equipados con sonda de aspiración de longitud 2,150 m. fabricada en goma especial para gas-óleo e incluyen válvula anti-retorno, palanca de interrupción rápida en plástico, conexión para tubos de impulsión-retorno a 3/8" con racores metálicos y ovalillos diám. 8 y 10 mm, o similar.	1 ud.
<b>Instalación de pavimento</b>		
4.01	Pavimento porcelánico imitación madera, de 4 mm de espesor, con tratamiento superficial de alta resistencia. Totalmente instalado y equipado.	2000 m <sup>2</sup>

Tabla 35. Mediciones.

### 3 PRESUPUESTO

#### 3.1 PRESUPUESTO INSTALACIÓN SUELO RADIANTE

Se van a seguir los criterios de oferta rápida que desarrollan en su catálogo de Aerotermia, calefacción y ACS:

**Plancha**

- Local Inf. Calefactado => R:0,75 => m2
- Local Inf. No Calefactado => R:1,25 => m2

} Ofertar la superficie de los locales +5% para desperdicio

**Banda Perimetral**

- m2 totales de suelo radiante +10%

➔ metros lineales de Banda perimetral

Tubo Ø16	Separación Recomendada	Longitud Tubo
<b>Habitaciones</b>		
Salón	15 - 16 cm	7ml/m2
Cocinas		
Aseos	8 - 10 cm	11ml/m2
Baños		

} metros lineales totales +20% para desperdicio

**Número de Circuitos**

Mínimo:

- 1 Circuito por Habitación/Cocina
- 2 Circuitos por salón (Aprox. 1circuito cada 20m2)
- 1 Circuito por Baño

➔ **Determinación N° Circuitos/Planta**

*Nota: Longitud Máxima Circuito: 100m lineales*

**Adaptadores para Tubo**

- Se deben incluir 2 adaptadores para tubo por cada circuito.

**Colectores + Armarios**

- Mínimo 1ud. por planta. Máximo 10-12 circuitos por colector.

**Aditivo**

- 10kg de Aditivo por cada 50m2 de superficie.

**Regulación**

- **Mínimo:** Válvula Mezcladora a punto fijo + 1 Cronotermostato por planta con válvula de 3 vías
- **Recomendado:** Válvula mezcladora con servomotor (Regulación con sonda exterior) + 1Cronotermostato y actuador térmico por circuito.
- **Alta Gama:** Válvula mezcladora con servomotor (Regulación con Sonda Exterior) + Pack Delta Dore 8000

**Notas:**

- En funcionamiento solo calefacción es recomendable pero no imprescindible incluir un depósito de inercia, ya que el suelo radiante aporta su propia inercia. Será imprescindible si se opta por frío con fancoils.
- Se deberá incluir un desfangador en el retomo para proteger el intercambiador de la bomba de calor.
- En los casos en los que se seleccione una plancha lisa que no sea de tetones, será necesario una grapa por cada 40cm de tubo. Es decir, dividiremos el número de metros de tubo necesario en 0,4 para saber el número de grapas necesarias.
- Si se trata de un sistema solo calefacción se debe garantizar una circulación mínima para la bomba de calor.

Ilustración 60. Criterios de oferta para suelo radiante. Fuente: catálogo Sonepar.



HISPANOFIL SANTANDER  
 PEÑA BEJO, 8 (AVDA.PARAYAS)  
 39011 - SANTANDER  
 Tel.: 942355007 Fax: 942344307  
 E-mail: andrea.pontones@sonepar.es  
 Rpte.: 100050 0 MOSTRADOR SANTANDER

80104594 CIF: 72181764J  
 ANDREA PONTONES BAHON  
 BARRIO EL MAZO DE ARRIBA Nº 54, E  
 39012 - SANTANDER  
 Tel.: 678186681 Fax:

**PRESUPUESTO**

4 04/07/2022

AJA :  
 S/Ref : INSTALACIÓN SUELO RA  
 Enviar por: N/MEDIOS  
 OBRA:

Pág.: 1 de 1

ITEM	ARTICULO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	IMP.NETO UNIT.	IMPORTE
5	814240	M2 PANEL AISLANTE R979B 20/40 0,75M2K/W GIAC R979BY094 Plazas de 3m2. Se redondea al alza mayorando un 5% por los desperdicios.	2079,00	9,5732	19.902,62
10	173529	BANDA PERIM.K369 P/INST.SURDTE. GIAC K369Y021 Se redondea al alza mayorando en un 10%.	2200,00	0,7805	1.717,07
15	698051	TUB.PEX-B BARR.ANTI OXIGENO 16X2 GIAC R996TY264 Se redondea al alza y se mejora un 20% por los desperdicios	13000,00	0,8780	11.414,63
20	189821	ADAPTADOR PARA TUBO MULTICAPA 18(16X2) GIAC R179MX024 Se incluyen dos adaptadores para tubo por cada circuito.	258,00	2,0118	519,05
25	305439	COLECTOR PREM. PLASTICO, 1"X18/12 GIAC R553FP232	10,00	322,8212	3.228,21
27	318038	COLECTOR PLASTICO R553FP229 GIAC R553FP229	1,00	259,6549	259,66
30	199760	CAJA METALICA EMPOT.R500-2 11-12 SALIDAS GIAC R500Y234 Armario para colectores.	11,00	129,8404	1.428,25
35	634365	ADITIVO PARA CEMENTO K376 (NEUTRO) 10 L. GIAC K376Y012 10 litros de aditivo por cada 50m2	198,00	22,4146	4.438,10
40	115965	VALV.3 VIAS 1" LATON ROSCA-E BAXI 195150028	1,00	53,5610	53,56
45	115966	SERVOMOTOR SM-41 C/KIT MONTAJE INCLUIDO BAXI 195160011	1,00	133,1585	133,16
50	370411	MÓDULO TÉCNICO PARA SISTEMA DELTA 8000 DELT 6053048	1,00	159,8049	159,80

IMP. BRUTO : 43.254,11 EUR

Vendedor : ANDREA PONTONES BAHON  
 Fecha Validez : 19/07/2022

Aceptado :

Estos precios quedan sujetos a las variaciones que pudieran establecerse.

Sonepar Ibérica Spain S.A.U. Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid con fecha 03/02/2020 en tomo 40055 folio 185 y hoja M-711887. NIF: A96933510

### 3.2 PRESUPUESTO INSTALACIÓN SOLAR



HISPANOFIL SANTANDER  
 PEÑA BEJO, 8 (AVDA.PARAYAS)  
 39011 - SANTANDER  
 Tel.: 942355007 Fax: 942344307  
 E-mail: andrea.pontones@sonepar.es  
 Rpte.: 100050 0 MOSTRADOR SANTANDER

80104594 CIF: 72181764J

ANDREA PONTONES BAHON  
 BARRIO EL MAZO DE ARRIBA Nº 54, E  
 39012 - SANTANDER  
 Tel.: 678186681 Fax:

**PRESUPUESTO**  
**6 04/07/2022**

AJA :  
 S/Ref : INTALACIÓN SOLAR  
 Enviar por: N/MEDIOS  
 OBRA:

Pág.: 1 de 1

ITEM	ARTICULO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	IMP.NETO UNIT.	IMPORTE
5	ZZ00000002177010	PANEL SOLAR PLANO SOL 250 SOL250	27,00	886,5900	23.937,93
10	ZZ00000002177013	SOPORTE PARA COLECTOR PLANO EN TEJADO INCLINADO 2 SOPORTE 2 PANELES	13,00	256,1000	3.329,30
15	ZZ00000002177014	SOPORTE PARA COLECTOR PLANO EN TEJADO INCLINADO SOPORTE 1 COLECTOR	1,00	143,9000	143,90
20	ZZ00000002177015	KIT DE FIJACIÓN PARA SOPORTE DE 2 PANELES SON NECESARIOS 3 KITS. PARA SOPORTES DE UN PANEL SON NECESARIOS 2 KITS.	41,00	79,2700	3.250,07
25	ZZ00000002177016	ACCESORIOS HIDRAULICOS: ACOPLAMIENTOS ACOPLAMIENTOS Un acoplamiento por fila	3,00	134,1500	402,45
30	ZZ00000002177031	ACUMULADOR FST 500 FST 500	1,00	5.041,4600	5.041,46
35	ZZ00000002177038	BOMBA RECIRCULADORA DE AGUA BOMBA 1035	4,00	320,7300	1.282,92
40	ZZ00000002177061	LÍQUIDO SOLAR FAC 10	1,00	110,9800	110,98
45	ZZ00000002177066	TUBERÍA FLEXIBLE DE ACERO INOXIDABLE TUBERÍA FLEXIBLE INOX Rollos de 15m.	105,00	929,2700	97.573,35

IMP. BRUTO : 135.072,36 EUR

Vendedor : ANDREA PONTONES BAHON  
 Fecha Validez : 19/07/2022

Aceptado :

Estos precios quedan sujetos a las variaciones que pudieran establecerse.

Sonepar Ibérica Spain S.A.U. Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid con fecha 03/02/2020 en tomo 40055 folio 185 y hoja M-711887. NIF: A96933510

### 3.3 PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE CALDERA DE GASOIL Y ACCESORIOS.



HISPANOFIL SANTANDER  
 PEÑA BEJO, 8 (AVDA.PARAYAS)  
 39011 - SANTANDER  
 Tel.: 942355007 Fax: 942344307  
 E-mail: andrea.pontones@sonepar.es  
 Rpte.: 100050 0 MOSTRADOR SANTANDER

80104594 CIF: 72181764J  
 ANDREA PONTONES BAHON  
 BARRIO EL MAZO DE ARRIBA Nº 54, E  
 39012 - SANTANDER  
 Tel.: 678186681 Fax:

**PRESUPUESTO**  
 5 04/07/2022

A/A :  
 S/Ref : PRESUPUESTO CALDERA  
 Enviar por: N/MEDIOS  
 OBRA:

Pág.: 1 de 1

ITEM	ARTICULO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	IMP.NETO UNIT.	IMPORTE
5	574390	CALDERA GLEO.LIDIA EM ECO GT 60 ,CALEF.B BAXI 7703658	1,00	3.101,4100	3.101,41
10	185414	PURGADOR AIRE TIGER LOOP ORIGINAL POTE 050500	1,00	89,6000	89,60
15	108077	FILTRO RECIRC.GASOLEO 5002A2 POTE 13-861-03	1,00	56,5000	56,50
20	395376	KIT ASPIRACION MTCO.GOK 1" CBZAL.FJO. POTE 15-430-30	1,00	45,5000	45,50
25	572630	KIT DE ACCESORIOS TIGER LOOP PLUS POTE RTL000	1,00	8,1600	8,16

IMP. BRUTO : 3.301,17 EUR

Vendedor : ANDREA PONTONES BAHON  
 Fecha Validez : 19/07/2022

Aceptado :

Estos precios quedan sujetos a las variaciones que pudieran establecerse.

Sonepar Ibérica Spain S.A.U. Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid con fecha 03/02/2020 en tomo 40055 folio 185 y hoja M-711687. NIF: A08933510

### 3.4 PAVIMENTO

Material	Cantidad	Precio	Total
Azulejo imitación madera.	2000 m <sup>2</sup>	15€/m <sup>2</sup>	30 000 €

Tabla 36. Pavimento porcelánico. Incluye instalación.

### 3.5 DISEÑO Y REDACCIÓN DEL PROYECTO

Profesional		Total
Despacho de ingeniería/arquitectura	5% del presupuesto de ejecución material	5% 263 424.64 €
<b>Total:</b>		<b>13 171.38 €</b>

Tabla 37. Presupuesto de diseño y redacción de proyecto.

### 3.6 DIRECCIÓN DE OBRA

Profesional		Total
Dirección y ejecución de obra	6% de presupuesto de ejecución material.	6% 263 427.64 € = 15 805.66 €
Coordinador de seguridad y salud	1% de presupuesto de ejecución material.	1% 263 427.64 € = 2 634.28 €
<b>Total:</b>		<b>26 342.76 €</b>

Tabla 38. Presupuesto de dirección de obra.

### 3.7 PRESUPUESTO MANO DE OBRA

Profesional	Precio/hora	Estimación horaria	Total
Oficial de 1ª fontanería.	22 €/h	320h	2pers.x22€/hx320h=14 080 €
Ayudante de fontanero	19 €/h	320h	2pers.x19€/hx320=12 160€
Oficial de 1ª albañil	19.5 €/h	120h	2pers.x19.5€/hx120h=4 680€
Ayudante de albañil	19 €/h	120h	2pers.x19€/hx120h= 4 560 €
<b>Total:</b>			<b>35 480€</b>

Tabla 39. Presupuesto de mano de obra.

### 3.8 GASTOS GENERALES Y DE ADMINISTRACIÓN:

Partida	Total
Total de materiales	263 427.64 €
Total de mano de obra	35 480 €
<b>Subtotal (Presupuesto de ejecución material):</b>	<b>298 907.64 €</b>
<b>13% de gastos imprevistos</b>	<b>38 857.99 €</b>

Tabla 40. Partida de gastos imprevistos.

### 3.9 BENEFICIO INDUSTRIAL

Presupuesto de ejecución material	263 427.64 €
<b>8% de beneficio industrial</b>	<b>21 074.21 €</b>

Tabla 41. Partida de beneficio industrial.

### 3.10 PRESUPUESTO TOTAL

Presupuesto	PRECIO
Suelo radiante	43 254.11 €
Instalación solar	135 072.36 €
Caldera y accesorios	3 301.17 €
Pavimento	30 000.00 €
Diseño y redacción del proyecto	13 171.38 €
Dirección de obra	15 805.65 €
Seguridad y salud	2 634.28 €
Mano de obra	35 480.00 €
Gastos generales y administración (13%)	38 857.99 €
Beneficio industrial (8%)	21 074.21 €
Gestión de residuos	1 200.00 €
<b>Base imponible:</b>	<b>339 854.15 €</b>
<b>I.V.A. 21%:</b>	<b>71 369.37 €</b>
<b>Total:</b>	<b>411 223.52€</b>

Tabla 42. Total del presupuesto.