



Escola Politècnica Superior  
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# PROYECTO FIN DE CARRERA

**TÍTULO:**

**DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE  
Y UNA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA DE APOYO A ACS Y  
CALEFACCIÓN EN UN EDIFICIO DE VIVIENDAS**

**AUTOR:** XAVIER ÚBEDA CANO

**TITULACIÓN:** INGENIERIA EN AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

**DIRECTOR:** JOSÉ MATAS ALCALÁ

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**FECHA:** 09/02/09

**TÍTULO:**

**DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE Y UNA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA DE APOYO A ACS Y CALEFACCIÓN EN UN EDIFICIO DE VIVIENDAS**

**APELLIDOS:** ÚBEDA CANO

**NOMBRE:** XAVIER

**TITULACIÓN:** INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

**ESPECIALIDAD:** \_\_\_\_\_

**PLAN:** 2003

**DIRECTOR:** JOSÉ MATAS ALCALÁ

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**QUALIFICACIÓN DEL PFC**

**TRIBUNAL**

**PRESIDENTE/A**

**SECRETARIO/A**

**VOCAL**

**FECHA DE LECTURA:**

**Este proyecto tiene en cuenta aspectos medioambientales:**  **Sí**  **No**

## PROYECTO FIN DE CARRERA

### RESUMEN (máximo 50 líneas)

Este proyecto pretende mostrar el diseño, dimensionado y cálculo de una instalación de energía solar térmica con apoyo de un generador de calor auxiliar, para el abastecimiento del agua caliente sanitaria y calefacción de un edificio de viviendas plurifamiliares. De igual modo se lleva a cabo el diseño, dimensionado y cálculo de la instalación de calefacción, que en este caso es por suelo radiante.

Aunque las instalaciones están conectadas y concebidas como una única instalación, el proyecto se divide en dos grandes bloques. En el primero de ellos se lleva a cabo el diseño de la instalación solar térmica y en el segundo la instalación de calefacción. En ambos bloques se establece en primer lugar, una visión general de las posibles alternativas dentro del ámbito de un edificio de viviendas plurifamiliares y en segundo lugar, el desarrollo del método de diseño de la alternativa escogida a la aplicación del caso concreto que nos ocupa.

El edificio, aun por construir, está situado en la C./ Llibertat Nº 98 de la población de Vilanova i la Geltrú, Barcelona. Este está formado por 4 plantas: Planta baja, planta primera, planta segunda y planta tercera con bajo cubierta. La planta baja tiene 5 viviendas, mientras que las plantas que van de la primera a la tercera, ambas inclusive, tienen 6 viviendas cada una. Hay viviendas que están contempladas para que residan 3 personas, otras 4 y otras 6; lo que hace un total de 23 viviendas y 85 habitantes en el edificio.

### Palabras clave (máximo 10)

Colector	Captador solar	Suelo radiante	Líquido caloportador
Generador de calor auxiliar	Tubería	Bomba hidráulica	Grupo de impulsión
ACS	Pérdida de carga	Carga térmica	Cabezal electotérmico

# **Índice**



---

**Índice**

<b>1.- MEMORIA</b> .....	<b>13</b>
1.1.- OBJETIVO DEL PROYECTO .....	13
1.2.- ANTECEDENTES .....	13
1.3.- ALCANCE DEL PROYECTO .....	14
1.4.- REALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	15
1.4.1.- Diseño de instalaciones solares térmicas para ACS y calefacción: Visión general..	15
1.4.1.1.- Estado y ordenanzas de la energía solar térmica en Cataluña.....	15
1.4.1.2.- Normativa.....	17
1.4.1.2.1.- Ámbitos de aplicación .....	17
1.4.1.2.2.- Demanda requerida.....	18
1.4.1.2.3.- Captadores solares .....	19
1.4.1.2.4.- Radiación solar incidente .....	20
1.4.1.3.- Reflexiones acerca de la Ordenanza Solar .....	21
1.4.1.4.- El sistema de captación .....	22
1.4.1.4.1.- Introducción.....	22
1.4.1.4.2.- Captadores concentradores .....	23
1.4.1.4.3.- Captadores de tubo vacío .....	24
1.4.1.4.4.- Captadores de placa plana.....	24
1.4.1.5.- Principales sistemas solares térmicos para producción de ACS en edificios de viviendas plurifamiliares .....	29
1.4.1.5.1.- Sistema individualizado .....	29
1.4.1.5.2.- Sistema colectivo .....	29
1.4.1.5.3.- Sistema de captación colectivo y acumulación individualizada.....	30
1.4.1.6.- Posibles sistemas solares térmicos para producción de ACS y calefacción en edificios de viviendas plurifamiliares.....	31
1.4.2.- Diseño de instalaciones solares térmicas para ACS y calefacción: Método y aplicación a un caso concreto .....	33
1.4.2.1.- Introducción y datos de partida .....	33

1.4.2.2.- Identificación de la instalación.....	34
1.4.2.2.1.- Elección de la instalación solar térmica más adecuada.....	34
1.4.2.2.2.- Consumo de ACS.....	35
1.4.2.3.- Características principales de la instalación, cálculo de las necesidades térmicas y superficie de captación necesaria.....	36
1.4.2.4.- El campo de captación .....	40
1.4.2.5.- Sistema de distribución y bombeo.....	44
1.4.2.5.1.- Cañerías.....	44
1.4.2.5.2.- Aislamiento.....	47
1.4.2.5.3.- Vaso de expansión.....	47
1.4.2.5.4.- Sistema de bombeo .....	48
1.4.2.5.5.- Líquido caloportador.....	49
1.4.2.5.6.- Válvulas.....	49
1.4.2.5.7.- Carga del circuito .....	50
1.4.2.5.8.- Medida y control .....	50
1.4.2.6.- Sistema de acumulación, intercambio de energía y aportación de energía convencional .....	51
1.4.2.7.- Sistema disipador de energía.....	54
1.4.2.8.- Sistema de regulación y control .....	54
1.4.3.- Diseño de instalaciones de calefacción: Visión general .....	57
1.4.3.1.- Introducción .....	57
1.4.3.1.1.- Por radiadores.....	57
1.4.3.1.2.- Por suelo radiante .....	59
1.4.3.1.2.1.- Principio de funcionamiento .....	59
1.4.3.1.2.2.- Características .....	59
1.4.3.1.2.3.- Sistema de calefacción por suelo radiante tradicional .....	61
1.4.3.1.2.3.1.- Elementos principales de la instalación .....	61
1.4.3.1.2.3.2.- Instalación y requisitos básicos .....	62

1.4.3.1.2.3.3.- Puesta en marcha de la instalación.....	66
1.4.3.1.2.4.- Tuberías emisoras de calor .....	67
1.4.3.1.2.4.1.- Características principales .....	67
1.4.3.1.2.4.2.- Instalación de circuitos emisores.....	68
1.4.3.1.2.5.- Colectores.....	68
1.4.3.1.2.5.1.- Características .....	69
1.4.3.1.2.5.2.- Montaje .....	71
1.4.3.1.2.5.3.- Cabezales electrotérmicos .....	72
1.4.3.1.2.6.- Sistemas de regulación y control.....	72
1.4.3.1.2.6.1.- Genius.....	72
1.4.3.1.2.6.2.- Comfort System .....	74
1.4.3.1.2.7.- Grupos de impulsión .....	75
1.4.3.1.2.7.1.- Grupo de impulsión .....	75
1.4.3.1.2.7.2.- Grupo de impulsión con centralita de regulación.....	76
1.4.3.1.2.7.3.- Bomba circuladora del grupo de impulsión.....	76
1.4.3.1.2.8.- Descripción y esquema general de la instalación .....	77
1.4.3.2.- Principales sistemas de emisión de calor para calefacción .....	57
1.4.4.- Diseño de instalaciones de calefacción: Método y aplicación a un caso concreto... 80	80
1.4.4.1.- Elección del sistema de emisión de calor para calefacción más adecuado .....	80
1.4.4.2.- Cálculo y diseño de la instalación de calefacción por suelo radiante.....	81
1.4.4.2.1.- Cálculo de las cargas térmicas de los locales .....	82
1.4.4.2.2.- Localización de los colectores .....	94
1.4.4.2.3.- Diseño de circuitos .....	95
1.4.4.2.4.- Cálculo de la temperatura media superficial del pavimento.....	96
1.4.4.2.5.- Cálculo de la temperatura media del agua .....	96
1.4.4.2.6.- Cálculo del caudal de agua de los circuitos.....	97
1.4.4.2.7.- Cálculo de montantes y tuberías de distribución .....	98

1.4.4.2.8.- Cálculo de pérdidas de carga.....	100
1.4.4.2.9.- Selección de la bomba de agua .....	103
1.4.4.2.10.- Selección del grupo de impulsión .....	104
1.4.4.2.11.- Selección del generador de calor .....	105
1.4.4.2.12.- Selección del sistema de regulación y control .....	105
<b>2.- PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>108</b>
2.1.- ELEMENTOS, EQUIPOS Y MATERIALES DE LA INSTALACIÓN .....	108
2.1.1.- Introducción .....	108
2.1.2.- Captadores solares .....	108
2.1.2.1.- Generalidades.....	108
2.1.2.2.- Estructura de soporte.....	109
2.1.2.3.- Integración arquitectónica .....	110
2.1.2.4.- Orientación, inclinación y sombras .....	110
2.1.2.5.- Conexionado .....	111
2.1.2.6.- Fluido caloportador.....	111
2.1.2.6.1.- Protección Contra heladas .....	112
2.1.2.6.2.- Protección contra sobrecalentamientos.....	113
2.1.2.6.3.- Resistencia a la presión .....	113
2.1.2.6.4.- Prevención de flujo inverso .....	113
2.1.2.6.5.- Prevención de legionelosis.....	113
2.1.3.- Circuito hidráulico.....	114
2.1.3.1.- Generalidades.....	114
2.1.3.2.- Tuberías y accesorios .....	114
2.1.3.3.- Aislante térmico.....	114
2.1.3.4.- Válvulas .....	114
2.1.3.5.- Bombas.....	114
2.1.3.6.- Vaso de expansión.....	115

2.1.3.7.- Purga de aire .....	115
2.1.3.8.- Drenaje .....	115
2.1.4.- Generador de calor auxiliar .....	115
2.1.4.1.- Condiciones generales.....	116
2.1.4.2.- Documentación .....	117
2.1.4.3.- Accesorios .....	117
2.1.4.4.- Presión de prueba .....	117
2.1.4.5.- Acumulador solar .....	118
2.1.4.6.- Quemador .....	118
2.1.4.6.1.- Condiciones generales.....	118
2.1.4.6.2.- Documentación .....	119
2.2.- DISEÑO .....	119
2.2.1.- Salas de máquinas.....	119
2.2.2.- Tuberías y accesorios .....	119
2.2.2.1.- Generalidades.....	119
2.2.2.2.- Alimentación.....	120
2.2.2.3.- Vaciado .....	120
2.2.2.4.- Expansión .....	120
2.2.2.5.- Dilatación .....	120
2.2.2.6.- Golpe de ariete.....	121
2.2.2.7.- Filtración .....	121
2.2.3.- Aislamiento térmico.....	121
2.2.4.- Control .....	121
2.2.4.1.- Generalidades.....	121
2.2.4.2.- Instalaciones de climatización y calefacción.....	122
2.2.4.3.- Instalaciones centralizadas de producción de agua caliente para usos sanitarios .....	123
2.2.4.4.- Salas de máquinas.....	123

---

2.2.5.- Medición.....	123
2.2.6.- Contabilización de consumos.....	124
2.2.7.- Chimeneas y conductos de humos .....	124
2.2.8.- Requisitos de seguridad.....	125
2.2.8.1.- Instalaciones eléctricas .....	125
2.2.8.2.- Superficies calientes .....	125
2.2.8.3.- Circuitos cerrados .....	125
2.2.8.4.- Generadores de calor.....	125
2.2.8.5.- Indicaciones de seguridad en salas de máquinas .....	125
2.2.8.6.- Protección contra incendios en salas de máquinas.....	126
2.2.8.7.- Prevención de la corrosión.....	126
2.3.- MONTAJE.....	126
2.3.1.- Generalidades.....	126
2.3.1.1.- Protección .....	127
2.3.1.2.- Limpieza.....	127
2.3.1.3.- Ruidos y vibraciones .....	127
2.3.1.4.- Accesibilidad .....	127
2.3.1.5.- Señalización.....	128
2.3.1.6.- Identificación de la instalación.....	128
2.3.2.- Tuberías y accesorios .....	128
2.3.2.1.- Generalidades.....	128
2.3.2.2.- Conexiones .....	129
2.3.2.3.- Uniones.....	129
2.3.2.4.- Pendientes .....	129
2.3.2.5.- Purgas.....	130
2.3.2.6.- Soportes.....	130
2.4.- PRUEBAS, PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN .....	130

2.4.1.- Generalidades.....	130
2.4.2.- Limpieza interior de redes de tuberías .....	130
2.4.3.- Comprobación de la ejecución .....	131
2.4.4.- Pruebas.....	131
2.4.4.1.- Pruebas hidrostáticas de redes de tuberías .....	131
2.4.4.2.- Pruebas de libre dilatación .....	131
2.4.5.- Puesta en marcha y recepción.....	132
2.4.5.1.- Certificado de la instalación.....	132
2.4.5.2.- Recepción provisional .....	132
2.4.5.3.- Recepción definitiva y garantía .....	133
2.5.- MANTENIMIENTO .....	133
2.5.1.- Generalidades.....	133
2.5.2.- Programa de mantenimiento .....	133
2.5.2.1.- Vigilancia.....	134
2.5.2.2.- Mantenimiento preventivo .....	134
2.5.2.3.- Mantenimiento correctivo .....	136
2.5.3.- Garantías .....	136
2.5.4.- Comprobación de la instalación .....	137
2.6.- INSTALACIONES INDIVIDUALES.....	138
2.6.1.- Objeto y ámbito de aplicación .....	138
2.6.2.- Generadores de calor .....	138
2.6.3.- Chimeneas y conductos de humos .....	138
2.6.4.- Distribución y regulación de sistemas de calefacción.....	138
2.7.- INSTALACIONES ESPECÍFICAS .....	139
2.7.1.- Producción de ACS mediante sistemas solares activos.....	139
2.7.1.1.- Generalidades.....	139
2.7.1.2.- Descripción general de la instalación .....	139

2.7.1.3.- Criterios generales de diseño y cálculo .....	139
2.7.1.3.1.- Disposición de los captadores .....	139
2.7.1.3.2.- Área de los colectores y volumen de acumulación .....	140
2.7.1.3.3.- Proyecto .....	141
2.7.1.4.- Fluido caloportador .....	141
2.7.1.5.- Sistema de control .....	142
2.8.- NORMATIVA DE APLICACIÓN .....	142
<b>3.- CÁLCULOS .....</b>	<b>144</b>
3.1.- CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA ACS Y CALEFACCIÓN.....	144
3.1.1.- Radiación solar incidente para orientación de 21° del campo de captadores .....	144
3.1.2.- Consumo diario de ACS del edificio .....	144
3.1.3.- Consumo mensual/anual de ACS y necesidades energéticas necesarias.....	144
3.1.4.- Cálculo de necesidades energéticas para ACS.....	145
3.1.5.- Cálculo de necesidades energéticas para calefacción .....	146
3.1.6.- Cálculo y dimensionado de las cañerías .....	146
3.1.6.1.- Caudal total y parciales de local técnico a paneles solares .....	146
3.1.6.2.- Circuito primario entre local técnico y captadores: Cálculo del diámetro, volumen de líquido y pérdidas de carga de las tuberías; y de las pérdidas de carga en los captadores y en el sistema de reglaje .....	146
3.1.6.3.- Circuito primario entre local técnico y máquinas integradas: Cálculo del diámetro, volumen de líquido y pérdidas de carga de las tuberías; y de las pérdidas de carga en el sistema de reglaje .....	147
3.1.7.- Cálculos del vaso de expansión del local técnico .....	148
3.1.8.- Sistema de bombeo .....	148
3.2.- CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE ...	149
3.2.1.- Recopilación previa de datos de las viviendas del edificio.....	149
3.2.2.- Cálculo del coeficiente de transmisión térmica del cerramiento (K).....	153
3.2.3.- Cálculo de la carga térmica de transmisión de calor .....	154
3.2.4.- Cálculo de la carga térmica de ventilación .....	187



3.2.5.- Cálculo de la carga térmica total .....	191
3.2.6.- Cálculo de la longitud de los circuitos.....	195
3.2.7.- Cálculo de la temperatura media superficial del pavimento.....	197
3.2.8.- Cálculo de la temperatura media del agua .....	201
3.2.9.- Cálculo del caudal de agua .....	205
3.2.10.- Cálculo de montantes y tuberías de distribución .....	209
3.2.11.- Pérdida de carga de los circuitos de suelo radiante .....	211
3.2.12.- Pérdida de carga total de la instalación de cada vivienda .....	215
3.2.13.- Selección de las bombas de circulación de las instalaciones .....	219
<b>4.- PRESUPUESTO .....</b>	<b>222</b>
<b>5.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>231</b>
<b>6.- ANEXOS .....</b>	<b>236</b>
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CAPTADOR SOLAR SOLVIS CALA C222-S	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MÁQUINA SOLVISMÁX GAS	
<b>PLANOS</b>	
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO .....	PFC-08-IAEI-01
SECCIONES.....	PFC-08-IAEI-01
ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN .....	PFC-08-IAEI-01
INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA PARA ACS + CALEFACCIÓN Y INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE (PLANTA BAJA Y 1ª).....	PFC-08-IAEI-01
INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA PARA ACS + CALEFACCIÓN Y INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE (PLANTA 2ª Y 3ª) .....	PFC-08-IAEI-01
INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA PARA ACS + CALEFACCIÓN Y INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE (PLANTA BAJOCUBIERTA Y CUBIERTA) .....	PFC-08-IAEI-01

## 1.- Memoria

## 1.- Memoria

### 1.1.- Objetivo del proyecto

Este proyecto pretende en primer lugar definir el contexto dentro del cual se está ejecutando instalaciones solares térmicas para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) para edificios plurifamiliares. Una vez expuestos los parámetros que rigen y condicionan estos tipos de instalaciones, se pretende establecer un procedimiento general para el dimensionado de estos sistemas y definir la tipología más adecuada de entre las que se analizan. De igual modo se pretende hacer el mismo procedimiento para las instalaciones de calefacción.

Por último se aplica este procedimiento para el dimensionado de una instalación concreta. Nuestro conjunto de viviendas están situadas en un edificio en la C. / Llibertat Nº 98 de la población de Vilanova i la Geltrú, Barcelona. Dicho edificio está formado por 4 plantas: Planta baja, planta primera, planta segunda y planta tercera con bajo cubierta. La planta baja tiene 5 viviendas, mientras que las plantas que van de la primera a la tercera tienen 6 viviendas cada una. Hay viviendas que están contempladas para que residan 3 personas, otras 4 y otras 6, lo que hacen un total de 85 habitantes en el edificio.

### 1.2.- Antecedentes

Este capítulo se ha elaborado con el objeto de definir la instalación solar térmica para el apoyo a la producción de ACS (agua caliente sanitaria) y apoyo a la calefacción por suelo radiante que corresponde a un edificio tipo, situado en la ciudad de Vilanova i la Geltrú. Del mismo modo se dimensionará i se realizarán los cálculos de la instalación de calefacción.

Por darle un carácter general a este estudio no se entrará en la definición de un edificio concreto, sino que se indicarán de manera genérica los pasos a seguir para la definición y el correcto dimensionado de la instalación. Posteriormente se aplicará este estudio genérico a un caso concreto, mostrando así cifras y datos de un caso particular.

El presente proyecto tiene como objeto cumplir la Ordenanza Solar actualmente en vigor en la provincia de Barcelona. La ordenanza de 1999 obliga a la instalación de equipos de aprovechamiento solar que aporten el 60% de la energía mediana anual necesaria para el calentamiento de ACS a los edificios de nueva construcción o reformas integrales donde el consumo diario sea superior a los 292MJ, en cálculos por término medio anual. Este consumo corresponde a un mínimo de 14 viviendas tipo de 4 habitantes. La modificación de 2006 hace extensiva la exigencia a todos los edificios, al margen de su consumo energético en calentar el agua caliente sanitaria debido a que la situación del sector industrial solar térmico se ha ampliado en cuanto a empresas y tecnologías aplicables, siendo perfectamente asequibles las instalaciones de pequeño formato. Mantiene el mínimo del 60% y exige una contribución mayor en los casos de mayor demanda o cuando el sistema de soporte utilice la electricidad mediante el efecto Joule [1] (Ver figura 1 [1]). En nuestro caso será del 60%.

Demanda diaria total de agua caliente sanitaria del edificio, a temperatura de referencia de 60° C, en litros.	Contribución solar mínima en %. Caso general
0 – 10.000	60
10.000 – 12.500	65
> 12.500	70
Demanda diaria total de agua caliente sanitaria del edificio, a temperatura de referencia de 60° C, en litros.	Contribución solar mínima en %. Caso efecto joule
0 – 1.000	60
1.000 – 2.000	63
2.000 – 3.000	66
3.000 – 4.000	69
> 4.000	70

**Fig. 1. Contribución solar según demanda de ACS**

El tipo de instalaciones que se trata en este proyecto tiene un carácter innovador en nuestro país, puesto que hasta la entrada en vigor de las ordenanzas solares las instalaciones solares térmicas que se hacían correspondían a consumos centralizados, sin plantearse el problema de la distribución equitativa entre diferentes consumidores.

La normativa actual no contempla la obligatoriedad de que a partir de un cierto tamaño de instalación de calefacción se deba instalar una instalación solar térmica para la aportación de un tanto por ciento de la energía necesaria. Es por eso que es un caso muy extraño que se aproveche la captación solar en edificios de viviendas para apoyo a calefacción, ya que esto encarece los costes i el precio de la vivienda. Generalmente esta utilización se aplica en viviendas unifamiliares a voluntad del cliente por criterios ecológicos i de ahorro. Hay que tener en cuenta que en 5 o 6 años se amortiza la instalación y lo demás ya es todo ahorro. En este proyecto si se aprovechará la instalación solar térmica como apoyo a la fuente de energía para calefacción.

### 1.3.- Alcance del proyecto

Este estudio trata un tipo de instalaciones muy específico: las solares térmicas destinadas a la producción de ACS en edificios plurifamiliares. Además, sitúa estas instalaciones en un contexto concreto, que es el que define la legislación que obliga a la implantación de estos sistemas.

La inclusión de este contexto, todo y restringir las variables a analizar y la variación de algunos de los parámetros a contemplar en el momento de diseñar este tipo de sistemas, enriquece el proyecto por el motivo que a continuación se expone. El subsistema de captación requiere una superficie considerable en cubierta y el subsistema de distribución exige unos espacios y conductos que si no se tienen en cuenta en la concepción del edificio hacen que la instalación de un sistema solar en un edificio ya construido sea muy problemática y costosa. Por otro lado, aun cuando estos sistemas ofrecen un valor añadido para los pisos y los costes se pueden llegar a recuperar mediante la energía ahorrada, a las empresas constructoras no les resulta interesante incorporar por iniciativa propia este tipo de instalaciones en edificios de nueva construcción porque representan un coste por piso a tener en cuenta y que después repercute en el precio final de las viviendas, ya de por si elevado. Por esta razón se ha considerado oportuno situar el proyecto dentro del contexto de la legislación que lo afecta, puesto que en cierto modo es este contexto la razón de ser de las instalaciones solares térmicas para la producción de ACS en edificios plurifamiliares.

Este proyecto también pretende ir más allá de la obligatoriedad de la legislación puesto que aplica las instalaciones solares térmicas a la producción de calefacción. Hecho muy poco frecuente en edificios de viviendas plurifamiliares.

## 1.4.- Realización del proyecto

### 1.4.1.- Diseño de instalaciones solares térmicas para ACS y calefacción: Visión general

#### 1.4.1.1.- Estado y ordenanzas de la energía solar térmica en Cataluña

Un estudio realizado por la Asociación de Professional de las Energías Renovables en Cataluña estimó la superficie de captadores solares instalados en Cataluña durante el año 2000 en 7000m<sup>2</sup>. Tanto el “Plan de la Energía en Cataluña en el horizonte del 2010” publicado el año 2002 como el “Plan de Fomento de la Energías Renovables en España” publicado el año 1999, apostaron por un fuerte desarrollo de la energía solar en Cataluña, con el objetivo de llegar a una superficie instalada del orden de 500000m<sup>2</sup> de captadores solares térmicos en el año 2010. Desde que en el año 1999 saliera la publicación inicial de la ordenanza solar de Barcelona, muchos municipios catalanes se han sumado a esta iniciativa y han establecido una legislación que obliga a la instalación de sistemas de captación de energía solar térmica para la producción de ACS para las nuevas construcciones.

A pesar de las particularidades de cada texto, se puede decir que en general las ordenanzas solares obligan a la instalación de sistemas de producción de ACS en todas las nuevas edificaciones que tengan un consumo significativo de agua caliente, siendo los usos afectados en la mayoría de ellas los siguientes: vivienda, residencial, sanitario, deportivo, comercial e industrial. El porcentaje a cubrir de la demanda energética para esta finalidad es habitualmente de un 60%, y en general cada municipio fija una demanda energética mínima a partir de la cual la instalación de sistemas de captación solar es obligatoria. Este mínimo sí que es muy variable de un municipio a otro y en la figura 1 se presenta el mínimo establecido para algunos de los principales municipios. Para Vilanova i la Geltrú se ha utilizado el criterio del municipio de Barcelona.

Municipi	Llindar d'obligatorietat		
	MJ/dia	Litres/dia	Habit
Barcelona	292	1993	14
Sant Joan Despí	105	717	5
Montcada i Reixac	292	1993	14
Sant Boi de Llobregat	Variable	Variable	15
Esplugues de Llobregat	20	137	1
Terrassa	160	1158	8
Cardedeu	0	0	0
Sant Cugat del Vallés	160	1092	8
L' Hospitalet de Llobregat	126	860	6
Barberá del Vallés	292	1993	14
Olesa de Montserrat	160	1092	8
Granollers	200	1365	10
Cornellà de Llobregat	420	2867	20
Torredembarra	0	0	0
Badalona	20	145	1
Vic	0	0	0

Fig. 2. Consumo mínimo a partir del cual es obligatoria una instalación de aprovechamiento solar

Los litros/día han sido calculados a partir de una temperatura de agua caliente sanitaria de 60°C y la temperatura de agua fría indicada en la ordenanza de 2006 que varía según el mes del año [2]. Ver figura 3 [2].

Enero 10,27	Febrero 10,72	Marzo 12,39
Abril 14,15	Mayo 16,63	Junio 19,39
Julio 20,91	Agosto 22,44	Sept. 21,53
Octubre 19,07	Nov. 14,95	Dic. 11,70
ANUAL 16,18		

Fig. 3. Tabla de temperaturas mensuales del agua fría

En la publicación de la primera ordenanza en 1999, la temperatura de agua caliente sanitaria era de 45°C y la de agua fría, tanto de red pública como de suministro propio, era de 10°C en todos los casos, excepto Terrassa y Badalona. No obstante, en la actualización de 2006 la temperatura del agua caliente se ha aumentado hasta 60°C y la temperatura del agua fría varía según el mes. Los números colocados en la columna Habit. de la figura 2 indican el número aproximado de viviendas de un edificio por encima del cual es necesaria la realización de una instalación solar con un consumo de ACS de 140litros por vivienda.

La implantación de este nuevo tipo de legislación ha supuesto, y seguirá suponiendo, mientras se continúen aprobando ordenanzas, un incremento substancial de la superficie de captación solar térmica instalada y la aparición de un nuevo sector que ha tenido que hacerse su lugar dentro del mundo de la construcción. En la figura 4, [3], se ha hecho una previsión de la influencia de las ordenanzas solares sobre la superficie de captación instalada a corto y medio plazo.

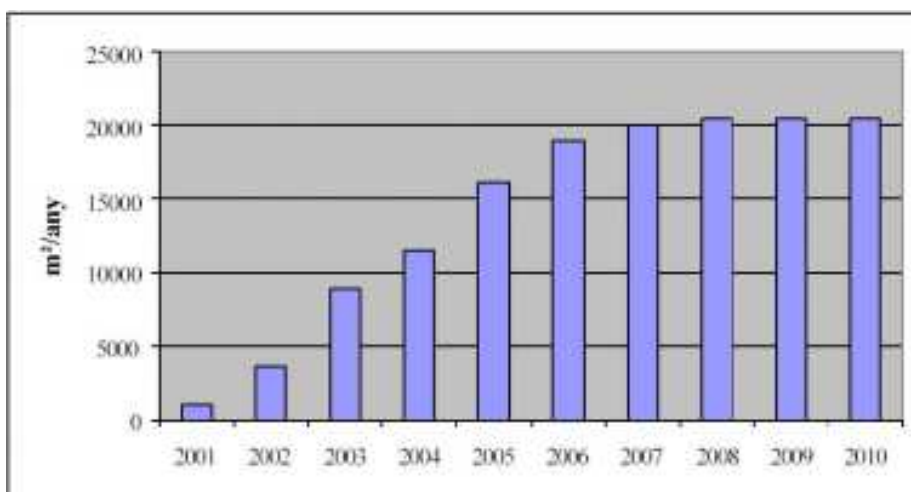


Fig. 4. Previsión del efecto de las ordenanzas solares sobre el ritmo de instalación de nuevos captadores en Cataluña

El hecho que la incorporación de las ordenanzas tarde una serie de años a hacerse notar en la superficie de captadores instalada se debe a que muchos edificios con licencia de obra aprobada con anterioridad a la entrada en vigor de la ordenanza son construidos cuando esta ley ya es vigente. Se puede observar que a partir del 2007 se produce un estancamiento alrededor de los 20.000 m<sup>2</sup> anuales instalados. Esta previsión sólo toma en consideración la superficie instalada como consecuencia directa de la aplicación de las ordenanzas. Para estimar la actividad real del sector, a esta superficie se deberían añadir las instalaciones realizadas en edificios no afectados directamente por las ordenanzas.

A pesar de estas buenas expectativas y de los esfuerzos hechos desde la administración, la comparación del efecto de las ordenanzas con los objetivos marcados por el “Plan de la Energía en Cataluña en el horizonte del 2010” muestra que estas son insuficientes para lograr los objetivos marcados. Ver figura 5.



**Fig. 5. Comparación del efecto de las ordenanzas solares sobre el ritmo de instalación de nuevos captadores solares con las previsiones del “Plan de la Energía en Cataluña en el horizonte del 2010”.**

En definitiva, las ordenanzas pueden representar una superficie de captación solar instalada en Cataluña de unos 140.000 m<sup>2</sup> en el año 2010, lo cual puede suponer un ahorro energético de más de 112.000 MWh/año. Estas cifras, todo y su espectacular avance desde la aparición de la primera ordenanza, suponen menos de un 30% del objetivo fijado por el Plan de la Energía [3].

#### 1.4.1.2.- Normativa

La normativa municipal “Anexo sobre captación solar térmica de la Ordenanza General de Medio ambiente Urbano” del Ayuntamiento de Barcelona, conocida como Ordenanza Solar, fue publicada por primer vez el 30 de julio de 1999. Pasó más de un año desde la primera publicación de la Ordenanza a su entrada en vigor. Desde entonces muchos municipios de Cataluña se han sumado a esta iniciativa y han aprobado una normativa sobre este aspecto. Todos estos textos tienen una importante base común y difieren en algunos aspectos. Los puntos de divergencia son los usos afectados (en algunos casos se incluye el industrial dentro de la obligatoriedad) y sobre todo el consumo energético mínimo para que sea obligatoria la instalación de un sistema solar térmico. En este apartado se expondrán una serie de aspectos de la Ordenanza Solar [4].

##### 1.4.1.2.1.- Ámbitos de aplicación

Las determinaciones de la ordenanza son de aplicación en los casos en que coincidan conjuntamente las siguientes circunstancias:

- Realización de nuevas edificaciones o construcciones o rehabilitación, reforma integral y/o cambio de uso de la totalidad de los edificios o construcciones existentes, tanto si son de titularidad pública como privada.
- En la ordenanza de 1999 se establecía la obligatoriedad cuando el uso de la edificación se correspondía con alguno de los siguientes: viviendas, residencial, sanitario, deportivo, comercial, industrial (en general si hace falta agua caliente para el proceso y también cuando sea necesaria la instalación de duchas para el personal) y cualquier otro uso que comporte la existencia de comedores, cocinas o lavanderías colectivas. La modificación de 2006 hace extensiva su aplicación a todos los tipos de uso, si ello comporta el consumo de agua caliente sanitaria. Con lo que podríamos añadir a las topologías enumeradas los edificios de oficinas y los de uso religioso, cultural o recreativo.

#### 1.4.1.2.2.- Demanda requerida

La temperatura del agua fría, tanto si proviene de la red pública, o de abastecimiento propio, coje un valor térmico según el mes en que estemos, ver figura 3, a no ser que se pueda probar, mediante una certificación de una entidad homologada, que la temperatura es superior. En cuanto a la temperatura mínima del agua caliente sanitaria, esta debe ser de 60°C [5].

La fracción porcentual (DA) de la demanda energética total anual, para agua caliente sanitaria, a cubrir con la instalación de captadores solares de baja temperatura se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\text{Fracción porcentual} = 100 * (A / (A + B))$$

Donde:

A: Energía térmica solar adoptada en los puntos de consumo

B: Energía térmica adicional proveniente de fuentes energéticas tradicionales

Según la ordenanza de 1999, se consideraba un consumo mínimo de agua caliente a la temperatura de 45°C o superior de 140litros por vivienda tipo y día (media anual, a partir de un consumo de 35litros/habitante y día), equivalente después de rendimientos, a 21MJ por día y vivienda tipo. Vivienda tipo es la que tiene un programa funcional de cuatro personas. Para otros programas funcionales deberá aplicarse el criterio de proporcionalidad según el número de personas que legalmente corresponda a su programa funcional, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Ci = 35 * p$$

Donde:

Ci: Consumo de ACS para el diseño de la instalación correspondiente al edificio

P: Número de personas que corresponden al programa funcional del edificio



Según la ordenanza de 2006, el cálculo del litros/habitante y día ya no se realiza con el método especificado sino a partir de la tabla de la figura 6 [6]. En nuestro caso sería de 22litros/persona y día.

tipos de uso	litros ACS /día a 60°C	unidades
Viviendas unifamiliares	30	l/persona
Viviendas multifamiliares	22	l/persona
Hospitales y clínicas (*)	55	l/cama
Hotel **** (*)	70	l/cama
Hotel *** (*)	55	l/cama
Hotel ** (*)	40	l/cama
Hostales y pensiones (*)	35	l/cama
Camping	40	l/ubicación
Residencias geriátricas (*)	55	l/persona
Vestuarios / Duchas colectivas	15	Por servicio
Escuelas	3	l/alumno
Cuarteles (*)	20	l/persona
Fábricas y talleres	15	l/persona
Oficinas	3	l/persona
Gimnasios	20	l/usuario
Lavanderías	3	l/ kilo de ropa
Restaurantes	5	l/ comida
Cafeterías	1	lalmuerzo

Fig. 6. Tabla de consumos diarios según la tipología de edificio

Para instalaciones colectivas en edificios de viviendas, el consumo de ACS a efectos del dimensionado de la instalación se calcula según la siguiente expresión:

$$C = f * \sum Ci$$

El factor f de la expresión anterior es un factor de reducción que se determina según el número de viviendas del edificio (n), según la siguiente fórmula:

$$f = 1 \text{ si } n \leq 10$$

$$f = 1.2 - (0.02 * n) \text{ si } 10 < n < 25$$

$$f = 0.7 \text{ si } n \geq 25$$

#### 1.4.1.2.3.- Captadores solares

El captador deberá estar orientado hacia el sur, con un margen máximo de +/-25°. Sólo en circunstancias donde se proyecten sombras por edificaciones u obstáculos naturales o por mejorar la integración en el edificio, se podrá modificar esta orientación.

La inclinación del subsistema de captación deberá ser igual a la latitud geográfica, es decir, 41,25°. Esta inclinación puede variar entre +/-10°, según si las necesidades de agua caliente son preferentemente en invierno o en verano.

Si se prevén diferencias notables en la demanda según los diferentes meses o estaciones se podrá adoptar un ángulo de inclinación que resulte más favorable. En cualquier caso, hará falta la justificación analítica comparativa de que la inclinación adoptada corresponde al mejor aprovechamiento global en un ciclo anual conjunto [5].

1.4.1.2.4.- Radiación solar incidente

La radiación solar global diaria sobre superficies inclinadas en (MJ/m<sup>2</sup>\*día) según el “Atlas Solar de Cataluña” en la estación de medición solar de Barcelona, para captadores con una desviación de la orientación respecto al sur de 0° y 30° y sin sombras es la que se encuentra en la figura 7 y 7 bis [4].

La desviación de la orientación respecto al sur real de los captadores es de 21° pero el “Atlas Solar de Cataluña” sólo contempla desviaciones en la orientación de 0°, 30°, 60° y 90°; en el apartado 1.4.2.3 se explica que se hace en estos casos. En lo referente a que la medición de la radiación solar global diaria de la tabla sea de la ciudad de Barcelona y no de Vilanova i la Geltrú, se debe a que el atlas no dispone de esta tabla para esta población. No obstante, las radiaciones solares en Barcelona y Vilanova i la Geltrú se estiman muy parecidas. El atlas si contempla la radiación solar global diaria de Vilanova, pero no lo hace para superficies inclinadas según inclinación y orientación.

Orientacio: 0'													
Inclinació	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Anual
0°	6,80	9,65	13,88	18,54	22,25	24,03	23,37	20,42	16,05	11,40	7,73	6,04	15,04
5°	7,70	10,56	14,72	19,15	22,58	24,21	23,63	20,93	16,85	12,32	8,66	6,94	15,71
10°	8,56	11,41	15,47	19,67	22,78	24,25	23,74	21,31	17,54	13,17	9,55	7,80	16,29
15°	9,37	12,19	16,14	20,07	22,84	24,13	23,70	21,59	18,13	13,95	10,38	8,61	16,78
20°	10,12	12,90	16,70	20,35	22,76	23,87	23,52	21,76	18,61	14,63	11,15	9,37	17,17
25°	10,81	13,52	17,17	20,51	22,60	23,48	23,24	21,80	18,98	15,23	11,85	10,07	17,46
30°	11,43	14,07	17,52	20,54	22,32	23,02	22,86	21,71	19,23	15,73	12,47	10,71	17,65
35°	11,97	14,52	17,77	20,45	21,90	22,43	22,34	21,48	19,36	16,13	13,01	11,28	17,73
40°	12,44	14,88	17,91	20,23	21,35	21,70	21,69	21,12	19,37	16,43	13,47	11,77	17,71
45°	12,83	15,15	17,94	19,89	20,67	20,84	20,90	20,63	19,26	16,63	13,85	12,19	17,58
50°	13,14	15,32	17,86	19,43	19,87	19,86	20,00	20,02	19,03	16,72	14,13	12,53	17,33
55°	13,36	15,40	17,67	18,85	18,95	18,77	18,97	19,29	18,68	16,71	14,32	12,78	16,98
60°	13,49	15,37	17,36	18,16	17,92	17,60	17,84	18,44	18,22	16,59	14,42	12,95	16,53
65°	13,53	15,25	16,95	17,36	16,83	16,41	16,71	17,48	17,65	16,36	14,42	13,04	16,00
70°	13,49	15,03	16,44	16,46	15,70	15,14	15,48	16,43	16,97	16,03	14,33	13,03	15,38
75°	13,35	14,72	15,83	15,47	14,48	13,78	14,18	15,35	16,19	15,60	14,14	12,94	14,67
80°	13,13	14,31	15,12	14,41	13,18	12,36	12,80	14,17	15,31	15,08	13,86	12,77	13,87
85°	12,82	13,81	14,32	13,29	11,82	10,93	11,35	12,93	14,34	14,45	13,50	12,51	13,00
90°	12,43	13,23	13,44	12,11	10,41	9,57	9,99	11,62	13,30	13,74	13,04	12,16	12,08

Fig. 7. Radiación solar global diaria sobre superficies inclinadas (MJ/m<sup>2</sup>/día)

Orientación: 30°													
Inclinación	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Anual
0°	6,80	9,65	13,88	18,54	22,25	24,03	23,37	20,42	16,05	11,40	7,73	6,04	15,04
5°	7,58	10,44	14,61	19,09	22,54	24,19	23,59	20,86	16,74	12,20	8,54	6,82	15,62
10°	8,32	11,17	15,25	19,55	22,70	24,20	23,67	21,24	17,33	12,93	9,30	7,56	16,12
15°	9,01	11,83	15,83	19,89	22,80	24,11	23,67	21,50	17,82	13,58	10,01	8,25	16,55
20°	9,64	12,42	16,32	20,11	22,75	23,92	23,55	21,62	18,23	14,15	10,66	8,90	16,88
25°	10,22	12,93	16,71	20,24	22,57	23,58	23,28	21,62	18,54	14,63	11,24	9,49	17,11
30°	10,73	13,37	17,00	20,28	22,31	23,13	22,91	21,55	18,74	15,02	11,75	10,02	17,25
35°	11,18	13,72	17,18	20,19	21,94	22,61	22,46	21,35	18,82	15,32	12,19	10,49	17,30
40°	11,55	13,99	17,26	19,98	21,44	21,95	21,87	21,02	18,79	15,52	12,55	10,89	17,25
45°	11,85	14,17	17,24	19,65	20,81	21,17	21,15	20,56	18,64	15,63	12,83	11,21	17,09
50°	12,08	14,26	17,10	19,22	20,10	20,31	20,35	20,01	18,39	15,64	13,03	11,47	16,84
55°	12,22	14,26	16,90	18,73	19,33	19,39	19,50	19,39	18,07	15,56	13,14	11,65	16,52
60°	12,29	14,18	16,60	18,12	18,44	18,36	18,53	18,66	17,63	15,39	13,17	11,76	16,10
65°	12,28	14,02	16,20	17,41	17,45	17,23	17,45	17,82	17,10	15,14	13,11	11,79	15,59
70°	12,19	13,76	15,69	16,59	16,40	16,10	16,35	16,87	16,45	14,78	12,98	11,74	15,00
75°	12,01	13,43	15,10	15,70	15,34	14,92	15,21	15,90	15,72	14,34	12,76	11,61	14,34
80°	11,77	13,00	14,41	14,79	14,20	13,67	14,00	14,88	14,88	13,80	12,46	11,41	13,61
85°	11,44	12,50	13,64	13,80	12,99	12,45	12,77	13,77	14,03	13,19	12,08	11,13	12,82
90°	11,04	11,93	12,84	12,74	11,86	11,23	11,58	12,61	13,11	12,49	11,62	10,79	11,98

**Fig. 7 bis. Radiación solar global diaria sobre superficies inclinadas (MJ/m<sup>2</sup>/día)**

#### 1.4.1.3.- Reflexiones acerca de la Ordenanza Solar

Una crítica hecha sobre la ordenanza de 1999 era el hecho que sólo fuese de obligado cumplimiento para aquellos edificios con un consumo energético para ACS superior a 292MJ, por ejemplo, en ciudades como Barcelona. Se creía que debía haber un umbral de afectación más bajo, para que fuese de aplicación a la práctica totalidad de los edificios nuevos y rehabilitados de la ciudad, a la vez que debía contemplarse una regulación menos restrictiva de las instalaciones solares que permitiese mejorar la integración arquitectónica y unas mayores exigencias de control y mantenimiento de las instalaciones. Todos estos puntos se han visto resueltos en la ordenanza de 2006 [3].

Un hecho que resultaba sorprendente es que aplicando estrictamente los criterios de la ordenanza solar de 1999 el consumo energético para el calentamiento de ACS de un edificio resultaba exactamente igual en el mes de enero que en el mes de julio. Esto es así porque la ordenanza fijaba la temperatura del agua de red a 10°C durante todo el año, a no ser que se aporte una certificación de una entidad homologada de que la temperatura era superior. Este dato de partida para el cálculo de la instalación tenía dos consecuencias:

- El cálculo de la energía necesaria para calentar el ACS hasta 45°C estaba sobredimensionado ya que 10°C es una temperatura propia del agua en los meses de invierno, pero en los meses de verano esta temperatura supera los 20°, dándose temperaturas entre estos dos valores entre los meses de primavera y otoño.
- La instalación, planteada para afrontar una demanda constante a lo largo del año podía ver reducido su rendimiento global si en verano, como consecuencia del sobredimensionamiento de las necesidades energéticas en esta estación, la energía producida por el sistema solar superaba las necesidades reales, y por lo tanto no podía ser aprovechada. Esto se veía empeorado por el hecho que normalmente un exceso de energía solar en verano implicaba un

consumo de energía eléctrica, ya que el sistema solar estaba dotado de un equipo disipador de energía para evitar que se llegase a temperaturas perjudiciales para el circuito.

La problemática referente al agua fría de red constante a 10°C todo el año se ha visto resuelta con la ordenanza de 2006.

Otro aspecto a considerar, y que en la ordenanza fijaba como constante durante el transcurso de todo el año, es la cantidad de ACS consumida por persona y día. Este valor es de 35 litros por persona y día.

Estas pautas de consumo influyen sobre la instalación solar de una manera muy similar a la que ya se ha visto anteriormente para la temperatura del agua de red. Las instalaciones, siguiendo las indicaciones de la ordenanza, se diseñan para funcionar con una demanda de agua constante durante todo el año, y esta demanda puede sufrir variaciones de más de un 30% entre los meses de verano y de invierno.

Tanto las necesidades energéticas de un edificio como la energía que puede suministrar un sistema solar térmico dependen mucho de las hipótesis de partida que se hagan. Hay parámetros como el agua de red que son fáciles de ajustar a la realidad, pero en cambio hay otros como pueda ser el perfil de consumo de ACS que puede variar mucho de un edificio a otro. Es por este motivo que en la actualización de la ordenanza en 2006, el consumo de ACS no varía según los meses. En este aspecto, no queda otra alternativa que hacer algún tipo de seguimiento estadístico, si se quieren adaptar los parámetros utilizados para los cálculos con los perfiles reales de consumo.

Las inclinaciones de los colectores próximos a las de la latitud del lugar (41° en Barcelona) son las que maximizan la energía producida anualmente por un sistema solar térmico. No obstante, si el perfil de consumo de la instalación presenta variaciones estacionales puede resultar interesante modificar esta inclinación con tal de mejorar el rendimiento en invierno y reducirlo en verano, puesto que la instalación puede tener una sobreproducción de energía que hace falta ser disipada en verano.

#### *1.4.1.4.- El sistema de captación*

##### *1.4.1.4.1.- Introducción*

La energía solar presenta dos características muy importantes que la diferencian de las fuentes energéticas convencionales. Es una forma de energía que presenta una gran dispersión, ya que su densidad de flujo, en condiciones favorables, difícilmente llega a los 1100W/m<sup>2</sup>, valor que está muy por debajo de los otros valores con los que se trabaja normalmente en ingeniería. Esto significa que para obtener energías elevadas se necesitan, o bien grandes superficies de captación, o bien sistemas de concentración de los rayos solares.

Por otro lado, la otra característica específica de la energía solar es su intermitencia, es decir, que la energía solar sólo se produce durante unas ciertas horas al día. Este hecho provoca la necesidad de incorporar sistemas acumuladores de energía en todas las aplicaciones donde el consumo no coincide exactamente con el momento de producción

El colector solar térmico es el encargado de captar la radiación solar y convertirla en energía calorífica. La energía solar llega al colector en forma de onda electromagnética, con una potencia máxima en verano de 1100W/m<sup>2</sup> y una longitud de onda de entre 0.3 y 3µm. Esta energía va calentando el captador, que a su vez padece pérdidas de calor por conducción, convección y radiación. Las pérdidas aumentan con la temperatura, hasta que se llega a un punto de equilibrio donde la energía captada es igual a la pérdida y en consecuencia el cuerpo ya no se calienta más. A

esta temperatura de equilibrio se la conoce como la temperatura de estagnación del colector y es en función de la radiación incidente y de las características propias de cada colector.

Existen diferentes tipos de colectores y su elección viene determinada por las características de la instalación. Se puede hacer una división en tres grandes grupos:

- Captadores concentradores
- Captadores de tubo de vacío
- Captadores planos

El más adecuado y utilizado para conseguir aprovechar la radiación solar para calentar agua o aire a baja y media temperatura en climas mediterráneos es el colector de placa plana. Por este motivo su descripción será mucho más detallada que la de los otros dos tipos de colectores.

#### 1.4.1.4.2.- Captadores concentradores

Para obtener temperaturas superiores a 100°C es necesario disminuir las pérdidas por calor en incrementar la intensidad de la energía solar. Para incrementar la intensidad se utilizan sistemas concentradores. Su característica principal es el factor de concentración que relaciona la energía que llega al absorbedor con la energía que llegaría si no existiera el sistema concentrador.



**Fig. 8. Captador concentrador**

Los sistemas de este tipo con factores de concentración superiores a 2 presentan el problema que deben ser continuamente orientados hacia la dirección de máxima radiación si no se quiere que su rendimiento se vea muy perjudicado. Esto genera una dificultad constructiva que repercute en el precio final de los captadores concentradores. Además, como consecuencia de las altas temperaturas que se pueden llegar a lograr, es obligatorio trabajar con superficies selectivas y materiales aislantes de mayor calidad que en el caso de los colectores planos.

Las principales aplicaciones de los colectores concentradores son la producción de calor para procesos industriales y la generación de electricidad a través de la conexión del fluido que sale del colector con una planta de energía térmica convencional.

#### 1.4.1.4.3.- Captadores de tubo vacío

Los colectores de vacío encuentran su principal aplicación en sistemas de media temperatura, como puedan ser sistemas de acondicionamiento de aire o algunos procesos industriales. También son especialmente apropiados para lugares fríos donde hay una gran diferencia entre la temperatura del colector y la del ambiente. En estas condiciones la mejora substancial del rendimiento de la instalación puede compensar el aumento de precio de este tipo de tecnología. El hecho que la técnica del vacío ya fuera utilizada por las industrias fabricantes de tubos fluorescentes ha permitido una producción rentable y en gran cantidad de este tipo de colectores.

El captador está formado por varios tubos solares que transforman la radiación solar en energía térmica útil. Los tubos van insertados en el colector por donde circula el fluido solar y que actúa de intercambiador de calor. De esta manera el calor captado en los tubos se transfiere al circuito hidráulico, aprovechando toda la energía para producir ACS o apoyar a la calefacción.



**Fig. 9. Captador de tubo de vacío**

La radiación solar es captada por el absorbedor del tubo interior transformándose en calor útil. La envolvente de doble camisa de cristal al vacío evita las pérdidas de calor por conducción y convección. Y las pérdidas de radiación se reducen gracias al tratamiento superficial del cristal interior. La energía térmica que se genera en el interior del tubo de vacío se absorbe como calor latente por un fluido de trabajo y se cede al fluido del circuito solar en el condensador.

Según el método utilizado para el intercambio de calor entre la placa y el fluido caloportador se diferencian dos tipos de colectores de vacío: los de flujo directo y los de tubo de calor. En los de flujo directo el fluido circula directamente por un tubo en contacto con la placa absorbente. En los de tubo de calor se utiliza un fluido que mediante su evaporación y condensación transfiere calor de la placa absorbente al líquido a calentar.

Los captadores de tubo de vacío permiten una mayor producción de calor que con captadores planos para la misma acumulación, aprovechan la radiación difusa incluso en días nublados, alcanzan temperaturas de trabajo que permiten el apoyo a sistemas de calefacción con radiadores y reducen en gran medida las pérdidas caloríficas de todo tipo

#### 1.4.1.4.4.- Captadores de placa plana

Un colector de placa plana está compuesto por cuatro elementos básicos: la carcasa, el aislamiento, el absorbedor y una cubierta transparente superior, que actúa como cierre que reduce las pérdidas por radiación y convección, ayudando a producir el efecto invernadero en el colector.



Fig. 10. Captador de placa plana

Cuando la radiación electromagnética incide sobre el colector una parte es reflejada por la cubierta transparente, otra parte es absorbida y una tercera parte atraviesa la cubierta. La fracción

de cada una de ellas depende del grueso del material transparente, de su composición y del ángulo de incidencia de la radiación. El vidrio es transparente para longitudes de onda de entre  $0,3$  y  $3\mu\text{m}$ , resultando opaco para el resto. La mayor parte del espectro visible se encuentra comprendido entre longitudes de onda de  $0,3$  a  $2,4\mu\text{m}$ , motivo por el cual la luz solar atraviesa el vidrio sin problema y sólo una pequeña parte es reflejada o absorbida.

Unos centímetros por debajo de la cubierta transparente se encuentra el absorbedor, que es la parte del colector dónde se efectúa la conversión de energía electromagnética en térmica. A medida que se calienta el absorbedor emite radiación con una longitud de onda de entre  $4,5$  y  $7,2\mu\text{m}$ . Para estas longitudes de onda el vidrio resulta opaco y la mayor parte de la radiación emitida

por el absorbedor es absorbida por el vidrio. Sólo una pequeña parte es reflejada por la parte interior del vidrio. En consecuencia el vidrio se va calentando gracias a la radiación emitida por el absorbedor y también emite radiación, la mitad de la cual se pierde hacia el ambiente y la otra mitad se devuelve al absorbedor, creando el que se conoce como efecto invernadero.

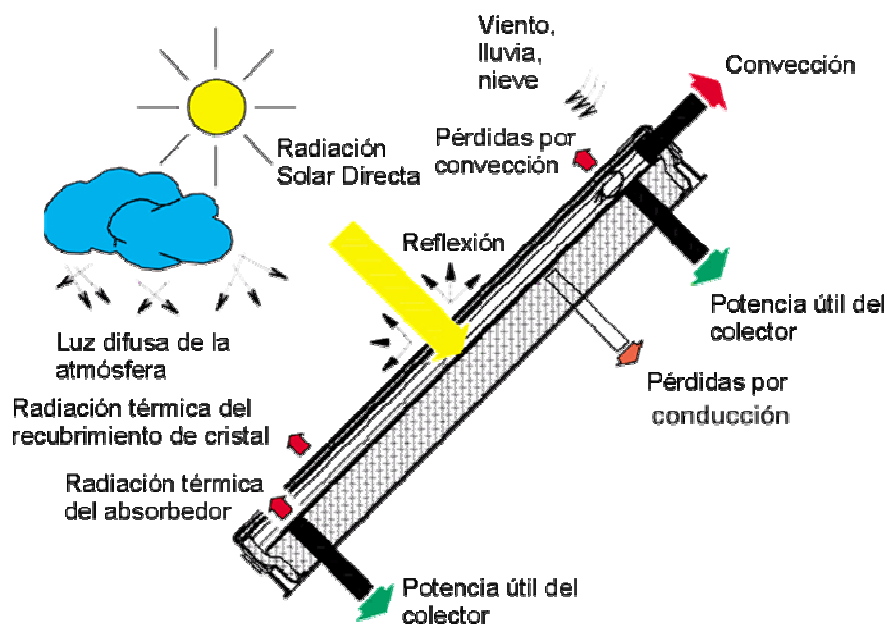


Fig. 11. Funcionamiento de un colector solar

A continuación se describen en detalle las características y propiedades que debe presentar cada uno de los cuatro elementos básicos del colector de placa plana.

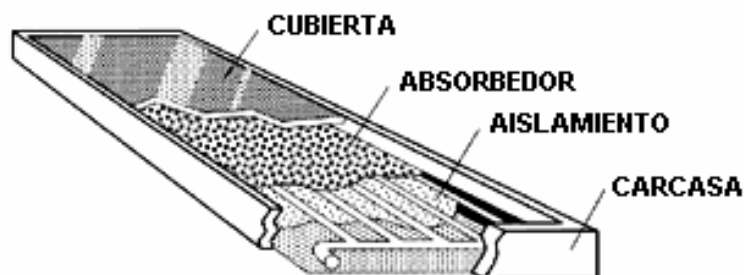


Fig. 12. Elementos básicos de un captador de placa plana

### La cubierta transparente

Las propiedades que debe tener la cubierta transparente son:

- Provocar el efecto invernadero. Para conseguir esto, el material debe ser transparente para las longitudes de onda en que se encuentra la mayor parte de la radiación solar (entre 0,3 y 3 $\mu$ m.) y opaco para longitudes de onda largas (superiores a 3  $\mu$ m.) propias de la energía emitida por el absorbedor.
- Asegurar la estanqueidad del colector, tanto para el agua como para el aire.
- Tener una conductividad térmica baja, para que las pérdidas sean lo más pequeñas posibles. Esta baja conductividad implicará que la cara interior del vidrio se encontrará a una temperatura mucho más alta que la cara exterior, con el consecuente riesgo de ruptura de la cubierta. Por tal de minimizar este riesgo, se debe buscar un material que tenga una baja conductividad térmica y a la vez un bajo coeficiente de dilatación.
- Dificultar la adherencia de la suciedad a la superficie exterior y ser resistente a granizadas.

Para reducir las pérdidas por convección existen colectores con una doble cubierta. Este tipo de colectores ofrecen temperaturas más elevadas que los de simple cubierta, aunque se debe tener en cuenta que la reflectividad y absorción por parte de la cubierta es superior. En el momento de decantarse por una u otra se debe valorar si la disminución de pérdidas por convección compensa la reducción de energía incidente sobre el absorbedor. La climatología jugará un papel determinante en este tipo de elección.

Como resultado de la experiencia se puede decir que el colector de doble vidrio es más adecuado que el de simple para temperaturas del fluido de trabajo superiores a 50°C. En general la doble cubierta resulta interesante como mayor sea la diferencia entre la temperatura del fluido y la temperatura exterior.

El material más utilizado con diferencia para este tipo de cubierta es el vidrio. Se aconseja la utilización de vidrios recocidos o templados, puesto que sus propiedades ópticas no varían y las mecánicas mejoran notablemente. La parte más crítica son las aristas, puesto que como que no están directamente expuestas en la radiación solar pueden encontrarse a temperaturas bastantes más bajas que el resto del vidrio. Por este motivo los tratamientos más habituales son o bien mejorar la resistencia de las aristas, o bien mejorar la resistencia del volumen a través de un tratamiento de templado.



También algunos plásticos transparentes pueden ser utilizados como cubierta. Las posibilidades van desde películas muy finas a láminas rígidas. Los plásticos ofrecen las mismas propiedades ópticas que los vidrios y presentan la ventaja de un peso inferior. No obstante, su degradación cuando son expuestos durante largos periodos a la intemperie hace que actualmente todavía sean poco usados.

### **El absorbedor**

Últimamente han salido al mercado absorbedores de plástico usados normalmente sin cubierta y casi exclusivamente para la climatización de piscinas. Aparte de esta novedad, los absorbedores de captadores de placa plana acostumbran a ser metálicos, siendo el aluminio, el cobre y el acero inoxidable los materiales más utilizados.

Se pueden distinguir tres modos principales de construcción de absorbedores:

- Absorbedor con aletas: Está constituido por diferentes tubos que se encuentran unidos entre sí por aletas que se encuentran sobre el mismo plano. Los tubos acostumbran a ser de cobre y las aletas pueden ser tanto de cobre como de acero o aluminio.
- Absorbedor de cojín: Está formado por dos planchas de acero soldadas formando un dibujo muy preciso. El líquido caloportador circula entre las dos planchas e irriga toda la superficie del absorbedor.
- Absorbedor “Rollbond”: Está compuesto por dos planchas, en este caso de aluminio, juntas según el sistema que se conoce con el nombre de “Rollbond”. En este sistema, el líquido circula dentro de los canales creados entre las dos planchas.

Sea cual sea el modo de construcción del absorbedor uno de los puntos claves para aprovechar la energía incidente es tener un alto índice de absorción. Las pinturas de color oscuro normalmente tienen elevados factores de absorción, pero también elevados factores de emisión, sobre todo a altas temperaturas. Este elevado factor de emisión se traduce directamente en pérdidas por radiación. El interés de lo que se conoce como capas selectivas es que tienen factores de emisión muy pequeños en el infrarrojo (que son las longitudes de onda características de la emisión del absorbedor) manteniendo elevados factores de absorción para longitudes de onda dentro del rango del espectro visible, que es dónde se encuentra la mayoría de la radiación solar. Los revestimientos selectivos más comunes son los basados en cromo o níquel.

En el momento de determinar la calidad de un absorbedor se deben valorar los siguientes aspectos:

- Pérdida de carga: Si está previsto que la instalación funcione con un sistema termosifón, es preciso que la pérdida de carga sea inferior a los 30Pa, para que el movimiento no sea demasiado lento y la temperatura excesivamente elevada.
- Entradas y salidas del fluido del absorbedor: Se debe velar especialmente por las pérdidas de carga en estos puntos.
- Resistencia a la presión: En caso de que el colector pueda funcionar con agua de red el absorbedor debe ser capaz de soportar la presión suministrada.

- Corrosión interna: El circuito solar normalmente es una instalación cerrada. Se debe evitar la mezcla de elementos de hierro y cobre para evitar la corrosión del hierro.
- Capacidad térmica de del absorbedor: Interesa que la inercia térmica del absorbedor sea pequeña para que pueda dar una respuesta rápida en caso de radiación favorable. Esta característica es crucial en zonas dónde hay una alternancia continua entre nubes y cielo destapado.
- Homogeneidad de circulación del fluido: Es un aspecto que afecta directamente al rendimiento del colector, puesto que una irregularidad en la circulación del líquido provoca diferencias de temperatura entre distintos puntos del colector.
- Puentes térmicos: Se debe evitar que existan puentes térmicos entre el absorbedor y elementos no aislados del colector. En este aspecto también la entrada y la salida representan puntos críticos.
- Tratamiento de las superficies: Las superficies selectivas son más caras que las pinturas oscuras, pero como ya se ha comentado antes ofrecen unas propiedades ópticas muy interesantes.

### **El aislamiento**

La función del aislamiento es proteger de las pérdidas térmicas posteriores y laterales al absorbedor. Las características que debe cumplir un buen aislamiento son:

- Soportar temperaturas de hasta 150°C sin degradarse.
- No desprender vapores dentro del rango de temperaturas a las que trabaja el colector.
- No envejecer con el tiempo.
- Soportar la humedad, puesto que esta puede aparecer ya sea por condensación dentro del colector o por ruptura de la carcasa.

### **La carcasa**

La misión de la carcasa es doble: de un lado proteger y soportar los diferentes elementos del colector y del otro actuar como elemento de enlace entre el conjunto del colector y los apoyos, que le darán la inclinación y la orientación.

La duración mínima que debe ofrecer una carcasa es de 25 años. Las propiedades que se deben exigir a este elemento son:

- Rigidez
- Resistencia a la corrosión y a la inestabilidad química.
- Estanqueidad. Existen colectores completamente estancos al aire, y que por lo tanto deben resistir las presiones y depresiones que se produzcan con el calentamiento y el enfriamiento del aire. También existen colectores que son estancos al agua pero no al aire, que aseguran el mantenimiento de la presión atmosférica en su interior mediante orificios.

- Evitar geometrías que puedan facilitar la retención de agua o nieve.

#### *1.4.1.5.- Principales sistemas solares térmicos para producción de ACS en edificios de viviendas plurifamiliares*

Para edificios plurifamiliares dónde los consumos se producen de forma separada en las diferentes viviendas, existen tres posibles tipologías de instalación solar desde el punto de vista de la instalación: sistema individualizado, sistema colectivo y sistema de captación colectivo y de acumulación individualizada.

##### 1.4.1.5.1.- Sistema individualizado

El sistema individualizado consiste en poner para cada vivienda una instalación completamente independiente desde el captador hasta el acumulador. Resulta generalmente inadecuado como consecuencia de la gran duplicidad de componentes de la instalación y la gran cantidad de cañerías que requiere (2 por vivienda). Presenta la ventaja que cada instalación es absolutamente independiente y no existe ningún consumo a repartir entre los diferentes propietarios.

En otro tipo de instalaciones térmicas, como por ejemplo las de aire acondicionado o las instalaciones convencionales de producción de agua caliente sanitaria, cada vivienda tiene una instalación independiente. En estos casos se valora más la simplicidad de la gestión de los costes del sistema por encima la inversión inicial o la eficiencia energética. En el caso de instalaciones de energía solar para edificios plurifamiliares es una configuración más bien atípica cuanto más elevado es el número de viviendas.

##### 1.4.1.5.2.- Sistema colectivo

El sistema colectivo consiste en realizar la captación de forma conjunta para todas las viviendas y una acumulación centralizada. Esto comporta claros beneficios a nivel de captación, de eficiencia energética del conjunto y de coste de inversión inicial.

De los sistemas propuestos es el más económico, puesto que se ahorra la acumulación individual y la regulación en cada vivienda. A la vez es el sistema con mayor eficiencia energética por varios motivos. Primeramente, al tratarse de un solo volumen de acumulación, como que la superficie del acumulador para contener un determinado volumen es inferior que la suma de superficies de varios acumuladores pequeños, las pérdidas son también inferiores. En segundo término, la acumulación puede estar mucho más cerca del sistema de producción, reduciendo así la talla del circuito primario, que se encuentra en temperatura más elevada que el secundario, y que por lo tanto presenta pérdidas superiores. Esta reducción de la talla del circuito primario comporta también una ganancia económica, puesto que se necesita mucho menos líquido anticongelante, que es el fluido que normalmente circula por el circuito primario. Por último, la acumulación centralizada asegura que todo el volumen de acumulación es útil. En el caso de la acumulación individualizada se mantienen volúmenes calientes que pueden no ser utilizados durante largas temporadas porque la vivienda no esté permanentemente ocupada.

A pesar de todas estas ventajas hace falta mencionar que se debe prever un espacio común normalmente con un forjado reforzado para la ubicación del acumulador. Igualmente se debe prever un sistema de recirculación para acercar el agua caliente del acumulador a todas las viviendas. Por último, tener en cuenta que la facturación del agua es colectiva y también la de la energía auxiliar, si se decide instalar una caldera comunitaria. Es por estos últimos motivos que a

menudo esta solución no resulta operativa en comunidades de vecinos/propietarios con intereses y perfiles de funcionamiento y consumo dispares.

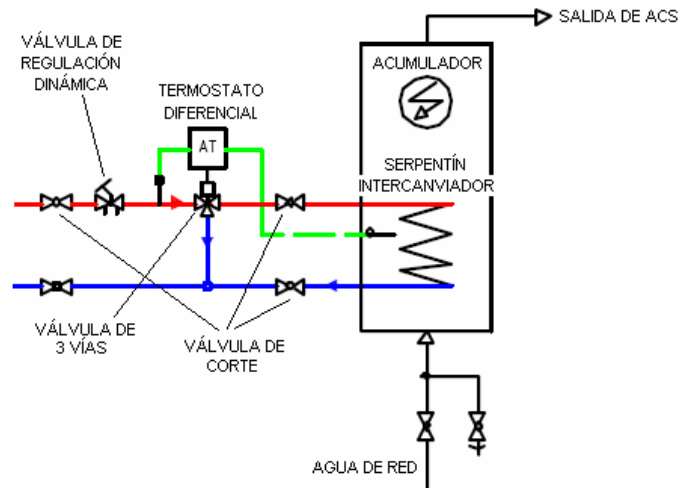
#### 1.4.1.5.3.- Sistema de captación colectivo y acumulación individualizada

Este sistema consiste en realizar un campo de captación colectivo y, mediante un bucle central de primario, distribuir de forma homogénea la energía generada por el sol a los diferentes acumuladores de cada vivienda. Este sistema permite combinar los beneficios de un campo de captación y grupo hidráulico conjuntos con una acumulación individualizada para cada vivienda.

La acumulación individualizada, todo y el gasto económico inicial y la menor eficiencia energética que un sistema de acumulación centralizado, presenta la gran ventaja de la facturación individual tanto del agua como de la energía auxiliar utilizada para el calentamiento de la ACS. Los únicos consumos colectivos son el de la bomba de circulación y los elementos de regulación, consumos que son poco significativos en una comunidad de vecinos. El aspecto más complicado de este tipo de sistemas consiste en asegurar de un lado una repartición equitativa a todas las viviendas de la energía producida por el campo de captación, y del otro lado impedir que se continúe calentando un acumulador que por los motivos que sea ya ha logrado la temperatura deseada.

Para asegurar una repartición equitativa de la energía, lo que se hace es un equilibrado hidráulico del circuito primario, de forma que por cada vivienda circule el mismo caudal de líquido caloportador. Realizar este equilibrado con válvulas de asiento o válvulas micrométricas resultaría muy complicado e implicaría la colocación de algún elemento de medida de caudal en cada ramal del circuito. Para evitar esta complicación, lo que se hace es utilizar lo que se conoce como válvulas de regulación dinámicas de caudal. Estas válvulas aseguran un caudal determinado dentro un rango de presiones suficientemente elevado como para que todas las derivaciones a vivienda se encuentren dentro de este rango.

Para controlar que un acumulador no se continúe calentando un vez ha logrado la temperatura necesaria, o bien para evitar que pueda circular líquido caloportador por el interior de su serpentín que se encuentre en menor temperatura que el agua acumulada, se hace necesario instalar un sistema de regulación en cada acumulador de cada vivienda (ver figura 13). Este sistema consta de un termostato diferencial con una salida de relé que regula la posición de una válvula de tres o dos vías, según la tipología del circuito. Así, si no existe una diferencia de temperatura mínima entre el fluido que circula por el primario solar y el agua que se encuentra dentro del acumulador, la válvula de tres vías se encuentra en una posición en que el fluido del circuito primario “\*by-pass” el serpentín del acumulador. Si la válvula es de dos vías simplemente impide la circulación del fluido a aquella parte del circuito. Este termostato también dispone de una función de máxima que hace que una vez que el agua acumulada ha logrado una determinada temperatura el líquido de primario no circule por el intercambiador del acumulador, aun cuando el líquido de primario esté a temperatura superior que el agua.

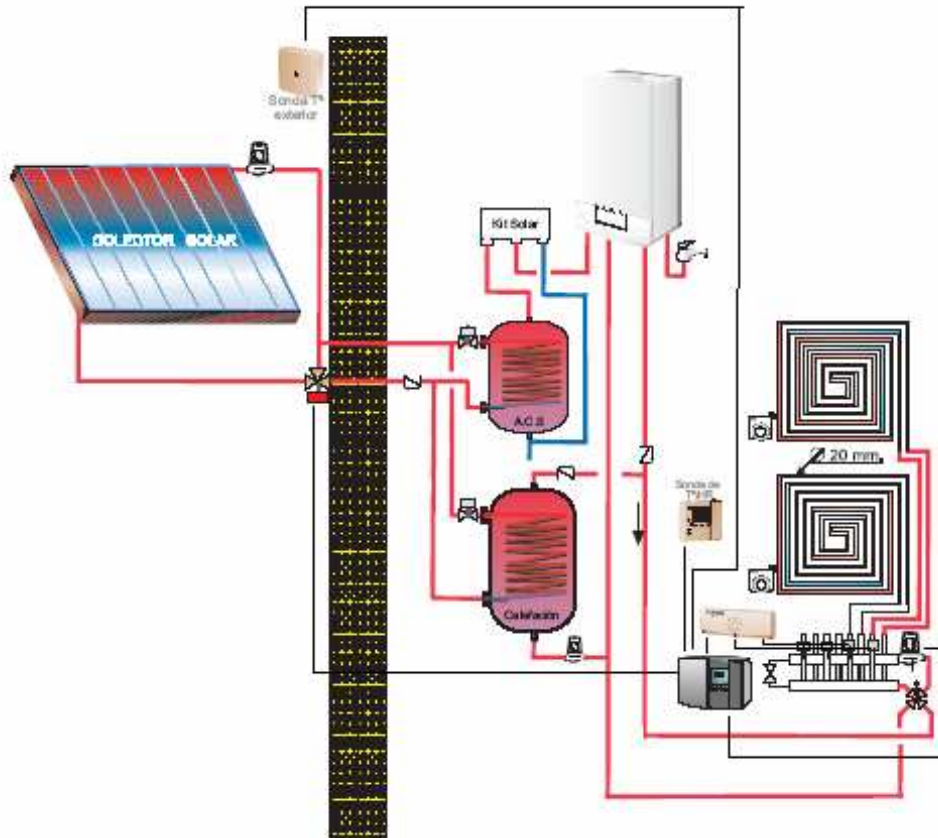


**Fig. 13. Esquema del sistema de regulación en un acumulador para vivienda**

*1.4.1.6.- Posibles sistemas solares térmicos para producción de ACS y calefacción en edificios de viviendas plurifamiliares*

En el apartado anterior se han expuesto las posibles variantes de una instalación solar térmica para el apoyo a la producción de agua caliente sanitaria. Aunque la instalación solar térmica que se realiza en este proyecto no pretende únicamente emplearse para la producción de ACS, sino que también se utiliza de apoyo a la calefacción por suelo radiante; se ha creído conveniente exponer los tres sistemas de ayuda a la producción únicamente de ACS porque es lo más comúnmente utilizado ya que es a lo que obliga la normativa. Visto lo expuesto en el apartado anterior, la mejor opción en edificios de viviendas plurifamiliares es la captación colectiva y la acumulación individualizada.

Si la instalación solar fuese únicamente para ACS, los paneles solares se dispondrían en el tejado, el local técnico se ubicaría en un local comunitario y se dispondría un acumulador y una caldera por vivienda. Si a esto le añadimos la calefacción por suelo radiante, resulta que debemos incluir otro acumulador, o poner uno más grande, más las tuberías, conexiones, etc. (Ver figura 14 [7]).



**Fig. 14. Esquema de una instalación de ACS y calefacción por suelo radiante con caldera y apoyo de una instalación solar térmica para ambos cometidos**

Otro sistema sería integrando la caldera y los dos acumuladores, o acumulador más grande, en un único aparato. A este aparato se conectan la entrada/salida a los captadores, la entrada/salida a calefacción, la entrada de agua fría y la salida de ACS. (Ver figura 15 [8]).



**Fig. 15. Imagen de dispositivo que integra la caldera y el intercambio térmico entre el circuito solar tanto para ACS como para calefacción**

**1.4.2.- Diseño de instalaciones solares térmicas para ACS y calefacción: Método y aplicación a un caso concreto**

*1.4.2.1.- Introducción y datos de partida*

Este capítulo se elabora con el objetivo de definir la instalación solar térmica para la producción de ACS que corresponde a un edificio plurifamiliar tipo situado en la población de Vilanova i la Geltrú, (Barcelona). Para darle un carácter general a este estudio no se centrará únicamente en la definición de un edificio concreto, sino que se indicaran de manera genérica los pasos a seguir para la definición y el correcto dimensionado de la instalación.

El presente proyecto tiene como objeto cumplir la ordenanza solar vigente. Esta ordenanza obliga a la instalación de equipos de aprovechamiento solar que aporten el 60% de la energía mediana anual necesaria para el calentamiento de ACS a los edificios de nueva construcción o reformas integrales en el caso general, que es el nuestro.

A pesar que la ordenanza no obliga a que los equipos de aprovechamiento solar aporten ningún tanto por ciento de la energía mediana anual necesaria para calefacción, en este proyecto si se utilizaran para aportar una fracción de las necesidades.

El conjunto de viviendas están situadas en un edificio en la C. / Llibertat Nº 98 de la población de Vilanova i la Geltrú, (Barcelona). Este edificio está formado por 4 plantas: Planta baja, planta primera, planta segunda y planta tercera con bajocubierta. La planta baja tiene 5 viviendas, mientras que las plantas que van de la primera a la tercera tienen 6 viviendas cada una. Para contabilizar el número de habitantes se ha creado un programa funcional a partir de la tabla de la ordenanza de la figura 16 [5].

Estudios de espacio único o vivienda 1 dormitorio	1,5 personas
Viviendas de 2 dormitorios	3 personas
Viviendas de 3 dormitorios	4 personas
Viviendas de 4 dormitorios	6 personas
Viviendas de 5 dormitorios	7 personas
Viviendas de 6 dormitorios	8 personas
Viviendas de 7 dormitorios	9 personas
A partir de 8 dormitorios se valorarán las necesidades como si se tratase de hostales	

**Fig. 16. Tabla de personas por vivienda**

La tabla 16 contempla el número de personas según los dormitorios, pero no es lo mismo un dormitorio de matrimonio que uno individual. Por este motivo los dormitorios de matrimonio se han contabilizado como si fueran dos dormitorios en vez de uno.

PROGRAMA FUNCIONAL			
Plantas	Viviendas de 2 dormitorios	Viviendas de 3 dormitorios	Viviendas de 4 dormitorios
Baja	3	2	0
Primera	4	2	0
Segunda	4	2	0
Tercera con bajocubierta	0	4	2
VIVIENDAS	11	10	2
INQUILINOS	33	40	12
TOTAL INQUILINOS			85

Fig. 17. Programa funcional del edificio

#### 1.4.2.2.- Identificación de la instalación

##### 1.4.2.2.1.- Elección de la instalación solar térmica más adecuada

La instalación se realizará con captadores planos, que son los más usados en instalaciones solares de baja temperatura. El captador plano es la solución más extendida actualmente y consiste en una placa absorbadora por dónde circula un líquido caloportador que permite recoger la energía generada por el sol y transportarla hasta el punto de consumo. Este absorbador se encuentra cercado dentro de un marco metálico que permite colocar un cierre vidrio en la parte delantera del absorbador y un aislamiento en la parte posterior. El conjunto debe ser instalado con una inclinación de unos 40-50° (para usos dónde se pretende maximizar el rendimiento anual y no una estación en concreto) y orientado dentro de lo posible hacia el sur, evitando la proyección de sombras sobre el campo de captación.

Para edificios plurifamiliares dónde los consumos se producen de forma separada en las diferentes viviendas, existen tres posibles tipologías de instalación solar si se quiere aprovechar esta energía para la producción de ACS: sistema individualizado, sistema colectivo y sistema de captación colectiva y acumulación individualizada.

En este caso la solución de sistema individualizado se ha descartado desde buen comienzo. Los motivos principales de este rechazo son la gran cantidad de cañerías que se debería instalar y el hecho que tener un campo de captación conjunto permite según la ordenanza solar aplicar un coeficiente de simultaneidad que puede reducir la superficie de captación hasta un 30%. Entre los sistemas de acumulación colectiva y de acumulación individualizada se propone el de acumulación individualizada. Aun cuando en términos de eficiencia energética y de coste la acumulación centralizada presente ventajas, la experiencia demuestra que a nivel social la acumulación individualizada resulta más apropiada y ocasiona menos problemas en este tipo de edificios. Son edificios con viviendas para distintos propietarios con perfiles de consumo diferentes, lo cual dificulta la explotación de una instalación con acumulación colectiva.

La tipología elegida de instalación solar más adecuada si se quiere aprovechar esta energía para ACS, es la misma si además se quiere aprovechar como apoyo a la producción de calefacción. Deberemos pues elegir una de las dos variantes expuestas en el apartado 1.4.1.6.

Si observamos los planos podemos apreciar que las viviendas son de reducido tamaño y que la mayoría de ellas no disponen de terrazas exteriores donde puedan ubicarse algunos o todos los elementos de cualquiera de las dos variantes. Disponer el/los acumulador/es, la caldera y todo el conexionado, tuberías, etc., en la primera variante, o la máquina integrada y todo el conexionado, tuberías, etc., en la segunda variante; en el interior de la vivienda resulta inviable.



De las dos variantes se ha decidido escoger la de la máquina integrada. Las principales razones son: por su menor tamaño, por la integración de todos los elementos, más fácil control, simplicidad en el conexionado, mayor ahorro energético y menor coste. Debido al poco espacio en viviendas, cada una de las máquinas integradas de cada vivienda se dispondrá en dos locales comunitarios dispuestos en las terrazas de la planta superior. (Ver planos) Aunque las máquinas no estén en las viviendas sigue siendo una acumulación individualizada porque cada vivienda tiene su máquina integrada particular.

#### 1.4.2.2.2.- Consumo de ACS

Por regla general, estimar las necesidades energéticas de una vivienda resulta difícil dado que los patrones de uso y el número de usuarios son datos desconocidos. De todos modos, a partir del programa funcional de la propiedad se puede deducir el número de personas y, con esto, estimar el consumo de agua caliente sanitaria.

La ordenanza solar en vigor establece un consumo de 22 litros por persona y día en edificios de viviendas y define unos factores de reducción  $f$  en caso de edificios con un cierto número de viviendas [9].

$$f = 1 \text{ si } n \leq 10$$

$$f = 1.2 - (0.02 * n) \text{ si } 10 < n < 25$$

$$f = 0.7 \text{ si } n \geq 25$$

Donde  $n$  es el número de viviendas que deben recibir energía solar.

Partiendo del programa funcional del edificio y aplicando los criterios definidos por la Ordenanza Solar.

- N° de viviendas= 23
- N° de personas= 85
- Temperatura del agua de red según ordenanza solar (Ver figura 3).
- Temperatura de servicio del ACS= 60°C
- Consumo de ACS por persona y día= 22 litros
- Factor reductor  $f = 0.74$  (Número de viviendas=  $n \geq 25$ )

En el apartado 3.1.2 del apartado de cálculos se presentan los criterios seguidos para los cálculos energéticos y se dan los valores del consumo diario general total de ACS (litros/día).

*Consumo diario general total (litros/día) = N° de personas \* Consumo individual \* Factor corrector*

En el apartado 3.1.3 del apartado de cálculos se muestran los consumos globales mes a mes de ACS y el consumo global anual; teniendo en cuenta las pautas de la ordenanza solar. De igual modo se calcula el total de necesidades energéticas [10].

*Consumo mensual de ACS (l) = Consumo diario general total (litros/día) \* N° de días del mes*

*Necesidades energéticas mensuales (KWh) = Consumo mensual de ACS (l) \* Salto térmico(°C) \* 1.16 · 10<sup>-3</sup>*

#### *1.4.2.3.- Características principales de la instalación, cálculo de las necesidades térmicas y superficie de captación necesaria*

La solución de instalación propuesta es la de captación colectiva y acumulación individualizada. Esta modalidad permite combinar por un lado las ventajas de superficies colectivas de captación, y por otro la acumulación individual e independiente realizada para cada vivienda. Esto es posible gracias a un circuito primario que se encarga de distribuir la energía captada.

Se propone una superficie de captación única. Esta superficie de captación debe estar calculada para cumplir con la exigencia de la ordenanza solar de cubrir un mínimo del 60 % de las necesidades anuales estimadas de ACS del edificio. Además deberá cubrir un mínimo del 40% de las necesidades anuales estimadas de calefacción, aunque no lo exija la normativa.

Para calcular la superficie necesaria se necesita saber la radiación incidente para la orientación e inclinación previstas del captador y el rendimiento mediano de este captador para la temperatura esperada de trabajo. Los datos de radiación se pueden consultar en el “Atlas Solar de Cataluña”, elaborado cada año por la Agencia de la energía de la Generalitat y el rendimiento del captador es un dato que debe proporcionar el fabricante. En la tabla de la figura 7, se dan los valores de irradiación solar propuestos por la Ordenanza para captadores solares orientados hacia el Sur con una desviación de 0° y 30°, sin sombras y con varias inclinaciones respecto a la horizontal.

Normalmente, los valores de inclinación y orientación de los captadores no coinciden con los valores especificados en las tablas. Este problema se resuelve del siguiente modo. Para la inclinación, se ajusta el valor más próximo en la tabla. El rango de ajuste de la inclinación es de +- 2.5°. Por ejemplo, para una inclinación de 51°, que está en el intervalo semiabierto [47.5°-52.5°), se ajustará a 50°. En nuestro caso la inclinación de 30° coincide con una inclinación de la tabla, lo que nos evitará el tener que realizar esta operación.

En lo referente a la orientación, dado que la tabla da saltos de ángulo de 30° en 30°, se hacen interpolaciones lineales. Dado un ángulo  $\alpha$  de orientación de los captadores, se comprueba cuales son las orientaciones inmediatamente superior e inferior especificadas en las tablas, denominadas  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ . Para un mes  $i$  determinado, el valor de la radiación incidente para las inclinaciones  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  serán  $R_{i1}$  y  $R_{i2}$  respectivamente. El valor de la radiación incidente  $R$  para el ángulo  $\alpha$  se obtendrá aplicando la fórmula siguiente:

$$R = R_{i1} + (R_{i2} - R_{i1}) / (\alpha_2 - \alpha_1) * (\alpha - \alpha_1)$$

Los valores obtenidos se pueden consultar en el apartado 3.1.1 de los cálculos.

Existen aplicaciones informáticas que contienen ficheros de datos meteorológicos de varias localidades, de forma que basta introducir algunas características técnicas del captador, la radiación solar, la localidad dónde será instalado, su inclinación y orientación; y la aplicación calcula el rendimiento del captador y la energía obtenida para diferentes temperaturas de trabajo. Resulta recomendable trabajar con este tipo de programas, puesto que también ofrecen la posibilidad de tener en cuenta máscaras solares y ver cómo afectan las sombras al rendimiento del captador.

En el mercado hay también aplicaciones informáticas que hacen simulaciones dinámicas de la instalación global, teniendo en cuenta el tipo de instalación: acumulación centralizada o individualizada, gas o electricidad como energía de apoyo, perfil de consumo de los usuarios...

Una vez obtenida la energía que produce el colector anualmente y las necesidades energéticas del edificio ya se tienen todos los datos necesarios para calcular la superficie de captación necesaria. Se debe verificar que la energía aportada por las placas solares en verano no sea mayor que las necesidades energéticas del edificio, y de lo contrario tenerlo en cuenta en el momento de hacer los cálculos.

La energía absorbida por el sistema de captación solar es distribuida a través de un circuito cerrado hasta el intercambiador de calor que se encuentra en el interior de cada máquina integrada. Aquí se produce el intercambio de energía entre el circuito primario (placas) y el circuito de consumo.

El circuito primario pasa por el local técnico y llega, a través de uno o más circuitos, a las máquinas integradas, dónde se produce el intercambio térmico. Desde cada máquina integrada es de dónde partirán las distribuciones de calefacción y ACS para cada vivienda. Resulta especialmente interesante, con vista a la puesta en marcha de la instalación, que las derivaciones a viviendas se hagan desde la planta superior a aquella dónde se encuentran estas viviendas, es decir, que por ejemplo las derivaciones a las viviendas de la planta tercera partan de la planta cuarta y discurren por el techo de la planta tercera. De esta manera se evitan puntos elevados relativos a la distribución a viviendas, hecho que simplifica enormemente el purgado y la puesta en marcha.

Un sistema de apoyo auxiliar de energía convencional debe garantizar la temperatura deseada por el usuario en todo momento; hecho que garantiza la caldera incorporada en la máquina integrada. Cuando existe energía en el primario para ceder a las máquinas integradas, una válvula de control motorizada se abre de manera automática para hacer efectivo el intercambio desde los captadores hasta el acumulador de ACS de la vivienda en cuestión. La automatización y optimización de la instalación se consigue gracias a un sistema de control y regulación individualizado incorporado en cada máquina integrada de cada vivienda, que en base a la información suministrada por unas sondas y sensores actúa convenientemente sobre los diferentes elementos o componentes de la instalación. Esta consta de un termostato diferencial, que permite el paso de fluido caloportador por el serpentín cuando su temperatura es superior a la del agua del acumulador de la máquina integrada.

Se propone una superficie de captación de  $19+7=26\text{m}^2$ . Los  $19\text{m}^2$  de superficie de captación están calculados para cumplir con la exigencia de la ordenanza solar de cumplir un mínimo del 60% de las necesidades anuales estimadas de ACS. Los otros 7 se corresponden a las aportaciones energéticas referentes a la calefacción. En el apartado 3.1.4 de cálculos, se exponen los cálculos de las necesidades energéticas para ACS del edificio de viviendas y cómo se ha obtenido esta superficie de captación.

La primera fila se corresponde con los días de cada mes, mientras que las filas de la segunda a la cuarta muestran una serie de valores, ya comentados, regidos por la Ordenanza Solar. Las filas quinta y sexta nos muestran los datos ya calculados en el apartado 3.1.3 de los cálculos.

En cuanto a la fila séptima, en ella se nos muestra en Kwh./m<sup>2</sup> la energía suministrada por un colector tipo. Para obtener estos datos se utiliza una aplicación informática en la cual se introducen la superficie del captador, junto con algunas características técnicas como el rendimiento, la radiación solar, la orientación y la inclinación. Para un colector de 2m<sup>2</sup> de superficie, orientación sur con desviación de 21°, y 30° de inclinación; se obtienen los datos de la figura 18.

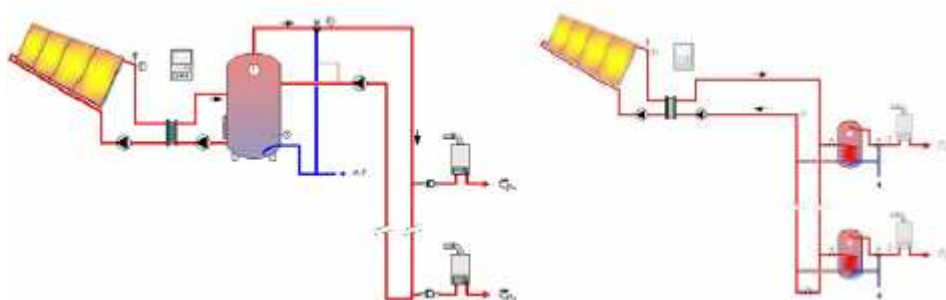
ENERGIA SUMINISTRADA POR UN COLECTOR TIPO													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Kwh./m <sup>2</sup>	44	47	75	78	88	97	114	111	97	73	50	38	912

**Fig. 18. Energía suministrada por un colector tipo con orientación sur con desviación de 21° y 30° de inclinación**

Con referencia a la octava fila, simplemente suponemos una superficie de captadores que multiplicamos por los valores de energía/m<sup>2</sup> obtenidos en la figura 18. Esta superficie de captadores se irá luego variando hasta obtener que la instalación solar térmica cumpla con el 60% de la demanda. La novena fila nos informa de la aportación energética que se precisará que aporte la caldera auxiliar instalada, teniendo en cuenta el total de necesidades consideradas y la energía total suministrada por los captadores. Finalmente, en la última fila se muestra el tanto por ciento de la energía que cubre la instalación solar.

Si observamos la tasa de cobertura anual en tanto por ciento de la tabla del apartado 3.1.4 de cálculos, podemos apreciar que su valor es del 70% y no del 60% que es el que debería ser porque es lo que estipula la normativa como mínimo obligatorio. Este hecho es debido a las pérdidas por acumulación y distribución que se deben considerar en el diseño.

En algunos esquemas de instalaciones solares de producción de ACS, las pérdidas energéticas en los circuitos de distribución y en los depósitos de acumulación que forman parte de la instalación solar pueden llegar a ser importantes. Cuando se utilizan uno de los dos esquemas indicados a continuación en sistemas de producción de ACS en edificios plurifamiliares se debe multiplicar la contribución solar obtenida por 0.86. Nuestro esquema de la instalación se corresponde prácticamente con el segundo [10].



**Fig. 19. Esquemas a instalaciones solares de producción de ACS**

Así pues, si la contribución solar mínima exigida en la ordenanza solar para un edificio plurifamiliar es del 60% y se utiliza uno de los dos esquemas indicados, la instalación solar se deberá diseñar para llegar a una contribución solar anual del 69,8%,  $(80.6/0.86=0.698)$ .

Hasta este punto se ha calculado la superficie de captación necesaria para abastecer el tanto por ciento de la necesidades energéticas establecido por normativa para calentar el agua caliente

sanitaria. Para calcular la superficie de captación necesaria para abastecer el 40% de las necesidades térmicas para calefacción se procederá como se explica en las siguientes líneas

Según la ordenanza solar, en el sector residencial la gran mayoría de los sistemas de ACS y calefacción son individuales por vivienda, siendo el más utilizado la caldera mixta para la producción de agua caliente sanitaria y calefacción por radiadores de agua. En nuestro caso disponemos de una máquina que lo integra todo: acumuladores y caldera mixta. Los sistemas centralizados son casi exclusivos del sector terciario, formados por conductos con difusores para techos desmontables y no siempre disponen de un correcto sistema de control, programación y zonificación del edificio. Respecto al tipo de combustible, o energía utilizado para ACS y calefacción, los más empleados son el gas natural para el residencial y la energía eléctrica para el sector terciario. El consumo de gas butano es importante en las tipologías edificatorias más antiguas.

La demanda energética para calefacción de la mayoría de edificios de viviendas de Barcelona (el 84 % según el PMEB) se sitúa entre los 31 y 37kWh/m<sup>2</sup> y año. En las viviendas del casco antiguo la demanda energética es mayor (se aproxima a los 50kwh/m<sup>2</sup> y año) y para los edificios de nueva construcción es menor (14kWh/m<sup>2</sup> y año) [3].

El edificio de este proyecto es de nueva construcción y se diseña para una demanda energética de 14KWh/m<sup>2</sup> y año. En la figura 20, se exponen los metros cuadrados de superficie de las viviendas del edificio. La superficie total de las viviendas del edificio es de 217+254+254+351=1076m<sup>2</sup>.

SUPERFICIE DE LA VIVIENDAS (m <sup>2</sup> )				
	Planta baja	Planta primera	Planta segunda	Planta tercera+bajocubierta
Puerta 1	39	39	39	64
Puerta 2	51	37	37	50
Puerta 3	39	51	51	67
Puerta 4	37	39	39	52
Puerta 5	51	37	37	50
Puerta 6	-	51	51	68
Total	217	254	254	351

Fig. 20. Superficie de las viviendas del edificio

Observando el apartado 3.1.5 de cálculos, vemos el cálculo de las necesidades energéticas para calefacción. En la primera fila se expone la superficie total de captadores necesaria para abastecer el 40% de las necesidades energéticas anuales de calefacción. En la segunda fila está la media energética de calefacción para edificios de nueva construcción, en la tercera fila la superficie total de las viviendas, en la cuarta el total de necesidades energéticas anuales de calefacción.

$$\text{Total de necesidades energéticas anuales de calefacción (KWh)} = \text{Media de demanda energética para calefacción} * \text{superficie total de las viviendas}$$

En la quinta fila está la energía/m<sup>2</sup> anual suministrada por los captadores que ya se calculó en el apartado 3.1.4 de los cálculos y en la sexta la energía total suministrada por los captadores.

$$\text{Energía total suministrada por los captadores (KWh)} = \text{Superficie total de captadores para calefacción} * \text{energía/m}^2 \text{ anual suministrada por los captadores}$$

En la penúltima fila se expone la tasa de cobertura de calefacción de los captadores. Lo que se ha hecho es ir variando la superficie total de captadores para calefacción en la hoja de cálculo hasta ajustar la tasa a un 40%. La última fila nos expone la aportación energética necesaria de caldera.

Una vez realizado el cálculo se observa que se necesita  $19\text{m}^2$  de superficie de captadores para abastecer aproximadamente el 70% de las necesidades energéticas para ACS y  $7\text{m}^2$  de superficie para abastecer el 40% aproximadamente de las necesidades energéticas para calefacción. Esto hace un total de  $26\text{m}^2$ . Debido a que dispondremos unos captadores de aproximadamente  $2\text{m}^2$  de superficie, entonces el número necesario de captadores para la instalación es:

Para 70% ACS:  $19\text{m}^2/2\text{m}^2= 9.5$  captadores.

Para 40% calefacción:  $7\text{m}^2/2\text{m}^2= 3.5$  captadores.

Total:  $26\text{m}^2/2\text{m}^2= 13$  captadores.

En el caso que se esté en el mes de enero, habrá demanda de ACS y calefacción por lo que se deberá utilizar el total de 13 captadores. Pero en el caso que se esté en el mes de julio, no habrá demanda de calefacción por lo que con 10 captadores habrá suficiente para abastecer el edificio de ACS. El local técnico dispone de un disipador de energía para disipar el exceso de energía, pero la puesta en marcha de este grupo disipador conlleva un gasto extra. No sólo se desaprovecha energía de los captadores sino que se gasta de más para disiparla. Lo ideal sería tapar 3 de los 13 captadores en los meses más calurosos del año en que no se vaya a utilizar la calefacción para evitar este problema.

#### *1.4.2.4.- El campo de captación*

La definición de la superficie de captación viene marcada por diferentes condicionantes:

- Exigencias existentes a nivel de ordenanza municipal
- Orientación e inclinación posibles
- Consumo existente en el edificio
- Disponibilidad de espacio en cubierta libre de sombras
- Tipo de colector solar utilizado

Los colectores se situaran orientados hacia el sur y su inclinación será de entre 40 y 50° para maximizar el rendimiento del colector durante todo el año en la medida de lo posible [11].

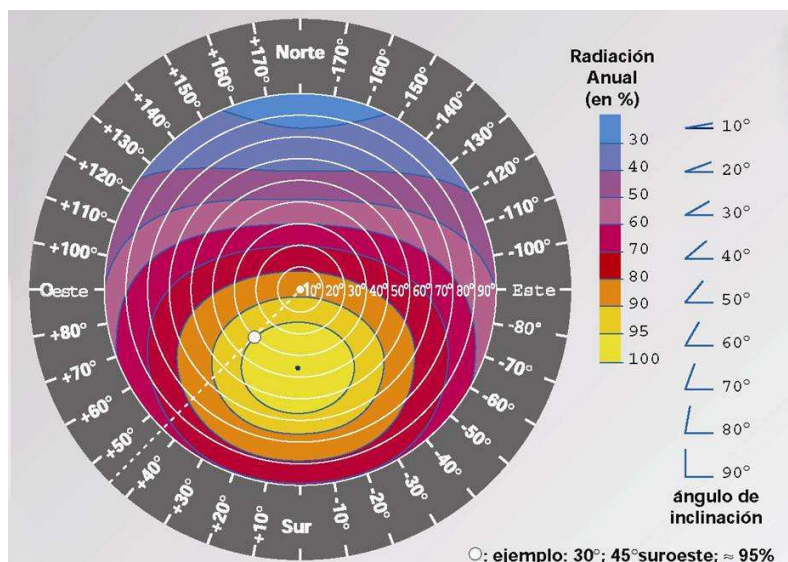


Fig. 21. Influencia de la orientación y la inclinación

Resulta fundamental que el edificio disponga de superficie suficiente en la cubierta para la colocación de la superficie de captación necesaria. La ordenanza solar prevé en su artículo 16 la exención del cumplimiento del 60% de cobertura si el edificio no dispone de un mínimo de 5m<sup>2</sup> de cubierta por vivienda tipo. Si sólo se puede llegar a un 25% de la demanda energética como consecuencia de la carencia de superficie utilizable en cubierta, se procede a la exención total [4]. Generalmente los edificios disponen de este espacio, que se debe compartir normalmente con varias chimeneas de ventilación de alturas considerables, el espacio reservado a tender la ropa y las máquinas de climatización. Las chimeneas de ventilación provocan sombras importantes y restringen las posibilidades de distribución de los colectores en cubierta.

Para un correcto aprovechamiento de la energía solar, la superficie de captación debe ubicarse de forma que se evite la proyección de sombras sobre el campo de captación que puedan reducir sensiblemente la aportación solar.

El conjunto de colectores se debe encontrar lo más agrupado posible para evitar recorridos excesivos de tubo y equilibrados hidráulicos complicados. Lógicamente esta agrupación se hará en la medida que lo permita la disponibilidad de espacio en la cubierta y la presencia de sombras. La disposición de los colectores se procurará que tenga el menor impacto visual posible desde fuera del edificio. Se debe evitar que los captadores sean visibles desde la calle. Por este motivo se intentará colocar, siempre que sea posible, los colectores en disposición horizontal simple, aun cuando a menudo las circunstancias obligarán a hacerlo en disposición vertical u horizontal doble, en las que son más visibles.



**Fig. 22. Campo de captadores en disposición horizontal simple**



**Fig. 23. Campo de captadores en disposición vertical**

Para asegurar el caudal idóneo en cada grupo de captadores, se montaran válvulas de regulación de caudal en la entrada de cada campo de captación. Igualmente se instalaran válvulas de corte en la entrada y salida de cada hilera de colectores. Además se montaran purgadores de aire manuales en la parte alta de cada campo y en cualquier punto alto relativo.

En el caso que se trata, el edificio dispone de superficie suficiente en la cubierta en uno de los dos tejados inclinados con tejas para colocar el campo de colectores, en concreto el que está orientado hacia el sur. Aunque la cubierta da salida a varias chimeneas de ventilación y otros elementos, estos no interfieren mediante sombras sobre el campo de colectores.



El modelo de colector escogido para esta instalación es el Cala C222-S de la marca Solvis, ver figura 24, cuya información técnica se puede consultar en los anexos de este proyecto. Este colector tiene una superficie de captación de unos 2m<sup>2</sup> [12].



**Fig. 24. Captador solar modelo Cala C222-S de 2m<sup>2</sup> de la marca Solvis**

Los 13 colectores se colocarán en disposición vertical alineados e integrados en el tejado, como se muestra en la figura 25, con dos colectores de este tipo, pero en posición horizontal. Su orientación será hacia el sur con una desviación de 21° hacia el este y su inclinación será de 30°. Aunque los 13 colectores estén situados paralelamente, deben estar conectados en series de cómo máximo 5, ya que es el número máximo de colectores en serie que permite el RITE [13]. Por lo tanto, habrá 1 grupo de 5 captadores que abarcarán 10m<sup>2</sup> de superficie de los 26m<sup>2</sup> necesarios y 2 grupos de 4 captadores que abarcaran los 16m<sup>2</sup> restantes.



**Fig. 25. Captadores solares Solvis modelo Cala C222-S  
Dispuestos horizontalmente e integrados en el tejado**

En lo referente a la normativa con respecto a la agrupación y conexión de los captadores solares, se respetaran las indicaciones del CTE-HE4 [6]. Esta normativa dice lo siguiente: “Dentro de cada fila los captadores se conectan en serie o en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante. Se podrán conectar en serie hasta 10m<sup>2</sup> en las zonas climáticas I y II, hasta 8m<sup>2</sup> en la zona III y hasta 6 m<sup>2</sup> en las zonas IV y V”. Según el mapa CTE-HE4, Vilanova i la Geltrú es parte de la zona II, y por lo tanto no se podrán conectar más de 10m<sup>2</sup> de captadores solares en serie.

#### 1.4.2.5.- Sistema de distribución y bombeo

En este apartado se recogen todos los elementos hidráulicos que componen el circuito solar y que permiten la correcta distribución e impulsión del líquido caloportador. El circuito solar es un circuito cerrado compuesto por unas cañerías, una bomba de circulación y los elementos de seguridad y medida correspondientes.

##### 1.4.2.5.1.- Cañerías

Las cañerías a instalar serán de cobre de grueso 1mm y se unirán con soldadura de estaño por capilaridad, capaces de soportar las condiciones máximas de funcionamiento de la instalación. La cañería de PVC no es adecuada para este tipo de aplicaciones puesto que en casos excepcionales el líquido caloportador puede llegar a lograr temperaturas demasiado elevadas para su uso.

El circuito solar recoge la energía suministrada por el sol en el campo de captación y la cede al circuito de consumo a través del serpentín intercambiador que hay en el interior de cada máquina integrada. Para el cálculo hidráulico se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones [14]:

- La velocidad del fluido en las cañerías: Debe estar comprendida entre 0,3m/s y 1,5m/s; las velocidades superiores a 1,5m/s ocasionan ruidos, mientras que velocidades inferiores a 0,3m/s favorecen las deposiciones de partículas en suspensión.
- Las pérdidas de carga deben ser inferiores a 400mm.c.a ( $\Delta P < 40 \text{mm c.a.}$ ).

El caudal total de fluido caloportador sale del local técnico y se dirige al campo de captación, dónde es calentado. Una vez ha pasado por los captadores vuelve al local técnico, desde dónde es distribuido a las viviendas.

Varias cañerías salen del local técnico para llevar el fluido a todas las máquinas integradas de cada vivienda. Antes de servir a cualquier máquina integrada, las cañerías necesarias saldrán del local técnico distribuyéndose el caudal total de la instalación y se irán ramificando para dar el servicio individual. A medida que las máquinas integradas son abastecidas, el caudal que circula por las cañerías principales disminuye, y en consecuencia se puede reducir el diámetro de la cañería.

Cada derivación individual a máquina verá limitado y regulado su caudal por una válvula de regulación dinámica. Esta válvula es capaz de mantener un caudal constante dentro del rango de presiones existente. En la distribución individual se sitúa también una válvula de tres vías motorizada, capaz de impedir el paso de fluido caloportador en caso de no necesitar energía la máquina integrada.

En el apartado 3.1.6 de cálculos se detallan las operaciones realizadas para el cálculo de las cañerías. A continuación se explicará como se han ido estimando cada uno de los distintos puntos que aparecen.

En primer lugar se calcula el cabal total que circula por el circuito primario que discurre desde el local técnico a las placas de captación solar. Este circuito está formado por una cañería que sale del local técnico hacia las placas para luego ir ramificándose para abastecer al grupo de 5 captadores y a los 2 grupos de 4 captadores. A la salida de cada grupo saldrá una nueva cañería que se unirán nuevamente en una y volverán al local técnico. Para llevar a cabo el cálculo del cabal total se precisa conocer el cabal recomendado por el fabricante de los paneles, que en nuestro caso

es de 40litros/hora-m<sup>2</sup> [12]. Con este dato y conociendo las superficies totales y parciales de cada grupo de captación se pueden calcular el número de litros/hora necesarios.

En segundo lugar se determinan los diámetros de las cañerías. Las tuberías, tanto en el circuito primario como en el secundario serán de cobre. Para ello se usa la siguiente expresión [14]:

$$D = j \cdot C^{0.35}$$

Dónde: D = diámetro en cm, C = caudal en m<sup>3</sup>/h y j = 2.2 para tuberías metálicas.

Una vez conocido el diámetro teórico para los diferentes tramos, escogemos el diámetro de tubería normalizado correspondiente a cada uno de los tramos siguiendo los criterios de la tabla normalizada de diámetros de la figura 26 [15].

Diámetro exterior nominal en mm.	Espesores en mm.					
	0,75	1	1,2	1,5	2	2,5
	Diámetro interior en mm.					
6	4,5	4				
8	6,5	6				
10	8,5	8				
12	10,5	10				
15	13,5	13				
18	16,5	16				
22		20	19,6	19		
28		26	25,6	25		
35		33	32,6	32		
42		40	39,6	29		
54			51,6	51		
63				60	59	
80				77	76	
100					96	95

Fig. 26. Tabla de diámetros normalizados para tuberías

A continuación debemos comprobar que para el diámetro obtenido se cumplen las siguientes condiciones:

- La pérdida de carga por metro lineal de tubo no supere los 40mmca.
- La velocidad de circulación del líquido esté comprendida entre 0.3 y 1.5m/s.

Para llevar a cabo esta comprobación se utilizará el ábaco de la figura 27 [16], dónde conociendo el caudal y el diámetro interior del tubo podemos determinar la pérdida de carga por metro lineal debida al rozamiento, así como la velocidad del fluido. En el caso de que no se cumpliesen uno de estos dos valores se debería coger el diámetro normalizado inmediatamente superior.

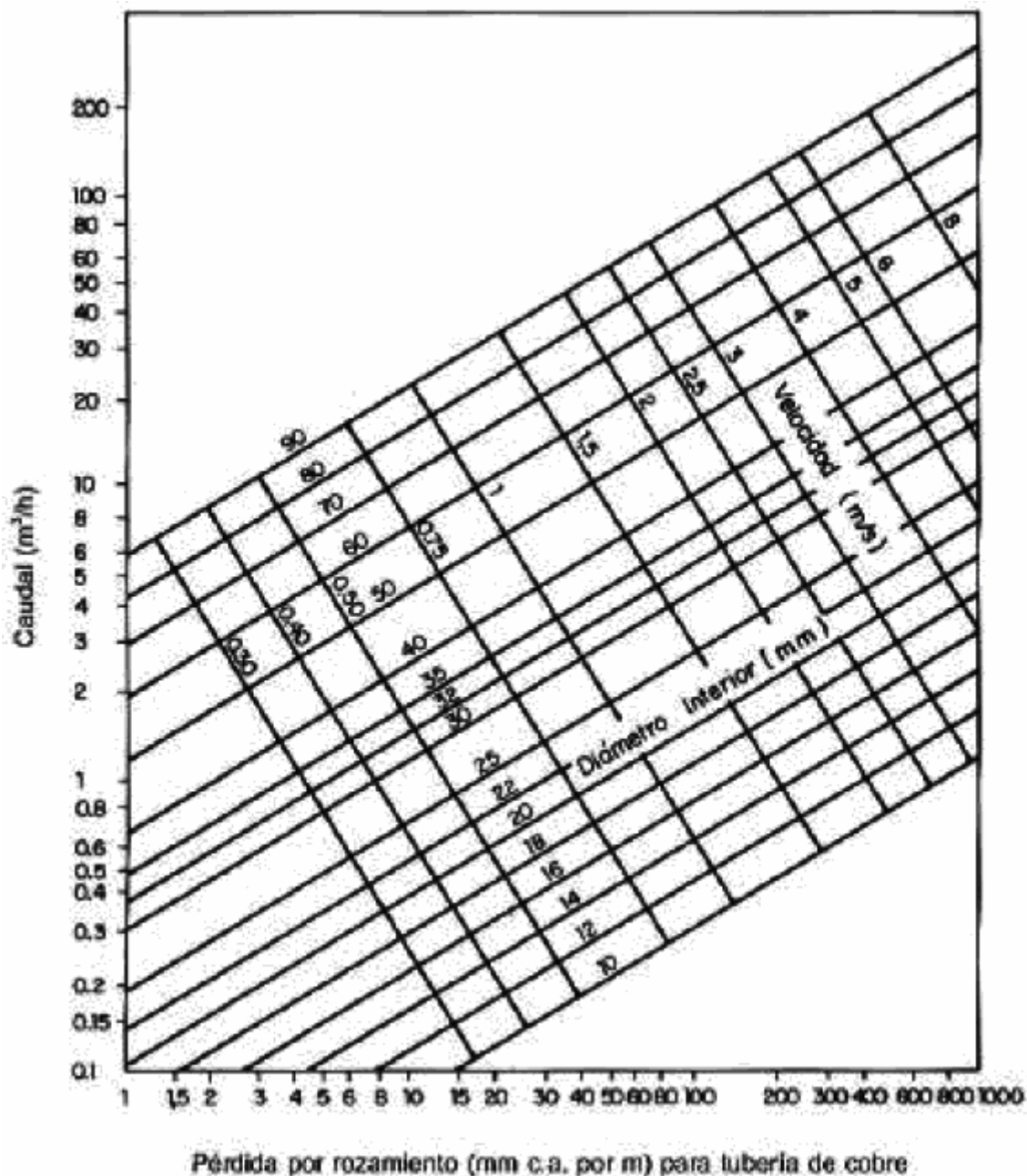


Fig. 27. Ábaco para el cálculo de la pérdida de carga y la velocidad del fluido

Conocido el diámetro nominal y el espesor también se conoce el diámetro interior que junto con la pérdida de carga lineal y los metros de tubería medidos necesarios nos permiten calcular el volumen por metro, el volumen total y la pérdidas de carga total. Una vez conocidos estos valores, se puede saber la pérdida de carga para el tramo más desfavorable. En cuanto a las pérdidas de carga en el interior de los captadores y debido al sistema de reglaje se ha dado un valor aproximado.

Seguidamente se procederá a la descripción de los cálculos del caudal, diámetro de tuberías, pérdidas de carga y volumen de líquido para el tramo secundario que va desde el local técnico hasta cada una de las máquinas integradas. Todos estos cálculos también se encuentran en la apartado 3.1.6 de cálculos.

Una cañería sale del local técnico con el líquido caloportador caliente y se ramifica en dos que van respectivamente hacia los dos locales dónde se encuentran las 12 y 11 máquinas integradas. Estas dos cañerías deben llevar todo el caudal del sistema, que según los cálculos es de  $1.040\text{m}^3/\text{h}$ . Por lo tanto, cada máquina integrada de cada vivienda tendrá el siguiente caudal:

$$Q_{\text{vivienda}} = 1.040 / 23 = 0.045\text{m}^3/\text{h} = 45.0 \text{ litros/h.}$$

Conociendo el caudal total del sistema, podemos calcular el diámetro necesario de tubería del mismo modo en que se ha hecho para el circuito primario entre el local técnico y los captadores. Ha medida que se vaya abasteciendo a las máquinas integradas de las viviendas, el caudal se reducirá y se podrán ir estrechando las tuberías. Conociendo el caudal y el diámetro interior se harán las correspondientes comprobaciones y se obtendrán las pérdidas de carga por metro lineal y el volumen por metro lineal. Midiendo los metros necesarios de tubería se conocerá la pérdida de carga total y el volumen total. Todos estos cálculos se realizan del mismo modo que en el circuito primario entre el local técnico y los captadores. En cuanto a las pérdidas de carga debido al sistema de reglaje se ha dado un valor aproximado.

#### 1.4.2.5.2.- Aislamiento

Todas las cañerías deberán estar fijas según normativa RITE ITE 05.2 Cañerías y accesorios y deberán estar protegidas con un aislamiento que cumpla la normativa existente RITE ITE 03.12 [17].

Esto implica que las cañerías de hasta 35mm de diámetro exterior y que se encuentren en el interior del edificio se aislarán con 20mm de grosor.

Este aislamiento debe cumplir como mínimo con los siguientes requisitos [14]:

Coeficiente de conductividad térmica	$20^{\circ}\text{C} \leq 0,035\text{W}/(\text{m}^{\circ}\text{K})$ $40^{\circ}\text{C} \leq 0,040\text{W}/(\text{m}^{\circ}\text{K})$
Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua	$\geq 3000$
Comportamiento al fuego	Según UNE 23727
Temperatura de uso	$-45^{\circ}\text{C}$ a $120^{\circ}\text{C}$

**Fig. 28. Características del aislamiento**

Para las cañerías que discurran por el exterior, el aislamiento será 10mm más grueso, o sea de 30mm. Se protegerá contra las radiaciones ultravioletas y contra los agentes atmosféricos en general, utilizando un recubrimiento exterior de aluminio.

#### 1.4.2.5.3.- Vaso de expansión

Cada circuito solar requiere de un vaso de expansión dado que se trata de un circuito cerrado sometido a variaciones de temperatura, presión y volumen. El dimensionado de este elemento depende del volumen total del circuito primario, y se calcula según la norma UNE 100-155-88. Todas las ecuaciones que aparecen en este apartado son extraídas de la norma nombrada.

Se define el coeficiente de expansión ( $C_e$ ) como la relación entre el volumen de fluido expansionado y el volumen del fluido contenido en la instalación.

Para temperaturas de entre 30° y 120° se puede usar la siguiente expresión para calcular (Ce):

$$Ce = ( 3.24 \cdot T^2 + 102.13 \cdot T - 2708.3 ) \cdot 10^{-6} \text{ donde } T = \text{Temperatura}$$

Si el fluido es una solución de glicol etilénico en agua, el coeficiente de expansión deberá multiplicarse por el siguiente factor corrector (fc):

$$fc = a \cdot ( 1.8 \cdot T + 32 )^b$$

Donde:

$$a = - 0.0134 \cdot ( G^2 - 143.8 \cdot G + 1918.2 ) \text{ donde } G = \text{Porcentaje de glicol etilénico en el agua}$$

$$b = 3.5 \cdot 10^{-4} \cdot ( G^2 - 94.57 \cdot G + 500 ) \text{ donde } G = \text{Porcentaje de glicol etilénico en el agua}$$

El coeficiente de expansión, corregido en caso necesario, es siempre positivo y menor que la unidad y representa la relación entre el volumen útil del vaso de expansión (Vu) y el volumen del fluido contenido en la instalación (V).

$$Ce = Vu / V$$

El volumen útil (Vu) se relaciona con el volumen total del vaso de expansión (Vt) a través del coeficiente de presión (Cp), según se indica a continuación:

$$Cp = Vt / Vu$$

El coeficiente de presión (Cp) para vasos de expansión con diagrama se calcula según la siguiente ecuación:

$$Cp = P_M / ( P_M - P_m )$$

Donde:

$P_M$ : Presión máxima en el vaso [bares absolutos]  
 $P_m$ : Presión mínima en el vaso [bares absolutos]

El dimensionado de este elemento depende del volumen existente en los captadores solares y del volumen total del circuito primario, así como la presión de tara de la válvula de seguridad y la presión de trabajo de la instalación. Aplicando las ecuaciones y pasos detallados se obtienen los valores del apartado 3.1.7 de cálculos.

En este apartado se detallan los cálculos para conocer las características del vaso de expansión. El volumen de líquido caloportador de la instalación se ha hallado mediante la suma de los volúmenes de las tuberías del local técnico, de las que van del local técnico a cada una de las máquinas integradas de cada vivienda y de las que van del local técnico a los captadores. Asimismo, se deben añadir el volumen contenido en los serpentines de los acumuladores de las máquinas integradas y el volumen contenido en los captadores. El porcentaje de glicol y la temperatura son aproximados.

#### 1.4.2.5.4.- Sistema de bombeo

El grupo de bombeo del circuito solar es el que se encarga de hacer circular el líquido caloportador por el circuito primario. El correcto dimensionado de las bombas de impulsión debe tener en cuenta el caudal que circula por el circuito solar y las pérdidas de carga que el fluido debe vencer a su paso. Esta pérdida de carga, debe considerar las pérdidas en los campos de colectores, en el sistema de cañerías y en los diferentes elementos de regulación. Este dato, junto con el caudal, determina las características técnicas de la bomba de circulación del sistema.

Para calcular la potencia aproximada de la bomba necesaria hacemos uso de la siguiente expresión:

$$P = C \cdot \Delta p$$

Dónde: P = Potencia eléctrica, C = Caudal y  $\Delta p$  = Pérdida de carga de la instalación.

#### 1.4.2.5.5.- Líquido caloportador

Las características del líquido caloportador con el que se llena el circuito primario solar dependen del tipo de captador y el fabricante las especifica en la ficha técnica del producto. Para captadores solares planos con absorbedores de acero inoxidable se trabaja con agua desmineralizada sin iones de cloro ni iones de cloruro a la cual se le añaden anticorrosivos y anticongelantes (tipo etilenglicol o monopropilenglicol) al 30% del volumen para evitar problemas de congelación. Esta mezcla de agua y anticongelante aguanta hasta  $-10^{\circ}\text{C}$  en estado líquido. Las características de este líquido y el efecto contra congelación de la centralita de regulación, que pone en marcha la bomba si se detecta una temperatura inferior a una temperatura de consigna, son medidas más que suficientes como para garantizar la no congelación del líquido en una ciudad con las características climáticas de Vilanova i la Geltrú.

#### 1.4.2.5.6.- Válvulas

El circuito solar emplea diferentes válvulas que a continuación se detallan [6]:

- **Válvula de retención:** Evita que el líquido caloportador pueda circular en sentido inverso al de impulsión de la bomba del primario. Se colocan en el local técnico.
- **Válvulas de corte manuales:** Son de latón y tienen el mismo diámetro que la cañería. Se colocan en la entrada y salida del grupo de placas, en la entrada y salida del grupo de bombeo, en la entrada y salida de cada derivación a máquina integrada y en la entrada y salida de cada máquina integrada. De esta manera se asegura un correcto mantenimiento, reparación, reposición y aislamiento de cada uno de estos elementos.
- **Válvula de seguridad:** Se coloca en el local técnico cerca del manómetro y permite evitar que la presión en el interior del circuito supere la presión indicada por el fabricante de los colectores en el campo de captación. Está conectada a un depósito que a la vez sirve para la carga del circuito. De esta manera se evita perder líquido caloportador en caso que se supere en el circuito la presión de tara y, sirve también, como testimonio de sobrepresiones.
- **Válvulas de equilibrado:** Para un correcto funcionamiento del circuito primario y una correcta distribución del calor a las diferentes viviendas, el circuito hidráulico debe estar correctamente equilibrado. Para ello se usarán válvulas de regulación y medida de caudal

para incidir sobre las pérdidas de carga y caudales y asegurar, así, que la bomba de primario trabaje en el punto adecuado de su curva característica.

Se colocan válvulas de regulación estáticas en la cañería de impulsión en cada uno de los campos de colectores solares en caso de que estos campos no estén equilibrados hidráulicamente o requieran caudales diferentes. Cada vivienda tendrá una válvula en la cañería de ida a la máquina integrada, antes de la válvula de tres vías. Esta válvula de regulación será dinámica y permitirá controlar un determinado caudal con precisión. Este tipo de válvula permite elegir entre diferentes caudales.

Se trata de conseguir el caudal individual de cada máquina integrada de cada vivienda mediante un sistema automático que compense, en todo momento, las diferentes presiones que puedan darse. Debe tenerse en cuenta que los reguladores automáticos mantienen los caudales constantes cuando se trabaja dentro de un determinado rango de presiones.

En el arranque, después de un periodo de parada sin aportación de calor (primeras horas de la mañana con sol), es necesario que por cada derivación individual circule el caudal máximo de diseño. Si la instalación no está equilibrada, seguramente por las máquinas integradas más próximas a la bomba circulará un caudal excesivo, provocando un defecto de caudal en las viviendas más alejadas.

Así estas válvulas de equilibrio tendrán un diámetro lo más semejante posible a la cañería de derivación individual (DN10). El caudal que deja pasar es ajustable y se mantiene constante dentro del rango de presión previsto. Este sistema permite repartir de forma equitativa la energía en forma de calor a cada uno de los vecinos.

El fabricante del colector marca como presión máxima de trabajo 6bares. La válvula de seguridad será tarada a esta presión para evitar presiones superiores que puedan estropear el campo de captación.

#### 1.4.2.5.7.- Carga del circuito

Se trata de un apéndice de la instalación solar, que permite la carga del circuito en la puesta en marcha de la instalación.

Está compuesto por una cañería de 1" (=pulgada), un depósito de polietileno capaz de contener el volumen de líquido caloportador a placas; manómetro, para comprobar la presión en el momento de la puesta en marcha; válvula de seguridad; bomba de agua; válvula de retención; desagüe y válvula de corte manual.

#### 1.4.2.5.8.- Medida y control

Los elementos de medida y control que se contemplan al circuito solar son:

- Tres termómetros bimetalicos con vaina (0 a 120 °C) colocados en la impulsión y regreso de placas, y la impulsión al aerotermo. Permitirán visualizar las temperaturas respectivas y comprender el correcto funcionamiento del circuito solar.
- Un manómetro de escala 0 a 4 bares colocado en la parte caliente de la instalación junto a la válvula de seguridad.



- Un contador de energía que se colocará entre la entrada y la salida del campo de captación, con el objetivo de controlar la energía producida por el sistema. Está compuesto por un cabalímetro, dos sondas de temperatura y una memoria electrónica.

1.4.2.6.- Sistema de acumulación, intercambio de energía y aportación de energía convencional

Cada vecino del edificio tendrá su acumulación individualizada dónde se acumulará el agua precalentada por el circuito de energía solar térmica. Según la normativa RITE ITE 10.1.3.2 [17], la acumulación de un sistema solar debe cumplir con la siguiente expresión:

$$0,8 M \leq V \leq M$$

Dónde:

V = Volumen de acumulación permitido

M = Consumo mediano diario de ACS

A continuación se refleja la acumulación prevista para una instalación, que viene fijada según modulaciones del mercado.

VOLUMEN DE ACUMULACIÓN INDIVIDUAL	
Nº de usuarios	Acumulación instalada por vivienda (l)
2	80
3	100
4	150
5	150
6	200
7	200
8	300

Fig. 29. Características del volumen de acumulación individual

Cada vivienda dispone de un acumulador mediante el cuál, a través de un serpentín o un método de intercambio de energía alojado en su interior, se intercambia el calor que se genera en las placas solares, cediendo de esta manera la energía captada al circuito de consumo.

Los criterios de elección del sistema de acumulación e intercambio para una instalación solar térmica como apoyo de ACS ya se han expuesto en este subapartado. Aunque la instalación de este proyecto contempla además el apoyo a calefacción, se utilizarán los mismos criterios para la elección de los acumuladores que para el abastecimiento de ACS, es decir, según el número de usuarios.

En los apartados 1.4.1.6 y 1.4.2.2.1 se detallan los dos sistemas de acumulación, intercambio de energía y aportación convencional propuestos para esta instalación y se explica el porqué de la elección de uno de ellos para este proyecto respecto al otro.

El sistema elegido es el de la máquina integrada. La máquina integrada pertenece a la empresa Solvis, en concreto el modelo SolvisMax Gas. Toda la documentación técnica, funcionamiento, procedimiento de montaje, mantenimiento, etc. se detalla en los anexos de este proyecto.

Hay 5 tamaños diferentes para el modelo de SolvisMax Gas que se pueden observar en la figura 27. La elección del volumen de cada vivienda se ha llevado a cabo según lo comentado anteriormente. A partir del programa funcional de la vivienda del apartado 1.4.2.1 se conocen los habitantes de cada vivienda y a partir de la tabla de la figura 29 se elige la acumulación necesaria del depósito para ACS de cada vivienda. Tenemos viviendas de 3, 4 y 6 inquilinos lo que implica volúmenes de acumulación para agua caliente sanitaria de 100, 150 y 200 litros respectivamente. Observando el volumen de agua caliente sanitaria disponible para el modelo estándar de la figura 27 se debe escoger para el primer caso el SX-656, para el segundo el SX-756 y para el tercero el SX-956. El volumen de acumulador de calefacción de la figura 30 no es un dato relevante para la elección [18].

	SX-356	SX-456	SX-656	SX-756	SX-956
Volumen nominal (l)	350	450	650	750	950
Volumen real (l)	377	460	635	722	899
<b>Partes del acumulador</b>					
Volumen de agua caliente sanitaria disponible (l)					
Económico	-	-	-	-	87 <sup>(1)</sup>
Estándar	91	91	136	154	200 <sup>(1)</sup>
Comfort	-	-	-	-	362 <sup>(1)</sup>
Volumen de acumulador de calefacción (l)	22	22	30	35	35
Volumen solar (l)	264	347	468	533	- <sup>(2)</sup>
<b>Pérdidas de calor</b>					
Pérdidas de calor (W/K)	2,38	2,72	3,27	3,48	3,8
Pérdidas de calor (kWh/24h) <sup>(3)</sup>	2,28	2,61	3,14	3,34	3,64

<sup>(1)</sup> seleccionable en la posición del sensor «S1/T1 acumulador de agua caliente»

<sup>(2)</sup> resulta de la diferencia del volumen del acumulador de calor + el volumen de agua caliente y el volumen real

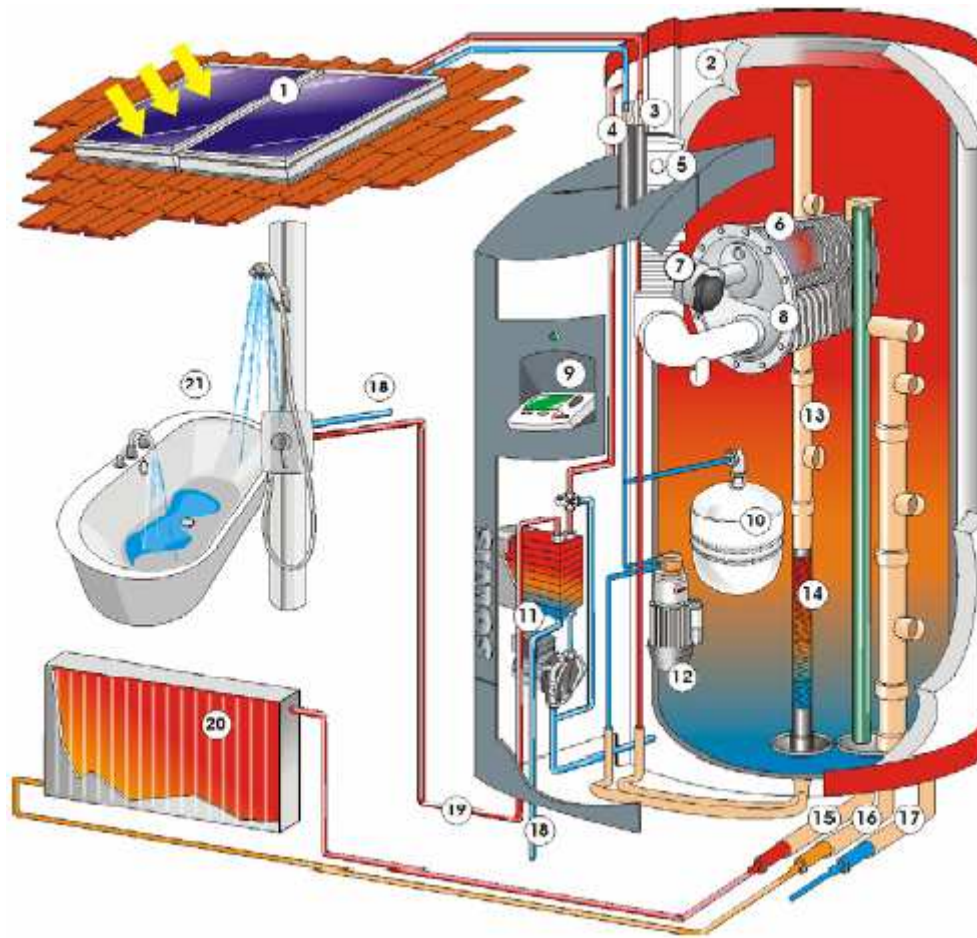
<sup>(3)</sup> 60° C en el acumulador, 20 °C en el lugar de instalación

**Fig. 30. Tamaños disponibles de SolvisMax Gas**

En la figura 31 se puede observar una imagen a modo de esquema del funcionamiento de la máquina [18]. Los captadores calientan el líquido caloportador que llega a través de la ida del circuito solar (3) (Véase punto en la figura 31) hasta el intercambiador del circuito solar (14). Una vez llevado a cabo el intercambio de calor, el líquido caloportador regresa a los captadores solares a través de la tubería de retorno solar (4) (Véase punto en la figura 31) impulsado por la bomba solar (12). El agua calentada en el intercambiador del circuito solar sale por los distintos orificios del cargador de estratificación (13) según su temperatura: de este modo el agua se reparte por temperaturas en el acumulador de manera uniforme. En el interior del acumulador se encuentra la cámara de combustión (6) que aporta un plus de calor al agua del acumulador en caso necesario.

Para la producción de ACS se coge el agua del acumulador de la parte superior y se hace pasar a través de la estación de agua caliente sanitaria (11) dónde se produce el intercambio de calor con el agua caliente sanitaria de consumo que entra en éste (18). Cuando esta agua ya está caliente, sale de la estación de agua caliente sanitaria y puede emplearse para su consumo (19). El agua del acumulador regresa al acumulador en su parte inferior.

En cuanto a la producción de calefacción se recoge el agua del acumulador a tres cuartos del depósito y a través de la ida de calefacción (15) se manda a los radiadores, suelo radiante, etc. . El agua vuelve a través del retorno (16) y se devuelve al acumulador a través de otro cargador de estratificación que retorna el agua a distintas alturas según sea su temperatura.



- 1 Colectores solares Solvis
- 2 Aislamiento
- 3 Ida Solar
- 4 Retorno solar
- 5 Conexión del tubo de salida de humos
- 6 Cámara de combustión de gas/gasóleo
- 7 Quemador de gas/gasóleo
- 8 Intercambiador de calor de humo
- 9 Regulación de sistema SolvisControl
- 10 Depósito de expansión solar
- 11 Estación de Agua Caliente Sanitaria
- 12 Bomba solar
- 13 Cargador de estratificación
- 14 Intercambiador de calor solar
- 15 Ida de calefacción
- 16 Retorno de calefacción
- 17 Tubo de llenado y vaciado
- 18 Agua fría
- 19 Agua Caliente Sanitaria
- 20 Radiador
- 21 Toma de Agua Caliente Sanitaria

Fig. 31. Esquema explicativo de un sistema SolvisMax Gas

Las máquinas se han distribuido en dos locales situados en las terrazas comunitarias de la planta superior. En un local se han dispuesto 11 máquinas (5 planta baja y 6 planta primera) y en el otro 12 máquinas (6 planta segunda y 6 planta tercera). Estas máquinas se han dispuesto a escala en los planos con sus tamaños reales. Su distribución se ha llevado a cabo teniendo en cuenta su tamaño, disponiendo del espacio necesario para su traslado al exterior en el caso de necesitar alguna reparación por parte del equipo técnico de la empresa.

Por último es importante comentar que los dos locales dónde se encuentran las máquinas no existen en los planos originales de la vivienda. Si se quisiera llevar a cabo este proyecto, el arquitecto debería añadirlos a los planos del edificio teniendo en cuenta los refuerzos del suelo debido al peso de los depósitos, las tomas de corriente, salida de humos, tomas de agua, etc.

#### *1.4.2.7.- Sistema disipador de energía*

Puede darse el caso, en ciertas épocas del año (como los meses de verano), que el edificio no consuma toda la energía producida por el campo de captación solar. Los paneles solares, por su aislamiento térmico y efecto invernadero, pueden permitir circular fluido a temperaturas que pueden llegar a superar los 150°C. En estas ocasiones aumenta la presión en todo el circuito, sometiendo a sobreesfuerzos al sistema y acortando su vida útil. Además, la válvula de seguridad, si se supera la presión a la cual está tarada, actúa dejando escapar el fluido y vaciando la instalación.

Para evitar esta circunstancia se dota la instalación de un sistema de seguridad, compuesto por una válvula de tres vías y un aerotermo disipador. Así, cuando se detectan temperaturas superiores a las de consigna, el sistema regulará a la válvula de tres vías y el aerotermo. La válvula de tres vías está situada en la cañería de regreso (fría) a su entrada al local técnico. Debe ser del mismo diámetro que la conducción principal, puesto que ha de ser capaz de dejar pasar todo el fluido de la instalación.

El aerotermo es capaz de disipar toda la energía producida por el campo de captación (que depende de la radiación solar y de la superficie de captación) y de absorber el caudal nominal del campo de captación. Para el dimensionado del aerotermo se busca que el caudal que circula baje su temperatura 10°C cuando este aparato esté puesto en marcha.

#### *1.4.2.8.- Sistema de regulación y control*

Para un funcionamiento automático de la instalación solar, esta debe tener un sistema de regulación que permita poner en marcha la bomba del local técnico cuando exista suficiente energía en las placas solares para ser aprovechada, y que pare la bomba cuando ya no exista la aportación solar suficiente.

Para ello, se usará un termostato diferencial que a partir de una diferencia de temperatura entre el fluido que se encuentra en placas y el que se encuentra en las tuberías de distribución de salida del local técnico a máquinas integradas, regula al grupo de bombeo para que empiece a hacer circular el líquido caloportador. Para evitar continuas puestas en marcha y paradas de la bomba en los momentos iniciales del día se dota este termostato diferencial de una histéresis descendente, lo que provoca que la bomba se ponga en marcha cuando existe una diferencia de temperatura determinada y que no se pare hasta que esta diferencia sea inferior (en la medida que se ha programado) a la que ha servido para la puesta en marcha.

La norma ITE 10.1.5 de la normativa de energía solar indica que las bombas no pueden estar en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor que 2°C y no pueden estar paradas si la diferencia de temperaturas es mayor que 7°C. La temperatura diferencial de puesta en marcha de la bomba debe ser, entonces, de 7°C entre captadores y tuberías de distribución de salida del local

técnico y la de parada de 2°C. Esta regulación también hará circular el fluido en caso de riesgo de helada [13].

Una vez el circuito solar está en funcionamiento, la energía debe poder introducirse en las máquinas integradas de las viviendas de forma automática, cuando el circuito solar esté a temperatura superior a la del acumulador de cada vivienda. Por lo cual se coloca una válvula motorizada en cada derivación a máquina integrada que va regulada por un termóstato diferencial, que a partir de una sonda ubicada en el circuito solar y otra en la parte inferior del acumulador, debe cerrar un contacto de relé cuando la temperatura de primario sea superior a la del acumulador de la vivienda. A la vez, este contacto se abre cuando esta diferencia de temperatura ya no exista o no sea tan importante como se desea. Permite la entrada del fluido al intercambiador del acumulador cuando la diferencia de temperatura sea de 4°C, e impide el paso del fluido cuando esta diferencia sea inferior a 2°C.

Esta regulación también hace circular el fluido en caso de riesgo de helada. Se pone en marcha la bomba si se detectan temperaturas un par de grados superiores a la temperatura de helada del fluido. Este termóstato también incorpora una función de máxima que hace que cuando el agua del acumulador llegue a una temperatura máxima, establecida la válvula de tres vías hará un 'by-pass'. Es decir, puenteará el circuito haciendo que el caudal circule directamente sin pasar por el acumulador, aun cuando el circuito solar todavía pueda elevar todavía más esta temperatura.

Hasta este punto, en este apartado, se han comentado los principales procesos que son necesarios controlar en la instalación solar, pero no se ha explicado como se lleva a cabo el control. La regulación del sistema se hace dividiendo las tareas en dos partes: la primera desde el local técnico y la segunda englobando las centralitas de control integradas en las máquinas SolvisMax Gas. El control del local técnico debe estar más centrado en la seguridad y el control integrado en las máquinas en la regulación de los parámetros que rigen a estas.

El sistema de control de local técnico se encarga de:

- Controlar la energía producida por el sistema mediante un contador de energía que se colocara en las tuberías de ida y de retorno principales del local técnico a los captadores.
- Procurar que no haya un aumento de temperatura excesiva de la instalación y la consiguiente sobrepresión que podría romper los captadores y dañar partes de la instalación, a parte de perder líquido caloportador. La explicación del sistema que permite este hecho se encuentra en el apartado 1.4.2.7 y está esquematizado en los planos del sistema.
- Evitar que el líquido caloportador se congele cuando hay temperaturas muy frías. Debido a las bajas temperaturas los captadores no generan energía y la circulación está parada. Si la temperatura ambiente es muy fría puede llegar a congelarse el líquido caloportador. Entonces, el sistema de control activa la bomba y la circulación de la instalación haciendo que se caliente el líquido.

El sistema de control integrado en las máquinas dispone de los siguientes sensores: sensor del avance solar, sensor del retorno solar, sensor de los captadores, sensor de ambiente exterior, sensor de ambiente interior, sensor superior acumulador de calefacción arriba, sensor de caldera, sensor de referencia del acumulador, sensor acumulador arriba, sensor de ACS, sensor de calefacción, etc.

Todos estos sensores permiten al sistema de control integrado actuar sobre la puesta en marcha o parada de la caldera, sobre la puesta en marcha/parada de la bomba de circulación del líquido

caloportador que va a paneles solares, sobre la puesta en marcha de la bomba de circulación de ACS, sobre la válvula motorizada que abre y cierra el paso del líquido caloportador al intercambiador de calor de la máquina, etc.

### **1.4.3.- Diseño de instalaciones de calefacción: Visión general**

#### *1.4.3.1.- Introducción*

La instalación de calefacción de una vivienda está formada por los elementos de producción de calor, los elementos de distribución de esa energía calorífica, el sistema de regulación de la instalación y los elementos que emiten el calor al ambiente.

Este segundo bloque del proyecto es una continuación del primer bloque referente al diseño de instalaciones solares térmicas para ACS y calefacción. Es decir, debemos partir de las consignas y elementos ya dispuestos en el primer bloque. Aunque esta sección está dedicada a dar una visión general de las instalaciones de calefacción; esta visión general contemplará las opciones posibles partiendo de la instalación ya dimensionada en el primer bloque del proyecto. Es decir, que no se contemplarán todas las opciones posibles, sino solo las posibles para la parte de la instalación ya dimensionada. Quedan pues descartados todos los elementos portátiles de calefacción como convectores, radiadores eléctricos, calefactores cerámicos, radiadores de cuarzo, radiadores halógenos, etc. ; y las instalaciones de calefacción por convección.

Si observamos los 4 grupos principales de elementos de una instalación de calefacción enumerados al principio de este apartado, cabe destacar que los elementos de producción de calor ya se han dimensionado en el primer bloque del proyecto. La generación de calor se lleva a cabo mediante los captadores solares y la caldera de la máquina integrada y se han dimensionado teniendo en cuenta las necesidades energéticas de la calefacción. Se debe pues proceder al estudio y elección del sistema emisor de calor; y realizar su dimensionado y cálculos, que incluyen los elementos de distribución y el sistema de regulación.

#### *1.4.3.2.- Principales sistemas de emisión de calor para calefacción*

En este apartado se describen cada uno de los principales sistemas emisores de calor al ambiente viables para este proyecto teniendo en cuenta todo lo contenido en el apartado de diseño de instalaciones solares térmicas para ACS y calefacción. Para poder determinar cual es el más adecuado se tendrán en cuenta la sostenibilidad, la eficiencia energética y el confort.

Se realizará una explicación detallada de todo lo concerniente al suelo radiante debido a que es el sistema escogido en este proyecto. Con respecto a la calefacción por radiadores se realizará una breve explicación.

##### *1.4.3.1.1.- Por radiadores*

Un radiador es un intercambiador de calor, un dispositivo sin partes móviles ni llamas, destinado al aporte de calor a algún elemento o estancia. La emisión de calor de un radiador, depende de la diferencia de temperaturas entre su superficie y el ambiente que lo rodea y de la cantidad de superficie en contacto con ese ambiente. A mayor superficie de intercambio y mayor diferencia de temperatura, mayor es el intercambio.



**Fig. 32. Imagen de un modelo convencional de radiador por agua**

Un radiador necesita un mantenimiento consistente en un purgado periódico, por el cual se elimina el aire que haya entrado en las cañerías que impide la entrada de agua caliente al radiador. Aparte del purgador, un radiador tiene que tener una llave de paso, una entrada para agua caliente y una salida para agua enfriada. Esta última debe tener una llave de paso, conocida como detentor, que sirva para el equilibrado hidráulico.

La diferencia entre un radiador y una estufa es que en el radiador no hay producción de energía, se limita a ser un disipador del calor que llega al radiador generalmente por una red de tuberías por las que circula agua calentada en un dispositivo productor de calor (caldera, generalmente) situado en otro lugar.

Los radiadores más solicitados son los de aluminio, ya que son mejores transmisores del calor y se calientan mucho más rápido que los de hierro fundido. Sin embargo, cuando se apaga la calefacción se enfrían mucho antes debido a su menor inercia térmica, en apenas diez minutos, mientras que los de hierro mantienen el calor dos horas más.

Según su forma se pueden encontrar fundamentalmente tres tipos de radiadores, aunque cualquiera de ellos cumplirá con la función para la que fueron creados, calentar.

Los más habituales en las viviendas son los radiadores compuestos por diferentes módulos o elementos de acero. Su diseño puede recordar al de un acordeón y pueden tener diferentes medidas debido a su diseño modular, que permite añadir más elementos fácilmente. En la actualidad se fabrican en acero, un material mucho más ligero y con un mejor coeficiente de transmisión del calor que el hierro.

Los que más se utilizan actualmente son los radiadores compuestos por paneles. Estos paneles están huecos y tras ellos circula el agua caliente. Por último, los radiadores de frente liso están sumamente indicados para personas alérgicas, porque al no llevar aletas de convección no retienen el polvo.



1.4.3.1.2.- Por suelo radiante

1.4.3.1.2.1.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El principio básico del sistema consiste en la impulsión de agua a media temperatura a través de circuitos de tuberías situadas bajo el pavimento de las estancias a calefactor.

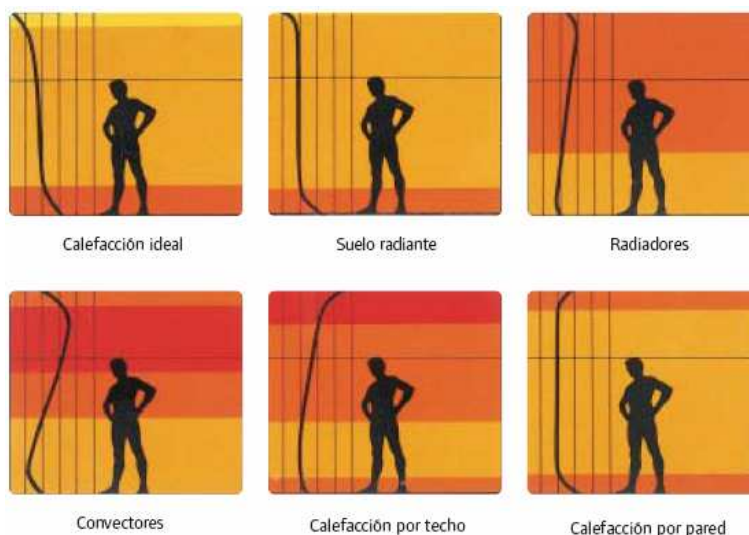
Según el sistema tradicional de calefacción por suelo radiante las tuberías se incrustan en una capa de mortero de cemento. Éste, situado sobre las tuberías y bajo el pavimento, absorbe la energía térmica disipada por las tuberías y la cede al pavimento que, a su vez, emite esta energía al local mediante radiación y en menor grado convección natural.

Desde los colectores de alimentación y retorno parten los circuitos emisores. Desde allí se equilibran hidráulicamente los circuitos y, a través de cabezales electrotérmicos, se regula el caudal impulsado en función de las necesidades térmicas de cada local.

1.4.3.1.2.2.- CARACTERÍSTICAS

**Perfil óptimo de temperaturas del cuerpo humano**

De entre todos los sistemas existentes de calefacción, el suelo radiante es el que mejor se ajusta al perfil óptimo de temperaturas del cuerpo humano [19]. Este perfil es aquél según el cual la temperatura del aire a la altura de los pies es ligeramente superior a la temperatura del aire a la altura de la cabeza. Esto se traduce en una percepción de una mayor sensación de confort. A continuación se muestra un esquema de la distribución vertical de temperaturas en función del sistema de calefacción:



**Fig. 33. Perfiles de temperatura en función del sistema de calefacción empleado**

**Emisión térmica uniforme**

El emisor térmico es todo el suelo del área a calefactar. Esto da lugar a que la emisión térmica sea uniforme en toda la superficie. Este fenómeno se contrapone al de "zonas calientes" y "zonas frías" que se obtiene con otros sistemas de calefacción en los cuales existe un número limitado de emisores de calor.

### **Calefacción sin movimientos 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. Como la temperatura de la superficie emisora (pavimento) de un sistema de calefacción por suelo radiante es baja, esa diferencia de temperaturas del aire es muy reducida lo que origina que el movimiento de aire debido al sistema de calefacción sea imperceptible. Una ausencia de movimiento de aire produce menor movimiento de polvo y un entorno más higiénico y saludable; haciendo al suelo radiante un sistema de calefacción muy aconsejable para personas alérgicas o con problemas respiratorios.

### **Ahorro energético**

Para una misma sensación térmica percibida por el usuario, la temperatura ambiente de un local es inferior si dicho local se calienta por suelo radiante a si se hace mediante otro sistema (radiadores, convectores de aire, etc.).

Al calentar mediante otros sistemas, la temperatura de las zonas elevadas del local es mayor (temperatura no sentida por el usuario), de lo que resulta que para la misma sensación térmica sentida la temperatura ambiente interior en un sistema de calefacción por suelo radiante es comparativamente menor.

Al ser menor la temperatura ambiente interior también son menores las pérdidas energéticas (pérdidas por cerramientos, por ventilación y por infiltración) ya que éstas son proporcionales a la diferencia de temperaturas entre el exterior del local y el interior.

Otro importante factor de ahorro energético lo constituye la disminución de pérdidas de calor en sala de calderas y en las conducciones hasta colectores debido a la menor temperatura del agua de impulsión y retorno en comparación con otros sistemas de calefacción.

### **Compatible con casi cualquier fuente de energía.**

La moderada temperatura de impulsión de agua que necesita el sistema hace que éste sea compatible con casi cualquier fuente energética (electricidad, combustibles derivados del petróleo, energía solar, carbón, gas natural, etc.). En particular, es el único sistema de calefacción que puede ser alimentado energéticamente por paneles solares térmicos.

### **Calefacción invisible**

Es un sistema de calefacción que ofrece una total libertad de decoración de interiores ya que los emisores de calor no son visibles. Se diría que es una "calefacción invisible". El espacio habitable es mayor al no existir dentro de éste elementos calefactores visibles (por ejemplo radiadores) y desaparece el riesgo de golpes o quemaduras por contacto con ellos.

### **Compatible con cualquier tipo de suelos**

La calefacción por suelo radiante se instala con cualquier tipo de pavimento.

#### 1.4.3.1.2.3.- SISTEMA DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE TRADICIONAL

Las soluciones destinadas a uso residencial se pueden dividir en tres sistemas cuya diferencia radica en la estructura de la capa emisora, factor éste que viene determinado por las características particulares del edificio a calefactor [19].

Estos sistemas poseen tuberías, colectores y sistemas de regulación e impulsión comunes a todos ellos.

- Sistema de calefacción por suelo radiante tradicional
- Sistema de calefacción por suelo radiante con difusores
- Sistema de calefacción por suelo radiante para renovación.

A continuación se llevará a cabo la explicación detallada del sistema de calefacción por suelo radiante tradicional que es el que se aplica en este proyecto. Como se ha dicho anteriormente los otros dos sistemas solo se diferencian en la estructura de la capa emisora.

Se utiliza como regla general como sistema de calefacción por suelo radiante. La capa de mortero de cemento por encima de tubos almacena la energía calorífica aportada por el caudal de agua caliente que circula a través de las tuberías, y esta energía es cedida al pavimento. El pavimento emite la energía al ambiente a calefactar por medio de radiación y de convección natural. El espesor de la capa emisora, dependiendo del panel aislante y la tubería escogidos oscila entre los 8,6 y los 9,5 cm.

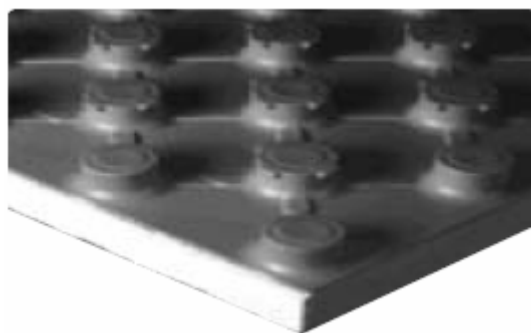
##### 1.4.3.1.2.3.1.- Elementos principales de la instalación

Los elementos principales de este sistema son:

- Caja de colectores: Los colectores distribuidores de suelo radiante se colocan en las correspondientes cajas o armarios, las cuáles se empotran en pared. Para posibilitar la purga de aire de los circuitos emisores, los colectores han de situarse siempre en un plano más elevado que cualquier circuito al que den servicio. La localización debe ser lo más centrada posible dentro del área a climatizar. De este modo se minimizará la longitud de tubería desde el colector hasta el local a calentar y, con ello, se facilitará la instalación y el equilibrado hidráulico. Las cajas, dentro de las cuales se colocan los colectores, se empotrarán en un tabique o muro accesible. Para no distorsionar la estética de la vivienda es común empotrarlas en zonas ocultas a la vista del usuario tales como fondos de armarios o aseos. Es necesario que el tabique o muro donde se empotre la caja tenga un espesor suficiente (15cm) [20].
- Zócalo perimetral: Es una banda de espuma de polietileno cuya misión principal es absorber las dilataciones producidas por el mortero de cemento colocado sobre los tubos emisores debido a su calentamiento/enfriamiento. Así mismo, produce un beneficioso efecto de aislamiento lateral del sistema. Se fija a la base de las paredes de todas las áreas a calentar, desde el suelo base hasta la cota superior del pavimento. La lámina adherida a la espuma de polietileno debe quedar en la cara opuesta a la del contacto zócalo perimetral-pared. Esta lámina apoyará sobre los paneles aislantes para evitar la inserción de mortero de cemento entre zócalo perimetral y panel aislante.
- Film de polietileno: Es una lámina continua de polietileno. Se coloca sobre el forjado/solera de los locales a climatizar. Es una barrera antihumedad entre el suelo

base y la superficie emisora de suelo radiante colocada encima, de modo que evita el ascenso por capilaridad de humedades. Se puede evitar la colocación de este film cuando: no exista riesgo de humedades en el forjado/solera, y el sistema de sujeción de la tubería sea tal que establezca una barrera antihumedad continua. Debe tenerse en cuenta que los paneles aislantes de poliestireno expandido, plastificados o no, no aseguran una total estanqueidad a la humedad. Las zonas de unión entre paneles son zonas de riesgo de ascenso de humedades por lo que el film de polietileno resulta necesario.

- Panel aislante: El aislamiento térmico del sistema es imprescindible en cualquier instalación de calefacción por suelo radiante: se minimizan las pérdidas caloríficas inferiores, lo que implica una drástica reducción del consumo energético y se posibilita el control de las temperaturas ambiente de cada uno de los locales. Todos los modelos de paneles moldeados también tienen la misión de sujetar las tuberías emisoras, guiándolas y facilitando el trazado de los circuitos con la separación entre tubos proyectada. Los paneles han de colocarse sobre todo el área a calefactar a modo de superficie continua. Los modelos de paneles moldeados suelen ser de poliestireno expandido y tienen una densidad nominal de  $20 \text{ Kg/m}^2$ , lo que implica una resistencia máxima a compresión de 10 toneladas/m<sup>2</sup>. Su clasificación frente al fuego es M1 según UNE 23.727.



**Fig. 34. Panel aislante de tetones**

- Tubos de polietileno: Se recomienda el uso de tubería de polietileno reticulado con barrera antidifusión de oxígeno que evita la oxidación continuada y el deterioro de las partes metálicas de la instalación.
- Mortero de cemento con aditivos: Una vez se hayan colocado las tuberías, se cubrirá la superficie con una capa de mortero de cemento de unos 5cm. Se añadirán unos aditivos, según las recomendaciones del fabricante, imprescindibles para garantizar una correcta transmisión de calor, ya que evitan la permanencia de inclusiones en el interior del mortero, asegurando un contacto perfecto entre el mortero y la tubería.

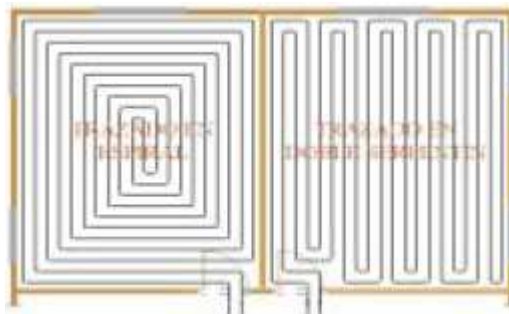
#### 1.4.3.1.2.3.2.- Instalación y requisitos básicos

##### **Circuitos**

Su colocación debe realizarse de acuerdo al estudio técnico previo. Las directrices básicas son las siguientes [19]:

- En el trazado de las curvas debe prestarse atención a no "pinzar" la tubería, pues podría reducirse su sección.
- La configuración de los circuitos debe ser tal que las tuberías de ida y retorno se coloquen una al lado de la otra en todos los tramos del circuito, ya que de esta manera se homogeneizará la temperatura superficial del pavimento. Para ello se recomienda el trazado en doble serpentín, o en espiral. En general se debe prestar atención a dirigir el caudal de impulsión hacia paredes externas o hacia otras áreas potencialmente frías.
- La distancia entre tubos y el tipo de tubería deben mantenerse constantes en toda la instalación.
- Se debe empezar el trazado de circuitos por la planta más elevada, continuando después hacia las plantas inferiores. Esto evita el deterioro de la instalación por el tránsito de personal.
- Los circuitos nunca se deben cruzar.
- Los puntos en los que es evidente el riesgo de perforación de tuberías emisoras (por ejemplo los desagües y los anclajes al suelo de aparatos en cuartos húmedos) deben haber sido señalados con anterioridad. Al colocar los circuitos deben bordearse las zonas adyacentes a esos puntos de riesgo.
- La perforación accidental de un circuito emisor de suelo radiante supone su sustitución íntegra. No se permiten empalmes entre tramos de un circuito bajo suelo.
- Todo el proceso de montaje de los circuitos se realiza en frío. No debe calentarse la tubería, pues se destruiría la capa que protege a las tuberías de la difusión de oxígeno.

La configuración en doble serpentín consiste en que las tuberías de impulsión y retorno se disponen en paralelo. Esta configuración proporciona una temperatura media uniforme. Permite saltos térmicos mayores (10 °C) sin afectar a la uniformidad de la temperatura del suelo. La configuración en espiral es una variante de la configuración en doble serpentín. Tiene como ventaja las curvas menos pronunciadas, lo que facilita la instalación sobre todo cuando las tuberías emisoras son de mayor diámetro exterior.



**Fig. 35. Trazado de circuitos en espiral y doble serpentín**

## Colector

Se debe proceder al montaje de los colectores dentro de la caja metálica para colectores que ha sido empotrada en pared. Posteriormente se debe proceder al conexionado de las tuberías emisoras al colector. La conexión se realiza mediante los adaptadores apropiados para el diámetro de tubería. Se recomienda utilizar curvatubos para facilitar el acceso de las tuberías al colector [19].

## Llenado de la instalación y prueba de estanqueidad

El proceso de llenado de agua se realiza a través de las llaves de llenado/vaciado que incorporan los colectores. Se realiza circuito a circuito, abriendo únicamente la llave manual de uno de los circuitos y cerrando las demás llaves así como las llaves de corte del colector. Siguiendo esta rutina en cada uno de los circuitos se asegura la ausencia de bolsas de aire en la instalación durante su puesta en marcha. La prueba de estanqueidad que especifica el RITE en el ITE 06.4.1 se realiza con la presión de prueba especificada en la norma (1,5 veces la presión de trabajo con un mínimo de 6bar) [17]. No se aconseja el uso de sistemas de llenado automático de la instalación con conexión directa a la red de suministro de agua, puesto que ello implica entrada continua de oxígeno disuelto en el agua cuyos efectos son los de excesiva oxigenación del agua de la instalación y la consiguiente reducción de la vida de ésta.

## Mortero de cemento

Una vez colocados los circuitos se vierte el mortero de cemento sobre toda la superficie calefactable. El espesor recomendable es de 5cm medidos a partir de la generatriz superior de la tubería. Espesores mayores aumentan la inercia térmica del sistema, mientras que espesores menores reducen la resistencia de la loseta de mortero de cemento ante esfuerzos cortantes [19].

Al agua de amasado de la mezcla de mortero de cemento (cemento, arena y agua) ha de añadirse aditivo para mortero. Este líquido consigue un perfecto contacto entre el mortero y las tuberías emisoras una vez la loseta de mortero de cemento ha secado, evitando con ello inclusiones de aire que aumentarían la resistencia térmica del sistema y dificultarían la transmisión de calor.

La proporción adecuada de la mezcla es la siguiente: 50Kg de cemento (PZ 350F - DIN 1164), 220Kg de arena, 16 litros de agua de amasado (aprox.) y 0,3Kg de aditivo.

El mortero de cemento debe verterse en sentido longitudinal al trazado de las tuberías. Debe realizarse el vertido sobre una misma planta de modo continuado, consiguiendo así un fraguado simultáneo de todo el mortero de una misma planta.

Debe iniciarse el vertido sobre una planta inmediatamente después de haber concluido la colocación de circuitos, el llenado y la prueba de estanqueidad. Así se evita la deformación de la capa portante de tuberías debido a su continuo pisado y/o trasiego de maquinaria. En este sentido se debe iniciar el vertido de mortero sobre la planta más elevada (planta en la que primero debe concluir la colocación de circuitos) para, posteriormente, ir a la plantas inmediatamente inferiores. Debe asegurarse un completo secado de la loseta de mortero de cemento antes de la colocación del pavimento.

### **Montantes y tuberías de distribución**

Los montantes y tuberías de distribución son la red o redes que, partiendo de sala/s de calderas (sala/s de máquinas integradas) , alimenta a los colectores distribuidores de suelo radiante. Los accesorios precisos para realizar la instalación de montantes y tuberías de distribución son codos, conexiones en T y racores de conexión a colectores, a calderas (máquina integradas) y a los grupos de impulsión [19].

La distribución se realiza, en el caso de viviendas unifamiliares, mediante una única columna montante ascendente/descendente con derivaciones al/los colector/es distribuidor/es de suelo radiante. En el caso de torre de viviendas en altura, o edificio de uso público de gran superficie por calentar, puede optarse por una o varias columnas montantes ascendentes/descendentes a cada planta, conectadas todas ellas a un colector general situado en sala de calderas. En ambos sistemas de distribución se recomienda la colocación de llaves de equilibrado antes del acceso a colector, cuando el número de colectores sea mayor de uno en el conjunto global de la instalación.

Siempre que el agua de salida del generador de calor tenga una temperatura superior a la de cálculo de la instalación de suelo radiante debe instalarse, a la salida del generador, un grupo de impulsión. Éste proporciona el caudal de agua y la temperatura precisos para el correcto funcionamiento de la instalación mediante la mezcla de agua del generador de calor y del agua de retorno de suelo radiante en una válvula de tres vías. Una vez instalado el grupo, se debe comprobar que la temperatura de impulsión se corresponde al valor calculado en el estudio técnico previo.

Debe seleccionarse la bomba adecuada a los resultados de caudal y pérdida de carga que refleja el estudio técnico. De acuerdo a esto ha de comprobarse que la temperatura de retorno es 10°C inferior a la de impulsión. Así mismo debe seleccionarse un generador de calor de acuerdo a la potencia útil calculada en el estudio técnico. Dicho generador puede ser una caldera (alimentada con cualquier tipo de combustible fósil o con alimentación eléctrica), bomba de calor con salida de agua en el secundario, sistema generador por captación solar, etc.

### **Regulación de temperatura ambiente**

La instalación para la regulación de las temperaturas interiores de confort requeridas por el usuario en cada uno de los espacios habitados comienza por la selección del voltaje (220V o 24V) de alimentación de los termostatos y cabezales electrotérmicos [19].

Posteriormente se roscan los cabezales electrotérmicos (tantos como circuitos posea la instalación y del voltaje seleccionado) sobre los actuadores de las llaves manuales de los colectores de retorno. A continuación se instalan los termostatos en los recintos cuya temperatura se desee controlar, a una altura de 1,5 m y alejados de puertas, escaleras y elementos generadores de calor o frío. Los termostatos deben escogerse del mismo voltaje que los cabezales electrotérmicos. La regulación se puede llevar a cabo mediante varios tipos de sistemas automatizados; generalmente constan de un módulo de regulación, o caja e conexiones, que se conecta a los cabezales, termostatos y la bomba. En sistemas de regulación más avanzados suele haber un módulo extra de control al cual se conecta el módulo de regulación.

#### 1.4.3.1.2.3.3.- Puesta en marcha de la instalación

De acuerdo a los cálculos técnicos de caudal y pérdida de carga en cada circuito se realizará el equilibrado de todos los circuitos de la instalación. Para ello se entrará en el gráfico de equilibrado con los valores de caudal y pérdida de carga de cada circuito y se girará manualmente el detentor de cada circuito hasta el correspondiente valor resultante de la gráfica. También debe llevarse a cabo el equilibrado de la válvula del grupo de impulsión. Después se pondrá en marcha el generador de calor y la bomba de impulsión y se procederá al chequeo de la instalación [21].

Para llevar a cabo el chequeo se realizarán una serie de comprobaciones para asegurar la puesta en marcha correcta de la instalación. Las más comunes son:

- Las válvulas de cierre de los circuitos de suelo radiante en los colectores actúan incorrectamente: Al dejar de enviar señal los termostatos de las estancias de la vivienda, los cabezales electrotérmicos deben cerrar completamente la circulación del agua a través de los circuitos de suelo radiante. Si se comprueba que transcurridos 15 minutos sigue circulando agua por algún circuito significa que el cierre no es correcto. Se debe comprobar que cada cabezal se ha roscado completamente hasta el final de la carrera de cada actuador del colector de retorno. Es preciso que ni la rosca macho ni la hembra poseen suciedad o incrustaciones. Así mismo, al recibir señal los cabezales electrotérmicos del colector, por parte de los termostatos, los vástagos de los cabezales han de ascender. Si transcurridos 15 minutos de una continua emisión de los termostatos alguno de los vástagos no ha ascendido a la misma cota que los demás debe revisarse la conexión del termostato emisor y comprobar que éste está enviando corriente a los cabezales.
- Temperatura de confort en todos los recintos: Transcurrido el periodo de calentamiento del suelo base, todos los recintos alcanzarán la temperatura óptima de confort programada para cada uno de ellos. Si algún recinto no logra dicha temperatura de confort y los puntos anteriores han sido verificados, revisar la posición del termostato. Comprobar que no se ha situado próximo a puertas, huecos de escalera u otras superficies potencialmente frías que distorsionen su medida; o por el contrario, comprobar que no se ha situado próximo a un emisor de calor.
- Salto térmico ida/retorno en el colector =  $10^{\circ}\text{C}$ , medido en los termómetros que incorporan los colectores de impulsión y de retorno: si el salto térmico es mayor significa que la velocidad de la bomba es insuficiente. Se debe aumentar la velocidad de la bomba (seleccionar una velocidad mayor, o sustituir la bomba por otra de mayor potencia). Si el salto térmico es menor significa que la velocidad de la bomba es excesiva: disminuir la velocidad de la bomba (seleccionar una velocidad menor, o sustituir la bomba por otra de menor potencia, o instalar una válvula extra en la tubería de retorno que aumente la pérdida de carga del sistema).
- Temperatura de retorno idéntica en todos los circuitos de un mismo colector: Si la temperatura de retorno de alguno de los circuitos es menor o mayor que el resto significa que el equilibrado de ese circuito no es correcto. Reequilibrar los circuitos, o en su defecto, abrir una posición los detentores de los circuitos con una temperatura de retorno anormalmente baja y cerrar una posición los correspondientes a los circuitos con una temperatura de retorno excesiva. Repetir esta rutina hasta que la temperatura de retorno sea idéntica en todos los circuitos.



- Eliminación de las bolsas de aire: Si uno de los circuitos retorna frío y en su área calentada no se logra la temperatura ambiente deseada y además se escuchan ruidos de circulación de agua, es posible que este circuito tenga bolsas de aire que dificulten el paso de agua. Para solucionarlo, cerrar las llaves de todos los circuitos menos el circuito en cuestión y poner a funcionar la bomba a la máxima velocidad durante un periodo de una hora. De este modo facilitaremos el arrastre de las bolsas de aire y su expulsión a través de los purgadores automáticos.

#### 1.4.3.1.2.4.- TUBERIAS EMISORAS DE CALOR

En este apartado se detallaran las características e instalación de las tuberías emisoras de la marca UPONOR modelo wirsbo-evalPEX, ya que son las elegidas para este proyecto. No obstante, cabe destacar que si se describieran las tuberías emisoras de otra marca serian muy parecidas a estas; variando quizá un poco los materiales con los que está confeccionada o el abanico de diámetros disponibles [22].

Especialmente diseñadas para los sistemas de calefacción por suelo radiante Uponor. Son tuberías de polietileno reticulado por el método Engel con barrera antidifusión de oxígeno. Se emplean tanto como tuberías emisoras (UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8, 17x2 ó 20x1,9) como en montantes y tuberías de distribución (UPONOR wirsbo-evalPEX 25x2,3 hasta UPONOR wirsbo-evalPEX 110 x10).

##### 1.4.3.1.2.4.1.- Características principales

En las tuberías plásticas convencionales empleadas para la conducción de agua caliente en circuitos cerrados las moléculas de oxígeno del aire penetran a través de la pared de la tubería cuando, al aumentar la temperatura, el espacio intermolecular de la tubería tiende a ser mayor que la molécula de oxígeno. Este fenómeno origina una permanente oxigenación del agua y la consiguiente oxidación continuada de las partes metálicas de la instalación que reduce su vida útil. La reducción de la vida útil es debida tanto a la pérdida de material de los metales de la instalación como al taponamiento de conductos originado por la deposición de óxidos [19].

La barrera antidifusión de oxígeno presente en las tuberías UPONOR wirsbo-evalPEX evita estos problemas, puesto que reduce drásticamente el aporte extra de oxígeno al caudal de agua. Esta barrera consiste en una delgada película de etilvinil-alcohol aplicada a la tubería base de Pex durante el proceso de fabricación.

Otra característica de las tuberías UPONOR wirsbo-evalPEX es el reticulado de su cadena polimérica conforme al proceso Engel. El reticulado se define como un proceso que cambia la estructura de las cadenas de polímeros de manera que éstas se conectan unas con otras formando una red tridimensional mediante enlaces químicos. Este proceso confiere a la tubería una alta resistencia térmica en condiciones de presión elevada.

En consecuencia, estas tuberías aúnan las características de las tuberías de polietileno reticulado UPONOR Pex y propiedades particulares para la distribución de agua caliente en circuitos cerrados que le confiere la barrera antidifusión de oxígeno.

Las tuberías UPONOR wirsbo-evalPEX se fabrican de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 15875 y cumplen con las exigencias de barrera antidifusión de oxígeno que establece la norma EN 1264-4.

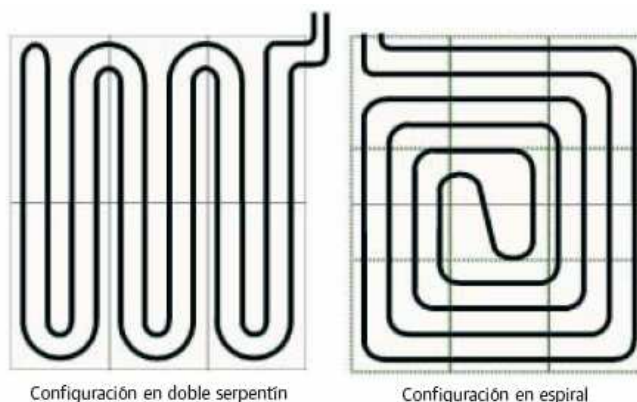
#### 1.4.3.1.2.4.2.- Instalación de circuitos emisores

Según el sistema tradicional los circuitos emisores se instalan con tubería UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8, 17x2 ó 20x1,9. Si se instala según el sistema con difusores las tuberías emisoras a utilizar son UPONOR wirsbo-evalPEX 17x2,0. Los sistemas para renovación emplean UPONOR wirsbo-evalPEX 20x1,9 [19].

La separación entre tuberías de los circuitos emisores es de 15, 16, 20 o 24cm (habitualmente 20cm) en el caso del sistema tradicional. El sistema con difusores impone una distancia entre tuberías de 30cm. Los sistemas para renovación determinan una separación de tuberías de 30cm. En todos los sistemas Uponor el tipo de tubería emisora y la separación entre tubos son factores de diseño que permanecen constantes a lo largo de toda la instalación.

El diseño aconsejado de los circuitos es, o bien el doble serpentín o el espiral. Según estas configuraciones las tuberías de ida y de retorno siempre son contiguas, estando además siempre la tubería más caliente próxima a la más fría. Estos diseños aseguran una homogeneización de la emisión térmica.

El doble serpentín es recomendable especialmente en locales cuya planta posea una forma geométrica compleja. La configuración en espiral se recomienda allí donde la planta a calefactar posea una forma geométrica sencilla; tiene como ventaja curvas menos pronunciadas lo cual facilita la instalación. La instalación de los circuitos se puede realizar desenrollando manualmente los rollos o de una forma mucho más rápida utilizando un desbobinador.



**Fig. 36. Configuración de circuito de suelo radiante en doble serpentín y en espiral**

#### 1.4.3.1.2.5.- COLECTORES

En este apartado se explicaran las características, montaje y elementos más significativos acerca de los colectores de la marca UPONOR modelo Quick&Easy que son los elegidos para este proyecto. No obstante, cabe destacar que todos los colectores son muy parecidos en todas las marcas, tienen más o menos los mismos elementos y métodos de conexionado [22].

Los colectores distribuidores para suelo radiante UPONOR Quick & Easy están fabricados en polisulfona, un material plástico que a su bajo peso añade una alta resistencia mecánica incluso a altas temperaturas.

El montaje de cada colector se realiza mediante el acoplamiento de un Kit colector básico (de 2 salidas) a los Conjuntos básicos (1 salida) necesarios para completar el número deseado de

salidas del colector. Por ejemplo, si se necesita un colector ida/retorno de 7 salidas, se necesitaría un Kit colector básico más 5 Conjuntos básicos.

Cada Kit colector básico se suministra junto con todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento: 2 válvulas de paso M1", 2 termómetros, 2 purgadores automáticos, 1 llave de llenado, 1 llave de vaciado, 2 módulos básicos UPONOR Quick & Easy, 2 tapones, 2 soportes y 4 adaptadores UPONOR Quick & Easy  $\phi 16$  o tradicionales ( $\phi 16$ ,  $\phi 17$  ó  $\phi 20$ ) [19].



**Fig. 37. Imagen de un kit colector básico, un conjunto básico y un primer plano de un par de detentores**

#### 1.4.3.1.2.5.1.- Características

##### **Colectores modulares**

El diseño modular de los colectores implica una drástica reducción de los costes de almacenamiento. Ya no es necesario almacenar colectores de todos los números de salidas posibles en función del número de circuitos, sino que ahora el almacenamiento se reduce a kits colectores básicos más conjuntos básicos. Así mismo, esta característica facilita añadir o eliminar salidas de colector una vez se haya instalado. Para añadir una salida a un colector ya instalado únicamente hay que acoplar un conjunto básico al colector existente. El cuerpo de los módulos posee un espacio habilitado para identificar el circuito acoplado a la salida correspondiente.

##### **Equilibrado**

Los colectores de impulsión llevan acoplados detentores, uno por circuito, con el fin de realizar el equilibrado hidráulico de la instalación durante su puesta en marcha. Los detentores permiten la selección de 13 posiciones (desde 0 hasta 12). Para seleccionar una posición de detentor se debe girar la rueda hasta la marca amarilla. El valor de la posición lo determina el caudal y la pérdida de carga del circuito de acuerdo al gráfico de la figura 38. Entrar a la gráfica con el caudal y la pérdida de carga de cada circuito para obtener el número correspondiente al equilibrado. Después girar la rueda del detentor hasta que la marca amarilla coincida con el número seleccionado.

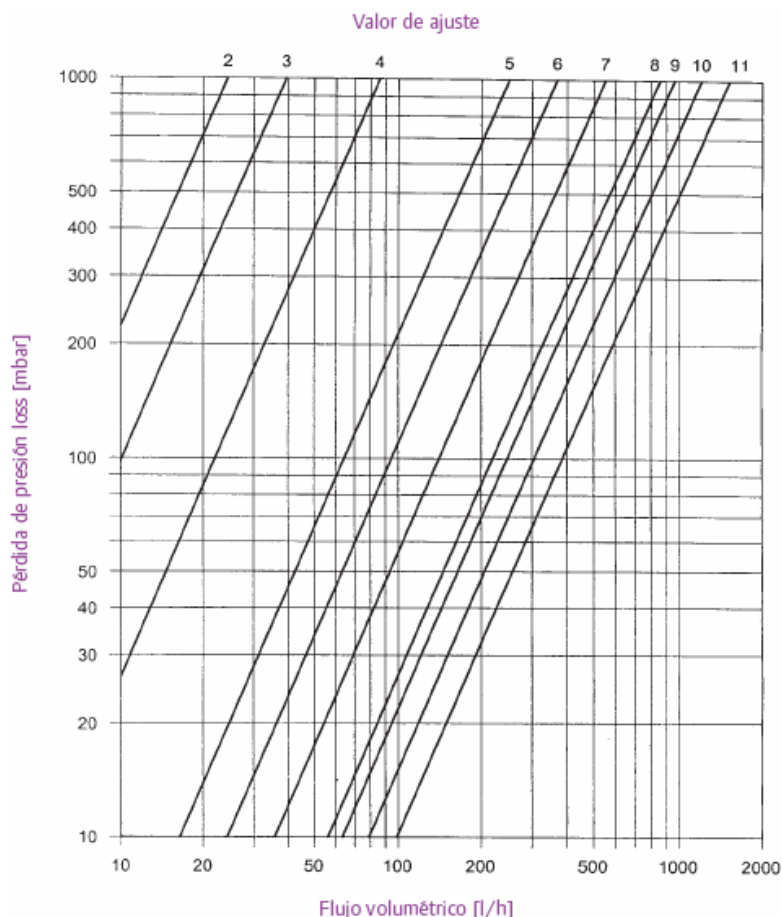


Fig. 38. Gráfico de equilibrado hidráulico de un colector UPONOR Quick & Easy

### Bajo peso

Su bajo peso, supone una gran ventaja con respecto a los colectores metálicos tradicionales: mayor comodidad de manipulación.

### Estabilidad química

Debido a la naturaleza plástica del material con el que están fabricados, polisulfona, los colectores están libres tanto de oxidaciones como de corrosiones. Las características de la polisulfona permiten temperaturas puntuales de hasta 95°C y una presión de trabajo de 6 bares.

El cloro es un elemento de presencia habitual en el agua portadora de las instalaciones de calefacción. Muchos termoplásticos son susceptibles de corrosión frente a altas concentraciones de cloro en agua en condiciones de largos periodos de exposición; este efecto se agrava al elevarse la temperatura del agua. Ensayos realizados en probetas de polisulfona con agua a 60°C y un contenido en cloro constante de 2p.p.m. revelaron una pérdida de material nula para un periodo extrapolado de ensayo de 20 años.

## 1.4.3.1.2.5.2.- Montaje

**Montaje de los colectores**

El proceso de montaje del colector es sumamente simple y consiste en ir acoplando módulos hasta formar el número de salidas que se desee. No se deben utilizar herramientas metálicas ni tampoco ningún elemento sellador de uniones como teflón o similar. La unión entre módulos tiene un tope. No forzar el giro existente entre módulos más allá de ese tope. El colector de impulsión se sitúa en la parte superior y contiene los detentores. El colector de retorno se sitúa en la parte inferior y contiene las llaves de corte manuales. Es muy importante comprobar que los purgadores automáticos queden situados a una cota superior que cualquier otra de la línea de agua. De otro modo se dificultaría la purga de aire de la instalación.

**Caja de colectores**

Los colectores UPONOR Quick & Easy se colocan en los correspondientes armarios para colectores. Los colectores se fijan a bastidores de polisulfona y estos, a su vez, se fijan a los bastidores metálicos de la caja de colectores. Estas cajas se empotran en pared, siendo preciso un espesor de pared mínimo de 15cm. Su función dentro de la instalación es soportar los colectores y ocultarlos de forma que queden registrables en un entorno visual favorable. Las dimensiones de las cajas metálicas para colectores varían con el número de salidas de estos:

Nº de salidas del colector	Dimensión de la caja (mm)
2 a 4	550x500
5 a 7	550x700
8 a 12	50x1000

**Fig. 39. Altura y anchura de la caja de colectores en función del número de salidas**

**Conexión al colector**

El acceso de las tuberías de ida y de retorno de un circuito al colector se debe realizar esta acometida mediante curvatubos. La conexión al colector UPONOR Quick & Easy se realiza mediante adaptadores tradicionales disponibles para UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1.8, 17x2 y 20x1.9.

En el caso de utilizar adaptadores tradicionales no se precisa de ninguna herramienta, ni de accesorios adicionales para realizar la conexión. En el caso de adaptadores UPONOR Quick & Easy se utiliza un expandidor manual Q&E y un anillo Q&E para realizar la unión entre la tubería y el adaptador siguiendo el método de unión UPONOR Quick&Easy.

La unión, en cualquier caso, se finaliza con el roscado del tapón de plástico con rosca hembra sobre el cuerpo del módulo con rosca macho. Esta operación proporciona la estanqueidad precisa a la unión. Esta unión se puede realizar manualmente o con ayuda de la Llave para colector Uponor. Nunca se deben utilizar herramientas metálicas.

## Llenado de la instalación

Cada kit colector básico posee una válvula de llenado. El modo correcto de llenado de agua de la instalación es circuito a circuito, con el fin de evitar la excesiva entrada de aire. En este sentido, para realizar el llenado del primer circuito se cierran las llaves de corte del colector y todas las llaves manuales menos una. Se conecta la llave de llenado a la red de toma de agua y, una vez llenado el circuito, se cierra esta llave manual. Este proceso se debe repetir para cada uno de los circuitos de la instalación.

### 1.4.3.1.2.5.3.- Cabezales electrotérmicos

El colector de retorno lleva acopladas llaves de corte manuales individuales para cada circuito. Se aconseja realizar un control automático del caudal entrante a cada circuito. Para ello se necesita colocar unos cabezales electrotérmicos para colectores Uponor Quick&Easy. Estos cabezales se roscan sobre cada salida del colector de retorno, en el mismo lugar donde antes se encontraban las llaves de corte manuales. De este modo se realiza un control del caudal entrante a cada circuito en función de la señal del correspondiente termostato. La colocación de cabezales electrotérmicos en cada salida del colector permite regular independientemente el aporte térmico a cada local calefactado [19].

Los cabezales electrotérmicos forman parte de todos los sistemas Uponor de regulación individual de temperatura. Cada cabezal debe roscarse totalmente para asegurar un cierre correcto del paso de agua en caso de ausencia de señal eléctrica procedente del termostato. Comprobar la limpieza de la rosca de la salida del colector antes de roscar sobre ella el cabezal.



**Fig. 40. Cabezal electrotérmico**

### 1.4.3.1.2.6.- SISTEMAS DE REGULACIÓN Y CONTROL

Dado que los principales elementos escogidos para la instalación de suelo radiante hasta ahora, tales como colectores y tuberías, son de la marca Uponor, los sistemas de regulación y control que se expondrán a continuación también son de esta misma marca. De este modo nos aseguramos un correcto funcionamiento de la instalación, ya que el escoger los elementos de la instalación de una misma marca asegura un buen control, regulación y conexionado de la misma [22].

#### 1.4.3.1.2.6.1.- Genius

Uponor Genius es un sistema de regulación térmica individual por radio-control para instalaciones de calefacción por suelo radiante. Su misión es lograr una temperatura óptima en cada habitación o estancia a calentar, independiente de la temperatura de otras habitaciones o estancias de un modo que resulte fácil, rápido y cómodo de instalar. Puede utilizarse en

viviendas, edificios de oficinas, edificios públicos e industrias. La instalación de este sistema evita las conexiones eléctricas desde los termostatos, simplificando el cableado de la misma.

El sistema se compone de termostatos transmisores, unidad base (módulo de regulación y módulo de control) y, eventualmente, la antena. Uponor Genius permite controlar desde el módulo de control la temperatura real y la de consigna, periodos de reducción nocturna, periodos de ausencia del usuario, alcance de la señal de los termostatos, etc [19].

Los termostatos transmisores envían señales de radio a un elemento receptor (módulo de control). El módulo de control hace de interface entre el sistema y el usuario, y puede recibir señales de hasta 12 termostatos transmisores. En el módulo de regulación se analizan las señales recibidas y, en función de estas, controla los cabezales electrotérmicos y la bomba circuladora. El módulo de regulación se conecta a 220V y controla hasta 12 cabezales electrotérmicos.

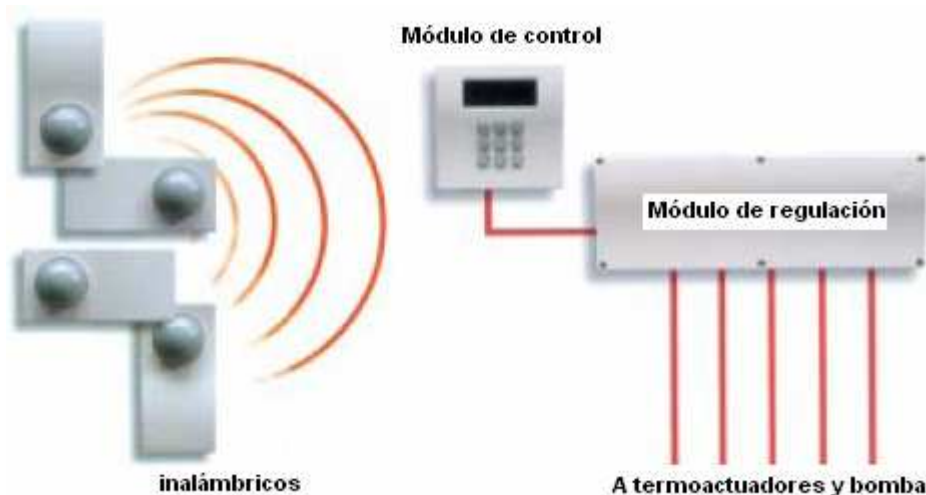


Fig. 41. Termostatos, módulo de regulación y módulo de control de Uponor Genius

### Termostato transmisor inalámbrico

El termostato transmisor envía señales de radio por lo que no precisa de ninguna conexión eléctrica. La frecuencia de emisión de las señales de radio evita las interferencias con otros aparatos electrodomésticos o con redes próximas de suministro eléctrico. Los termostatos registran la temperatura percibida por el usuario, para ello es muy importante la forma y color del mando giratorio semiesférico bajo el cual se sitúa el sensor de temperatura. El especial color gris del mando asegura que el termostato siente como un humano: la temperatura analizada es una combinación de la temperatura emitida por radiación y por convección.

En el lado izquierdo hay un interruptor de tres posiciones; con el que se puede seleccionar el tipo de control: diurno, nocturno o temporal. La posición diurna equivale a la temperatura normal deseada, la posición nocturna reduce ésta en 4°C y en la posición temporal la temperatura ambiente seguirá el programa de la unidad base.

### Módulo de control

Desde aquí el usuario puede controlar el menú de opciones. El display muestra el nivel de la señal recibida y la temperatura en las habitaciones individuales. Si se produce un fallo de

transmisión, desde el termostato transmisor se activará una alarma. Este módulo se compone de receptor de radio, alarma, teclado y 'display' visualizador.

### Módulo de regulación

Controla hasta doce termoactuadores, ya sean cabezales electrotérmicos o válvulas motorizadas. De la misma manera, se conectarán por cable el módulo de control y la bomba de circulación. La electrónica del módulo de regulación está basada en dos microprocesadores, que examinan las señales recibidas, controlan el 'display' visualizador, reciben señales de reloj interno, graban y guardan las opciones individuales seleccionadas y controlan las salidas a los termoactuadores y a la bomba de circulación.

#### 1.4.3.1.2.6.2.- Comfort System

Al igual que el sistema Uponor Genius, se trata de un sistema de regulación individual de temperaturas interiores. Es un sistema electrónico por cable específicamente diseñado para controlar temperaturas ambiente en edificios donde se hayan instalado sistemas Uponor de calefacción por suelo radiante [22].

Uponor Comfort System consiste en una caja de conexiones electrónica y hasta seis termostatos conectados a ella por cable. Existe la posibilidad de incorporar a la caja de conexiones un módulo digital de dos canales para realizar una programación semanal de temperaturas. Así mismo el sistema posee termostatos especiales preparados para conectar sondas de suelo con el fin de limitar la temperatura del pavimento. También existe la posibilidad de utilizar una caja de conexiones con control a bomba. Ésta recibe la señal eléctrica procedente de cada termostato, la analiza y envía una señal eléctrica al cabezal electrotérmico correspondiente para que éste, mediante una regulación del caudal entrante al circuito, contrarreste la demanda generada [19].

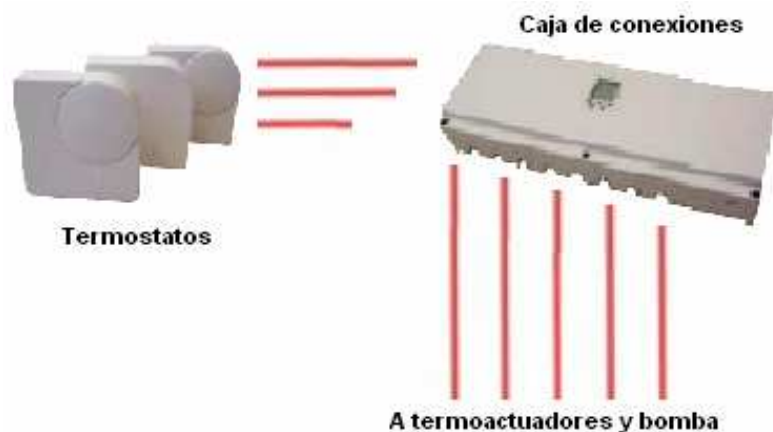


Fig. 42. Termostatos y caja de conexiones de Uponor Comfort System

### Termostato transmisor

Es un termostato digital para la regulación de temperaturas en recintos cerrados. En todos los modelos la temperatura deseada se selecciona girando el selector. Existe un sistema de bloqueo de temperaturas máxima y mínima al que se accede extrayendo la tapa del selector. En



uno de los laterales del termostato es posible seleccionar posición de día o posición de noche. La reducción nocturna puede ser programada conectando un programador exterior al termostato.

El termostato Uponor Comfort System con sensor de suelo permite la conexión de modo que se limite en todo momento el mínimo y el máximo de la temperatura del pavimento a un valor prefijado por el usuario. Cuando se haya conectado el sensor, el termostato funcionará como esclavo y el sensor como maestro, es decir, cuando el sensor de suelo demande calor los ajustes del termostato no tendrán efecto. El termostato Uponor Comfort System para recintos públicos posee una carcasa exterior que evita su manipulación. Este termostato está especialmente recomendado para edificios públicos.

### **Caja de conexiones**

Esta caja conecta todos los termostatos Uponor Comfort System, hasta un número máximo de seis, y todos los cabezales electrotérmicos o válvulas motorizadas, hasta un número máximo de doce. Existe la posibilidad de que desde la caja de conexiones se controle el circulador del sistema de modo que, cuando ninguno de los termostatos demande energía, el circulador pare. Sólo se volvería a poner en marcha cuando alguno de los termostatos conectados demande energía. Se puede incorporar un programador exterior, módulo digital de dos canales, para la programación semanal de los termostatos.

#### *1.4.3.1.2.7.- GRUPOS DE IMPULSIÓN*

Dado que los principales elementos escogidos para la instalación de suelo radiante hasta ahora, tales como colectores, tuberías y sistema de regulación/control, son de la marca Uponor, los grupos de impulsión que se expondrán a continuación también son de esta misma marca [19].

En función del tipo de control de la temperatura de impulsión hay dos tipos de grupos, cada uno de los cuales lleva incorporado un circulador UPS 15-60 ó UPS 25-80: Grupo de impulsión Uponor y grupo de impulsión Uponor con centralita de regulación.

En ambos casos se trata de kits premontados preparados para la conexión directa a la salida del generador de calor. Están provistos de una válvula de dos vías cuya misión es mezclar el agua proveniente de la caldera con el agua de retorno para obtener la temperatura óptima del agua de impulsión para el funcionamiento del suelo radiante.

##### *1.4.3.1.2.7.1.- Grupo de impulsión*

La válvula de dos vías es controlada por un cabezal regulable manual, mediante el cual se puede fijar la temperatura de impulsión entre 25 y 65°C. El grupo lleva incorporado un circuito by-pass interno con válvula reguladora para asegurar un suministro constante de agua en el secundario.



**Fig. 43. Grupo de impulsión Uponor**

#### 1.4.3.1.2.7.2.- Grupo de impulsión con centralita de regulación

Este grupo incluye un sistema de compensación de temperatura exterior compuesto por centralita de regulación, sonda exterior, sonda interior y sonda de impulsión. La válvula de tres vías está movida por un motor térmico que, a su vez, es regulado por una centralita de control. La centralita, además, controla el circulador de modo que se automatice su funcionamiento y tenga protección contra bloqueo y congelación del agua.

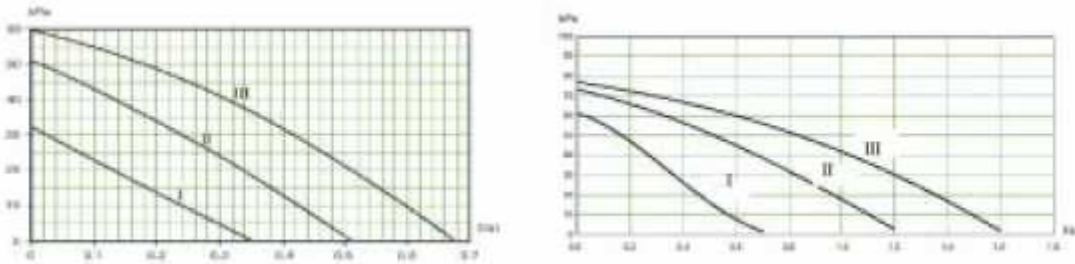
La centralita de regulación proporciona una elevada seguridad en el control de la calefacción y un uso óptimo de los recursos energéticos. Se anticipa a los cambios térmicos exteriores ofreciendo un buen control de la temperatura de impulsión para lograr una temperatura interior constante de confort en todo momento. Permite seleccionar temperaturas más bajas y consumo reducido de energía durante las horas de sueño y de ausencia.



**Fig. 44. Grupo de impulsión Uponor con centralita de regulación**

#### 1.4.3.1.2.7.3.- Bomba circuladora del grupo de impulsión

Los grupos de presión Uponor permiten escoger dos circuladores dependiendo de las necesidades de la instalación: 22N ó 45N. Para la selección del circulador adecuado es necesario calcular previamente la pérdida de carga y el caudal de impulsión del sistema. Esos dos valores nos darán el punto característico de funcionamiento de la instalación. Con ese punto se debe ir a las curvas características del circulador y seleccionar aquel circulador y aquella velocidad cuya curva característica quede sobre el punto característico.



**Fig. 45. Curvas características de los circuladores 22N y 45N**

#### 1.4.3.1.2.8.- DESCRIPCIÓN Y ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACIÓN

En la figura 46 se puede apreciar un dibujo representativo de un sistema de calefacción por suelo radiante tradicional [19]. En primer lugar se debe colocar el zócalo perimetral alrededor de la parte inferior de las paredes que conforman la delimitación de las estancias, en la esquina que forman estas con el suelo de la estancia. A continuación, sobre la plancha de cemento base de la estancia debemos de colocar primero el film de polietileno aislante y después las planchas de panel aislante portatubos hasta tapar todo el suelo.

Después disponemos la red de tuberías en configuración en espiral o doble serpentín y conectamos la ida a suelo radiante a una de las salidas del colector de impulsión con los detentores situado en la parte superior de la caja de colectores. El retorno de esta misma tubería lo conectamos a la salida del colector de retorno situado en la parte inferior con los cabezales electrotérmicos. Una vez realizada la puesta a punto de la instalación y comprobado su correcto funcionamiento, se dispondrá una plancha uniforme de mortero con aditivos encima de los paneles aislantes portatubos con las tuberías de distribución ya dispuestas. Finalmente se dispondrá el pavimento de la estancia que se crea conveniente.

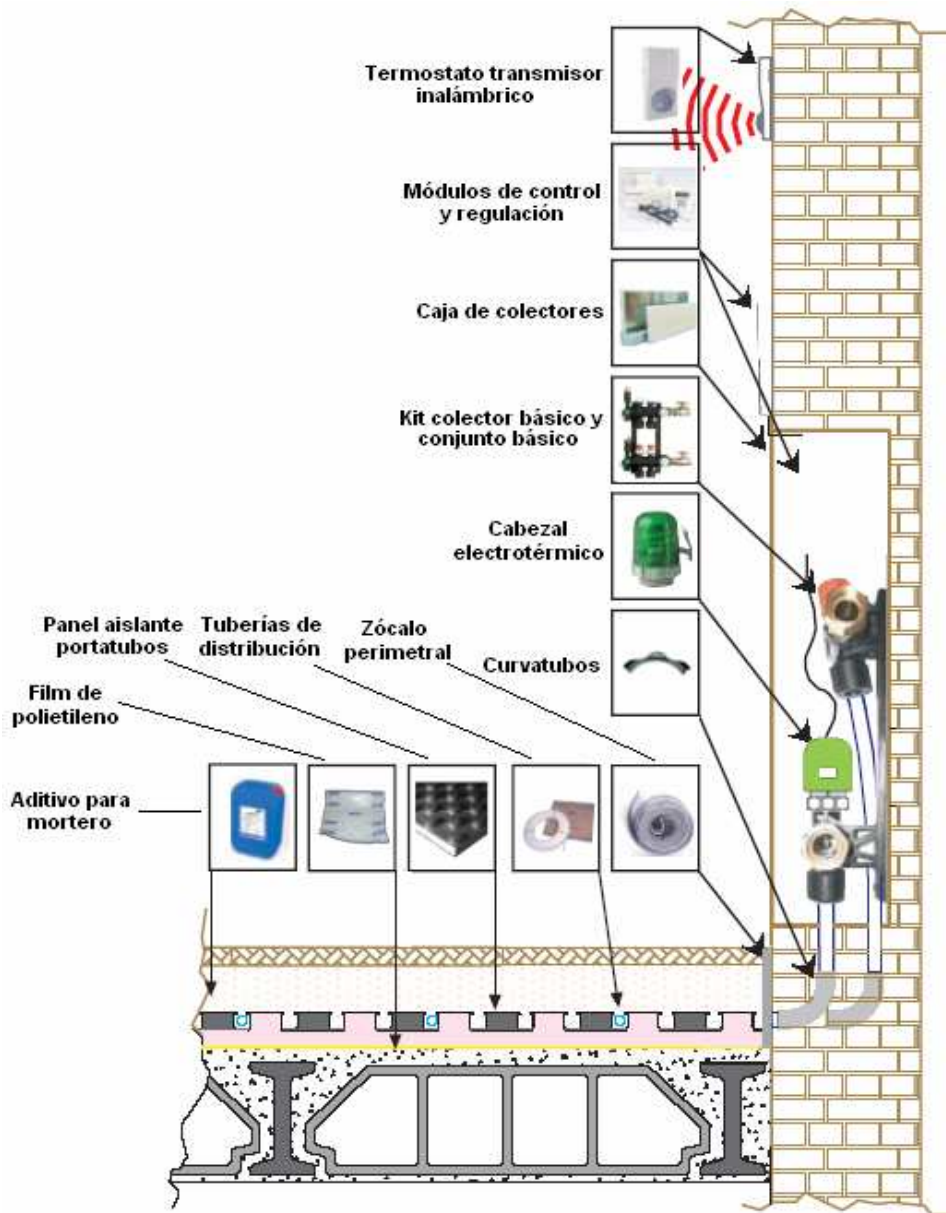


Fig. 46. Dibujo representativo de un sistema de calefacción por suelo radiante tradicional

En la figura 47 podemos apreciar un dibujo representativo de un esquema de principio de funcionamiento de un sistema de calefacción por suelo radiante con grupo de impulsión con centralita de regulación; y sistema de control y regulación Genios [19].

El generador de calor calienta el agua que será enviada al colector de impulsión de los circuitos de calefacción por suelo radiante. El colector de impulsión tiene una entrada general de agua y se le pueden conexas las salidas que sean necesarias según los circuitos de calefacción instalados. El colector de impulsión lleva acoplados detentores, uno por circuito, con el fin de realizar el equilibrio hidráulico de la instalación durante su puesta en marcha. Los retornos de los circuitos se conectarán a las salidas del colector de retorno, donde se agrupará el caudal de agua que será nuevamente enviado al generador de calor para que vuelva a calentar el líquido. El colector de retorno lleva acoplados cabezales electrotérmicos que realizan un control del caudal entrante a cada circuito en función de la señal del correspondiente termostato. La colocación de cabezales

electrotérmicos en cada salida del colector permite regular independientemente el aporte térmico a cada local calefactado.

La ida y retorno del agua al colector de impulsión y retorno desde el generador de calor pasa a través de un grupo de impulsión con centralita de regulación. Este grupo está provisto de una válvula de dos vías cuya misión es mezclar el agua proveniente de la caldera con el agua de retorno para obtener la temperatura óptima del agua de impulsión para el funcionamiento del suelo radiante. La centralita, además, controla el circulador de modo que se automatice su funcionamiento y paradas y se proteja contra bloqueo y congelación del agua.

La instalación viene provista de un sistema de control y regulación de la marca Uponor modelo Genios, las características del cual se pueden consultar en el apartado 1.4.3.1.2.6.1.

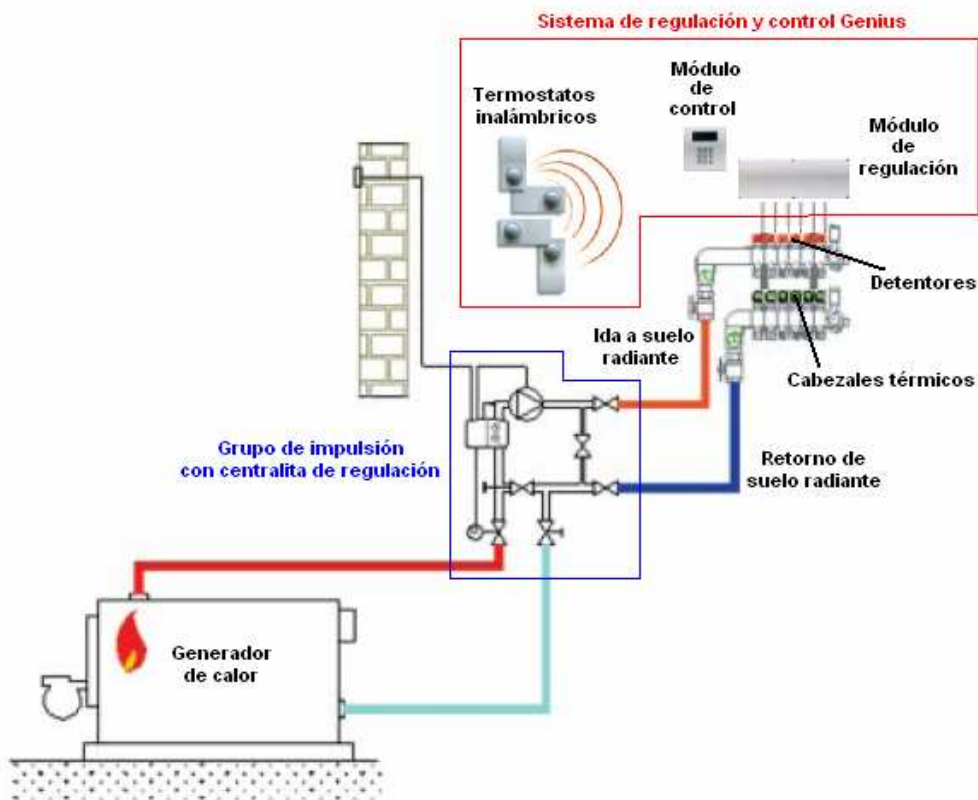


Fig. 47. Dibujo representativo de un esquema de principio de funcionamiento de un sistema de calefacción por suelo radiante con grupo de impulsión con centralita de regulación; y sistema de control y regulación Genius

### 1.4.4.- Diseño de instalaciones de calefacción: Método y aplicación a un caso concreto

#### 1.4.4.1.- Elección del sistema de emisión de calor para calefacción más adecuado

El sistema de calefacción por radiadores es el más instalado en nuestro país. Es especialmente adecuado para zonas con temperaturas mínimas bajas. No obstante, el sistema de calefacción mediante radiadores, provoca una distribución heterogénea de temperaturas, alterando la sensación de confort del usuario. A pesar de que estos equipos ofrecen cada día un mejor rendimiento, sus características desaconsejan su implantación para el caso que nos ocupa; que es el de la búsqueda de la sostenibilidad, eficiencia energética y confort. El sistema requiere de un gran consumo energético, ya que debe calentar el agua a temperaturas que oscilan entre 70°C y 90°C mientras que en el suelo radiante está entre 35°C y 45°C.

El sistema de calefacción por suelo radiante, además del ahorro energético provocado por la reducción de pérdidas en el generador de calor y las conducciones, nos ofrece la posibilidad de instalar un generador de calor de baja temperatura. Estos equipos se caracterizan por su elevado rendimiento y su bajo nivel de emisiones de NOx.

En la figura 48 se puede observar que la calefacción por suelo radiante es el sistema que más se aproxima al sistema ideal de calefacción. Esto se traduce en una percepción, por parte del usuario de la instalación, de una mayor sensación de confort. En el apartado 1.4.3.1.2.2 también se hace hincapié en este punto.

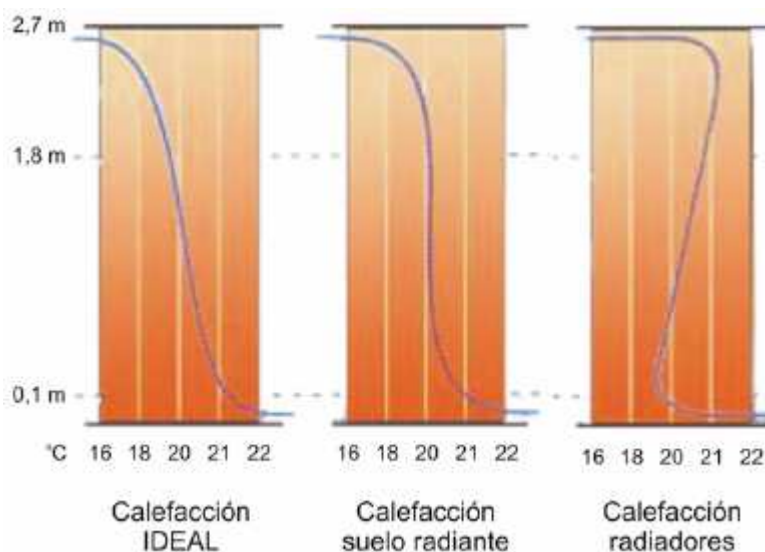


Fig. 48. Perfiles de temperatura en función del sistema de calefacción empleado

El cuerpo humano percibe una temperatura de confort que es la media aritmética entre la temperatura ambiente y la temperatura media de las superficies que le rodean. Así pues, se ha demostrado que con este sistema se puede garantizar la sensación de confort con temperaturas de 18-19°C mientras que con los sistemas tradicionales serían necesarios 20-21°C. Por tanto, y considerando, según el IDAE, un ahorro energético del 5% por cada grado, se podría alcanzar hasta un 15% de ahorro respecto a otros sistemas de calefacción. Este ahorro es con referencia a la temperatura a la que colocaría el usuario el termostato para su confort, que sería más baja.

Por el interior del circuito circula agua a una temperatura moderada de 35 a 45°C, a diferencia de los 70 a 90°C a los que circula por los radiadores. Esto disminuye el salto térmico que debe alcanzar el generador de calor, disminuyendo notablemente la energía consumida. Se obtiene un ahorro de un

20 a 30% en viviendas y hasta un 60% en grandes alturas. Este hecho hace que sean ideales para combinar con sistemas de captación solar térmica, que es el caso del proyecto actual.

Los sistemas habituales de calefacción provocan una corriente de aire caliente ascendente que va directamente al techo, donde se enfría, lo que hace que la temperatura de confort a nivel del suelo se alcance mucho más tarde.

La distribución de calor por el suelo proporciona un gradiente térmico corporal ideal, manteniendo los pies calientes y la cabeza fría. Se eliminan los puntos fríos de la vivienda, eliminando las corrientes de aire interior. Ausencia de elementos visibles.

El suelo se encuentra de 25 a 30°C. El hecho de trabajar a baja temperatura no reseca el ambiente ni las mucosas nasales y la baja velocidad a la que se eleva el aire no levanta polvo ni microorganismos. Se eliminan las superficies calientes expuestas, que pueden provocar quemaduras.

El suelo radiante actúa además como un acumulador de calor: permite consumir energía en horas de bajo coste garantizando una sensación de confort durante las 24 horas del día teniendo el generador en funcionamiento entre 6 y 8 horas ya que una vez fuera de servicio el generador, el suelo disminuye entre 0,5-1°C por hora su temperatura, es decir, tiene una inercia térmica baja.

El mantenimiento de la instalación es el principal aspecto reprochable a este sistema de calefacción. En caso de que se produzca cualquier avería en la instalación será necesario levantar el suelo de la zona afectada para proceder a la reparación. La mala distribución de las tuberías en una estancia también puede producir gradientes térmicos y problemas corporales, con un elevado coste de reparación. La utilización de materiales inadecuados de pavimento puede provocar el levantamiento de este. Existen más puntos de riesgo de deterioro debido a un mayor número de cañerías.

Se ha escogido la calefacción por suelo radiante de construcción tradicional, ya que es la comúnmente utilizada en edificios de nueva construcción y porque no existe ninguna restricción que nos obligue a contemplar otras opciones.

El sistema de calefacción por suelo radiante con difusores se aplica al caso particular de pavimentos construidos con tarima de madera sobre rastreles. El hecho de existir huecos de aire entre la superficie superior del mortero de cemento y la tarima imposibilita utilizar el sistema tradicional.

En cuanto al sistema para renovación, se aplica en aquellos casos en los cuales existe una limitación fuerte de la altura de suelo disponible, o cuando la estructura del edificio no permite una sobrecarga de peso sobre los forjados del edificio. Estas limitaciones, que pueden hacer inviable la instalación de un sistema de calefacción por suelo radiante tradicional, las solventan los sistemas para renovación, que se caracterizan por ocupar poca altura de suelo y por ser ligeros

#### *1.4.4.2.- Cálculo y diseño de la instalación de calefacción por suelo radiante*

El cálculo de una instalación de calefacción por suelo radiante se puede sistematizar en una serie de pasos que se describen a continuación.



1.4.4.2.1.- Cálculo de las cargas térmicas de los locales

El conocimiento de las cargas térmicas de cada uno de los locales a calefactar es un paso previo para el dimensionamiento de la instalación [19]. Los procesos de cálculo siguen lo especificado en la NBE-CT-79 [23]. La carga térmica de un local indica las pérdidas energéticas (expresadas en W) que deben ser compensadas por el sistema de calefacción para lograr las condiciones interiores de confort deseadas. La expresión de cálculo de la carga térmica de un local sigue la siguiente expresión:

$$Q = Q_t + Q_v + Q_i$$

- Q=Carga térmica de calefacción (W)
- Q<sub>t</sub>=Carga térmica de transmisión de calor (W)
- Q<sub>v</sub>=Carga térmica de ventilación (W)
- Q<sub>i</sub>=Ganancia interna de calor (W)

**Carga térmica de transmisión de calor**

Expresa el concepto de pérdidas de calor a través de los cerramientos del local debido a la desigualdad térmica entre el interior y el exterior.

$$Q_t = Q_{to} \cdot (1 + Z_{is} + Z_o)$$

- Q<sub>to</sub>=Pérdidas por transmisión sin suplementos (W)
- Z<sub>is</sub>=Suplemento por interrupción de servicio ventilación (%)
- Z<sub>o</sub>=Suplemento por orientación (%)

Pérdidas por transmisión sin suplementos (Q<sub>to</sub>)

Q<sub>to</sub> depende de las temperaturas interior y exterior, de la conductividad térmica de los cerramientos del local y de la magnitud de las superficies de transmisión de calor según la expresión:

$$Q_{to} = \sum [K \cdot A \cdot (T_i - T_e)]$$

- K = Coeficiente de transmisión térmica del cerramiento [W/m<sup>2</sup>°C]
- A = Superficie de transmisión de calor del cerramiento [m<sup>2</sup>]
- T<sub>i</sub> = Temperatura interior de diseño del local [°C]
- T<sub>e</sub> = Temperatura de cálculo exterior [°C]

La temperatura interior de diseño del local se determina a partir de la tabla de la figura 49 [24], mientras que la temperatura exterior se determina a partir de la tabla de la figura 50 [24]. Ambas tablas dan la temperatura en °C.



Local	T	Local	T	Local	T	Local	T
Espacios generales de edificios		- Guardarropa	16	- Retrete	20	- Comedor	18
- Aseo	20	- Habitación común	18	- Sala Rayos X	22	- Dormitorio	15
- Hall de entrada	17	- Habitación profesores	18	- Sala de estar	21	- Entrada, escalera, pasillo	17
- Hueco escalera	17	- Pasillo	17	- Sala de estar para ancianos o impedidos	22	- Gimnasio	15
- Pasillo	17	- Retrete	17	- Sala de estar (personal de plantilla del hospital)	21	- Habitación común	19
- Retrete	17	- Salón actos	17			- Sala de reunión	17
Bancos		- Sala de juegos niños	18			- Sala de estudio - biblioteca	19
- Almacén no ocupado	10	- Vestuario - ducha	19	Iglesias y capillas	18	Restaurantes	20
- Caja fuerte	10	Fábricas		Juzgados (salas de Juicios)	20	Salas de baile	18
- Hall general	20	- Comedor	18	Lavanderías	17	Salas de banquetes	20
- Oficina	20	- Oficina	20	Hoteles		Salas de exposición	17
Bares / Cafeterías	18	- Retrete	17	- Baño	20	Salas de reuniones	17
Bibliotecas		Sala de trabajo:		- Cocina y lavadero	16	Teatros	18
- Almacén de libros	16	- Trabajo sentado	19	- Comedor	20	Tiendas de pinturas	22
- Sala de lectura	20	- Trabajo ligero	17	- Dormitorio	18	Tiendas y salas de exposición	
Cantinas	17	- Trabajo pesado	16	- Dormitorio - estar	20	- Almacén	15
Colegios		- Fundiciones	15	- Habitación general	21	- Local	18
- Aula	18	Vestuario	17	- Retrete	18	- Local de prueba de vestidos	21
- Comedor	18	Galerías de arte	17	- Sala de baile	20	Viviendas	
- Entrada, escalera, pasillo	17	Gimnasios	15	- Sala de estar	20	- Baño	20
- Gimnasio	15	Hostales y posadas		Museos	17	- Comedor	20
- Laboratorio	18	- Comedor	19	Oficinas		- Despensa	10
- Sala de estudio	19	- Dormitorio	15	- Archivo	15	- Dormitorio	15
- Sala de reunión	17	- Dormitorio - estar	19	- Oficina general	20	- Dormitorio - estar	20
- Vestuario	17	- Habitación común	20	- Oficina privada	20	- Habitación de servicio	18
Cuarteles		Hospitales		Pabellones de deporte		- Retrete y aseo	18
- Comedor	18	- Baño	20	- Comedor	18	- Vestíbulo y pasillo	18
- Dormitorio general	15	- Cocina y lavadero	16	- Gimnasio	13		
- Sala de estar	19	- Comedor	21	- Piscina	24		
Escuelas		- Dormitorio (estancia día)	22	- Sala de baile	18		
- Aula	18	- Dormitorio (estancia noche)	15	- Vestuario	22		
- Botiquín	20	- Dormitorio (personal del hospital)	15	Residencias			
- Comedor	17	- Quirófano	29-32	- Baño	19		
- Gimnasio	15						

Fig. 49. Temperaturas interiores de cálculo para instalaciones de calefacción

Localidad	Te	Tt	Localidad	Te	Tt	Localidad	Te	Tt
Albacete	-4	5	Guadalajara	-3	6	Pamplona	-3	6
Algeciras	0	8	Huelva	3	8	Pontevedra	2	8
Alicante	2	8	Huesca	-5	6	Salamanca	-5	5
Almería	6	8	Ibiza	4	8	San Sebastián	-1	8
Avila	-5	5	Jaén	1	8	Santa Cruz de Tenerife	9	12
Badajoz	-2	7	La Coruña	3	8	Santander	3	8
Barcelona	2	8	Las Palmas	8	12	Santiago	0	8
Bilbao	0	8	León	-5	5	Segovia	-4	5
Burjos	-6	5	Lérida	-2	6	Sevilla	2	8
Cáceres	1	7	Logroño	-1	7	Soria	-6	5
Cádiz	6	8	Lugo	-4	7	Tarragona	2	8
Castellón	3	8	Madrid	-3	6	Teruel	-6	5
Ceuta	0	8	Málaga	3	8	Toledo	-2	7
Ciudad Real	-4	6	Melilla	2	8	Valencia	3	8
Córdoba	-1	7	Murcia	2	8	Valladolid	-5	6
Cuenca	-5	5	Orense	-3	7	Vigo	3	8
Gerona	-3	7	Oviedo	-1	7	Vitoria	-3	6
Gijón	3	8	Palencia	-2	6	Zamora	-5	6
Granada	-1	6	Palma Mallorca	0	8	Zaragoza	-3	7

Fig. 50. Temperaturas exteriores de cálculo para instalaciones de calefacción

En el caso de cerramientos compuestos de varias capas con materiales diferentes, el coeficiente de transmisión térmica del cerramiento (K) se calcula como sigue [19]:

$$K = 1 / [\sum(e/\lambda) + \sum R + (1/h_i) + (1/h_e)]$$

e = Espesor de la capa [m]

R=resistencia térmica superficial (m<sup>2</sup>°C/W)

λ = Conductividad térmica del material de la capa [W/m°C]

h<sub>i</sub> = Coeficiente superficial de transmisión de calor interior [W/m<sup>2</sup>°C]

h<sub>e</sub> = Coeficiente superficial de transmisión de calor exterior [W/m<sup>2</sup>°C]

En las tablas de la figura 51 y 51 bis se pueden consultar la conductividad térmica en función del material y su densidad aparente [24]. Mediante la figura 52 se puede conocer el valor de los coeficientes superficiales de transmisión de calor interior y exterior [24].

Materiales	Densidad aparente (Kg/m <sup>3</sup> )	Conductividad térmica (W/m <sup>2</sup> °C)
<b>ROCAS Y SUELOS NATURALES</b>		
Rocas y terrenos		
- Rocas compactas	2500 - 3000	3,50
- Rocas porosas	1700 - 2500	2,33
- Arena con humedad natural	1700	1,40
- Suelo coherente humedad natural	1800	2,10
Arcilla	2100	0,93
<b>Materiales suelos de relleno desecados al aire, en fojados, ...</b>		
- Arena	1500	0,58
- Grava rodada o de machaqueo	1700	0,81
- Escoria de carbón	1200	0,19
- Casco de ladrillo	1300	0,41
<b>PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES</b>		
<b>Revestimientos continuos</b>		
- Morteros de cal y bastardos	1600	0,87
- Mortero de cemento	2000	1,40
- Enlucido de yeso	800	0,30
- Enlucido de yeso con perlita	570	0,18
<b>Hormigones normales y ligeros</b>		
- Hormigón armado (normal)	2400	1,63
- Hormigón con áridos ligeros	600	0,17
- Hormigón con áridos ligeros	1000	0,33
- Hormigón con áridos ligeros	1400	0,55
- Hormigón celular con áridos silíceos	600	0,34
- Hormigón celular con áridos silíceos	1000	0,67
- Hormigón celular con áridos silíceos	1400	1,09
- Hormigón celular sin áridos	305	0,09
- Hormigón en masa con grava normal		
con áridos ligeros	1600	0,73
con áridos ordinarios, sin vibrar	2000	1,16
con áridos ordinarios, vibrado	2400	1,63
- Hormigón en masa con arcilla expandida	500	0,12
- Hormigón en masa con arcilla expandida	1500	0,55
<b>Fábricas de bloques de hormigón incluidas juntas (1)</b>		
- Con ladrillos silicoalcalinos macizos	1600	0,79
- Con ladrillos silicoalcalinos perforados	2500	0,56
- Con bloques huecos de hormigón	1000	0,44
- Con bloques huecos de hormigón	1200	0,49
- Con bloques huecos de hormigón	1400	0,56
- Con bloques de hormigón celular curado vapor	600	0,35
- Con bloques de hormigón celular curado vapor	800	0,41
- Con bloques de hormigón celular curado vapor	1000	0,47
- Con bloques de hormigón celular curado aire	800	0,44
- Con bloques de hormigón celular curado aire	1000	0,56
- Con bloques de hormigón celular curado aire	1200	0,70
<b>Placas o paneles</b>		
- Cartón-yeso	900	0,18
- Hormigón con fibra de madera	450	0,08
- Placas de escayola	800	0,30
<b>LADRILLOS Y PLAQUETAS</b>		
- Fábrica de ladrillo macizo	1800	0,87
- Fábrica de ladrillo perforado	1600	0,76
- Fábrica de ladrillo hueco	1200	0,49
- Plaquetas	2000	1,05

Fig. 51. Conductividad térmica de los materiales

Materiales	Densidad aparente (Kg/ m <sup>3</sup> )	Conductividad térmica (W/ m <sup>2</sup> C)
<b>VIDRIO (2)</b>		
- Vidrio plano para acristalar	2500	0,95
<b>METALES</b>		
- Fundición y acero	7850	58
- Cobre	8900	384
- Bronce	8500	64
- Aluminio	2700	204
<b>MADERA</b>		
- Maderas frondosas	800	0,21
- Maderas de coníferas	600	0,14
- Contrachapado	600	0,14
- Tablero aglomerado de partículas	650	0,08
<b>PLÁSTICOS Y REVESTIMIENTOS DE SUELOS</b>		
- Linóleo	1200	0,19
- Moquetas alfombras	1000	0,05
<b>MATERIALES BITUMINOSOS</b>		
- Asfalto	2100	0,19
- Betón	1050	0,17
- Láminas bituminosas	1100	0,19
<b>MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS</b>		
- Arcilla expandida	300	0,085
- Arcilla expandida	450	0,114
- Aglomerado de corcho UNE 5.690	110	0,039
- Espuma elastomérica	60	0,034
- Fibra vidrio		
Tipo I	10 - 18	0,044
Tipo II	19 - 30	0,037
Tipo III	31 - 45	0,034
Tipo IV	46 - 65	0,033
Tipo V	66 - 90	0,033
Tipo VI	91	0,036
- Lana mineral		
Tipo I	30 - 50	0,042
Tipo II	51 - 70	0,040
Tipo III	71 - 90	0,038
Tipo IV	91 - 120	0,038
Tipo V	121 - 150	0,038
- Perita expandida	130	0,047
- Poliestireno expandido UNE 53.310		
Tipo I	10	0,057
Tipo II	12	0,044
Tipo III	15	0,037
Tipo IV	20	0,034
Tipo V	25	0,033
- Polietileno extrusionado	33	0,033
- Polietileno reticulado	30	0,038
- Poliocianurato, espuma de	35	0,026
- Poliuretano conformado, espuma de		
Tipo I	32	0,023
Tipo II	35	0,023
Tipo III	40	0,023
Tipo IV	80	0,040
- Poliuretano aplicado in situ, espuma de		
Tipo I	35	0,023
Tipo II	40	0,023
- Urea fórmol, espuma de	10 - 12	0,034
- Urea fórmol, espuma de	12 - 14	0,035
- Vermiculita expandida	120	0,035
- Vidrio celular	160	0,044

Fig. 51 bis. Conductividad térmica de los materiales

Posición del cerramiento Sentido de transmisión de calor	Situación del cerramiento					
	De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, deván o cámara de aire		
	1/hi	1/he	1/hi+1/he	1/hi	1/he	1/hi+1/he
Cerramiento vertical o con pendiente sobre la horizontal >60° Transmisión de calor horizontal	0,11	0,06	0,17	0,11	0,11	0,22
Cerramiento horizontal o con pendiente sobre la horizontal ≤60° Transmisión de calor ascendente	0,09	0,05	0,14	0,09	0,09	0,18
Cerramiento horizontal Transmisión de calor descendente	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

Fig. 52. Coeficientes superficiales de transmisión de calor interior y exterior

Suplemento por interrupción de servicio ( $Z_{is}$ )

Tiene en consideración el incremento extra de aporte energético a un local para conseguir las condiciones de confort de diseño tras una interrupción del servicio de calefacción. Su magnitud  $Z_{is}$  depende de la clase de servicio (horas al día de interrupción del servicio de calefacción) [19].

En la tabla de la figura 53 se puede consultar el valor del coeficiente del suplemento por interrupción de servicio en función del tipo de cerramiento, tipo de calefacción y la clase de servicio [24].

Tipo de cerramiento	Lujo			Normal			Reducida		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Muros de hormigón o piedra	0,20	0,40	0,60	0,15	0,30	0,40	0,10	0,20	0,30
Muros de ladrillo macizo	0,15	0,30	0,45	0,06	0,20	0,30	0,08	0,15	0,25
Muros de ladrillo hueco	0,10	0,20	0,30	0	0,15	0,20	0,05	0,10	0,15
Hormigón poroso / tabiques	0,05	0,10	0,15	0,04	0,08	0,10	0,03	0,05	0,08
Muros con cámara de aire	0,04	0,08	0,12	0,04	0,08	0,10	0,02	0,04	0,06
Muros con aislamiento	0,02	0,04	0,06	0,02	0,04	0,06	0	0,02	0,04
Ventanas, puertas, paredes delgadas, cubiertas y techos	0	0	0	0	0	0	0	0	0

I: Servicio sin interrupción; marcha reducida por la noche  
 II: Interrupción del funcionamiento de 9 a 11 horas al día  
 III: Interrupción de 12 a 15 horas al día o más

**Fig. 53. Suplemento por interrupción de servicio**

Suplemento por orientación ( $Z_o$ )

Tiene en consideración el incremento extra de aporte energético a un local debido a la orientación de sus paredes exteriores [19]. En la tabla de la figura 54 podemos saber el suplemento por orientación en función de 8 ángulos [24].

Orientación	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE
$Z_o$	- 0,050	- 0,025	0	0,025	0,050	0,025	0	- 0,025

**Fig. 54. Suplemento por orientación**

**Carga térmica de ventilación**

La ventilación es la renovación del aire interior del local con objeto de mantener unas condiciones sanitarias adecuadas dentro del local. Puede ser espontánea (infiltraciones a través de rendijas de puertas y ventanas) o forzada. La carga térmica de ventilación consiste en la pérdida energética derivada de acondicionar térmicamente el aire entrante de acuerdo a la temperatura interior de diseño del local [19].

$$Q_v = n \cdot V_a \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_i - T_e) \cdot 1,163 [W]$$

$n = n^\circ$  de renovaciones de aire por hora [ $h^{-1}$ ]

$V_a =$  Volumen del local [ $m^3$ ]

$\rho \cdot C_p = 0,299 \text{ Kcal/ m}^3\text{°C}$  (Densidad x Calor específico a presión constante del aire; es una constante).

Ti = Temperatura interior de diseño del local [°C]

Te = Temperatura de cálculo exterior [°C]

En la tabla de la figura 55 podemos consultar el número de renovaciones por hora [24]. En cuanto a la temperatura interior de diseño del local y la de cálculo exterior debemos consultar las tablas de las figuras 49 y 50, respectivamente.

CANTIDAD DE AIRE EXTERIOR PARA MANTENER UN AMBIENTE SALUBRE - (m <sup>3</sup> /h)				
Local	Ventilación		Ventilación	
	Por persona		m <sup>2</sup> de superficie	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Locales de viviendas				
- Dormitorio / salón	9	14,4	-	-
- Aseos, baños	-	-	7,2	12,6
- Cocinas	-	-	2,9	5,4
Oficinas				
- Espacios generales	25,2	36,0	1,8	-
- Salas de reunión	43,2	64,8	9	-
- Salas de espera	18	28,8	-	-
- Salas de computadoras	9	14,4	-	-

Fig. 55. Ventilación y renovación de aire

### Ganancia interna de calor

Los locales a calentar suelen contar con ganancias internas gratuitas de calor [19]. Por ejemplo debidas al calor humano, chimeneas, estufas eléctricas, etc... Será un sumando negativo debido su carácter de ganancia energética. Han de incluirse cualesquiera aportaciones de una magnitud representativa para el cálculo de la carga térmica del local. La ganancia calorífica derivada de la radiación solar incidente no se considera pues este factor será inexistente en la consideración de las condiciones exteriores para cálculo en calefacción. Las ganancias debidas al calor humano se encuentran en la tabla de la figura 56 [24].

Ocupante	Actividad			
	Reposo	Moderada	Fuerte	Trabajo pesado
Varón adulto	114	174	290	580
Mujer adulta	97	148	247	493
Niño	86	131	218	435

Fig. 56. Ganancias internas de calor por ocupación (W)

### Aplicación a un caso concreto

Una vez conocida la metodología de cálculo de las cargas térmicas, en esta sección se procederá a comentar los cálculos realizados en el caso concreto del edificio de viviendas que nos

ocupa. En primer lugar debe hacerse una recopilación previa de datos de las viviendas. En el apartado 3.2.1 de cálculos se recogen una serie de tablas divididas en primera instancia por plantas y en segundo lugar por viviendas.

En estas tablas se ha dispuesto la orientación de la estancia de cada vivienda, (las que no tienen orientación son porque son estancias interiores), la superficie del suelo, la superficie del techo, la superficie de las puertas exteriores y la superficie de las ventanas. Las puertas exteriores hacen 0.9x2.2m, las ventanas que no dan a terrazas ni balcones hacen 1.2m de altura y anchura variable, las ventanas que dan a balcones o terrazas (excepto bajocubierta) hacen 2.2m de altura y anchura variable, y las ventanas que dan a balcones, o terrazas en bajocubierta, hacen 1.9m de altura y anchura variable.

En estas tablas también se han dispuesto los metros cuadrados de los distintos tipos de paredes de cada estancia. Las paredes hacen 2.6m de altura en las viviendas de las plantas que van de la planta baja a la planta segunda. El primer piso de las viviendas de la planta tercera tiene dos alturas de pared, 2.5m y 3m. La bajocubierta de las viviendas de la tercera planta tiene una altura variable debido a las distintas inclinaciones del tejado (consultar planos). Sólo se han contado los metros cuadrados de los distintos tipos de paredes que estén en contacto con el exterior o con un local no calefactado, ya que los metros cuadrados que estén en contacto con otro local calefactado se quedan anulados al realizar los cálculos de las cargas térmicas, puesto que ( $T_i - T_e = 0$ ). El mismo motivo por el cual no se han tenido en cuenta las puertas interiores. Cabe tener en cuenta que, por ejemplo, al calcular las cargas térmicas de un comedor ( $T_i = 20$ ), cuyas paredes estén en contacto con un recibidor o pasillo ( $T_i = 18$ ), ( $T_i - T_e = 0$ ) no se cumple. No obstante, supondremos que el pasillo está a 20°C para que su suceda y poder simplificar los cálculos. El no hacerlo así complicaría mucho los cálculos y no aportaría una carga térmica significativa.

Entre la planta baja y planta primera hay un desfase en el número de viviendas, al pasar de cinco a seis. Esto hace que haya trozos del techo de la planta baja y suelo de la primera que queden debajo, o encima, de zonas no calefactadas. Esto dificulta los cálculos ya que tendríamos que dividir techo y suelo en zonas que den con local calefactado y que no den. Yo supondré que dan contra local calefactado en su totalidad que es lo que generalmente.

El techo de las estancias de las viviendas de la planta tercera (debajo planta bajocubierta) tienen trozos que dan al exterior, otros que dan a local no calefactado y otros que dan a local calefactado. Debido a que sería muy engorroso ir dividiendo, se supondrá que el techo de las viviendas da en su totalidad con el exterior, que es el caso más desfavorable. Ocurre otro problema, que estos mismos techos dan en algunas zonas con el suelo de las habitaciones bajocubierta, en otras dan contra el suelo de las zonas comunes, con el suelo de las terrazas, o con el suelo de los locales de las máquinas integradas. Esto hace que la composición de los suelos sea diferente. Yo supondré el caso más desfavorable que es el que da a la habitación bajocubierta. Lo mismo ocurre con el suelo de la bajocubierta de las puertas 1, 2, 4 y 5, donde hay trozos que dan a local calefactado y otros que no. Se considerará el caso más desfavorable que es que dé a local no calefactado. En el caso de las puertas 3 y 6 el suelo de la bajocubierta está en su totalidad contra un techo de un local calefactado.

Seguidamente se deben calcular los coeficientes de transmisión térmica de los cerramientos (K). Estos cálculos están en el apartado 3.2.2 de cálculos y aquí se procederá a su explicación. Primeramente se divide el edificio en los tipos de cerramientos existentes que se pueden ver en la primera tabla del apartado 3.2.2 de cálculos. En el caso de cerramientos compuestos por varias capas se deben dividir e ir realizando los cálculos. En las capas referentes a materiales se necesitará conocer su espesor y, mediante las dos tablas de la figura 48, se conocerá su conductividad térmica a partir del tipo de material y densidad aparente.

En las capas referentes a cámaras de aire en nuestro caso, se utilizará la tabla de la figura 57, extraída de un fragmento de la norma NBE-CT-79 [23]. Esta tabla da los valores que deben estimarse para los cálculos de la resistencia térmica al paso del calor de las cámaras de aire continuas, considerando al aire en reposo. Los valores están dados en función de la situación de la cámara de aire, de la dirección del flujo de calor y de su espesor, para cámaras formadas por materiales constructivos corrientes. En este caso la cámara de aire se encuentra en los muros exteriores. Es una cámara de aire vertical y flujo horizontal de 50mm de espesor.

Situación de la cámara y dirección del flujo de calor	Espesor de la cámara, en mm				
	10	20	50	100	≥150
Camara de aire vertical y flujo horizontal	0,16 (0,14)	0,19 (0,16)	0,21 (0,18)	0,20 (0,17)	0,19 (0,16)
Camara de aire horizontal y flujo ascendente	0,16 (0,14)	0,17 (0,15)	0,19 (0,16)	0,19 (0,16)	0,19 (0,16)
Cámara de aire horizontal y flujo descendente	0,17 (0,15)	0,21 (0,18)	0,24 (0,21)	0,24 (0,21)	0,24 (0,21)

Fig. 57. Resistencia térmica de la cámara de aire R, en  $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C / Kcal$  ( $m^2 \cdot ^\circ C / W$ )

En las capas referentes a cámaras de aire en nuestro caso, también debe utilizarse la tabla de la figura 58, también extraída de la norma NBE-CT-79, para las bovedillas cerámicas [23]. Las bovedillas de los cerramientos de este proyecto son cerámicas, tienen un espesor de 20cm y una distancia de entrevigado de 45 a 65cm.

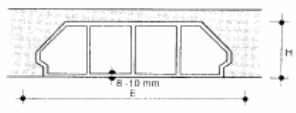
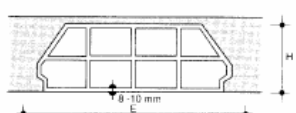
Tipo de forjado	Distancia de entrevigado E en cm	Altura H en la bovedilla, en cm				
		8	12	16	20	25
Bovedilla cerámica 	< 45	0,09 (0,08)	0,13 (0,11)			
	45 a 65	0,13 (0,11)	0,16 (0,14)			
	> 65	0,14 (0,12)	0,19 (0,16)			
Bovedilla cerámica 	< 45		0,15 (0,13)	0,20 (0,17)	0,24 (0,21)	0,29 (0,25)
	45 a 65		0,22 (0,19)	0,27 (0,23)	0,30 (0,26)	0,36 (0,31)
	> 65		0,27 (0,23)	0,31 (0,27)	0,35 (0,30)	0,40 (0,34)

Fig. 58. Resistencia térmica de la cámara de aire R, en  $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C / Kcal$  ( $m^2 \cdot ^\circ C / W$ ), para bovedillas cerámicas

En lo referente a las puertas exteriores, se deberá extraer el valor del coeficiente de transmisión térmica de la tabla de la figura 59 de la norma NBE-CT-79 [23]. Las puertas exteriores de las viviendas a estudio son de madera opaca y dan a los pasillos comunitarios interiores de cada planta, es decir, a un local no calefactado.



Tipo de puerta		Separación con:	
		Exterior	Local no calefactado
Madera	Opaca	3,0 (3,5)	1,7 (2,0)
	Acrilamiento simple en < 30%	3,4 (4,0)	
	Acrilamiento simple en 30 a 60%	3,9 (4,5)	
	Acrilamiento doble	2,8 (3,3)	
Metálica	Opaca	5,0 (5,8)	3,9 (4,5)
	Acrilamiento simple	5,0 (5,8)	
	Acrilamiento doble con cámara de 6 mm en < 30%	4,7 (5,5)	
	Acrilamiento doble con cámara de 6 mm en 30 a 70%	4,1 (4,8)	
Vidrio sin carpintería		5,0 (5,8)	3,9 (4,5)

Fig. 59. Coeficiente de transmisión térmica (K), en Kcal/m<sup>2</sup>\*°C (W/m<sup>2</sup>\*°C), de puertas

Con referencia a las ventanas, se deberá extraer el coeficiente de transmisión térmica de la tabla de la figura 60 de la norma NBE-CT-79 [23]. Para las ventanas de las viviendas del edificio se ha escogido vidrio doble de 6mm de carpintería metálica.

Tipo de acristalamiento	Espesor nominal de la cámara de aire, en mm	Tipo de carpintería	Inclinación del hueco con respecto a la horizontal	
			≥ 60°	< 60°
Sencillo		Madera	4,3 (5,0)	4,7 (5,5)
		Metálica	5,0 (5,8)	5,6 (6,5)
Doble	6	Madera	2,8 (3,3)	3,0 (3,5)
		Metálica	3,4 (4,0)	3,7 (4,3)
	9	Madera	2,7 (3,1)	2,8 (3,3)
		Metálica	3,4 (3,9)	3,6 (4,2)
	12	Madera	2,5 (2,9)	2,7 (3,1)
		Metálica	3,2 (3,7)	3,4 (4,0)
Doble ventana	≥ 30	Madera	2,2 (2,6)	2,3 (2,7)
		Metálica	2,6 (3,0)	2,8 (3,2)
Hormigón traslucido	—	—	3,0 (3,5)	3,2 (3,7)

Fig. 60. Coeficiente de transmisión térmica (K), en Kcal/m<sup>2</sup>\*°C (W/m<sup>2</sup>\*°C), de ventanas

Finalmente se le da valor a los coeficientes superficiales de transmisión de calor interior y exterior en función de la tabla de la figura 52. Los muros exteriores son cerramientos verticales con transmisión de calor horizontal de separación con espacio exterior, los tabiques son cerramientos verticales con transmisión de calor horizontal de separación con otro local, el suelo

de las viviendas es un cerramiento horizontal con transmisión de calor descendente de separación con otro local, el suelo de las viviendas de la planta baja es un cerramiento horizontal con transmisión de calor descendente de separación con espacio exterior, el techo de las viviendas es un cerramiento horizontal con transmisión de calor ascendente de separación con otro local y el techo bajocubierto es un cerramiento con pendiente sobre la horizontal  $\leq 60^\circ$  con transmisión de calor ascendente con espacio exterior.

Una vez conocidos estos datos se procede al cálculo del coeficiente la transmisión térmica de cada cerramiento a través de la fórmula ya explicada. Estos cálculos están en la segunda tabla del apartado 3.2.2 de cálculos.

$$K = 1 / [\sum(e/\lambda) + \sum R + (1/h_i) + (1/h_e)]$$

En ciertos cerramientos se han obviado capas de materiales debido a que no aportan nada al cálculo del coeficiente de transmisión térmica, aunque estos están presentes. Por ejemplo, el techo de las viviendas de la planta baja a tercera por debajo de la bajocubierto, que se corresponden a los suelos de la planta primera a la tercera en bajocubierto, esta compuesto por las capas expuestas en la primera tabla del apartado 3.2.2. No obstante, no se ha incluido el film de polietileno, ya que su espesor es tan pequeño que no aporta nada al cálculo del coeficiente de transmisión térmica del cerramiento. En el suelo de la planta baja hay una membrana impermeabilizante (polipropileno) y una capa antipunzonante que no tengo en cuenta por su despreciable espesor. El techo de la bajocubierto tiene una membrana impermeabilizante (polipropileno) que no se tendrá en cuenta por el mismo motivo.

Una vez calculados los coeficientes de transmisión térmica de los cerramientos (K) podemos calcular las cargas térmicas por transmisión de calor (Q<sub>t</sub>). Estos cálculos se encuentran en el apartado 3.2.3 de cálculos. En este apartado se encuentran unas tablas divididas en viviendas y subdivididas en estancias. En cada una de ellas se calcula primeramente Q<sub>t0</sub> mediante la fórmula ya explicada

$$Q_{t0} = \sum [K \cdot A \cdot (T_i - T_e)]$$

El coeficiente de transmisión térmica del cerramiento (K) ya es conocido al igual que la superficie de transmisión de este (A). La temperatura interior de diseño del local se determina a partir de la tabla de la figura 49, mientras que la temperatura exterior de diseño a partir de la tabla de la figura 50. Ambas tablas dan la temperatura en °C.

Las temperaturas interiores de diseño de cada estancia son:

Local	Ti (°C)
Cocina	20
Salón-comedor	20
Baño	20
Dormitorio	20
Recibidor	20 (18)
Dormitorio matrimonio	20
Pasillo	20 (18)
Cocina-salón-comedor	20
Habitación bajocubierto	20

Fig. 61. Temperaturas interiores de diseño de cada estancia

No obstante, aunque la temperatura interior de recibidores y pasillos es de 18°C según la tabla de la figura 49, se cogerá una temperatura de 20°C para todas las estancias por los motivos explicados anteriormente. La temperatura de los locales no calefactados es de 10°C.

La temperatura de cálculo exterior para Vilanova i la Geltrú es 2°C (caso desfavorable). Sin embargo hay que observar hacia dónde da cada cerramiento de cada estancia para hacer el cálculo. Por ejemplo, si un tabique da al exterior, la temperatura exterior de aplicación para el cálculo de  $Q_{to}$  será de 2°C, pero si da a un local no calefactado será de 10°C.

Para el cálculo de  $Q_t$  aplicamos la fórmula ya explicada:

$$Q_t = Q_{to} \cdot (1 + Z_{ls} + Z_o)$$

El valor de  $Z_{ls}$  se escoge de la tabla de la figura 53. El factor de interrupción de servicio correspondiente a calefacción normal, tipo II, muros con cámara de aire/Tabiques = 0,08. El valor de  $Z_o$  de la tabla de la figura 54.

Una vez calculada la carga térmica de transmisión de calor ( $Q_t$ ) se debe calcular la carga térmica de ventilación ( $Q_v$ ). Estos cálculos se encuentran en el apartado 3.2.4 de cálculos. Primeramente, conocidas las superficies de cada suelo de cada estancia, las de su techo, las alturas de todas las paredes y las inclinaciones y formas de los techos de las estancias bajocubierta, se puede calcular el volumen de cada estancia.

El valor del número de renovaciones de aire por hora se extrae de la tabla de la figura 55. En realidad esta tabla da la cantidad de aire exterior para mantener un ambiente salubre en ( $m^3/h$ ) en función del tipo de estancia. Para ciertas estancias se da la ventilación por persona y para otras por  $m^2$  de superficie. Por ejemplo, para los dormitorios se ha cogido el valor medio de entre 9 y 14,4, y se ha multiplicado por el número estimado de personas de la estancia. Sin embargo, para la cocina se ha cogido el valor medio de 2.9 y 5.4, y se ha multiplicado por los  $m^2$  de superficie de la estancia.

Local	Personas estimadas	Ti (°C)
Cocina		20
Salón-comedor	3	20
Baño		20
Dormitorio	2	20
Recibidor	1	18
Dormitorio matrimonio	2	20
Pasillo	1	18
Cocina-salón-comedor	4	20
Habitación bajocubierta	2	20

Fig. 62. Personas estimadas y temperatura interior de las estancias para el cálculo de  $Q_v$

Para conocer el número de renovaciones de aire por hora ( $h^{-1}$ ) se debe dividir la cantidad de aire exterior para mantener un ambiente salubre ( $m^3/h$ ) entre el volumen de la estancia ( $m^3$ ).

Hasta ahora en los cálculos anteriores se había supuesto la temperatura interior del recibidor y pasillo de 20°C porque sino se complicaban demasiado los cálculos. Para los cálculos de la carga térmica de ventilación si se considerará una  $T_i=18°C$ . En cuanto a la temperatura exterior, su valor en el cálculo de la carga térmica de ventilación no va en función del cerramiento, sino que

debe escogerse teniendo en cuenta el contacto de la estancia entera. Este hecho se resuelve de la siguiente manera: Si alguna pared da al exterior,  $T_e=3^{\circ}\text{C}$ , que es el caso más desfavorable; si alguna pared da a local no calefactado,  $T_e=10^{\circ}\text{C}$ , y si el local es interior y sólo da a locales calefactados,  $T_e=20^{\circ}\text{C}$ .

Una vez conocidos todos estos datos ya se puede calcular  $Q_v$  según la fórmula ya explicada.

$$Q_v = n \cdot V_a \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_i - T_e) \cdot 1,163 \text{ [W]}$$

A continuación debería calcularse la ganancia interna de calor ( $Q_i$ ). No obstante, en la realización de este proyecto no se ha calculado para dimensionar la instalación en el caso más desfavorable que es cuando no hay ninguna persona en la estancia.

Finalmente, ya sólo queda calcular la carga térmica de cada estancia de cada vivienda y la carga térmica total de esta. Estos cálculos se encuentran en el apartado 3.2.5 de cálculos.

$$Q = Q_i + Q_v + Q_e$$

#### 1.4.4.2.2.- Localización de los colectores

Los colectores se sitúan en un lugar centrado respecto a la zona calefactable a la que dan servicio. Se ha de buscar, dentro de esta área centrada, una ubicación que no distorsione el aspecto estético del espacio habitable. Es usual localizar los colectores en tabiques de aseos, baños o en fondos de armarios empotrados. En función del número de circuitos se determina el número de colectores a ubicar en cada vivienda. Como mínimo se precisa un colector por vivienda calefactada. Cada colector tiene un máximo de 12 circuitos. En el caso de existir más circuitos emisores se necesita otro colector [24].

En el caso particular que nos ocupa se ha dispuesto un colector por vivienda (consultar planos). El número mínimo de circuitos de las viviendas es 2 y el máximo 5. Aquellas viviendas que tengan entre 2 y 4 circuitos deberán disponer de un espacio, en la pared de la estancia donde se haya decidido situar la caja de colectores empotrada en la pared, de las siguientes dimensiones: 550x500mm (altura x anchura). Aquellas viviendas que tengan entre 5 y 7 circuitos deberán disponer de un espacio, en la pared de la estancia donde se haya decidido situar la caja de colectores, empotrada en la pared, de las siguientes dimensiones: 550x700mm (altura x anchura). En lo referente a la profundidad, ambas cajas de colectores deberán ubicarse en una pared de cómo mínimo 150mm de espesor [19].

En los planos se han dispuesto unas dimensiones de caja de colectores representativos que no son las reales, el tamaño real es el especificado, y hay tabiques en los que están situadas las cajas de colectores que no tienen la profundidad mínima requerida. En los planos se han dispuesto las ubicaciones orientativas de los colectores; si debido a conflictos, entre las dimensiones de la caja de colectores y la ubicación de los elementos integrantes de la estancia, estos no pueden ir exactamente en el sitio especificado, se pueden desplazar vertical y horizontalmente. Estas variaciones afectarían en muy pequeña medida a los cálculos realizados. En lo referente al espesor de los tabiques y debido a que es un edificio nuevo aún por construir, el arquitecto debería contemplar las variaciones necesarias en los espesores de los tabiques que así lo precisen.

Las cajas de los colectores de las viviendas se han situado en alguna de las paredes de los baños, que es el lugar más aconsejable y además están centrados en la vivienda, o en alguna de las paredes de pasillos interiores centrados con respecto a la distribución de la vivienda.

## 1.4.4.2.3.- Diseño de circuitos

Se recomienda que cada local (dormitorio, cocina, etc.) sea calefactado por circuitos independientes [19]. De este modo se posibilita la regulación de temperaturas de cada estancia de forma independiente. Previo al diseño de circuitos han de medirse las áreas que van a calefactar cada uno de los circuitos. Posteriormente debe medirse la distancia existente entre el área a calefactar y el colector. El cálculo de la longitud L de cada circuito se determina:

$$L=A/e+2*l$$

A= Área a calefactor cubierta por el circuito (m<sup>2</sup>)

E= Distancia entre tubos (m)

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

Por ejemplo, a un circuito que calefacte un área de 10m<sup>2</sup>, con una distancia entre tubos c/c 20cm (0,2m) y distancia hasta el colector de 6m, le corresponderá una longitud teórica de:  $L = (10/0,2) + (2 \times 6) = 62\text{m}$ . La selección del tipo de tubería UPONOR wirsboevalPEX se realiza teniendo en cuenta que las pérdidas de carga y caudal total no determinen la necesidad de bombas demasiado potentes.

La longitud máxima de los circuitos emisores viene determinada por:

- La longitud máxima de los rollos de UPONOR wirsbo-evalPEX.
- La potencia de la bomba de la instalación (punto de funcionamiento de la instalación por debajo de alguna de las curvas características de la bomba).
- Circuitos de longitud muy reducida que puedan dificultar el equilibrado hidráulico de la instalación si en la misma están presentes circuitos de longitudes elevadas.

La distancia entre tubos ha de ser la misma en todos los circuitos de la instalación. Se recomienda una distancia entre tubos c/c 20cm. Este valor será distinto si el panel aislante escogido sólo permite otras distancias entre tubos (por ejemplo c/c 16cm).

En el caso particular que nos ocupa se ha decidido utilizar el panel de tetones de la marca Uponor sin plastificar con una distancia entre tubos c/c 20cm. Los cálculos referentes a la longitud de cada circuito se encuentran en el apartado 3.2.6 de los cálculos.

En las tablas se puede ver que cada vivienda ha sido dividida en estancias. Las estancias en las que se ha dividido cada vivienda no se corresponden a las estancias reales, sino según aquellas que tengan circuito de suelo radiante propio. Hay estancias en las que no se ha contemplado la disposición de un circuito de suelo radiante, ya que son zonas de paso de circuitos a otras estancias desde el colector. Estos trayectos permiten calefactar las estancias que no dispongan de suelo radiante propio. Todas las estancias de cada vivienda están calefactadas. Las estancias que no tengan circuito propio no pueden ver regulada su temperatura al gusto del usuario.

En los planos se pueden observar los trazados aproximados de los circuitos desde el colector hasta el inicio de cada estancia. Se puede observar que los trazados de los circuitos desde el colector hasta las estancias con circuito propio abastecen otras estancias que se encuentran a su paso que no tienen circuito de suelo radiante propio.

1.4.4.2.4.- Cálculo de la temperatura media superficial del pavimento

La temperatura media superficial del pavimento en °C ( $T_{ms}$ ) es función únicamente de la demanda térmica [19]. Se calcula de acuerdo a la expresión:

$$Q[W/m^2]=\alpha(T_{ms}-T_i)$$

$\alpha$ = Coeficiente transmisión térmica de calor del suelo ( $W/m^2\text{°C}$ )

$T_i$ = Temperatura interior de diseño de la estancia (°C)

$Q$ = Carga térmica de la estancia por  $m^2$  ( $W/m^2$ )

En el rango de temperaturas que nos movemos el valor de  $\alpha$  varía entre 10 y 12  $W/m^2\text{°C}$ . Tiene dos componentes: coeficiente de transmisión por radiación y coeficiente de transmisión por convección. Es conveniente, por motivos de confort del usuario de la instalación, que la temperatura media superficial del pavimento no supere los 30°C.

Los cálculos del caso que nos ocupa se encuentran en las tablas del apartado 3.2.7 de cálculos. La carga térmica por unidad de superficie ya es conocida, como valor del coeficiente de transmisión térmica se ha cogido un valor de 10  $W/m^2\text{°C}$  y los valores de la temperaturas interiores de diseño son 20°C para todas las estancias menos en los recibidores y pasillos que es de 18°C.

1.4.4.2.5.- Cálculo de la temperatura media del agua

El salto térmico entre el agua de impulsión y el de retorno se fija en 10°C. La magnitud de la temperatura media del agua en las tuberías emisoras en °C ( $T_{ma}$ ) se calcula según la fórmula siguiente [19]:

$$Q[W/m^2]=K_a(T_{ma}-T_{ms})$$

$K_a$ = Coeficiente de transmisión térmica de la capa sobre tubos ( $W/m^2\text{°C}$ )

$T_{ms}$  = Temperatura media superficial del pavimento (°C)

$Q$ = Carga térmica de la estancia por  $m^2$  ( $W/m^2$ )

El coeficiente de transmisión térmica de la capa sobre tubos ( $K_a$ ) se calcula aplicando la fórmula:

$$K_a [W/m^2\text{°C}]= 1/[\Sigma(e/\lambda)+(1/\alpha)]$$

$e$ = Espesor de la capa (m)

$\lambda$ = Conductividad térmica del material de la capa ( $W/m\text{°C}$ )

$\alpha$  = Coeficiente de transmisión de calor del suelo ( $W/m^2\text{°C}$ ) (en el rango de temperaturas que nos movemos su valor estará entre 10 y 12 $W/m^2\text{°C}$ . Tiene dos componentes: Coeficiente de transmisión por radiación y coeficiente de transmisión por convección).

En la tabla de la figura 63 se pueden observar algunas de las resistencias térmicas de los pavimentos más utilizados según su espesor [24]. De estos valores se extraen los valores de  $K_a$  haciendo la inversa.

Pavimento	Espesor (m)	Resistencia térmica (m <sup>2</sup> °C/W)
Parquet	0,012	0,09
Parquet	0,015	0,11
Parquet	0,022	0,16
Tarima	0,020	0,21
Corcho	0,010	0,14
Gress	0,010	0,01
Gress	0,020	0,02
Mármol	0,030	0,01
Terrazo	0,015	0,01
Mosaico	0,025	0,06
Linóleo	0,002	0,01

**Fig. 63. Resistencias térmicas de diferentes tipos de pavimentos según su espesor**

Los cálculos realizados para nuestro caso se encuentran en el apartado 3.2.8 de cálculos. Como tipo de pavimento se ha escogido Gress con un espesor de 0.010m para todas las estancias de todas las viviendas del edificio. Es decir,  $R = 0.01 \text{ m}^2\text{°C/W}$ , lo que implica que,  $K_a = 100 \text{ W/m}^2\text{°C}$ . La carga térmica por unidad de superficie ya es conocida, al igual que la  $T_{ms}$  de cada estancia.

Tras el cálculo de todas las  $T_{ma}$  para todos los circuitos de una vivienda se escogerá la  $T_{ma}$  más elevada, que se corresponde con la temperatura de impulsión. La temperatura de retorno será 10°C más baja. Esto se repite para todas las viviendas.

#### 1.4.4.2.6.- Cálculo del caudal de agua de los circuitos

El caudal de agua a través de un circuito de calefacción por suelo radiante es función de la potencia térmica emitida, que se supone de un valor idéntico a la carga térmica ( $Q$ ), y del salto térmico entre la impulsión al circuito y el retorno desde éste [19]. Como se ha comentado con anterioridad, el salto térmico es una constante de valor 10°C, por lo que el caudal es únicamente función de la carga térmica según la expresión:

$$Q \text{ [Kcal/h]} = m * C_p * (T_{imp} - T_{ret})$$

$m$  = Caudal de agua (Kg/h)

$C_p$  = Calor específico del agua (1Kcal/Kg°C)

$T_{imp} - T_{ret}$  = Salto térmico de impulsión-retorno = 10°C

En  $Q$  ha de considerarse la potencia térmica emitida por cada circuito, incluyendo la emitida en los trayectos desde la estancia calefactada hasta el colector. Los cabezales electrotérmicos, gracias a su ciclo de apertura y cierre, permitirán el paso del caudal calculado. De este modo se posibilita la regulación de cada estancia con circuito de suelo radiante propio de forma independiente a todos los demás.

Los cálculos se han realizado en el apartado 3.2.9 de cálculos. Primeramente se coge la carga térmica resultante por metro cuadrado de cada estancia de cada vivienda que tenga circuito de suelo radiante propio; este valor ya es conocido. Se debe multiplicar este valor por el área de la estancia calefactada más el área calefactada desde el colector hasta la estancia, para encontrar el valor de  $Q(W)$ . El valor de  $Q$  obtenido está en Watios y para la aplicación de esta en la fórmula del cálculo del cabal ( $m$ ) se precisa en Kcal/h.

A continuación se hará una muestra de cálculo para el circuito a cocina de la vivienda de la puerta 1 de la planta baja. Para el resto de circuitos se realiza del mismo modo.

$$Q(W) = Q_{total}/superficie(W/m^2) * \text{Área real calefactada}(m^2) = 76.1 * 6.3 = 479.4W$$

$$1KW = 859.84523Kcal/h$$

$$479.4W * (1KW/1000W) * ((859.84523Kcal/h)/1KW) = 412.2Kcal/h$$

$$Q [Kcal/h] = m * C_p * (T_{imp} - T_{ret})$$

$$412.2Kcal/h = m * 1Kcal/Kg^{\circ}C * 10^{\circ}C \rightarrow m = 41.22Kg/h$$

$$m = 41.22Kg/h * (1/1Kg) * (1h/3600s) = 0.0115l/s$$

Finalmente, para calcular el caudal total de impulsión de cada vivienda se suman los caudales de agua de todos los circuitos de la vivienda.

#### 1.4.4.2.7.- Cálculo de montantes y tuberías de distribución

Para el cálculo de la red de tuberías de conexión entre las máquinas integradas y colectores debe conocerse el caudal circulante por cada tramo. Una vez conocido este dato se entra en el gráfico de pérdidas de carga y se selecciona la dimensión de la tubería UPONOR wirsbo-evalPEX de acuerdo a un límite de pérdida de carga lineal que dependerá de la potencia de bomba disponible. Usualmente este valor de pérdida de carga se fija en 0,2KPa/m [19].

Los cálculos realizados para el proyecto se encuentran en el apartado 3.2.10 de cálculos. Conocidos los caudales totales de impulsión para cada vivienda (l/s), se deben calcular las pérdidas de carga por metro lineal (KPa/m) a través de los ábacos de las figuras 64 y 65 [24]. Se escogerá la pérdida de carga por metro lineal en función del caudal, de la tubería con un diámetro nominal lo más pequeño posible que no supere el valor de pérdida de carga de 0.2KPa/m.

En ambos ábacos se puede observar que las gráficas están realizadas para una temperatura de impulsión de 40°C y que si la temperatura es diferente deben aplicarse unos factores de corrección. Debido a que las temperaturas de impulsión de la mayoría de las viviendas no coinciden con las expuestas en los ábacos, junto a sus factores de corrección, se ha decidido utilizar interpolaciones lineales. Dada una temperatura de impulsión T, para conocer su factor de corrección F, se escogerán dos temperaturas especificadas, denominadas T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, y sus correspondientes factores de corrección, denominados F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>. Una vez hecho esto el valor de F se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$F = F_1 + (F_2 - F_1) / (T_2 - T_1) * (T - T_1)$$

Finalmente nos queda multiplicar el factor de corrección obtenido por la pérdida de carga por metro lineal y comprobar que sigue sin superar el valor máximo de 0.2KPa/m.



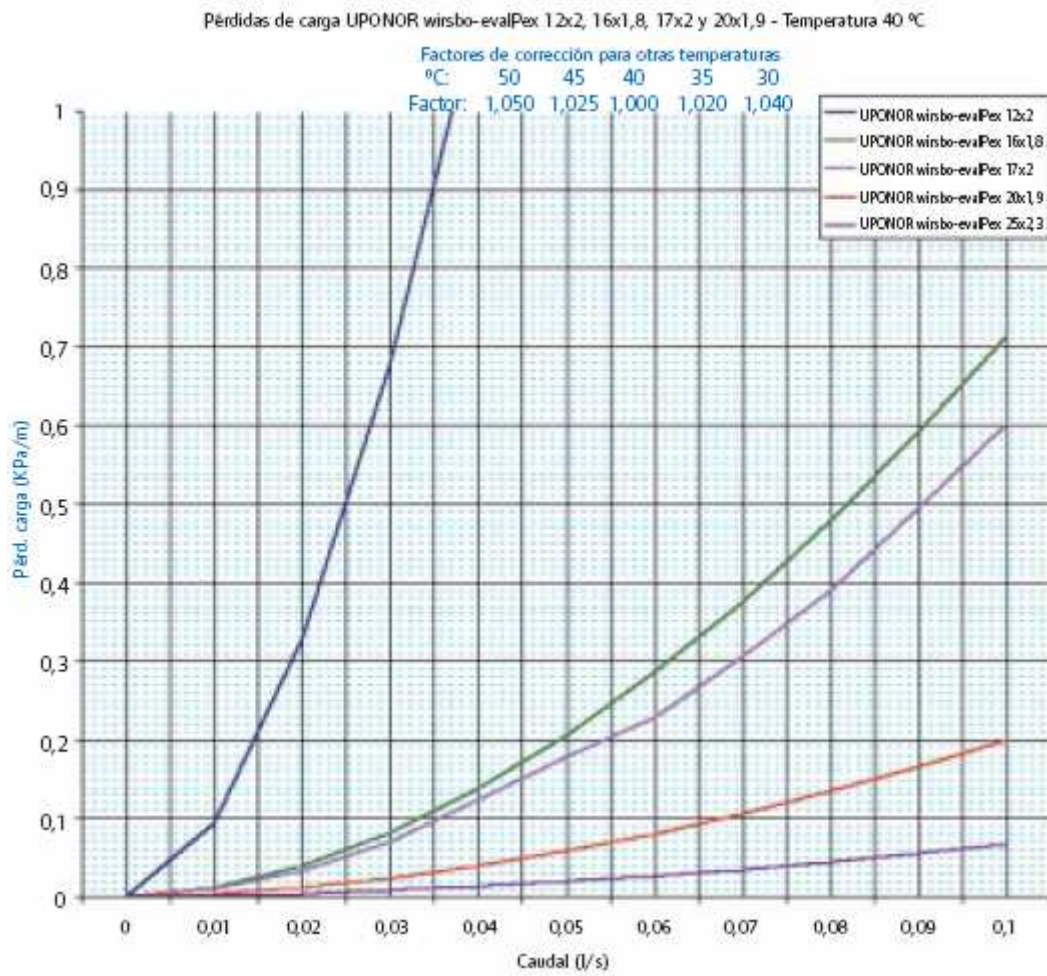


Fig. 64. Diagrama de pérdida de carga en tuberías Uponor Wirsbo-evalPEX (desde 12x2 hasta 25x2.3)

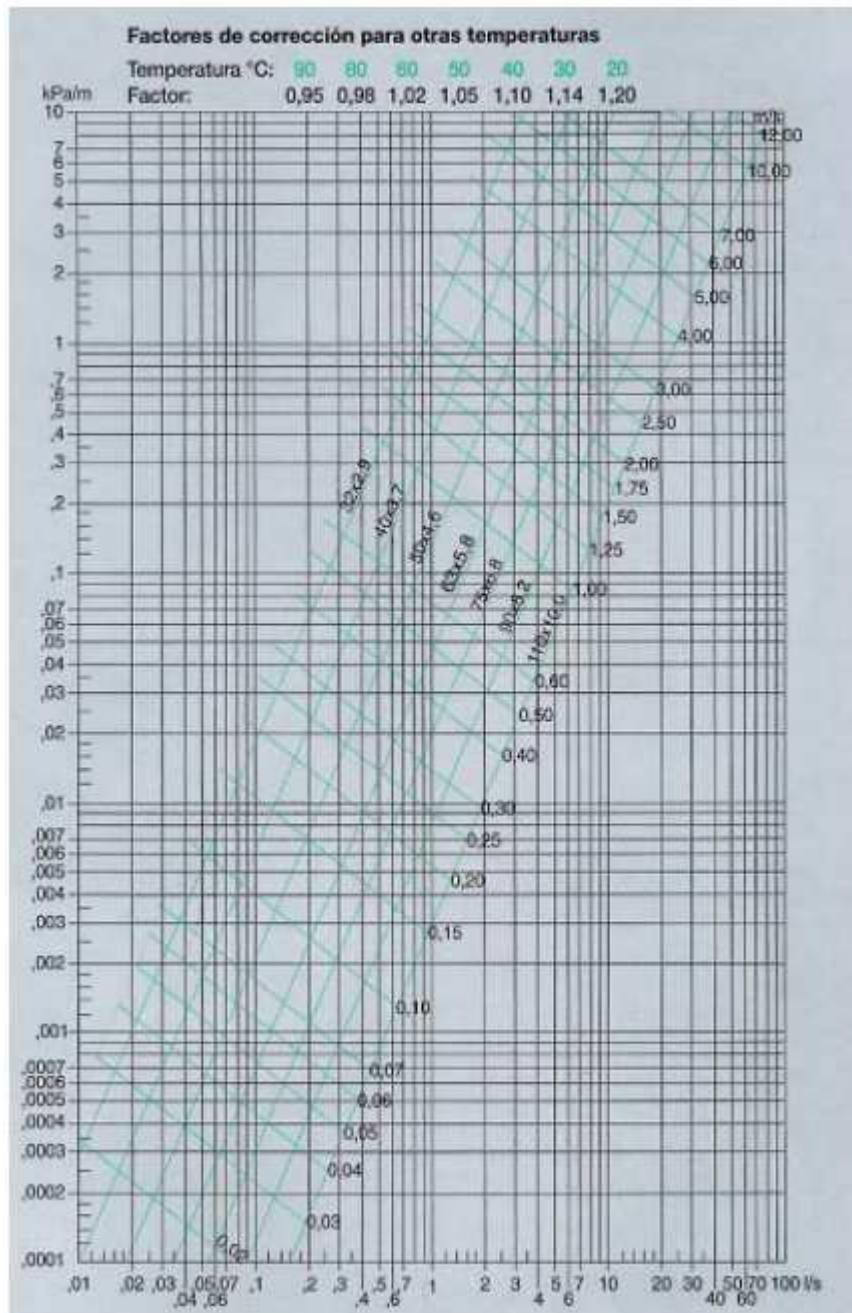


Fig. 65. Diagrama de pérdida de carga en tuberías Uponor Wirsbo-evalPEX (desde 32x2.9 hasta 110x10)

1.4.4.2.8.- Cálculo de pérdidas de carga

Trazando un esquema de la instalación, la pérdida de carga en ésta será la mayor de entre las pérdidas de carga de todos los trazados posibles que puede seguir el agua desde la impulsión del circulador hasta el retorno a éste [19]. A las pérdidas de carga en las tuberías del trayecto más desfavorable se debe sumar las pérdidas singulares: colectores, codos, derivaciones en T, válvulas,...

En el apartado 3.2.11 y 3.2.12 de cálculos se encuentran los resultados para nuestro caso particular. En el primer apartado se calcula para cada vivienda cual es el circuito de suelo radiante con una mayor pérdida de carga. En el segundo apartado se calcula la pérdida de carga total de la

instalación de cada vivienda añadiendo a las pérdidas de carga del circuito de suelo radiante con una pérdida de carga más elevada, las pérdidas de carga en el colector, accesorios (codos, manguitos, etc.) y tuberías de distribución.

El apartado 3.2.11 de cálculos está dividido en plantas, subdividido en viviendas y finamente en los circuitos de suelo radiante que las conforman. En primer lugar se necesita saber la longitud de las tuberías de cada circuito de cada vivienda, dato que ya es conocido, al igual que el caudal de agua de cada circuito, que también lo es.

Conocidos los caudales de agua de cada circuito de cada vivienda (l/s) se deben calcular las pérdidas de carga por metro lineal (KPa/m) a través del ábaco de la figura 64. El tipo de tubería elegido para los circuitos de suelo radiante pertenece a la marca Uponor modelo wirsbo-evalPEX 16x1,8. Con estos dos datos y el ábaco de la figura 64 se hallan las pérdidas de carga de todos los circuitos

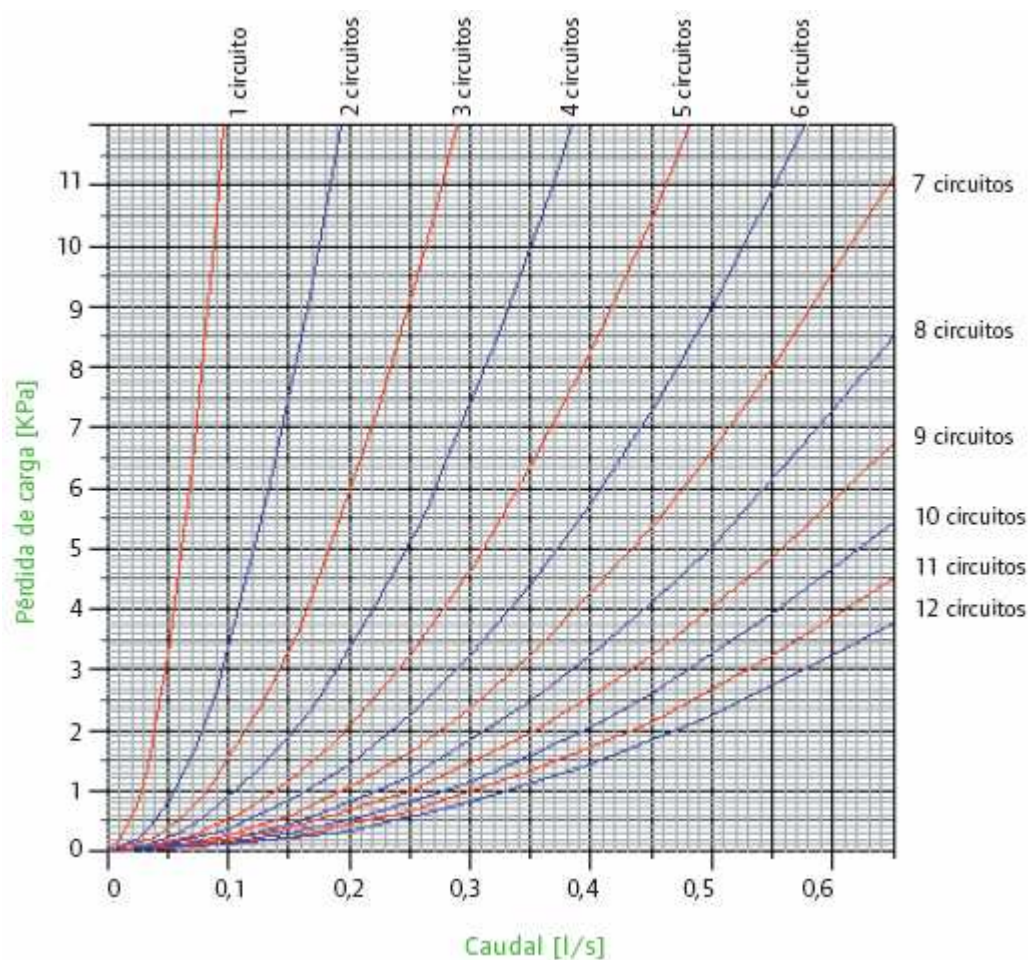
En el ábaco de la figura 64 se puede observar que las gráficas están realizadas para una temperatura del agua en la tubería de 40°C y que si la temperatura es diferente deben aplicarse unos factores de corrección. Debido a que las temperaturas de impulsión de la mayoría de las viviendas no coinciden con las expuestas en los ábacos, junto a sus factores de corrección, se han decidido utilizar interpolaciones lineales. Dada una temperatura de impulsión T, para conocer su factor de corrección F se escogerán dos temperaturas especificadas, denominadas T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, y sus correspondientes factores de corrección, denominados F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>. Una vez hecho esto el valor de F se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$F = F_1 + (F_2 - F_1) / (T_2 - T_1) * (T - T_1)$$

Aunque cada circuito de cada vivienda tiene una temperatura media del agua (T<sub>ma</sub>) diferente, según se ha podido apreciar ya en los cálculos. Para el cálculo del factor de corrección se emplea la misma para todos, que es la temperatura de impulsión. Ésta, al fin y al cabo, se ha elegido como la temperatura de impulsión final para todos los circuitos.

Finalmente nos queda multiplicar el factor de corrección obtenido por la pérdida de carga por metro lineal y después por los metros de tubería estimados.

Con referencia a los cálculos del apartado 3.2.12, estos están divididos por plantas y viviendas. En primer lugar se escogen las pérdidas de carga del circuito de suelo radiante con una pérdida de carga máxima para cada vivienda. En segundo lugar se deben hallar las pérdidas de carga en los colectores. Este dato se conoce mediante la utilización del ábaco de la figura 66 [24]. Mediante este ábaco y con los datos ya conocidos del caudal total de cada vivienda y el número de circuitos de suelo radiante de la vivienda se halla la pérdida de carga en el colector.



**Fig. 66. Diagrama de pérdida de carga en el colector Uponor en función del caudal y número de circuitos**

Seguidamente deben hallarse las pérdidas de carga en las tuberías de distribución entre cada máquina integrada y su colector. Ya se han hallado las pérdidas de carga por metro lineal de cada uno de estos tramos, pero falta conocer la longitud de estos para poder conocer las pérdidas de carga totales. Si se multiplica ésta longitud por 2 (ida y vuelta) y por la pérdida de carga por metro lineal, se encuentra la pérdida de carga total de cada uno de los tramos de tuberías de distribución.

Antes de proseguir con la explicación es importante hacer un inciso. En los planos se aprecia únicamente una sola tubería entre los colectores y sus respectivas máquinas integradas, pero hay que tener en cuenta que en realidad es una tubería de ida y otra de vuelta. El hecho de haber dispuesto sólo una en planos ha sido para que resultase más comprensible.

Una vez hecha esta aclaración se procederá a explicar el método de cálculo de las pérdidas de carga de los accesorios de cada instalación. Estas pérdidas se hallan a través de la tabla de la figura 67 [24]. Conocidos los recorridos aproximados de cada una de las tuberías de distribución de cada instalación y su fisonomía, se determinan los accesorios apropiados y el número necesario de cada uno de ellos. En nuestro caso se precisarán codos, llaves de corte y manguitos de unión. Conociendo esto y los diámetros exteriores de las tuberías de distribución de cada instalación, dónde van ubicados estos accesorios, se establece, mediante la tabla, una equivalencia de la pérdida de carga producida por estos accesorios y la que produciría unos determinados metros de tubería de diámetro exterior igual a la tubería dónde éstos van ubicados.



PÉRDIDAS DE CARGA EN ACCESORIOS [m de tubería equivalente] DIÁMETRO EXTERIOR DE LA TUBERÍA UPONOR wirsbo-evalPEX											
TIPO DE ACCESORIO	16	17	20	25	32	40	50	63	75	90	110
Manguito de unión	0,00	0,00	0,04	0,05	0,07	0,09	0,11	0,16	0,21	0,26	0,35
Manguito reducido	0,53	-	0,88	1,14	1,49	1,75	2,28	3,50	4,03	5,25	7,00
Codo	0,88	-	1,10	1,33	1,77	2,31	2,99	3,40	3,52	3,87	5,15
Te	0,26	-	0,35	0,53	0,70	0,88	1,05	1,23	1,40	1,58	1,75
Llave de corte	2,35	-	3,05	3,99	5,06	6,06	7,93	9,64	11,71	15,40	18,90

Fig. 67. Pérdidas de carga en accesorios

Una vez consultadas las equivalencias en metros de tubería de cada uno de los accesorios necesarios en una determinada instalación de tuberías de distribución, se debe multiplicar éstas equivalencias por el número de accesorios. Finalmente sólo queda multiplicar cada uno de los valores obtenidos por la pérdida de carga por metro lineal ya conocida de cada red de tuberías de distribución.

Para terminar se suman todas las pérdidas de carga: colector, circuito suelo radiante, tuberías de distribución y accesorios. De este modo se halla la pérdida de carga total de la instalación.

1.4.4.2.9.- Selección de la bomba de agua

La bomba se selecciona entrando en el gráfico de curvas características y seleccionando la velocidad que quede por encima del punto característico de funcionamiento de la instalación que viene determinado por el caudal y la pérdida de carga [19].

Los grupos de presión Uponor permiten escoger dos circuladores dependiendo de las necesidades de la instalación: 22N ó 45N. En el caso del proyecto que nos ocupa se ha elegido el 22N, cuyo gráfico de curvas características se encuentra el gráfico de la figura 68.

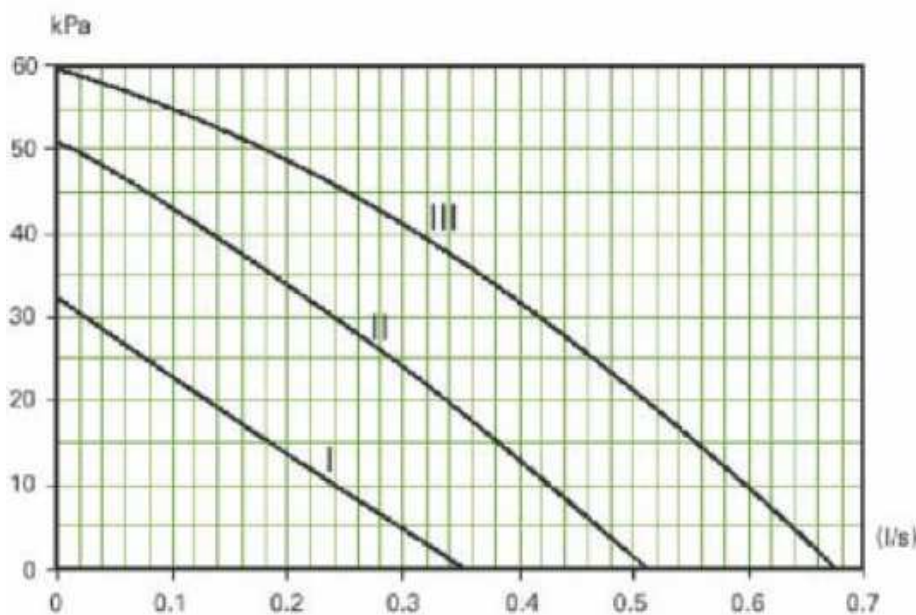


Fig. 68. Gráfico de curvas características de un circulador 22N

Los cálculos de esta parte del proyecto se encuentran en el apartado 3.2.13 de cálculos. Estos cálculos están divididos por plantas y subdivididos en viviendas. En primer lugar, conocido el caudal total de agua por vivienda (l/s) y la pérdida de carga total en esta (KPa), se calcula la potencia necesaria de la bomba impulsora.

$$P(W)=C*\Delta P$$

C= Caudal total de agua (m<sup>3</sup>/s)  
 $\Delta P$ = Pérdida de carga total (N/m<sup>2</sup>)

Nota: 1m<sup>3</sup>/s= 1000l/s y 1KPa= 1000n/m<sup>2</sup>

En segundo lugar se busca el punto de funcionamiento de la instalación en el gráfico de la figura 68 mediante el caudal total de la instalación y la pérdida de carga total. De las tres velocidades se deberá escoger la que quede inmediatamente por encima de este punto. Esto implica que con el mismo caudal la pérdida de carga total será mayor en la mayoría de los casos. Por consiguiente, la caída de temperatura será menor que los 10°C prefijados. Para evitar esto, debe instalarse una válvula extra en el retorno que origine una pérdida de carga que contrarreste este hecho, en los casos en que sea necesario.

#### 1.4.4.2.10.- Selección del grupo de impulsión

El grupo de impulsión, al mezclar el agua del retorno del suelo radiante y de la impulsión del generador térmico, consigue una temperatura de impulsión correcta a los colectores de suelo radiante. El grupo de impulsión elegido para todas las instalaciones de este proyecto es de la marca Uponor y es el grupo de impulsión con centralita de regulación [19].

En la imagen de la figura 69 se puede observar el esquema de los elementos que componen el grupo de impulsión con centralita de regulación y su conexionado. El número 13 no forma parte del grupo de impulsión con centralita de regulación, es la bomba del primario que bombea el agua desde la máquina integrada hasta el grupo de impulsión.

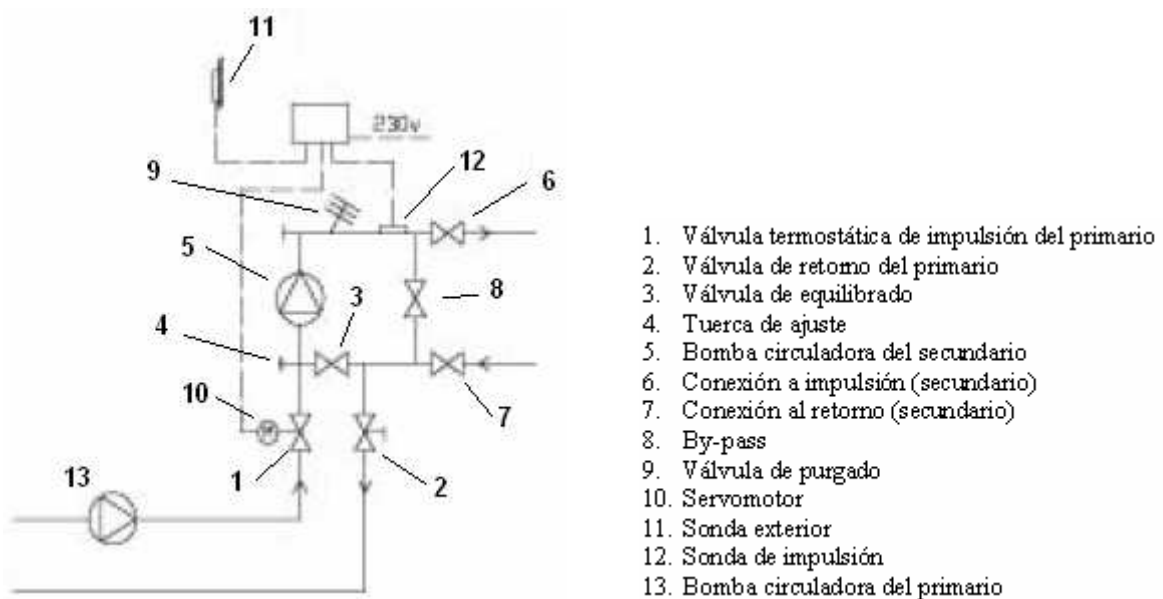


Fig. 69. Esquema de un grupo de impulsión con centralita de regulación

La válvula mezcladora divide la instalación en un circuito primario (desde el generador de calor) y un secundario (desde la válvula mezcladora hasta los circuitos). Debe calcularse el  $K_v$  de equilibrado del grupo de impulsión entre primario y secundario.

La expresión de cálculo del  $K_v$  de equilibrado es:

$$K_v = C_i / \sqrt{P}$$

$C_i$  = Caudal en el primario ( $m^3/h$ )

$P$  = Presión disponible en el primario (bar)

$$C_i = Q_i / \Delta T_i$$

$Q_i$  = Potencia térmica instalada (Kcal/h)

$\Delta T_i$  = Salto de temperatura en el primario ( $^{\circ}C$ )

$$Q_i = m_t \cdot C_p \cdot (T_{imp} - T_{ret})$$

$m_t$  = Caudal total de agua impulsado por el secundario [Kg/h]

$C_p$  = Calor específico del agua [1 Kcal/Kg  $^{\circ}C$ ]

$T_{imp} - T_{ret}$  = Salto térmico impulsión-retorno ( $^{\circ}C$ )

#### 1.4.4.2.11.- Selección del generador de calor

El método de selección así como la explicación del sistema generador de calor escogido se encuentran en el apartado 1.4.2.6 de la memoria.

#### 1.4.4.2.12.- Selección del sistema de regulación y control

En este apartado se procede a escoger cuál es el sistema de regulación y control de las instalaciones de calefacción por suelo radiante más adecuado y los motivos de dicha elección. Los dos tipos de sistemas de regulación y control de la marca Uponor se encuentran explicados en el apartado 1.4.3.1.2.6 de la memoria.

A continuación se hace una enumeración, a modo de resumen, de cuáles podrían ser las características de ambos sistemas que permitieran llevar a cabo una elección:

Genius:

- Permite recibir señal de hasta 12 termostatos inalámbricos.
- Permite controlar hasta 12 cabezales electrotérmicos o válvulas motorizadas (12 circuitos de calefacción de suelo radiante independientes).
- Incluye el control de la bomba de agua del primario
- Incluye una interficie entre la instalación y el usuario que permite programar y controlar multitud de opciones.

Comfort System:

- Permite recibir señal de hasta 6 termostatos con cable.

- Permite controlar hasta 12 cabezales electrotérmicos o válvulas motorizadas (12 circuitos de calefacción de suelo radiante independientes).
- Se puede incluir el control de la bomba de agua del primario.
- Existe la posibilidad de incorporar a la caja de conexiones un módulo digital de 2 canales para realizar una programación semanal de temperaturas.

Ambos sistemas podrían utilizarse para controlar y regular las instalaciones de suelo radiante de las viviendas del proyecto, pero se ha decidido elegir el sistema de control y regulación Genius. El número máximo de circuitos de suelo radiante de las viviendas son 5, así que ambos sistemas podrían recibir señales de los 5 termostatos y controlar los 5 cabezales electrotérmicos. No obstante, el sistema Genius disminuye el conexionado debido a que los termostatos son inalámbricos.

En segundo lugar, ambos pueden controlar la bomba de agua del primario, pero el sistema Genius ya incluye este control de serie. Finalmente, la interfície del sistema con el usuario del sistema Genius es más avanzada y permite controlar/programar más opciones al gusto del usuario. Además, también se incluye de serie.

El sistema de control propio de cada una de las máquinas integradas Solvis Max Gas permite visualizar los parámetros de funcionamiento de ciertos elementos de la instalación de calefacción mediante sensores y actuar sobre ellos, al igual que lo hace sobre el ACS y la instalación solar. Aquellos elementos que puedan ser controlados por el sistema de regulación y control Genius, o por el sistema de control propio de la máquina integrada, deberán ver limitado su control a uno sólo de los dos sistemas. De este modo se evitan conflictos. Por lo general, el control de todos los elementos de la instalación de calefacción se llevará a cabo con el sistema de control/regulación Genius y con el grupo de impulsión con centralita de regulación.



## **2.- Pliego de condiciones**

## 2.- Pliego de condiciones

### 2.1.- Elementos, equipos y materiales de la instalación

#### 2.1.1.- Introducción

Los materiales, elementos y equipos que se utilicen en las instalaciones objeto de este reglamento deben cumplir las prescripciones que se indican en esta instrucción técnica. No obstante, considerando que todos ellos entran en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1630/1992 de 29 de diciembre por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva del Consejo 89/106/CEE, las prescripciones de estas instrucciones para tales materiales, elementos y equipos serán aplicables únicamente mientras no estén disponibles y publicadas las correspondientes especificaciones técnicas europeas armonizadas, que hayan sido elaboradas por los organismos europeos de normalización como resultado de mandatos derivados de la directiva citada u otras disposiciones comunitarias que sean de aplicación.

Los requisitos de rendimiento de las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos serán los prescritos en el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE, modificada por el artículo 12 de la Directiva 93/68/CEE, como una de las acciones dentro del marco del programa SAVE, relativo a la promoción de la eficacia energética en la Unión Europea.

Todos los materiales, equipos y aparatos no tendrán en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras ni señales de haber sido sometidos a malos tratos antes o durante la instalación. Toda la información que acompaña a los equipos deberá expresarse al menos en castellano y en unidades del Sistema Internacional.

#### 2.1.2.- Captadores solares

##### 2.1.2.1.- Generalidades

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación. Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas en las normativas. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la memoria de solicitud justificación de su utilización y deberá ser aprobada por el IDAE.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células. Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.

El captador seleccionado deberá poseer la certificación emitida por un organismo competente en la materia o por un laboratorio de ensayos según lo regulado en el RD 891/1980, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares.

Será necesaria la presentación de la homologación del captador por el organismo de la administración competente en la materia y la certificación del mismo 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.

### 2.1.2.2.- Estructura de soporte

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En caso contrario se deberá incluir en la memoria de solicitud y de diseño o proyecto un apartado justificativo de los puntos objeto de incumplimiento y su aceptación deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por la NBE y demás normas aplicables.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE-AE-88. El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el captador solar térmico deben ser suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de captador. El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el captador solar, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura. La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable. Los topes de sujeción de los captadores y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los estos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustarán a las exigencias de las Normas Básicas de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas. Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los captadores, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo la normativa especificada sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte será calculada según la norma MV-103 para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc. Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química. Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

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 ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4. 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 de acuerdo con ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4 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.

2.1.2.3.- Integración arquitectónica

Se considera que existe integración arquitectónica cuando los captadores cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales.

En el caso de pretender realizar una instalación integrada desde el punto de vista arquitectónico, la Memoria de Solicitud y la Memoria de Diseño o Proyecto especificarán las condiciones de la construcción y de la instalación, y la descripción y justificación de las soluciones elegidas. Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción, necesidad de realizar obras de reforma o ampliación, verificaciones estructurales, etc. que, desde el punto de vista del profesional competente en la edificación, requirieran su intervención.

Las condiciones de la instalación se refieren al impacto visual, la modificación de las condiciones de funcionamiento del edificio, la necesidad de habilitar nuevos espacios o ampliar el volumen construido, efectos sobre la estructura, etc. En cualquier caso, el IDAE podrá requerir un informe de integración arquitectónica con las medidas correctoras a adoptar. La propiedad del edificio, por sí o por delegación, informará y certificará sobre el cumplimiento de las condiciones requeridas.

Cuando sea necesario, a criterio de IDAE, a la Memoria de Diseño o Proyecto se adjuntará el informe de integración arquitectónica donde se especifiquen las características urbanísticas y arquitectónicas del mismo, los condicionantes considerados para la incorporación de la instalación y las medidas correctoras incluidas en el proyecto de la instalación.

2.1.2.4.- Orientación, inclinación y sombras

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 de la tabla de la figura 70. 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.

	<i>Orientación e inclinación (OI)</i>	<i>Sombras (S)</i>	<i>Total (OI+S)</i>
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

**Fig. 70. Pérdidas energéticas máximas permitidas por variaciones en la orientación, inclinación y sombras respecto al caso óptimo**

Se considera la dirección sur como orientación óptima y la mejor inclinación,  $\alpha$ , 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 que se origina al modificar la orientación e inclinación de la superficie de captación. Una regla fundamental a seguir para conseguir la integración o superposición de las instalaciones solares es la de mantener, dentro de lo posible, la alineación con los ejes principales de la edificación.

### 2.1.2.5.- *Conexionado*

Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, 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. 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 estanquidad y durabilidad de las conexiones del captador.

En lo referente a la normativa con respecto a la agrupación y conexión de los captadores solares, se respetaran las indicaciones del CTE-HE4. Esta normativa dice lo siguiente: “Dentro de cada fila los captadores se conectan en serie o en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante. Se podrán conectar en serie hasta 10m<sup>2</sup> en las zonas climáticas I y II, hasta 8m<sup>2</sup> en la zona III y hasta 6 m<sup>2</sup> en las zonas IV y V”. Según el mapa CTE-HE4, Vilanova i la Geltrú es parte de la zona II, y por lo tanto no se podrán conectar más de 10m<sup>2</sup> de captadores solares en serie.

### 2.1.2.6.- *Fluido caloportador*

Como fluido de trabajo en el circuito se utilizará agua de la red, o agua desmineralizada, o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar y del agua utilizada. Los aditivos más usuales son los anticongelantes, aunque en ocasiones se puedan utilizar aditivos anticorrosivos.

La utilización de otros fluidos térmicos requerirá incluir su composición y calor específico en la documentación del sistema y la certificación favorable de un laboratorio acreditado. En cualquier caso el pH a 20 °C del fluido de trabajo debe estar comprendido entre 5 y 9, y el contenido en sales se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

- La salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650μS/cm.
- El contenido en sales de calcio no excederá de 200mg/l. expresados como contenido en carbonato cálcico.
- El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50mg/l.

Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada. El diseño de los circuitos evitará cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. En particular, se prestará

especial atención a una eventual contaminación del agua potable por el fluido caloportador del circuito. Para aplicaciones en procesos industriales, refrigeración o calefacción, las características del agua exigidas por dicho proceso no sufrirán ningún tipo de modificación que pueda afectar al mismo.

### 2.1.2.6.1.- Protección Contra heladas

El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema deberá fijar la mínima temperatura permitida en el sistema. Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deberán ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema.

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. El fabricante deberá describir el método de protección anti-heladas usado por el sistema. A los efectos de este documento, como sistemas de protección antiheladas podrán utilizarse:

- 1) Mezclas anticongelantes.
- 2) Recirculación de agua de los circuitos.
- 3) Drenaje automático con recuperación de fluido.

En el proyecto que nos ocupa se han empleado los dos primeros métodos de protección contra heladas.

### **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. En todo caso, su calor específico no será inferior a 3kJ, equivalentes a 0,7kcal.

Se deberán tomar precauciones para prevenir posibles deterioros del fluido anticongelante como resultado de condiciones altas de temperatura. Estas precauciones deberán de ser comprobadas de acuerdo con UNE-EN 12976-2.

La instalación dispondrá de los sistemas necesarios para facilitar el llenado de la misma y para asegurar que el anticongelante está perfectamente mezclado. Es conveniente que se disponga 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 la norma. Será obligatorio en los casos de riesgos de heladas y cuando el agua deba tratarse. 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.

### **Recirculación del agua del circuito**

Este método de protección antiheladas asegurará que el fluido de trabajo está en movimiento cuando exista riesgo a 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.

### **Drenaje automático con recuperación de 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 hay riesgo de heladas. La inclinación de las tuberías horizontales debe estar en concordancia con las recomendaciones del fabricante en el manual de instalador al menos en 20mm/m.

El sistema de control activa la electro válvula 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.

#### 2.1.2.6.2.- Protección contra sobrecalentamientos

### **Protección contra quemaduras**

En sistemas de agua caliente sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60 °C deberá ser instalado un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

### **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.

#### 2.1.2.6.3.- Resistencia a la presión

Se deberán cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 12976-1. En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

#### 2.1.2.6.4.- 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.

La circulación natural que produce el flujo inverso se puede favorecer cuando el acumulador se encuentra por debajo del captador, por lo que habrá que tomar, en esos casos, las precauciones oportunas para evitarlo. En sistemas con circulación forzada se aconseja utilizar una válvula antiretorno para evitar flujos inversos.

#### 2.1.2.6.5.- Prevención de legionelosis

Se deberá cumplir el Real Decreto 909/2001, por lo que la temperatura del agua en el circuito de distribución de agua caliente no deberá ser inferior a 50 °C en el punto más alejado y previo a la mezcla necesaria para la protección contra quemaduras o en la tubería de retorno al acumulador.

La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70 °C. En consecuencia, no se admite la presencia de componentes de acero galvanizado.

### 2.1.3.- Circuito hidráulico

#### 2.1.3.1.- Generalidades

Debe concebirse en fase de diseño un circuito hidráulico de por sí equilibrado. Si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado. El circuito hidráulico del sistema de consumo deberá cumplir los requisitos especificados en UNE-EN 806-1. En cualquier caso los materiales del circuito deberán cumplir lo especificado en ISO/TR 10217.

#### 2.1.3.2.- Tuberías y accesorios

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. Las tuberías y sus accesorios cumplirán los requisitos de las normas UNE correspondientes, en relación con el uso al que vayan a ser destinadas.

Los conductos estarán formados por materiales que tengan la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su peso, al movimiento del aire, a los propios de su manipulación, así como a las vibraciones que pueden producirse como consecuencia de su trabajo. Los conductos no podrán contener materiales sueltos, las superficies internas serán lisas y no contaminarán el aire que circula por ellas en las condiciones de trabajo.

Las canalizaciones de aire y accesorios cumplirán lo establecido en las normas UNE que les sean de aplicación. También cumplirán lo establecido en la normativa de protección contra incendios que les sea aplicable. En particular, los conductos de chapa metálica cumplirán las prescripciones de UNE 100101, UNE 100102 y UNE 100103, los conductos de fibra de vidrio cumplirán las prescripciones de la UNE 100105.

#### 2.1.3.3.- Aislante térmico

Los materiales aislantes térmicos empleados para aislamiento de conducciones, aparatos y equipos, así como los materiales para la formación de barreras antivapor, cumplirán lo especificado en UNE 100171 y demás normativa que le sea de aplicación.

#### 2.1.3.4.- Válvulas

Todo tipo de válvula deberá cumplir los requisitos de las normas correspondientes. El fabricante deberá suministrar la pérdida de presión a obturador abierto (o el  $C_v$ ) y la hermeticidad a obturador cerrado a presión diferencial máxima. La presión nominal mínima de todo tipo de válvula y accesorio deberá ser igual o mayor que PN 6, salvo casos especiales (p.e., válvulas de pie).

#### 2.1.3.5.- 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 50m<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.

### *2.1.3.6.- Vaso de expansión*

Los vasos de expansión preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba. Cuando no se cumpla el punto anterior, la altura en la que se situarán los vasos de expansión abiertos será tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario.

### *2.1.3.7.- Purga de aire*

En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos 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 volumen útil del botellín será superior a 100cm<sup>3</sup>. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

### *2.1.3.8.- Drenaje*

Los conductos de drenaje de las baterías de captadores se diseñarán en lo posible de forma que no puedan congelarse.

## **2.1.4.- Generador de calor 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, se desaconseja la utilización de energía eléctrica 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 (o aplicaciones) de la instalación, de forma que sólo entre en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación solar. Para ello se seguirán los siguientes criterios:

- a) Para pequeñas cargas de consumo se recomienda usar un sistema de energía auxiliar en línea, siendo para estos casos los sistemas de gas modulantes en temperatura los más idóneos.
- b) En caso de aceptarse la instalación de una resistencia eléctrica como sistema de energía auxiliar dentro del acumulador solar, su conexión, salvo que se apruebe expresamente otro procedimiento, sólo se podrá hacer mediante un pulsador manual y la desconexión será automática a la temperatura de referencia. Adicionalmente, se instalará un termómetro en la

parte baja de la zona de calentamiento con energía convencional cuya lectura sea fácilmente visible para el usuario. La documentación a entregar al usuario deberá contener instrucciones claras de operación del sistema auxiliar y deberá ser previamente aprobada por el IDAE.

- c) No se recomienda la conexión de un retorno desde el acumulador de energía auxiliar al acumulador solar, salvo que existan períodos de bajo consumo estacionales, en los que se prevea elevadas temperaturas en el acumulador solar. La instalación térmica deberá efectuarse de manera que en ningún caso se introduzca en el acumulador solar energía procedente de la fuente auxiliar.
- d) Para la preparación de agua caliente sanitaria, se permitirá la conexión del sistema de energía auxiliar en paralelo con la instalación solar cuando se cumplan los siguientes requisitos:
  - Exista previamente un sistema de energía auxiliar constituido por uno o varios calentadores instantáneos no modulantes y sin que sea posible regular la temperatura de salida del agua.
  - Exista una preinstalación solar que impida o dificulte el conexionado en serie.
- e) Para sistemas con energía auxiliar en paralelo y especialmente en aplicaciones de climatización, usos industriales y otras aplicaciones en ese rango de temperaturas, es necesario un sistema de regulación del agua calentada por el sistema solar y auxiliar de forma que se aproveche al máximo la energía solar.

El sistema de aporte de energía auxiliar con acumulación o en línea siempre dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con el RD 909/2001. Este punto no será de aplicación en los calentadores instantáneos de gas no modulantes.

Cuando el sistema de energía auxiliar sea eléctrico, la potencia correspondiente será inferior a 300W por cada metro cuadrado de superficie captadora. Para instalaciones de tamaño inferior a 5 m<sup>2</sup> la potencia podrá ser de 1500W.

En el caso de resistencias sumergidas, los valores de potencia disminuirán hasta 150 W por metro cuadrado y hasta 750 W para instalaciones de tamaño inferior a 5 m<sup>2</sup>. En el caso de sistemas preexistentes, no habrá ningún límite.

### *2.1.4.1.- Condiciones generales*

Los generadores de calor cumplirán con el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero, por el que se dictan normas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE relativa a los requisitos mínimos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos y válida para calderas de una potencia nominal comprendida entre 4 a 400kW. Las calderas de potencia superior a 400kW tendrán un rendimiento igual o superior al exigido para las calderas de 400kW.

Quedan excluidas de este cumplimiento las calderas alimentadas por combustibles sólidos, líquidos o gaseosos cuyas características o especificaciones difieran de las de los combustibles comúnmente comercializados y su naturaleza corresponda a recuperaciones de efluentes, subproductos o residuos cuya combustión no se vea afectada por limitaciones relativas al impacto ambiental (p.e.: gases residuales, biogases, biomasa, etc.).

Las calderas de gases se atenderán en todo caso a la reglamentación vigente, a lo establecido en esta

instrucción técnica complementaria y particularmente al Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, por el que se aprueban las disposiciones de la aplicación de la Directiva 90/396/CEE sobre aparatos de gas.

#### *2.1.4.2.- Documentación*

El fabricante del generador de calor auxiliar deberá suministrar la documentación exigible por otras reglamentaciones aplicables y además, como mínimo, los siguientes datos:

- a) Información sobre potencia y rendimiento requerida por el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero, por el que se dictan medidas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE.
- b) Condiciones de utilización del generador de calor y condiciones nominales de salida del fluido portador.
- c) Características del fluido portador.
- d) Capacidad óptima de combustibles del hogar en las calderas de carbón.
- e) Contenido de fluido portador del generador de calor.
- f) Caudal mínimo de fluido portador que debe pasar por el generador de calor.
- g) Dimensiones exteriores máximas del generador y cotas de situación de los elementos que se han de unir a otras partes de la instalación (salida de humos, salida y entrada del fluido portador, etc.).
- h) Dimensiones de la bancada.
- i) Pesos en transporte y en funcionamiento.
- j) Instrucciones de instalación, limpieza y mantenimiento.
- k) Curvas de potencia-tiro necesario en la caja de humos para las condiciones citadas en el Real Decreto 275/1995, por el que se dictan medidas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE

#### *2.1.4.3.- Accesorios*

Independientemente de las exigencias determinadas por el Reglamento de Aparatos a Presión u otros que le afecten, con todo generador de calor deberán incluirse: utensilios necesarios para limpieza y conducción (si procede) y aparatos de medida (manómetros y termómetros).

Los termómetros medirán la temperatura del fluido portador en un lugar próximo a la salida por medio de un bulbo que, con su correspondiente vaina de protección, penetre en el interior del generador de calor. No se admiten los termómetros de contacto. Los aparatos de medida irán situados en lugar visible y fácilmente accesible para su entretenimiento y recambio, con las escalas adecuadas a la instalación.

#### *2.1.4.4.- Presión de prueba*

Las calderas estarán sometidas a la reglamentación vigente en materia de aparatos a presión.

*2.1.4.5.- Acumulador solar*

Los acumuladores y las partes de acumuladores combinados que estén en contacto con agua potable, deberán cumplir los requisitos de UNE EN 12897. Preferentemente, los acumuladores serán de configuración vertical y se ubicarán en zonas interiores. Para aplicaciones combinadas con acumulación centralizada es obligatoria la configuración vertical del depósito, debiéndose además cumplir que la relación altura/diámetro del mismo sea mayor de dos.

En caso de que el acumulador esté directamente conectado con la red de distribución de agua caliente sanitaria, deberá ubicarse un termómetro en un sitio claramente visible por el usuario. El sistema deberá ser capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60 °C y hasta 70 °C con objeto de prevenir la legionelosis, tal como aparece en el RD 909/2001.

En caso de aplicaciones con sistema de energía auxiliar no incorporado en el acumulador solar, es necesario realizar un conexionado entre el sistema auxiliar y el solar de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar, para poder cumplir con las medidas de prevención de legionela. Se podrán proponer otros métodos de tratamiento antilegionela.

Los acumuladores de los sistemas grandes a medida con un volumen mayor de 20m<sup>3</sup> deberán llevar válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos al exterior del depósito no intencionados en caso de daños del sistema.

*2.1.4.6.- Quemador*

*2.1.4.6.1.- Condiciones generales*

Los quemadores dispondrán de una etiqueta de identificación energética en la que se especifiquen, con caracteres indelebles, los siguientes datos:

- a) Nombre del fabricante e importador en su caso.
- b) Marca, modelo y tipo de quemador.
- c) Tipo de combustible.
- d) Valores límites del gasto horario.
- e) Potencias nominales para los valores anteriores del gasto.
- f) Presión de alimentación del combustible del quemador.
- g) Tensión de alimentación.
- h) Potencia del motor eléctrico y, en su caso, potencia de la resistencia eléctrica.
- i) Nivel máximo de potencia acústica ponderado A, LWA, en decibelios, determinado según UNE 74105.
- j) Dimensiones y peso.

Todas las piezas y uniones del quemador serán perfectamente estancas.

### 2.1.4.6.2.- Documentación

El suministrador aportará la documentación siguiente:

- a) Dimensiones y características generales.
- b) Características técnicas de cada uno de los elementos del quemador.
- c) Esquema eléctrico y conexionado.
- d) Instrucciones de manejo.
- e) Instrucciones de puesta en marcha, regulación y mantenimiento.

## 2.2.- Diseño

### 2.2.1.- Salas de máquinas

Las salas de máquinas se diseñarán de forma que se satisfagan unos requisitos mínimos de seguridad para las personas y los edificios donde se emplacen y en todo caso se faciliten las operaciones de mantenimiento y conducción. En especial se tendrá en cuenta la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios en los edificios. Se estará a lo dispuesto en UNE 100020 en los aspectos relativos a ventilación, nivel de iluminación, seguridad eléctrica, dimensiones mínimas de la sala, separación entre máquinas para facilitar su mantenimiento así como en lo concerniente a la adecuada protección frente a la humedad exterior y la previsión de un eficaz sistema de desagüe. Las instalaciones de calderas para calefacción y/o ACS con potencia útil superior a 70KW que utilicen combustibles gaseosos cumplirán particularmente lo dispuesto en UNE 60601 y en las disposiciones vigentes sobre instalaciones receptoras de gas.

No tendrán la consideración de salas de máquinas los equipos autónomos de cualquier potencia, tanto de generación de calor como de frío, mediante tratamiento de aire o de agua, preparados para instalar en exteriores, que en todo caso satisfarán los requisitos mínimos de seguridad para las personas y los edificios donde se emplacen y en los que se facilitarán las operaciones de mantenimiento y conducción. En todo caso las salas de máquinas no pueden utilizarse para fines diferentes a los de alojar equipos y aparatos al servicio de la instalación de climatización; y en ellas, además, no podrán realizarse trabajos ajenos a los propios de la instalación. En particular, se prohíbe la utilización de la sala de máquinas como almacén, así como la colocación en la misma de depósitos de almacenamiento de combustibles, salvo cuando lo permita la reglamentación específica que sobre ese combustible pudiera existir.

### 2.2.2.- Tuberías y accesorios

#### 2.2.2.1.- Generalidades

Durante la fase de diseño de una red de fluido portador se procurará conseguir un equilibrio hidráulico de los circuitos. Las conexiones entre equipos con partes en movimiento y tuberías se efectuarán mediante elementos flexibles. En los generadores de calor en ningún caso el caudal podrá ser inferior al que indique el fabricante.

Se procurará que los circuitos de distribución de los fluidos portadores (circuitos secundarios) se dividan teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, las cargas diferenciadas por orientación o servicio, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades

terminales servidas. Se aconseja situar las tuberías, preferiblemente, en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas, especialmente en sus tramos principales, y de sus accesorios, válvulas, instrumentos de regulación y medida y, en su caso, del aislamiento térmico.

### 2.2.2.2.- Alimentación

La alimentación se hará por medio de un dispositivo o aparato que servirá, al mismo tiempo, para reponer, manual o automáticamente, las pérdidas de agua. El dispositivo deberá ser capaz de crear una solución de continuidad en caso de caída de presión en la red de alimentación. Antes del dispositivo de reposición se dispondrá una válvula de retención y un contador, precedidos por un filtro de malla metálica. Las válvulas de interceptación serán del tipo de esfera, asiento o cilindro.

### 2.2.2.3.- Vaciado

Todas las redes de distribución de agua deben estar diseñadas de tal forma que puedan vaciarse total y parcialmente. Los vaciados parciales de la red se harán usualmente por la base de las columnas, a través de un elemento cuyo diámetro será, como mínimo, igual a 20mm. El vaciado total se hará por el punto más bajo de la instalación, cuando éste sea accesible.

La conexión entre la válvula de vaciado y el desagüe se hará de tal forma que el paso de agua resulte visible. Se emplearán válvulas de esfera, asiento o cilindro, que se protegerán adecuadamente contra maniobras accidentales. El vaciado de agua con aditivos peligrosos para la salud se hará en un depósito de recogida para su posterior tratamiento.

### 2.2.2.4.- Expansión

Los circuitos cerrados de agua o soluciones acuosas estarán equipados de un dispositivo de expansión de tipo cerrado. El uso de vasos de expansión abiertos está limitado a sistemas de potencia térmica inferior a 70 kW. En vasos de expansión cerrados, si el gas de presurización es aire, el colchón elástico no podrá estar en contacto directo con el fluido portador. Los sistemas de expansión se diseñarán de acuerdo con UNE 100157.

### 2.2.2.5.- Dilatación

Las dilataciones a las que están sometidas las tuberías al aumentar la temperatura del fluido se deben compensar a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, donde se concentran los esfuerzos de dilatación y contracción, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos.

En las salas de máquinas se pueden aprovechar los frecuentes cambios de dirección, con curvas de largo radio, para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar las variaciones de longitud. Sin embargo, en los tendidos de gran longitud, tanto horizontales como verticales, deben compensarse los movimientos de las tuberías por medio de compensaciones de dilatación.

Los dilatadores se diseñarán y calcularán de acuerdo con lo establecido en UNE 100156. En el caso de utilización de tuberías de materiales plásticos se tendrán en cuenta los códigos de buena práctica UNE 53394, UNE 53399 y UNE 53495/2.

### 2.2.2.6.- Golpe de ariete

Para prevenir los efectos de golpes de ariete, provocados por la rápida apertura o cierre de elementos tales como las válvulas de cierre rápido o la puesta en marcha de bombas, deben instalarse elementos amortiguadores en los puntos cercanos a los elementos que los provocan.

En diámetros mayores que 4 mm se evitará el empleo de válvulas de retención del tipo de clapeta. En diámetros mayores que 150mm las válvulas de retención se sustituirán por válvulas de mariposa motorizadas con acción todo-nada y tiempo de actuación lento.

### 2.2.2.7.- Filtración

Todas las bombas y válvulas automáticas deben protegerse por medio de filtros de malla o tela metálica, situados aguas arriba del elemento a proteger.

## 2.2.3.- Aislamiento térmico

Los aparatos, equipos y conducciones de las instalaciones de climatización y agua caliente para usos sanitarios deben estar aislados térmicamente con el fin de evitar consumos energéticos superfluos y conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de producción, así como para poder cumplir las condiciones de seguridad para evitar contactos accidentales con superficies calientes.

Las pérdidas térmicas de cada subsistema serán calculadas y tenidas en cuenta para el dimensionado de los equipos de movimiento de los fluidos portadores, cambiadores de calor y equipo de producción de energía térmica. Los espesores de los revestimientos para el aislamiento térmico de los aparatos, los equipos y las conducciones deben cumplir las exigencias establecidas en el Apéndice 03.1.

Las características de los materiales utilizados para el aislamiento térmico y como barrera contra el vapor y su colocación deben cumplir con lo especificado en UNE 100171. Los materiales utilizados para el revestimiento interior de los conductos de chapa, sus espesores y su colocación deben cumplir con lo especificado en UNE 100172. Los equipos y aparatos que estén aislados por el fabricante cumplirán la normativa específica existente al respecto.

## 2.2.4.- Control

### 2.2.4.1.- Generalidades

Todas las instalaciones de climatización y calefacción estarán dotadas de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los locales las condiciones de diseño previstas, ajustando, al mismo tiempo, los consumos de energía a las variaciones de la carga térmica.

Las válvulas de control automático se seleccionarán con un valor  $K_v$  tal que la pérdida de carga que se produce en la válvula abierta esté comprendida entre el margen de 0,60 a 1,30 veces la pérdida de carga del elemento o circuitos que se pretende controlar, cuando a través de la serie válvula-elementos o circuito controlado pase el caudal máximo de proyecto. Quedan excluidas de este criterio de diseño las válvulas automáticas que se deban dimensionar en función de la presión diferencial. El rearme automático de dispositivos de seguridad sólo se permitirá cuando se indique expresamente en estas instrucciones técnicas.

### 2.2.4.2.- Instalaciones de climatización y calefacción

El control del tipo todo-nada está limitado a los casos siguientes:

- 1) para controlar límites de seguridad.
- 2) Para controlar la temperatura de ambientes servidos por aparatos unitarios.
- 3) Para regular la velocidad de ventiladores de unidades terminales.
- 4) Para controlar la emisión térmica de generadores en instalaciones individuales.
- 5) Para controlar el funcionamiento de la ventilación de salas de máquinas en las que se disponga de ventilación forzada.

Los sistemas de calefacción y climatización formados por diferentes subsistemas deben disponer de los dispositivos necesarios para dejar fuera de servicio cada uno de los subsistemas en función del régimen de ocupación, sin afectar al resto de la instalación.

Cada unidad terminal de una instalación de calefacción tendrá un dispositivo manual de interrupción de las aportaciones térmicas. Este dispositivo podrá ser el mismo que se utilice para el equilibrado del sistema, si es de tipo adecuado.

El equipamiento mínimo de aparatos de control que deberán tener los diferentes tipos de instalaciones de climatización es el que se indica a continuación. Las instalaciones unitarias e individuales estarán dotadas de un dispositivo de regulación con un termostato o con un regulador actuado por la señal de una sonda de temperatura, situado en el local de mayor carga térmica o en el más característico.

En instalaciones del tipo todo-agua en instalaciones colectivas para edificios de viviendas deben disponerse los controles siguientes:

- 1) Para agua refrigerada: temperatura fija.
- 2) Para agua caliente en instalaciones equipadas de:
  - Calderas de alto rendimiento: temperatura en función de la temperatura exterior en el agua que circula en las calderas, con el límite inferior indicado por el fabricante.
  - Calderas convencionales: temperatura en función de la temperatura exterior solamente en los circuitos secundarios.
  - Bombas de calor: temperatura fija o variable en función de la temperatura exterior.
- 3) Cada unidad terminal tendrá un dispositivo de control de la temperatura del ambiente y otro para la regulación de la velocidad del ventilador, de dos marchas como mínimo (todo-poco-nada).

Cada unidad terminal tendrá un dispositivo de control de la temperatura del ambiente y otro para la regulación de la velocidad del ventilador, de dos marchas como mínimo (todo-poco-nada). En el tramo de acometida de estas instalaciones se instalará un dispositivo de regulación todo-nada controlado por un termostato, además de los dispositivos de contabilización de consumo a los que se



refiere el apartado 02.13, precedidos ambos por un filtro, y válvulas de corte, una de ellas precintable, que permita la interrupción del servicio a cada vivienda desde el exterior de la misma.

Nota: Las instalaciones de calefacción limitarán los controles especificados a aquellos elementos de los que dispongan. Hay controles para elementos de una instalación de climatización que no están presentes en las de calefacción.

### 2.2.4.3.- Instalaciones centralizadas de producción de agua caliente para usos sanitarios

Las instalaciones de preparación de ACS de tipo centralizado estarán equipadas, por lo menos, con los siguientes elementos de control de tipo proporcional:

- a) Control y limitación de la temperatura del agua acumulada.
- b) Control de la temperatura del agua a la entrada de la red de distribución, cuando sea diferente de la de almacenamiento

Estas instalaciones contarán con un dispositivo que permita la interrupción del servicio desde el exterior de los locales.

### 2.2.4.4.- Salas de máquinas

En las salas de máquinas con ventilación forzada se instalará un interruptor de flujo con rearme manual que actúe sobre el funcionamiento de la sala. En las salas de calderas situadas en cubierta se instalará un presostato o interruptor de flujo de agua.

## 2.2.5.- Medición

Todos los parámetros que intervienen de forma fundamental en el funcionamiento de una instalación, como temperatura, presión, caudal, humedad, etc., deben disponer de los correspondientes elementos de medición de sus magnitudes. El número y ubicación de dichos elementos en los circuitos o componentes de la instalación han de permitir medir, de forma continua y permanente, el valor instantáneo de cada magnitud, antes y después de cada proceso que lleve implícito su variación.

Los aparatos de medición pueden estar provistos de una escala de lectura en el mismo lugar de emplazamiento del elemento sensible o estar acoplados a un aparato a distancia de lectura, de registro o de lectura y registro. La lectura de una magnitud podrá efectuarse, también, aprovechando las señales de los aparatos de control; en este caso, la instalación dispondrá, como mínimo, de un dispositivo permanente de lectura. En el caso de medida de temperatura en circuitos de agua, el sensor penetrará en el interior de la tubería o equipo a través de una vaina, que estará rellena de una sustancia conductora de calor. No se permite el uso de termómetros de contacto.

La medida de presión en circuitos de agua en lugares cercanos a equipos en movimiento, se hará con manómetros equipados de dispositivos de amortiguación de las oscilaciones de la aguja indicadora. La escala de cualquier aparato de medición debe ser tal que el valor medio de la magnitud a medir esté comprendido en su tercio central. Los aparatos de medida se situarán en lugares visibles y fácilmente accesibles para su entretenimiento y sustitución y el tamaño de la escala será suficiente para que la lectura pueda realizarse sin esfuerzo.

En instalaciones de potencia térmica superior a 70KW, el equipamiento mínimo de aparatos de medición, indicadores o registradores, será el siguiente:

- a) Colectores de retorno: un termómetro.
- b) Vasos de expansión cerrados: un manómetro.
- c) Aparatos de transferencia térmica de refrigerantes, gases de combustión, vapor, etc., a un fluido portador líquido: un termómetro dispuesto en el punto de entrada y otro en el de salida del fluido portador.
- d) Chimeneas: un pirómetro (o pirostato con indicador).
- e) Intercambiadores de maquinaria frigorífica: un manómetro para lectura diferencial.
- f) Circuitos secundarios de distribución de un fluido portador: un termómetro dispuesto en la impulsión y otro en el retorno.
- g) Bombas: un manómetro para lectura diferencial
- h) Baterías de transferencia térmica: dos termómetros en las tuberías del fluido portador y dos en el circuito de aire.
- i) Válvulas automáticas: dos tomas para la medida de la pérdida de presión
- j) Recuperadores de calor: cuatro termómetros dispuestos en las entradas y salidas de los fluidos

Se incorporarán dispositivos para el registro de las horas de funcionamiento de los equipos siguientes:

- a) Generadores de calor y frío cuya potencia térmica sea mayor que 100 kW
- b) Bombas y ventiladores cuya potencia eléctrica sea mayor que 20 kW

Se dispondrán dispositivos para la medición de la energía térmica generada en centrales de potencia superior a 1.000 kW.

### **2.2.6.- Contabilización de consumos**

Las instalaciones de climatización, calefacción y/o ACS en edificios previstos para múltiples usuarios dispondrán de algún sistema que permita repartir los gastos correspondientes a estos servicios, en función del consumo de calor, de frío y de agua caliente sanitaria de cada usuario. El sistema previsto, permitirá regular los consumos así como interrumpir los servicios desde el exterior de los locales.

En particular, en las instalaciones centralizadas de climatización y de calefacción en edificios de viviendas, se instalará, en el tramo de acometida, un contador de energía térmica, que permita la medida del consumo de cada vivienda desde el exterior de la misma.

### **2.2.7.- Chimeneas y conductos de humos**

Los conductos de humos se utilizarán para la evacuación de los productos de la combustión generada y su diseño se efectuará a partir del caudal previsible. Los equipos de potencia superior a 500KW tendrán un conducto de humos independiente. Se considera adecuado el diseño de las chimeneas y conductos de humos para la evacuación al exterior de los productos de la combustión de

los generadores de calor realizado según la norma UNE 123001.

### **2.2.8.- Requisitos de seguridad**

#### *2.2.8.1.- Instalaciones eléctricas*

Los aparatos de calefacción eléctrica directa y los de calefacción eléctrica con acumulación cumplirán en su montaje e instalación las exigencias de seguridad (rigidez dieléctrica, aislamiento eléctrico, características constructivas y reglas de montaje) establecidas en su reglamentación específica.

#### *2.2.8.2.- Superficies calientes*

Ninguna superficie de la instalación con la que exista posibilidad de contacto accidental, salvo las superficies de elementos emisores de calor, podrá tener una temperatura superior a 60 °C, debiéndose proceder, en caso necesario, a su protección, sin perjuicio del cumplimiento de la reglamentación aplicable a los aparatos y equipos cubiertos por la reglamentación específica de seguridad en materia de baja tensión y aparatos de gas.

#### *2.2.8.3.- Circuitos cerrados*

En circuitos a presión se instalarán manómetros indicadores en los lados de alta y baja presión de cada válvula reductora. En todos los circuitos cerrados de líquidos o vapores se dispondrá, por lo menos, una válvula de seguridad cuya apertura impida el aumento de la presión interior por encima de la de timbre. Su descarga será visible y estará conducida a un lugar seguro. La válvula de seguridad debe tener, para su control y mantenimiento, un dispositivo de accionamiento manual tal que, cuando sea accionado, no modifique el tarado de la misma.

En los circuitos en contacto con la atmósfera dicha válvula puede ser sustituida por un tubo de seguridad. Los dispositivos de seguridad deben diseñarse de acuerdo con las prescripciones que se establezcan en UNE 100157. Las características de las válvulas de seguridad de calderas de vapor cumplirán con lo especificado en UNE 9100.

#### *2.2.8.4.- Generadores de calor*

Los generadores de calor estarán dotados de dispositivos que impidan que se alcancen temperaturas o presiones mayores que las de timbre. Uno de estos dispositivos debe ser de tipo proporcional o de escalones y servirá para regular la emisión de calor en función de la demanda térmica del fluido portador, otro dispositivo será de seguridad y debe tener rearme manual.

Los generadores de calor situados en el interior de locales tendrán un dispositivo de corte del quemador en caso de retroceso de los productos de combustión hacia el interior. Los generadores de calor que utilicen gas como combustible cumplirán en todo caso su reglamentación específica, así como la reglamentación de aparatos a presión que les sea aplicable.

#### *2.2.8.5.- Indicaciones de seguridad en salas de máquinas*

En el interior de la sala de máquinas figurará un cuadro con las indicaciones siguientes:

- 1) Instrucciones para efectuar la parada de la instalación en caso necesario, con señal de alarma de urgencia y dispositivo de corte rápido.
- 2) El nombre, dirección y número de teléfono de la persona o entidad encargada del mantenimiento de la instalación.
- 3) La dirección y número de teléfono del servicio de bomberos más próximo, y del responsable del edificio.
- 4) Indicación de los puestos de extinción y extintores cercanos.
- 5) Plan de emergencia y evacuación del edificio.

### 2.2.8.6.- *Protección contra incendios en salas de máquinas*

Las salas de calderas cumplirán las condiciones de protección contra incendio que establece la norma básica vigente sobre condiciones de protección contra incendios en los edificios, para los recintos de riesgo especial. A tales efectos se asignan los siguientes grados de riesgo a dichas salas:

- Riesgo bajo, cuando la potencia útil conjunta esté comprendida entre 70KW y 600KW
- Riesgo medio, cuando la potencia útil conjunta sea mayor que 600KW.

Asimismo los conductos de ventilación (entrada y salida de aire) y de extracción de aire de la sala de calderas cumplirán las condiciones que especifique la mencionada norma. La distancia a una salida desde todo punto de la sala ocupable por una persona no será mayor que 15m. En edificios ya construidos las salas de calderas de riesgo medio podrán carecer de vestíbulo previo en los accesos en los casos en los que no sea posible su colocación. En estos casos, la resistencia al fuego de la puerta o puertas de paso será como mínimo RF-120.

### 2.2.8.7.- *Prevención de la corrosión*

El mantenimiento de la funcionalidad de las instalaciones durante el período de vida económicamente razonable requiere adoptar determinadas medidas durante la etapa de diseño con el fin de prevenir la corrosión de todos aquellos elementos o partes de las instalaciones susceptibles de sufrir este fenómeno físico-químico. A estos efectos deberán tenerse en consideración además de las reglas del estado del arte los criterios aportados por el Informe técnico UNE 100050 para prevenir los fenómenos de la corrosión de estas instalaciones.

## **2.3.- Montaje**

### **2.3.1.- Generalidades**

El montaje de las instalaciones deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica ITE 11. Las normas han de entenderse como la exigencia de que los trabajos de montaje, pruebas y limpieza se realicen correctamente de forma que:

- 1) La instalación, a su entrega, cumpla con los requisitos que señala el capítulo segundo del RITE.
- 2) La ejecución de las tareas parciales interfiera lo menos posible con el trabajo de otros oficios.

Es responsabilidad de la empresa instaladora el cumplimiento de la buena práctica desarrollada, cuya observancia escapa normalmente a las especificaciones del proyecto de la instalación.

### *2.3.1.1.- Protección*

Durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados se deberán proteger todos los materiales de desperfectos y daños, así como de la humedad. Las aberturas de conexión de todos los aparatos y equipos deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pinturas antioxidantes, grasas o aceites que deberán ser eliminados en el momento del acoplamiento. Especial cuidado se tendrá hacia los materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, aparatos de control y medida, etc., que deberán quedar especialmente protegidos.

### *2.3.1.2.- Limpieza*

Durante el curso del montaje de las instalaciones se deberán evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, como embalajes, retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, etc. Asimismo, al final de la obra, se deberán limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales, equipos de salas de máquinas, instrumentos de medida y control cuadros eléctricos, etc., dejándolos en perfecto estado.

### *2.3.1.3.- Ruidos y vibraciones*

Toda instalación debe funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos establecidos. Las correcciones que deban introducirse en los equipos para reducir su ruido o vibración deben adecuarse a las recomendaciones del fabricante del equipo y no deben reducir las necesidades mínimas especificadas en proyecto.

### *2.3.1.4.- Accesibilidad*

Los elementos de medida, control, protección y maniobra se deben instalar en lugares visibles y fácilmente accesibles, sin necesidad de desmontar ninguna parte de la instalación, particularmente cuando cumpla funciones de seguridad. Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento deben situarse en emplazamientos que permitan la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la reglamentación vigente y las recomendaciones del fabricante.

Para aquellos equipos dotados de válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control, etc., que, por alguna razón, deban quedar ocultos, se preverá un sistema de acceso fácil por medio de puertas, mamparas, paneles u otros elementos. La situación exacta de estos elementos de acceso será suministrada durante la fase de montaje y quedará reflejada en los planos finales de la instalación.

### 2.3.1.5.- Señalización

Las conducciones de la instalación deben estar señalizadas con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de las mismas o de su aislamiento térmico, en el caso de que lo tengan, de acuerdo con lo indicado en UNE 100100. En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores, junto al esquema de principio de la instalación.

### 2.3.1.6.- Identificación de la instalación

Al final de la obra los aparatos, equipos y cuadros eléctricos que no vengan reglamentariamente identificados con placa de fábrica, deben marcarse mediante una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán el nombre y las características técnicas del elemento. En los cuadros eléctricos los bornes de salida deben tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

La información contenida en las placas debe escribirse en lengua castellana, por lo menos, y con caracteres indelebles y claros, de altura no menor que 5mm. Las placas se situarán en un lugar visible y se fijarán mediante remaches, soldadura o material adhesivo resistente a las condiciones ambientales.

## 2.3.2.- Tuberías y accesorios

### 2.3.2.1.- Generalidades

Antes del montaje, debe comprobarse que las tuberías no estén rotas, dobladas, aplastadas, oxidadas o dañadas de cualquier manera. Las tuberías se instalan de forma ordenada, disponiéndolas, siempre que sea posible, paralelamente a tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a elementos estructurales del edificio salvo las pendientes que deben darse a los elementos horizontales.

La separación entre la superficie exterior del recubrimiento de una tubería y cualquier otro elemento será tal que permita la manipulación y el mantenimiento del aislante térmico, si existe, así como de válvulas, purgadores, aparatos de medida y control, etc. El órgano de mando de las válvulas no deberá interferir con el aislante térmico de la tubería. Las válvulas roscadas y las de mariposa deben estar perfectamente acopladas a las tuberías, de forma que no haya interferencias entre éstas y el obturador.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de sección y derivaciones se realizará sin forzar las tuberías, empleando los correspondientes accesorios o piezas especiales. Para la realización de cambios de dirección se utilizarán preferentemente piezas especiales, unidas a las tuberías mediante rosca, soldadura, encolado o bridas. Cuando las curvas se realicen por cintrado de la tubería, la sección transversal no podrá reducirse ni deformarse; la curva podrá hacerse corrugada para conferir mayor flexibilidad. El cintrado se hará en caliente cuando el diámetro sea mayor que DN 50 y en los tubos de acero soldado se hará de forma que la soldadura longitudinal coincida con la fibra neutra de la curva.

El radio de curvatura será el máximo que permita el espacio disponible. Las derivaciones deben formar un ángulo de 45 grados entre el eje del ramal y el eje de la tubería principal. El uso de codos o derivaciones con ángulos de 90 grados está permitido solamente cuando el espacio disponible no deje otra alternativa o cuando se necesite equilibrar un circuito.

### 2.3.2.2.- Conexiones

Las conexiones de los equipos y los aparatos a las tuberías se realizarán de tal forma que entre la tubería y el equipo o aparato no se transmita ningún esfuerzo, debido al peso propio y las vibraciones. Las conexiones deben ser fácilmente desmontables a fin de facilitar el acceso al equipo en caso de reparación o sustitución. Los elementos accesorios del equipo, tales como válvulas de interceptación y de regulación, instrumentos de medida y control, manguitos amortiguadores de vibraciones, filtros, etc., deberán instalarse antes de la parte desmontable de la conexión, hacia la red de distribución. Se admiten conexiones roscadas de las tuberías a los equipos o aparatos solamente cuando su diámetro sea igual o menor que DN 50.

### 2.3.2.3.- Uniones

Según el tipo de tubería empleada y la función que ésta deba cumplir, las uniones pueden realizarse por soldadura, encolado, rosca, brida, compresión mecánica o junta elástica. Los extremos de las tuberías se prepararán de forma adecuada al tipo de unión que se debe realizar. Antes de efectuar una unión, se repararán y limpiarán los extremos de los tubos para eliminar las rebabas que se hubieran formado al cortarlos o aterrararlos y cualquier otra impureza que pueda haberse depositado en el interior o en la superficie exterior, utilizando los productos recomendados por el fabricante.

La limpieza de las superficies de las tuberías de cobre y de materiales plásticos debe realizarse de forma esmerada, ya que de ella depende la estanquidad de la unión. Las tuberías se instalarán siempre con el menor número posible de uniones; en particular, no se permite el aprovechamiento de recortes de tuberías en tramos rectos. Entre las dos partes de las uniones se interpondrá el material necesario para la obtención de una estanquidad perfecta y duradera, a la temperatura y presión de servicio. Cuando se realice la unión de dos tuberías, directamente o a través de un accesorio, aquéllas no deben forzarse para conseguir que los extremos coincidan en el punto de acoplamiento, sino que deben haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

No deberán realizarse uniones en el interior de los manguitos que atraviesen muros, forjado u otros elementos estructurales. Los cambios de sección en las tuberías horizontales se efectuarán con manguitos excéntricos y con los tubos enrasados por la generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire. En las derivaciones horizontales realizadas en tramos horizontales se enrasarán las generatrices superiores del tubo principal y del ramal. No se permite la manipulación en caliente a pie de obra de tuberías de materiales plásticos, salvo para la formación de abocardados y en el caso de que se utilicen los tipos de plástico adecuados para la soldadura térmica.

El acoplamiento de tuberías de materiales diferentes se hará por medio de bridas; si ambos materiales son metálicos, la junta será dieléctrica. En los circuitos abiertos, el sentido de flujo del agua debe ser siempre desde el tubo de material menos noble hacia el material más noble. Para instalaciones de suministro de gas por canalización se observarán las exigencias contenidas en la reglamentación específica.

### 2.3.2.4.- Pendientes

La colocación de la red de distribución del fluido caloportador se hará siempre de manera que se evite la formación de bolsas de aire. En los tramos horizontales las tuberías tendrán una pendiente ascendente hacia el purgador más cercano o hacia el vaso de expansión, cuando éste sea de tipo abierto y, preferentemente, en el sentido de circulación del fluido. El valor de la pendiente será igual al 0,2% como mínimo, tanto cuando la instalación esté fría como cuando esté caliente.

No obstante, cuando, como consecuencia de las características de la obra, tengan que instalarse tramos con pendientes menores que las anteriormente señaladas, se utilizarán tuberías de diámetro inmediatamente mayor que el calculado.

### 2.3.2.5.- Purgas

La eliminación del aire en los circuitos se obtendrá de forma distinta según el tipo de circuito. En los circuitos cerrados, donde se crean puntos altos debidos al trazado (finales de columnas, conexiones a unidades terminales, etc.) o a las pendientes mencionadas anteriormente, se instalarán purgadores que eliminen el aire que allí se acumule, preferentemente de forma automática. Los purgadores deben ser accesibles y la salida de la mezcla aire-agua debe conducirse, salvo cuando estén instalados sobre ciertas unidades terminales, de forma que la descarga sea visible. Sobre la línea de purga se instalará una válvula de interceptación, preferentemente de esfera o de cilindro. En las salas de máquinas los purgadores serán, preferentemente, de tipo manual, con válvulas de esfera o cilindro como elementos de actuación. Su descarga debe conducirse a un colector común, de tipo abierto, en el que se situarán las válvulas de purga, en un lugar visible y accesible.

### 2.3.2.6.- Soportes

Para el dimensionado, y la disposición de los soportes de tuberías se seguirán las prescripciones marcadas en las normas UNE correspondientes al tipo de tubería. En particular, para las tuberías de acero, se seguirán las prescripciones marcadas en la instrucción UNE 100152. Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos debe interponerse un material flexible no metálico, de dureza y espesor adecuados. Para las tuberías preaisladas, en instalaciones aéreas o enterradas, se seguirán las instrucciones que al respecto dicte el fabricante de las mismas.

## 2.4.- Pruebas, puesta en marcha y recepción

### 2.4.1.- Generalidades

La empresa instaladora dispondrá de los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación. Las pruebas parciales estarán precedidas por una comprobación de los materiales en el momento de su recepción en obra. Una vez que la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y haya sido ajustada y equilibrada conforme a lo indicado en UNE 100010, deben realizarse como mínimo las pruebas finales del conjunto de la instalación que se indican a continuación, independientemente de aquellas otras que considere necesarias el director de la obra. Todas las pruebas se efectuarán en presencia del director de obra o persona en quien delegue, quien deberá dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados.

### 2.4.2.- Limpieza interior de redes de tuberías

Las redes de distribución de agua deben ser limpiadas internamente antes de efectuar las pruebas hidrostáticas y la puesta en funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño. Las tuberías, accesorios y válvulas deben ser examinados antes de su instalación y, cuando sea necesario, limpiados. Las redes de distribución de fluidos portadores deben ser limpiadas internamente antes de su llenado definitivo para la puesta en funcionamiento para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.



Durante el montaje se evitará la introducción de materias extrañas dentro de las tuberías, los aparatos y los equipos protegiendo sus aberturas con tapones adecuados. Una vez completada la instalación de una red, ésta se llenará con una solución acuosa de un producto detergente, con dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito, cuya concentración será establecida por el fabricante.

A continuación, se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejará circular el agua durante dos horas, por lo menos. Posteriormente, se vaciará totalmente la red y se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación. En el caso de redes cerradas destinadas a la circulación de fluidos con temperatura de funcionamiento menor que 100 °C, se medirá el pH del agua del circuito.

Si el pH resultara menor que 7,5 se repetirá la operación de limpieza y enjuague tantas veces como sea necesario. A continuación se pondrá en funcionamiento la instalación con sus aparatos de tratamiento. Los filtros de malla metálica puestos para protección de las bombas se dejarán en su sitio por lo menos durante una semana de funcionamiento, hasta que se compruebe que ha sido completada la eliminación de las partículas más finas que puede retener el tamiz de la malla. Sin embargo, los filtros para protección de válvulas automáticas, contadores, etc., se dejarán en su sitio.

### **2.4.3.- Comprobación de la ejecución**

Independientemente de los controles de recepción y de las pruebas parciales realizados durante la ejecución, se comprobará la correcta ejecución del montaje y la limpieza y cuidado en el buen acabado de la instalación. Se realizará una comprobación del funcionamiento de cada motor eléctrico y de su consumo de energía en las condiciones reales de trabajo, así como de todos los cambiadores de calor, climatizadores, calderas, máquinas frigoríficas y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica, anotando las condiciones de funcionamiento.

### **2.4.4.- Pruebas**

#### *2.4.4.1.- Pruebas hidrostáticas de redes de tuberías*

Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanquidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante. Independientemente de las pruebas parciales a que hayan sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, debe efectuarse una prueba final de estanquidad de todos los equipos y conducciones a una presión en frío equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 6bar, de acuerdo a UNE 100151.

Las pruebas requieren, inevitablemente, el taponamiento de los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de tal manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños. Posteriormente se realizarán pruebas de circulación de agua, poniendo las bombas en marcha, comprobando la limpieza de los filtros y midiendo presiones y, finalmente, se realizará la comprobación de la estanquidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen. Por último, se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.

#### *2.4.4.2.- Pruebas de libre dilatación*

Una vez que las pruebas anteriores hayan sido satisfactorias y se hayan comprobado hidrostáticamente los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con calderas se llevarán hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la

actuación de los aparatos de regulación automática. Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará visualmente que no han tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

### **2.4.5.- Puesta en marcha y recepción**

#### *2.4.5.1.- Certificado de la instalación*

Para la puesta en funcionamiento de la instalación es necesaria la autorización del organismo territorial competente, para lo que se deberá presentar ante el mismo un certificado suscrito por el director de la instalación, cuando sea preceptiva la presentación del proyecto y por un instalador, que posea carné, de la empresa que ha realizado el montaje.

En el certificado se expresará que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto presentado y registrado por el organismo territorial competente y que cumple con los requisitos exigidos en este reglamento y sus instrucciones técnicas. Se harán constar también los resultados de las pruebas a que hubiese lugar.

#### *2.4.5.2.- Recepción provisional*

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios en presencia del director de la obra, se procederá al acto de recepción provisional de la instalación con el que se dará por finalizado el montaje de la instalación. En el momento de la recepción provisional, la empresa instaladora deberá entregar al director de la obra la documentación siguiente:

- Una copia de los planos de la instalación realmente ejecutada, en la que figuren, como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de la sala de máquinas y los planos de plantas, donde debe indicarse el recorrido de las conducciones de distribución de todos los fluidos y la situación de las unidades terminales.
- Una memoria descriptiva de la instalación realmente ejecutada, en la que se incluyan las bases del proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de los materiales y los equipos empleados, en la que se indique el fabricante, la marca, el modelo y las características de funcionamiento, junto con catálogos y con la correspondiente documentación de origen y garantía.
- Los manuales con las instrucciones de manejo, funcionamiento y mantenimiento, junto con la lista de repuestos recomendados.
- Un documento en el que se recopilen los resultados de las pruebas realizadas.
- El certificado de la instalación firmado.

El director de obra entregará los mencionados documentos, una vez comprobado su contenido y firmado el certificado, al titular de la instalación, quien lo presentará a registro en el organismo territorial competente. En cuanto a la documentación de la instalación se estará además a lo dispuesto en la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y disposiciones que la desarrollan.

### 2.4.5.3.- Recepción definitiva y garantía

Transcurrido el plazo de garantía, que será de un año si en el contrato no se estipula otro de mayor duración, la recepción provisional se transformará en recepción definitiva, salvo que por parte del titular haya sido cursada alguna reclamación antes de finalizar el período de garantía. Si durante el período de garantía se produjesen averías o defectos de funcionamiento, éstos deberán ser subsanados gratuitamente por la empresa instaladora, salvo que se demuestre que las averías han sido producidas por falta de mantenimiento o uso incorrecto de la instalación.

## 2.5.- Mantenimiento

### 2.5.1.- Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo) por un período de tiempo al menos igual que el de la garantía. El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie útil homologada inferior o igual a 20m<sup>2</sup>, y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficies superiores a 20m<sup>2</sup>.

Las medidas a tomar en el caso de que en algún mes del año el aporte solar sobrepase el 110 % de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100 % son las siguientes:

- Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, habrá de ser repuesto por un fluido de características similares, debiendo incluirse este trabajo en su caso entre las labores del contrato de mantenimiento.
- Tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que sigue atravesando el captador).
- Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes o redimensionar la instalación con una disminución del número de captadores. En el caso de optarse por las soluciones expuestas en los puntos anteriores, deberán programarse y detallarse dentro del contrato de mantenimiento las visitas a realizar para el vaciado parcial / tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iniciales. Estas visitas se programarán de forma que se realicen una antes y otra después de cada período de sobreproducción energética. También se incluirá dentro del contrato de mantenimiento un programa de seguimiento de la instalación que prevendrá los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos producidos en los citados períodos y en cualquier otro período del año.

### 2.5.2.- Programa de mantenimiento

Se definen tres escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma:

- a) Vigilancia
- b) Mantenimiento preventivo
- c) Mantenimiento correctivo

2.5.2.1.- Vigilancia

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Será llevado a cabo, normalmente, por el usuario, que asesorado por el instalador, observará el correcto comportamiento y estado de los elementos, y tendrá un alcance similar al descrito en la tabla de la figura 71.

	Operación	Frecuencia	Descripción (*)
Captadores	Limpieza	A determinar	Con agua y productos adecuados.
	Cristales	3 meses	IV - Condensaciones, sustitución.
	Juntas	3 meses	IV - Agrietamiento y deformaciones.
	Absorbedor	3 meses	IV - Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3 meses	IV - Fugas.
Circuito primario	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6 meses	IV - Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3 meses	Vaciar el aire del botellín.
Circuito secundario	Tratamiento anti-Legionella	12 meses	Aplicación procedimiento de desinfección con cloro o térmico recogido en el Anexo 3 del RD 909/2001.
	Tubería y aislamiento	6 meses	IV - Ausencia de humedad y fugas.

Fig. 71. Pautas para una correcta vigilancia de la instalación

2.5.2.2.- Mantenimiento preventivo

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma. El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para aquellas instalaciones con una superficie de captación inferior a 20m<sup>2</sup> y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20m<sup>2</sup>.

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico especializado que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas, así como el mantenimiento correctivo. El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia menor de 5kW y semestral para el resto).

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil.

En las tablas siguientes se definen las operaciones de mantenimiento preventivo que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica, la periodicidad mínima establecida (en meses) y descripciones en relación con las prevenciones a observar.

*Sistema de captación.*

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Descripción</i>
Captadores	6 meses	IV - Diferencias sobre original.
		IV - Diferencias entre captadores.
Cristales	6 meses	IV - Condensaciones y suciedad.
Juntas de degradación	6 meses	IV - Agrietamientos, deformaciones.
Absorbedor	6 meses	IV - Corrosión, deformaciones.
Carcasa	6 meses	IV - Deformación, oscilaciones, ventanas de respiración.
Conexiones	6 meses	IV - Aparición de fugas.
Estructura	6 meses	IV - Degradación, indicios de corrosión; apriete de tornillos.

*Sistema de acumulación.*

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Descripción</i>
Depósito	24 meses	Presencia de lodos en fondo.
Ánodos de sacrificio	12 meses	Comprobación del desgaste.
Aislamiento	12 meses	Comprobar que no hay humedad.

*Sistema de intercambio.*

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Descripción (*)</i>
Intercambiador de placas	12 meses	CF - Eficiencia y prestaciones.
	60 meses	Limpieza.
Intercambiador de serpentín	12 meses	CF - Eficiencia y prestaciones.
	60 meses	Limpieza.

*Circuito hidráulico.*

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Descripción</i>
Fluido refrigerante	12 meses	Comprobar su densidad y pH.
Estanquidad	24 meses	Efectuar prueba de presión.
Aislamiento exterior	6 meses	IV - Degradación protección uniones y ausencia de humedad.
Aislamiento interior	12 meses	IV - Uniones y ausencia de humedad.
Purgador automático	12 meses	CF y limpieza.
Purgador manual	6 meses	Vaciar el aire del botellín.
Bomba	12 meses	Estanquidad.
Vaso de expansión cerrado	6 meses	Comprobación de la presión.
Vaso de expansión abierto	6 meses	Comprobación del nivel.
Sistema de llenado	6 meses	CF - Actuación.
Válvula de corte	12 meses	CF - Actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento.
Válvula de seguridad	12 meses	CF - Actuación.

*Sistema eléctrico y de control.*

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Descripción</i>
Cuadro eléctrico	12 meses	Comprobar que está bien cerrado para que no entre polvo.
Control diferencial	12 meses	CF - Actuación.
Termostato	12 meses	CF - Actuación.

*Sistema de energía auxiliar.*

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Descripción</i>
Sistema auxiliar	12 meses	CF - Actuación.
Sondas de temperatura	12 meses	CF - Actuación.

Fig. 72. Pautas para un mantenimiento preventivo de la instalación

Dado que el sistema de energía auxiliar no forma parte del sistema de energía solar propiamente dicho, sólo será necesario realizar actuaciones sobre las conexiones del primero a este último, así como la verificación del funcionamiento combinado de ambos sistemas. Se deja un mantenimiento más exhaustivo para la empresa instaladora del sistema auxiliar.

### *2.5.2.3.- Mantenimiento correctivo*

Son operaciones realizadas como consecuencia de la detección de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación, en el plan de vigilancia o en el de mantenimiento preventivo.

Incluye la visita a la instalación cada vez que el usuario así lo requiera por avería grave de la instalación, así como el análisis y presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.

Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias.

### **2.5.3.- Garantías**

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación. Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía. Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante. Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con las mismas. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la ejecución del aval prestado y de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo de:

- 24 horas, si se interrumpe el suministro de agua caliente, procurando establecer un servicio mínimo hasta el correcto funcionamiento de ambos sistemas (solar y de apoyo).
- 48 horas, si la instalación solar no funciona.
- Una semana, si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador. El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

### **2.5.4.- Comprobación de la instalación**

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales, éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad, serán como mínimo las siguientes:

- 1) Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- 2) Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- 3) Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación.
- 4) Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con lo especificado.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la recepción provisional de la instalación. No obstante, el acta de recepción provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- 1) Entrega de toda la documentación requerida.
- 2) Retirada de obra de todo el material sobrante.
- 3) Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación. Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los paneles solares, para los que la garantía será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

### **2.6.- Instalaciones individuales**

#### **2.6.1.- Objeto y ámbito de aplicación**

Esta instrucción fija las condiciones particulares que deben cumplir las instalaciones individuales de potencia térmica nominal menor que 70 kW. Para potencias iguales o superiores a dicho límite se estará a lo fijado para las instalaciones centralizadas.

#### **2.6.2.- Generadores de calor**

La potencia del generador destinado solamente al servicio de calefacción se ajustará a la potencia demandada por tal servicio, dentro de la gama disponible en el mercado. La preparación de agua caliente para usos sanitarios se podrá realizar con generadores independientes o con generadores mixtos para el servicio de calefacción y agua caliente sanitaria.

Los generadores mixtos tendrán dos niveles de potencia, uno para cada servicio. La selección del generador, dentro de la gama del mercado, se ajustará en su nivel de potencia de calefacción a la demanda de dicho servicio. El agua caliente sanitaria se preparará a la temperatura compatible con su uso y en los sistemas que incorporen acumulación se tendrán en cuenta las normas para la prevención de la legionela.

#### **2.6.3.- Chimeneas y conductos de humos**

Los conductos de humos solamente se usarán para la evacuación de los productos de la combustión. El conducto de evacuación podrá ser común a varios generadores en cuyo caso el conducto auxiliar deberá tener un tramo vertical ascendente de altura igual o mayor que la altura de una planta, antes de su conexión al citado conducto o colector.

Los criterios y soluciones contenidos en la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-ISH se consideran aceptables a los efectos del cumplimiento de los requisitos exigidos. Los productos de la combustión de los generadores que utilizan gas como combustible cumplirán las exigencias establecidas en la reglamentación de seguridad industrial. Para el resto de combustibles los productos de la combustión de calderas se evacuarán mediante un conducto vertical que desemboque en la cubierta.

#### **2.6.4.- Distribución y regulación de sistemas de calefacción**

En la acometida de reposición del circuito de calefacción deberá colocarse un dispositivo que provoque una solución de continuidad y retención con la red de agua potable en caso de falta de



presión en la misma. Igualmente, deberá preverse un dispositivo para el vaciado del circuito. Las tuberías empotradas se protegerán con vainas que permitan su libre dilatación.

En las instalaciones monotubulares, cada circuito debe alimentar cinco emisores como máximo. Cuando exista más de un anillo, se dispondrá una llave de corte en cada uno de ellos y se zonificará atendiendo a su uso, separando, preferentemente, los locales que se utilizan durante el día de los que se utilizan por la noche. El anillo correspondiente a los locales de uso más frecuente y las instalaciones bitubulares se regularán conforme a lo establecido en la Instrucción Técnica referente a control y medición.

La presión de prueba de la red de distribución será de 3bar, como mínimo. Se instalará un dispositivo manual de parada del generador en un lugar accesible. Las instalaciones estarán dotadas de un dispositivo de regulación con un termostato o con un regulador actuado por la señal de una sonda de temperatura situado en el local de mayor carga térmica.

## 2.7.- Instalaciones específicas

### 2.7.1.- Producción de ACS mediante sistemas solares activos

#### 2.7.1.1.- Generalidades

Esta instrucción se refiere a la técnica de producción de agua caliente sanitaria mediante colectores solares planos de baja temperatura instalados en obra. Los colectores deben cumplir lo especificado en UNE 94101.

#### 2.7.1.2.- Descripción general de la instalación

La instalación estará constituida por un conjunto de colectores que capten la radiación solar que incida sobre su superficie y la transformen en energía térmica, elevando la temperatura del fluido que circule por su interior. La energía captada será transferida a continuación a un depósito acumulador de agua caliente. Después de éste se instalará en serie un equipo convencional de apoyo o auxiliar, cuya potencia térmica debe ser suficiente para que pueda proporcionar la energía necesaria para la producción total de agua caliente.

#### 2.7.1.3.- Criterios generales de diseño y cálculo

##### 2.7.1.3.1.- Disposición de los captadores

Los colectores se dispondrán en filas que deben tener el mismo número de elementos. Las filas deben ser paralelas y estar bien alineadas. Dentro de cada fila los colectores se conectarán en paralelo; solamente pueden disponerse en serie cuando la temperatura de utilización del agua caliente sea mayor que 50°C. Las filas se conectarán entre sí también en paralelo. Solamente pueden disponerse en serie cuando los colectores dentro de las filas se hayan conectado en paralelo y se requiera una temperatura de utilización del agua mayor que 50°C.

No deben conectarse más de tres filas de colectores conectados en paralelo. La conexión entre colectores y entre filas se realizará de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente (retorno invertido); de lo contrario se instalarán válvulas de equilibrado. Los colectores que dispongan de cuatro manguitos de conexión se conectarán directamente entre sí. La entrada del fluido caloportador se efectuará por el extremo inferior del primer colector de la fila y la salida por el extremo superior del último. Los colectores que dispongan de dos manguitos de conexión

diagonalmente opuestos se conectarán a dos tuberías exteriores a los colectores, una inferior y otra superior.

La entrada tendrá una pendiente ascendente en el sentido del avance del fluido del 1%. Los colectores se orientarán hacia el sur geográfico, pudiéndose admitir desviaciones no mayores que 25° con respecto a dicha orientación. El ángulo de inclinación de los colectores sobre un plano horizontal se determinará en función de la latitud geográfica  $\beta$  y del período de utilización de la instalación, de acuerdo con los valores siguientes:

Periodo de utilización	Inclinación de los colectores
Anual con consumo constante	$\beta^\circ$
Preferentemente en invierno	$(\beta + 10)^\circ$
Preferentemente en verano	$(\beta - 10)^\circ$

**[73] Inclinación de los colectores en función del período de utilización**

Se admiten en cualquiera de los tres casos desviaciones de  $\pm 10^\circ$  como máximo.

La separación entre filas de colectores será igual o mayor que el valor obtenido mediante la expresión:

$$d = k * h$$

Siendo:

d= La separación entre filas.

h= La altura del captador.

k= Un coeficiente cuyo valor se obtiene en la tabla de la figura 69 a partir de la inclinación de los colectores con respecto a un plano horizontal.

Inclinación (°)	20	25	30	35	40	45	50	55
Coefficiente k	1,532	1,638	1,732	1,813	1,879	1,932	1,970	1,992

**[74] Coeficiente de separación entre filas de captadores**

La distancia entre la primera fila de colectores y los obstáculos (de altura a) que puedan producir sombras sobre las superficies captadoras será mayor que el valor obtenido mediante la expresión:

$$d = 1.732 * a$$

2.7.1.3.2.- Área de los colectores y volumen de acumulación

El área total de los colectores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$1.25 \leq 100 A/M \leq 2$$

Siendo:

A= La suma de las áreas de los captadores, expresadas en m<sup>2</sup>.

M= El consumo medio diario de los meses de verano, expresado en litros/día.

V= El volumen del depósito acumulador, expresado en litros.

En las instalaciones cuyo consumo sea constante a lo largo del año, el volumen del depósito de acumulación cumplirá la condición:

$$0.8M \leq V \leq M$$

Cuando se instale menos superficie de colectores que la resultante del cálculo, deben justificarse en la memoria del proyecto las razones de esta decisión y el volumen del depósito acumulador por cada metro cuadrado de área instalada debe ser igual o menor que 80litros. El volumen de acumulación podrá fraccionarse en dos o más depósitos, que se conectarán, preferentemente, en serie. En el caso de que se conecten en paralelo, debe hacerse por el sistema de retorno invertido para equilibrar la pérdida de carga en las conexiones.

Los acumuladores se dispondrán verticalmente, para favorecer la estratificación. En cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del acumulador y del cambiador de calor se instalará una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente. El manguito de vaciado se conectará al saneamiento mediante una tubería provista de válvula de cierre con salida del agua visible.

El caudal del fluido portador se determinará en función de la superficie total de colectores instalados. Su valor estará comprendido entre 1,2l/s y 1,6l/s por cada 100m<sup>2</sup> de área de colectores. En las instalaciones en las que los colectores estén conectados en serie, el caudal de la instalación se obtendrá aplicando el criterio anterior y dividiendo el resultado por el número de colectores conectados en serie. El aislamiento térmico de tuberías y acumulador debe cumplir con los niveles indicados en normativa.

### 2.7.1.3.3.- Proyecto

En el dossier del proyecto se determinará la superficie total de colectores solares, el volumen de acumulación, el caudal de diseño y el dimensionado de tuberías y componentes, realizado mediante cualquiera de los métodos de cálculo al uso. Sobre planos, realizados preferentemente en escala 1:100, se indicará la situación de los colectores solares, del depósito de acumulación, del cambiador de calor y del grupo de bombeo, así como el trazado de tuberías de los circuitos primario y secundario. Se incluirá también un esquema de la instalación.

### 2.7.1.4.- Fluido caloportador

Para los circuitos cerrados el fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los colectores. Pueden utilizarse como fluidos en el circuito primario agua o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar de instalación y de la calidad del agua empleada. En caso de utilización de otros fluidos térmicos se incluirán en la memoria su composición y su calor específico.

En las zonas en las que no exista riesgo de helada puede utilizarse agua sola o desmineralizada con aditivos estabilizantes y anticorrosivos. El pH estará comprendido entre 5 y 12. En las zonas con riesgo de heladas se utilizará agua desmineralizada con anticongelantes e inhibidores de la corrosión no tóxicos.

*2.7.1.5.- Sistema de control*

El control de funcionamiento normal de las bombas será siempre de tipo diferencial y debe actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de colectores y la del depósito de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor que 2°C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor que 7°C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor que 2°C.

**2.8.- Normativa de aplicación**

- Norma básica NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios
- Reglamento de Recipientes a Presión (RAP).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Complementarias.
- Normas Básicas de la Edificación: Estructuras de Acero en la Edificación (NBE-EA.95).
- Normas Básicas de la Edificación: Condiciones Acústicas en los Edificios (NBE-CA).
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas Básicas de la Edificación: Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios (NBE-CPI).
- Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OSHT).
- Ordenanza Solar térmica de Barcelona
- Ley de Protección del Ambiente Atmosférico (LPAA).
- Ley número 88/67 de 8 de noviembre: Sistema Internacional de Unidades de Medida S.I.

### 3.- Cálculos

### 3.- Cálculos

#### 3.1.- Cálculos de la instalación de energía solar térmica para ACS y calefacción

##### 3.1.1.- Radiación solar incidente para orientación de 21° del campo de captadores

Radiación solar incidente (MJ/m <sup>2</sup> día)												
Inclinación : 30°												
Orientación (°C)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0	11,43	14,07	17,52	20,54	22,32	23,02	22,86	21,71	19,23	15,73	12,47	10,71
30	10,73	13,37	17,00	20,28	22,31	23,13	22,91	21,55	18,74	15,02	11,75	10,02
21	10,94	13,58	17,16	20,36	22,31	23,10	22,90	21,60	18,89	15,23	11,97	10,23

##### 3.1.2.- Consumo diario de ACS del edificio

CONSUMO DIARIO DE ACS DEL EDIFICIO	
Nº de Viviendas	23
Nº de personas	85
Factor corrector	0,74
Consumo individual (litros/persona y día)	22
Consumo diario general total (litros/día)	1384

##### 3.1.3.- Consumo mensual/anual de ACS y necesidades energéticas necesarias

CONSUMO ANUAL MES A MES					
Mes	Tª del agua de red (°C)	Tª del ACS (°C)	Salto térmico (°C)	Consumo mensual de ACS (l)	Total de necesidades consideradas (KWh)
Enero	10,27	60	49,73	42904	2475
Febrero	10,72	60	49,28	38752	2215
Marzo	12,39	60	47,61	42904	2369
Abril	14,15	60	45,85	41520	2208
Mayo	16,63	60	43,37	42904	2158
Junio	19,39	60	40,61	41520	1956
Julio	20,91	60	39,09	42904	1945
Agosto	22,44	60	37,56	42904	1869
Septiembre	21,53	60	38,47	41520	1853
Octubre	19,07	60	40,93	42904	2037
Noviembre	14,95	60	45,05	41520	2170
Diciembre	11,70	60	48,30	42904	2404
<b>ANUAL</b>				<b>505160</b>	<b>25661</b>

## 3.1.4.- Cálculo de necesidades energéticas para ACS

CÁLCULO DE NECESIDADES ENERGÉTICAS ACS													
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Tª del agua de red (°C)	10,27	10,72	12,39	14,15	16,63	19,39	20,91	22,44	21,53	19,07	14,95	11,70	
Tª de ACS (°C)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
Salto térmico (°C)	49,73	49,28	47,61	45,85	43,37	40,61	39,09	37,56	38,47	40,93	45,05	48,30	
Consumo mensual de ACS (l)	42904	38752	42904	41520	42904	41520	42904	42904	41520	42904	41520	42904	505160
Total de necesidades consideradas de ACS (KWh)	2475	2215	2369	2208	2158	1956	1945	1869	1853	2037	2170	2404	25661
Energía/m <sup>2</sup> suministrada por los captadores (KWh/m <sup>2</sup> )	44	47	75	78	88	97	114	111	97	73	50	38	912
Energía total suministrada por los captadores (KWh)	836	893	1425	1482	1672	1843	2166	2109	1843	1387	950	722	17328
Aportación de caldera (KWh)	1639	1322	944	726	486	113	-221	-240	10	650	1220	1682	8333
Tasa de cobertura de ACS (%)	34	40	60	67	77	94	111	113	99	68	44	30	70

### 3.1.5.- Cálculo de necesidades energéticas para calefacción

CÁLCULO DE NECESIDADES ENERGÉTICAS CALEFACCIÓN	
Superficie total de captadores para calefacción (m <sup>2</sup> )	7
Media de demanda energética para calefacción (Kwh/m <sup>2</sup> año)	14
Superficie total de las viviendas (m <sup>2</sup> )	1076
Total de necesidades energéticas anuales de calefacción (KWh)	15064
Energía/m <sup>2</sup> anual suministrada por los captadores (KWh/m <sup>2</sup> )	912
Energía total anual suministrada por los captadores (KWh)	6384
Tasa de cobertura de calefacción (%)	42
Energía total anual suministrada por los caldera (KWh)	8680

### 3.1.6.- Cálculo y dimensionado de las cañerías

#### 3.1.6.1.- Caudal total y parciales de local técnico a paneles solares

$$\text{Cabal total} = Q = 40 \text{ litros / h} \cdot \text{m}^2 * 26 \text{ m}^2 = 1040 \text{ litros / h} = 1.040 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\text{Cabal parcial grupo 5 paneles} = Q = 40 \text{ litros / h} \cdot \text{m}^2 * 10 \text{ m}^2 = 400 \text{ litros / h} = 0.400 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\text{Cabal parcial grupo 4 paneles A y B} = Q = 40 \text{ litros / h} \cdot \text{m}^2 * 16 \text{ m}^2 = 640 \text{ litros / h} = 0.640 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\text{Cabal parcial grupo 4 paneles A} = Q = 40 \text{ litros / h} \cdot \text{m}^2 * 8 \text{ m}^2 = 320 \text{ litros / h} = 0.320 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\text{Cabal parcial grupo 4 paneles B} = Q = 40 \text{ litros / h} \cdot \text{m}^2 * 8 \text{ m}^2 = 320 \text{ litros / h} = 0.320 \text{ m}^3 / \text{h}$$

#### 3.1.6.2.- Circuito primario entre local técnico y captadores: Cálculo del diámetro, volumen de líquido y pérdidas de carga de las tuberías; y de las pérdidas de carga en los captadores y en el sistema de reglaje

	Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Longitud de tubería (m)	Pérdida de carga (mm.c.a./m)	Pérdida de carga total (mm.c.a.)	Volumen (l/m)	Volumen total (l)
Cañerías tramo común paneles	28	26	22	16	352,0	0,5	11,7
Cañerías a grupo 5 paneles	18	16	8	28	224,0	0,2	1,6
Cañerías a grupo 4 paneles A y B	22	20	4,5	23	103,5	0,3	1,4
Cañerías a grupo 4 paneles A	18	16	0,5	20	10,0	0,2	0,1
Cañerías a grupo 4 paneles B	18	16	13	20	260,0	0,2	2,6

La pérdida de carga total en el tramo más desfavorable = 352.0 + 103.5 + 260.0 = 715.5 mm.c.a.

La pérdida de carga en los captadores solares = 1800 mm.c.a.

La pérdida de carga mínima en el sistema de reglaje = 360 mm.c.a.



3.1.6.3.- Circuito primario entre local técnico y máquinas integradas: Cálculo del diámetro, volumen de líquido y pérdidas de carga de las tuberías; y de las pérdidas de carga en el sistema de reglaje

Cafeterías	Cabal (m <sup>3</sup> /h)	Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Longitud de tubería (m)	Pérdida de carga (mm.c.a./m)	Pérdida de carga total (mm.c.a.)	Volumen (l/m)	Volumen total (l)
De local técnico a dos ramificaciones principales	1,040	28	26	5,5	16	88,0	0,5	2,9
Ramificación de 12 máquinas integradas	0,543	22	20	37,0	16	582,0	0,3	11,6
Ramificación de 11 máquinas integradas	0,497	22	20	37,0	13	481,0	0,3	11,6
De ramificación 11 máquinas a P.B.1	0,045	10	8	5,5	25	137,5	0,1	0,3
De ramificación 11 máquinas a P.B.2	0,045	10	8	4,0	25	100,0	0,1	0,2
De ramificación 11 máquinas a P.B.3	0,045	10	8	5,5	25	137,5	0,1	0,3
De ramificación 11 máquinas a P.B.4	0,045	10	8	8,0	25	200,0	0,1	0,4
De ramificación 11 máquinas a P.B.5	0,045	10	8	11,0	25	275,0	0,1	0,6
De ramificación 11 máquinas a P.1.1	0,045	10	8	9,5	25	237,5	0,1	0,5
De ramificación 11 máquinas a P.1.2	0,045	10	8	7,0	25	175,0	0,1	0,4
De ramificación 11 máquinas a P.1.3	0,045	10	8	4,5	25	112,5	0,1	0,2
De ramificación 11 máquinas a P.1.4	0,045	10	8	4,5	25	112,5	0,1	0,2
De ramificación 11 máquinas a P.1.5	0,045	10	8	7,0	25	175,0	0,1	0,4
De ramificación 11 máquinas a P.1.6	0,045	10	8	10,0	25	250,0	0,1	0,5
De ramificación 12 máquinas a P.2.1	0,045	10	8	11,0	25	275,0	0,1	0,6
De ramificación 12 máquinas a P.2.2	0,045	10	8	8,0	25	200,0	0,1	0,4
De ramificación 12 máquinas a P.2.3	0,045	10	8	5,5	25	137,5	0,1	0,3
De ramificación 12 máquinas a P.2.4	0,045	10	8	4,0	25	100,0	0,1	0,2
De ramificación 12 máquinas a P.2.5	0,045	10	8	5,5	25	137,5	0,1	0,3
De ramificación 12 máquinas a P.2.6	0,045	10	8	8,0	25	200,0	0,1	0,4
De ramificación 12 máquinas a P.3.1	0,045	10	8	10,0	25	250,0	0,1	0,5
De ramificación 12 máquinas a P.3.2	0,045	10	8	7,0	25	175,0	0,1	0,4
De ramificación 12 máquinas a P.3.3	0,045	10	8	4,5	25	112,5	0,1	0,2
De ramificación 12 máquinas a P.3.4	0,045	10	8	4,5	25	112,5	0,1	0,2
De ramificación 12 máquinas a P.3.5	0,045	10	8	7,0	25	175,0	0,1	0,4
De ramificación 12 máquinas a P.3.6	0,045	10	8	9,5	25	237,5	0,1	0,5

La pérdida de carga total en el tramo más desfavorable =  $88.0 + 592.0 + 250 = 930.0 \text{ mm.c.a.}$

La pérdida de carga mínima en el sistema de reglaje =  $1500 \text{ mm.c.a.}$

**3.1.7.- Cálculos del vaso de expansión del local técnico**

<b>Datos de la instalación</b>	
Volumen de la instalación (l)	100
Porcentaje de glicol (%)	30
Temperatura (°C)	120
<b>Parámetros necesarios para el cálculo del vaso de expansión</b>	
Ce	0,056
fc	1,252
Ce·fc	0,070
PM	4
Pm	2
Cp	2
<b>Resultados</b>	
Vu	7,01
Vt	14,02

**3.1.8.- Sistema de bombeo**

El caudal es de  $1040 \text{ l/h} = 1.040 \text{ m}^3/\text{h} = 288.89 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ . En cuanto a la pérdida de carga total de la instalación éstas se calcula sumando las siguientes pérdidas de carga: La pérdida de carga total en el tramo más desfavorable entre el local técnico y los captadores, la pérdida de carga mínima en el sistema de reglaje en ese tramo, la pérdida de carga en los captadores solares, la pérdida de carga total en el tramo más desfavorable entre el local técnico y las viviendas, la pérdida de carga mínima en el sistema de reglaje en este tramo y las pérdidas de carga producidas en los serpentines de los acumuladores.

$$\Delta p = 715.5 + 360 + 1800 + 930 + 1500 + 575 = 5880.5 \text{ mm.c.a.} = 57628.9 \text{ N/m}^2$$

Finalmente:

$$P = 288.89 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} * 57628.9 \text{ N/m}^2 = 16.65 \text{ W}$$

## 3.2.- Cálculos de la instalación de calefacción por suelo radiante

## 3.2.1.- Recopilación previa de datos de las viviendas del edificio

PLANTA BAJA: PUERTA 1												
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )	
Cocina		5,6	5,6						15,1			
Salón-comedor	NO	16,2	16,2	5,1	2,0	2,2			8,5			
Baño		3,6	3,6						6,7			
Dormitorio	NO	10,2	10,2	6,0		2,2			8,5			
PLANTA BAJA: PUERTA 2												
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )	
Receptor		2,0	2,0		2,0				1,5			
Cocina	NO	5,4	5,4	3,3		0,9					8,7	
Salón-comedor	NE	18,0	18,0	4,7		2,3			17,0		9,0	
Baño		3,5	3,5									
Dormitorio	NO	7,8	7,8	3,6		2,0			5,4			
Dormitorio matrimonio	NO	10,0	10,0	8,0		2,0						
Pasillo		3,0	3,0						8,4			
PLANTA BAJA: PUERTA 3												
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )	
Cocina		6,3	6,3						9,5			
Salón-comedor	NO	16,2	16,2	5,1	2,0	2,2			1,3		4,4	
Baño		3,5	3,5						4,3			
Dormitorio	NO	10,3	10,3	6,0		2,2			8,5			
PLANTA BAJA: PUERTA 4												
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )	
Cocina-salón-comedor	NO	21,9	21,9	6,6	2,0	2,0			1,5			
Baño		3,4	3,4									
Dormitorio	NO	10,1	10,1	8,0		2,0						
PLANTA BAJA: PUERTA 5												
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )	
Receptor	SE	2,3	2,3	4,9					1,6			
Cocina-salón-comedor	S	24,0	24,0	26,3		2,2						
Baño		3,8	3,8									
Dormitorio	SO	6,0	6,0	3,8		1,8						
Dormitorio matrimonio	O	10,1	10,1	14,6		2,2						
Pasillo		1,8	1,8									

PLANTA PRIMERA: PUERTA 1											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Cocina		5,6	5,6						15,1		
Salón-comedor	NO	16,2	16,2	5,1	2,0	2,2			1,4		
Baño		3,6	3,6						6,7		
Dormitorio	NO	10,2	10,2	6,0		2,2			8,5		
PLANTA PRIMERA: PUERTA 2											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Cocina-salón-comedor	NO	21,9	21,9	6,4	2,0	2,2			1,1		
Baño		3,4	3,4								
Dormitorio	NO	10,1	10,1	7,8		2,2					
PLANTA PRIMERA: PUERTA 3											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Recibidor	SE	2,5	2,5	5,3	2,0				1,2		
Cocina-salón-comedor	E	23,4	23,4	23,9		4,0					
Baño		3,8	3,8								
Dormitorio matrimonio	N	10,0	10,0	13,5		3,3					
Dormitorio	NE	6,1	6,1	1,6		4,0					
Pasillo		1,9	1,9								
PLANTA PRIMERA: PUERTA 4											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Cocina		6,3	6,3						9,5	4,4	
Salón-comedor	NO	16,2	16,2	5,1	2,0	2,2			1,3		
Baño		3,5	3,5						4,3	2,9	
Dormitorio	NO	10,3	10,3	6,0		2,2			8,5		
PLANTA PRIMERA: PUERTA 5											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Cocina-salón-comedor	NO	21,9	21,9	6,6	2,0	2,0			1,5		
Baño		3,4	3,4								
Dormitorio	NO	10,1	10,1	8,0		2,0					
PLANTA PRIMERA: PUERTA 6											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Recibidor	SE	2,3	2,3	4,9	2,0				1,6		
Cocina-salón-comedor	S	24,0	24,0	24,5		4,0					
Baño		3,8	3,8								
Dormitorio	SO	6,0	6,0	2,3		3,3					
Dormitorio matrimonio	O	10,1	10,1	12,8		4,0					
Pasillo		1,8	1,8								

PLANTA SEGUNDA: PUERTA 1											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Cocina		5,6	5,6						15,1		
Salón-comedor	NO	16,2	16,2	5,1	2,0	2,2			1,4		
Baño		3,6	3,6						6,7		
Dormitorio	NO	10,2	10,2	6,0		2,2			8,5		
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 2											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Cocina-salón-comedor	NO	22,9	22,9	6,4	2,0	2,2			1,1		
Baño		3,4	3,4								
Dormitorio	NO	11,3	11,3	7,8		2,2					
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 3											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Recibidor	SE	2,5	2,5	5,3	2,0				1,2		
Cocina-salón-comedor	E	23,4	23,4	23,9		4,0					
Baño		3,8	3,8								
Dormitorio matrimonio	N	10,0	10,0	13,5		3,3					
Dormitorio	NE	6,1	6,1	1,6		4,0					
Pasillo		1,9	1,9								
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 4											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Cocina		6,3	6,3						9,5	4,4	
Salón-comedor	NO	16,2	16,2	5,1	2,0	2,2			1,3		
Baño		3,5	3,5						4,3	2,9	
Dormitorio	NO	10,3	10,3	6,0		2,2			8,5		
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 5											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Cocina-salón-comedor	NO	22,9	22,9	6,8	2,0	2,0			1,5		
Baño		3,4	3,4								
Dormitorio	NO	11,3	11,3	8,0		2,0					
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 6											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Recibidor	SE	2,3	2,3	4,9	2,0				1,6		
Cocina-salón-comedor	S	24,0	24,0	24,5		4,0					
Baño		3,8	3,8								
Dormitorio	SO	6,0	6,0	2,3		3,3					
Dormitorio matrimonio	O	10,1	10,1	12,8		4,0					
Pasillo		1,8	1,8								

PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 1											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Cocina		5,6	5,6						15,1		
Salón-comedor	NO	16,2	16,2	5,1	2,0	2,2			1,4		
Baño		3,6	3,6						6,7		
Dormitorio	NO	10,2	10,2	6,0		2,2			8,5		
Habitación bajocubierta	NO	12,9	14,8	7,0		3,1					9,0
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 2											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Cocina-salón-comedor	NO	22,9	22,9	6,4	2,0	2,2			1,1		
Baño		3,4	3,4								
Dormitorio	NO	11,3	11,3	7,8		2,2					
Habitación bajocubierta	NO	12,8	14,7	7,0		3,1					
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 3											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Recibidor	SE	2,5	2,5	5,3					1,2		
Cocina-salón-comedor	E	23,4	23,4	23,9		4,0					
Baño		3,8	3,8								
Dormitorio matrimonio	N	10,0	10,0	13,5		3,3					
Dormitorio	NE	6,1	6,1	1,6		4,0					
Pasillo		1,9	1,9								
Habitación bajocubierta	NE	15,9	19,3	23,7		2,9					
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 4											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Cocina		6,3	6,3						9,5		
Salón-comedor	NO	16,2	16,2	5,1	2,0	2,2			1,3		
Baño		3,5	3,5						4,3		
Dormitorio	NO	10,3	10,3	6		2,2			8,5		
Habitación bajocubierta	NO	13,3	15,1	7,0		3,1					9,0
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 5											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Cocina-salón-comedor	NO	22,9	22,9	6,8	2,0	2,0			1,5		
Baño		3,4	3,4								
Dormitorio	NO	11,3	11,3	8,0		2,0					
Habitación bajocubierta	NO	13,2	15,0	7,0		3,1					
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 6											
Locales	Orientación	Suelo (m <sup>2</sup> )	Techo (m <sup>2</sup> )	Muros exteriores (m <sup>2</sup> )	Puertas exteriores (m <sup>2</sup> )	Ventanas (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,05 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,10 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,15 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,20 (m <sup>2</sup> )	Tabiques 0,25 (m <sup>2</sup> )
Recibidor	SE	2,3	2,3	4,9					1,6		
Cocina-salón-comedor	S	24,0	24,0	24,5		4,0					
Baño		3,8	3,8								
Dormitorio	SO	6,0	6,0	2,3		3,3					
Dormitorio matrimonio	O	10,1	10,1	12,8		4,0					
Pasillo		1,8	1,8								
Habitación bajocubierta	NO	16,8	19,3	23,7		2,9					

## 3.2.2.- Cálculo del coeficiente de transmisión térmica del cerramiento (K)

Tipo	Cerramiento	Espesor (m)	$\lambda$ (W/m°C)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	K(W/m <sup>2</sup> °C)	(1/hi)+(1/he)
Muros exteriores	Mortero de cemento	0,020	1,400			0,17
	Fábrica de ladrillo hueco	0,200	0,490			
	Cámara de aire	0,050		0,18		
	Fábrica de ladrillo hueco	0,200	0,490			
	Enlucido de yeso	0,010	0,300			
Puertas exteriores	Madera opaca				2	
Ventanas	Vidrio doble 6mm carpintería metálica				4	
Tabiques 0,05	Enlucido de yeso	0,010	0,300			0,22
	Fábrica de ladrillo hueco	0,050	0,490			
	Enlucido de yeso	0,010	0,300			
Tabiques 0,10	Enlucido de yeso	0,010	0,300			0,22
	Fábrica de ladrillo hueco	0,100	0,490			
	Enlucido de yeso	0,010	0,300			
Tabiques 0,15	Enlucido de yeso	0,010	0,300			0,22
	Fábrica de ladrillo hueco	0,150	0,490			
	Enlucido de yeso	0,010	0,300			
Tabiques 0,20	Enlucido de yeso	0,010	0,300			0,22
	Fábrica de ladrillo hueco	0,200	0,490			
	Enlucido de yeso	0,010	0,300			
Tabiques 0,25	Enlucido de yeso	0,010	0,300			0,22
	Fábrica de ladrillo hueco	0,250	0,490			
	Enlucido de yeso	0,010	0,300			
Suelo	Enlucido de yeso	0,010	0,300			0,34
	Mortero de cemento	0,020	1,400			
	Bovedilla cerámica	0,200		0,26		
	Hormigón con áridos ligeros	0,050	0,330			
	Panel moldeado de tetones	0,024	0,031			
	Mortero de cemento	0,050	1,400			
Gress	0,010	1,040				
Suelo P.B.	Grava rodada o de machaqueo	0,100	0,810			0,22
	Hormigón con áridos ligeros	0,100	0,330			
	Panel moldeado de tetones	0,024	0,031			
	Mortero de cemento	0,050	1,400			
	Gress	0,010	1,040			
Techo	Enlucido de yeso	0,010	0,300			0,18
	Mortero de cemento	0,020	1,400			
	Bovedilla cerámica	0,200		0,26		
	Hormigón con áridos ligeros	0,050	0,330			
	Panel moldeado de tetones	0,024	0,031			
	Mortero de cemento	0,050	1,400			
Gress	0,010	1,040				
Techo bajocubierta	Enlucido de yeso	0,010	0,300			0,14
	Mortero de cemento	0,020	1,400			
	Bovedilla cerámica	0,200		0,26		
	Hormigón celular	0,050	0,670			
	Mortero de cemento	0,050	1,400			
Baldosín catalán	0,010	1,040				

Cerramiento	Fórmula de Cálculo	K(W/m <sup>2</sup> °C)
Muros exteriores	$1/[(0,02/1,4)+(0,2/0,49)+0,18+(0,2*0,49)+(0,01*0,3)+0,17]$	0,824
Puertas exteriores		2,000
Ventanas		4,000
Tabiques 0,05	$1/[(0,01/0,3)/(0,05/0,49)+(0,01/0,3)+0,22]$	2,573
Tabiques 0,1	$1/[(0,01/0,3)/(0,1/0,49)+(0,01/0,3)+0,22]$	2,038
Tabiques 0,15	$1/[(0,01/0,3)/(0,15/0,49)+(0,01/0,3)+0,22]$	1,687
Tabiques 0,2	$1/[(0,01/0,3)/(0,20/0,49)+(0,01/0,3)+0,22]$	1,439
Tabiques 0,25	$1/[(0,01/0,3)/(0,25/0,49)+(0,01/0,3)+0,22]$	1,255
Suelo	$1/[(0,01/0,3)+(0,02/1,4)+0,26+(0,05/0,33)+(0,024/0,031)+(0,05/1,4)+(0,01/1,04)+0,34]$	0,618
Suelo P.B.	$1/[(0,1/0,81)+(0,1/0,33)+(0,024/0,031)+(0,05/1,4)+(0,01/1,04)+0,22]$	0,682
Techo	$1/[(0,01/0,3)+(0,02/1,4)+0,26+(0,05/0,33)+(0,024/0,031)+(0,05/1,4)+(0,01/1,04)+0,14]$	0,686
Techo bajocubierta	$1/[(0,01/0,3)+(0,02/1,4)+0,26+(0,05/0,67)+(0,05/1,4)+(0,01/1,04)+0,22]$	1,762

## 3.2.3.- Cálculo de la carga térmica de transmisión de calor

PLANTA BAJA: PUERTA 1								
Cocina								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	15,1	1,687	20	10	254,7			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	5,6	0,682	20	3	64,9			
Techo	5,6	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					319,7	0,08		345,2
Salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	5,1	0,824	20	3	71,4			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	8,5	1,687	20	10	143,4			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	16,2	0,682	20	3	187,8			
Techo	16,2	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					592,3	0,08	0,025	654,4
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	6,7	1,687	20	10	113,0			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	3,6	0,682	20	3	41,7			
Techo	3,6	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					154,8	0,08		167,1
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	6,0	0,824	20	3	84,0			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	8,5	1,687	20	10	143,4			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	10,2	0,682	20	3	118,3			
Techo	10,2	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					495,3	0,08	0,025	547,3



PLANTA BAJA: PUERTA 2								
Recibidor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,5	1,687	20	10	25,3			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	2,0	0,682	20	3	23,2			
Techo	2,0	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					88,5	0,08		95,6
Cocina								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	3,3	0,824	20	3	46,2			
Puertas exteriores								
Ventanas	0,9	4	20	3	61,2			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25	8,7	1,255	20	10	109,2			
Suelo								
Suelo P.B.	5,4	0,682	20	3	62,6			
Techo	5,4	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					279,2	0,08	0,025	308,5
Salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	4,7	0,824	20	3	65,8			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,3	4	20	3	156,4			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	17,0	1,687	20	10	286,8			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25	9,0	1,255	20	10	113,0			
Suelo								
Suelo P.B.	18	0,682	20	3	208,7			
Techo	18	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					830,7	0,08	0,025	917,9
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	3,5	0,682	20	3	40,6			
Techo	3,5	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					40,6	0,08		43,8

Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	3,6	0,824	20	3	50,4			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,0	4	20	3	136,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	5,4	1,687	20	10	91,1			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	7,8	0,682	20	3	90,4			
Techo	7,8	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					368,0	0,08	0,025	406,6
Dormitorio matrimonio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	8,0	0,824	20	3	112,1			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,0	4	20	3	136,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	10,0	0,682	20	3	115,9			
Techo	10,0	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					364,0	0,08	0,025	402,2
Pasillo								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	8,4	1,687	20	10	141,7			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	3,0	0,682	20	3	34,8			
Techo	3,0	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					176,5	0,08		190,6

PLANTA BAJA: PUERTA 3								
Cocina								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	9,5	1,687	20	10	160,3			
Tabiques 0,20	4,4	1,439	20	10	63,3			
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	6,3	0,682	20	3	73,0			
Techo	6,3	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					296,6	0,08		320,4
Salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	5,1	0,824	20	3	71,4			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,3	1,687	20	10	21,9			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	16,2	0,682	20	3	187,8			
Techo	16,2	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					399,4	0,08	0,025	441,3
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	4,3	1,687	20	10	72,5			
Tabiques 0,20	2,9	1,439	20	10	41,7			
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	3,5	0,682	20	3	40,6			
Techo	3,5	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					154,9	0,08		167,2
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	6,0	0,824	20	3	84,0			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	8,5	1,687	20	10	143,4			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	10,3	0,682	20	3	119,4			
Techo	10,3	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					496,5	0,08	0,025	548,6

PLANTA BAJA: PUERTA 4								
Cocina-salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	6,6	0,824	20	3,0	92,5			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10,0	40,0			
Ventanas	2,0	4	20	3,0	136,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,5	1,687	20	10,0	25,3			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	21,9	0,682	20	3,0	253,9			
Techo	21,9	0,686	20	20,0	0,0			
Techo bajocubierta								
					547,7	0,08	0,025	605,2
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	3,4	0,682	20	3	39,4			
Techo	3,4	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					39,4	0,08		42,6
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	8,0	0,824	20	3	112,1			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,0	4	20	3	136,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	10,1	0,682	20	3	117,1			
Techo	10,1	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					365,2	0,08	0,025	403,5

PLANTA BAJA: PUERTA 5								
Recibidor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	4,9	0,824	20	3	68,6			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,6	1,687	20	10	27,0			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	2,3	0,682	20	3	26,7			
Techo	2,3	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					162,3	0,08	-0,025	171,2
Cocina-salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	26,3	0,824	20	3	368,4			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	24,0	0,682	20	3	278,3			
Techo	24,0	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					796,3	0,08	-0,05	820,2
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	3,8	0,682	20	3	44,1			
Techo	3,8	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					44,1	0,08		47,6
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	3,8	0,824	20	3	53,2			
Puertas exteriores								
Ventanas	1,8	4	20	3	122,4			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	6,0	0,682	20	3	69,6			
Techo	6,0	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					245,2	0,08	-0,025	258,7

Dormitorio matrimonio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	14,6	0,824	20	3	204,5			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	10,1	0,682	20	3	117,1			
Techo	10,1	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					471,2	0,08	0	508,9
Pasillo								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.	1,8	0,682	20	3	20,9			
Techo	1,8	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					20,9	0,08		22,5

PLANTA PRIMERA: PUERTA 1								
Cocina								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	15,1	1,687	20	10	254,7			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	5,6	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	5,6	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					254,7	0,08		275,1
Salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	5,1	0,824	20	3	71,4			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,4	1,687	20	10	23,6			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	16,2	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	16,2	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					284,7	0,08	0,025	314,5
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	6,7	1,687	20	10	113,0			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	3,6	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	3,6	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					113,0	0,08		122,1
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	6,0	0,824	20	3	84,0			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	8,5	1,687	20	10	143,4			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	10,2	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	10,2	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					377,0	0,08	0,025	416,6

PLANTA PRIMERA: PUERTA 2								
Cocina-salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	6,4	0,824	20	3	89,7			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,1	1,687	20	10	18,6			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	21,9	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	21,9	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					297,8	0,08	0,025	329,1
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	3,4	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	3,4	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					0,0	0,08		0,0
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	7,8	0,824	20	3	109,3			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	10,1	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	10,1	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					258,9	0,08	0,025	286,0



PLANTA PRIMERA: PUERTA 3								
Recibidor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	5,3	0,824	20	3	74,2			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,2	1,687	20	10	20,2			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	2,5	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	2,5	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					134,5	0,08	-0,025	141,9
Cocina-salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	23,9	0,824	20	3	334,8			
Puertas exteriores								
Ventanas	4,0	4	20	3	272,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	23,4	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	23,4	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					606,8	0,08	0	655,3
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.		0,682	20	3	0,0			
Techo		0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					0,0	0,08		0,0
Dormitorio matrimonio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	13,5	0,824	20	3	189,1			
Puertas exteriores								
Ventanas	3,3	4	20	3	224,4			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	10,0	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	10,0	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					413,5	0,08	0,05	467,3

Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	1,6	0,824	20	3	22,4			
Puertas exteriores								
Ventanas	4,0	4	20	3	272,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	6,1	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	6,1	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					294,4	0,08	0,025	325,3
Pasillo								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	1,9	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	1,9	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					0,0	0,08		0,0

PLANTA PRIMERA: PUERTA 4								
Cocina								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	9,5	1,687	20	10	160,3			
Tabiques 0,20	4,4	1,439	20	10	63,3			
Tabiques 0,25								
Suelo	6,3	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	6,3	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					223,6	0,08		241,5
Salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	5,1	0,824	20	3	71,4			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,3	1,687	20	10	21,9			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	16,2	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	16,2	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					283,0	0,08	0,025	312,7
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	4,3	1,687	20	10	72,5			
Tabiques 0,20	2,9	1,439	20	10	41,7			
Tabiques 0,25								
Suelo	3,5	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	3,5	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					114,3	0,08		123,4
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	6,0	0,824	20	3	84,0			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	8,5	1,687	20	10	143,4			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	10,3	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	10,3	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					377,0	0,08	0,025	416,6

PLANTA PRIMERA: PUERTA 5								
Cocina-salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	6,6	0,824	20	3	92,5			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas	2,0	4	20	3	136,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,5	1,687	20	10	25,3			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	21,9	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	21,9	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					293,8	0,08	0,025	324,6
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	3,4	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	3,4	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					0,0	0,08		0,0
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	8,0	0,824	20	3	112,1			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,0	4	20	3	136,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	10,1	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	10,1	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					248,1	0,08	0,025	274,1

PLANTA PRIMERA: PUERTA 6								
Recibidor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	4,9	0,824	20	3	68,6			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,6	1,687	20	10	27,0			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	2,3	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	2,3	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					135,6	0,08	-0,025	143,1
Cocina-salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	24,5	0,824	20	3	343,2			
Puertas exteriores								
Ventanas	4,0	4	20	3	272,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	24,0	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	24,0	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					615,2	0,08	-0,05	633,7
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	3,8	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	3,8	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					0,0	0,08		0,0
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	2,3	0,824	20	3	32,2			
Puertas exteriores								
Ventanas	3,3	4	20	3	224,4			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	6,0	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	6	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					256,6	0,08	-0,025	270,7

Dormitorio matrimonio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	12,8	0,824	20	3	179,3			
Puertas exteriores								
Ventanas	4,0	4	20	3	272,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	10,1	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	10,1	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					451,3	0,08		487,4
Pasillo								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	1,8	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	1,8	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					0,0	0,08		0,0

PLANTA SEGUNDA: PUERTA 1								
Cocina								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	15,1	1,687	20	10	254,7			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	5,6	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	5,6	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierto								
					254,7	0,08		275,1
Salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	5,1	0,824	20	3	71,4			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,4	1,687	20	10	23,6			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	16,2	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	16,2	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierto								
					284,7	0,08	0,025	314,5
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	6,7	1,687	20	10	113,0			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	3,6	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	3,6	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierto								
					113,0	0,08		122,1
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	6,0	0,824	20	3	84,0			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	8,5	1,687	20	10	143,4			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	10,2	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	10,2	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierto								
					377,0	0,08	0,025	416,6

PLANTA SEGUNDA: PUERTA 2								
Cocina-salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	6,4	0,824	20	3	89,7			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,1	1,687	20	10	18,6			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	22,9	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	22,9	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					297,8	0,08	0,025	329,1
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	3,4	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	3,4	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					0,0	0,08		0,0
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	7,8	0,824	20	3	109,3			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	11,3	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	11,3	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					258,9	0,08	0,025	286,0



PLANTA SEGUNDA: PUERTA 3								
Recibidor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	5,3	0,824	20	3	74,2			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,2	1,687	20	10	20,2			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	2,5	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	2,5	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					134,5	0,08	-0,025	141,9
Cocina-salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	23,9	0,824	20	3	334,8			
Puertas exteriores								
Ventanas	4,0	4	20	3	272,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	23,4	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	23,4	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					606,8	0,08		655,3
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.		0,682	20	3	0,0			
Techo		0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					0,0	0,08		0,0
Dormitorio matrimonio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	13,5	0,824	20	3	189,1			
Puertas exteriores								
Ventanas	3,3	4	20	3	224,4			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	10,0	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	10,0	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					413,5	0,08	0,05	467,3

Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	1,6	0,824	20	3	22,4			
Puertas exteriores								
Ventanas	4,0	4	20	3	272,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	6,1	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	6,1	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					294,4	0,08	0,025	325,3
Pasillo								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	1,9	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	1,9	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					0,0	0,08		0,0

PLANTA SEGUNDA: PUERTA 4								
Cocina								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	9,5	1,687	20	10	160,3			
Tabiques 0,20	4,4	1,439	20	10	63,3			
Tabiques 0,25								
Suelo	6,3	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	6,3	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					223,6	0,08		241,5
Salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	5,1	0,824	20	3	71,4			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,3	1,687	20	10	21,9			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	16,2	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	16,2	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					283,0	0,08	0,025	312,7
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	4,3	1,687	20	10	72,5			
Tabiques 0,20	2,9	1,439	20	10	41,7			
Tabiques 0,25								
Suelo	3,5	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	3,5	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					114,3	0,08		123,4
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	6,0	0,824	20	3	84,0			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	8,5	1,687	20	10	143,4			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	10,3	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	10,3	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					377,0	0,08	0,025	416,6

PLANTA SEGUNDA: PUERTA 5								
Cocina-salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	6,6	0,824	20	3	92,5			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas	2,0	4	20	3	136,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,5	1,687	20	10	25,3			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	22,9	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	22,9	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					293,8	0,08	0,025	324,6
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	3,4	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	3,4	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					0,0	0,08		0,0
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	8,0	0,824	20	3	112,1			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,0	4	20	3	136,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	11,3	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	11,3	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					248,1	0,08	0,025	274,1

PLANTA SEGUNDA: PUERTA 6								
Recibidor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	4,9	0,824	20	3	68,6			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,6	1,687	20	10	27,0			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	2,3	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	2,3	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					135,6	0,08	-0,025	143,1
Cocina-salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	24,5	0,824	20	3	343,2			
Puertas exteriores								
Ventanas	4,0	4	20	3	272,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	24,0	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	24,0	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					615,2	0,08	-0,05	633,7
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	3,8	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	3,8	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					0,0	0,08		0,0
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	2,3	0,824	20	3	32,2			
Puertas exteriores								
Ventanas	3,3	4	20	3	224,4			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	6,0	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	6,0	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					256,6	0,08	-0,025	270,7

Dormitorio matrimonio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	12,8	0,824	20	3	179,3			
Puertas exteriores								
Ventanas	4,0	4	20	3	272,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	10,1	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	10,1	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					451,3	0,08	0	487,4
Pasillo								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	1,8	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	1,8	0,686	20	20	0,0			
Techo bajocubierta								
					0,0	0,08		0,0

PLANTA TERCERA+BAJOCUBIERTA: PUERTA 1								
Cocina								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	15,1	1,687	20	10	254,7			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	5,6	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	5,6	0,686	20	3	65,3			
Techo bajocubierto								
					320,0	0,08		345,6
Salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	5,1	0,824	20	3	71,4			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,4	1,687	20	10	23,6			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	16,2	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	16,2	0,686	20	3	188,9			
Techo bajocubierto								
					473,6	0,08	0,025	523,3
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	6,7	1,687	20	10	113,0			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	3,6	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	3,6	0,686	20	3	42,0			
Techo bajocubierto								
					155,0	0,08		167,4
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	6,0	0,824	20	3	84,0			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	8,5	1,687	20	10	143,4			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	10,2	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	10,2	0,686	20	3	119,0			
Techo bajocubierto								
					496,0	0,08	0,025	548,1

Habitación bajocubierta								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	7,0	0,824	20	3	98,1			
Puertas exteriores								
Ventanas	3,1	4	20	3	210,8			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25	9,0	1,255	20	10	113,0			
Suelo	12,9	0,618	20	10	79,7			
Suelo P.B.								
Techo								
Techo bajocubierta	14,8	1,762	20	3	443,3			
					944,8	0,08	0,025	1044,1



PLANTA TERCERA+BAJOCUBIERTA: PUERTA 2								
Cocina-salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	6,4	0,824	20	3	89,7			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,1	1,687	20	10	18,6			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	22,9	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	22,9	0,686	20	3	267,1			
Techo bajocubierto								
					564,9	0,08	0,025	624,2
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	3,4	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	3,4	0,686	20	3	39,7			
Techo bajocubierto								
					39,7	0,08		42,8
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	7,8	0,824	20	3	109,3			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	11,3	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	11,3	0,686	20	3	131,8			
Techo bajocubierto								
					390,6	0,08	0,025	431,7
Habitación bajocubierto								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	7,0	0,824	20	3	98,1			
Puertas exteriores								
Ventanas	3,1	4	20	3	210,8			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	12,8	0,618	20	10	79,1			
Suelo P.B.								
Techo								
Techo bajocubierto	14,7	1,762	20	3	440,3			
					828,3	0,08	0,025	915,3

PLANTA TERCERA+BAJOCUBIERTA: PUERTA 3								
Recibidor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	5,3	0,824	20	3	74,2			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,2	1,687	20	10	20,2			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	2,5	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	2,5	0,686	20	3	29,2			
Techo bajocubierta								
					163,6	0,08	-0,025	172,6
Cocina-salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	23,9	0,824	20	3	334,8			
Puertas exteriores								
Ventanas	4,0	4	20	3	272,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	23,4	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	23,4	0,686	20	3	272,9			
Techo bajocubierta								
					879,7	0,08		950,1
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo								
Suelo P.B.		0,682	20	3	0,0			
Techo		0,686	20	3	0,0			
Techo bajocubierta								
					0,0	0,08		0,0
Dormitorio matrimonio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	13,5	0,824	20	3	189,1			
Puertas exteriores								
Ventanas	3,3	4	20	3	224,4			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	10,0	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	10,0	0,686	20	3	116,6			
Techo bajocubierta								
					530,1	0,08	0,05	599,0

Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	1,6	0,824	20	3	22,4			
Puertas exteriores								
Ventanas	4,0	4	20	3	272,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	6,1	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	6,1	0,686	20	3	71,1			
Techo bajocubierta								
					365,6	0,08	0,025	403,9
Pasillo								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	1,9	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	1,9	0,686	20	3	22,2			
Techo bajocubierta								
					22,2	0,08		23,9
Habitación bajocubierta								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	23,7	0,824	20	3	332,0			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,9	4	20	3	197,2			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	15,9	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo								
Techo bajocubierta	19,3	1,762	20	3	578,1			
					1107,3	0,08	0,025	1223,6

PLANTA TERCERA+BAJOCUBIERTA: PUERTA 4								
Cocina								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	9,5	1,687	20	10	160,3			
Tabiques 0,20	4,4	1,439	20	10	63,3			
Tabiques 0,25								
Suelo	6,3	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	6,3	0,686	20	3	73,5			
Techo bajocubierto								
					297,1	0,08		320,8
Salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	5,1	0,824	20	3	71,4			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,3	1,687	20	10	21,9			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	16,2	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	16,2	0,686	20	3	188,9			
Techo bajocubierto								
					471,9	0,08	0,025	521,4
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	4,3	1,687	20	10	72,5			
Tabiques 0,20	2,9	1,439	20	10	41,7			
Tabiques 0,25								
Suelo	3,5	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	3,5	0,686	20	3	40,8			
Techo bajocubierto								
					155,1	0,08		167,5
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	6,0	0,824	20	3	84,0			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,2	4	20	3	149,6			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	8,5	1,687	20	10	143,4			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	10,3	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	10,3	0,686	20	3	120,1			
Techo bajocubierto								
					497,2	0,08	0,025	549,4

Habitación bajocubierta								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	7,0	0,824	20	3	98,1			
Puertas exteriores								
Ventanas	3,1	4	20	3	210,8			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25	9,0	1,255	20	10	113,0			
Suelo	13,3	0,618	20	10	82,2			
Suelo P.B.								
Techo								
Techo bajocubierta	15,1	1,762	20	3	452,3			
					956,3	0,08	0,025	1056,7

PLANTA TERCERA+BAJOCUBIERTA: PUERTA 5								
Cocina-salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	6,6	0,824	20	3	92,5			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas	2,0	4	20	3	136,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,5	1,687	20	10	25,3			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	22,9	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	22,9	0,686	20	3	267,1			
Techo bajocubierto								
					560,8	0,08	0,025	619,7
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	3,4	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	3,4	0,686	20	3	39,7			
Techo bajocubierto								
					39,7	0,08		42,8
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	8,0	0,824	20	3	112,1			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,0	4	20	3	136,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	11,3	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	11,3	0,686	20	3	131,8			
Techo bajocubierto								
					379,8	0,08	0,025	419,7
Habitación bajocubierto								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	7,0	0,824	20	3	98,1			
Puertas exteriores								
Ventanas	3,1	4	20	3	210,8			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	13,2	0,618	20	10	81,6			
Suelo P.B.								
Techo								
Techo bajocubierto	15,0	1,762	20	3	449,3			
					839,7	0,08	0,025	927,9

PLANTA TERCERA+BAJOCUBIERTA: PUERTA 6								
Recibidor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	4,9	0,824	20	3	68,6			
Puertas exteriores	2,0	2	20	10	40,0			
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15	1,6	1,687	20	10	27,0			
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	2,3	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	2,3	0,686	20	3	26,8			
Techo bajocubierta								
					162,5	0,08	-0,025	171,4
Cocina-salón-comedor								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	24,5	0,824	20	3	343,2			
Puertas exteriores								
Ventanas	4,0	4	20	3	272,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	24,0	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	24,0	0,686	20	3	279,9			
Techo bajocubierta								
					895,1	0,08	-0,05	921,9
Baño								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	3,8	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	3,8	0,686	20	3	44,3			
Techo bajocubierta								
					44,3	0,08		47,9
Dormitorio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	2,3	0,824	20	3	32,2			
Puertas exteriores								
Ventanas	3,3	4	20	3	224,4			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	6,0	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	6,0	0,686	20	3	70,0			
Techo bajocubierta								
					326,6	0,08	-0,025	344,6

Dormitorio matrimonio								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	12,8	0,824	20	3	179,3			
Puertas exteriores								
Ventanas	4,0	4	20	3	272,0			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	10,1	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	10,1	0,686	20	3	117,8			
Techo bajocubierta								
					569,1	0,08	0	614,6
Pasillo								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores								
Puertas exteriores								
Ventanas								
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	1,8	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo	1,8	0,686	20	3	21,0			
Techo bajocubierta								
					21,0	0,08		22,7
Habitación bajocubierta								
Cerramiento	A(m <sup>2</sup> )	K(W/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Te(°C)	Qto (W)	Zls	Zo	Qt (W)
Muros exteriores	23,7	0,824	20	3	332,0			
Puertas exteriores								
Ventanas	2,9	4	20	3	197,2			
Tabiques 0,05								
Tabiques 0,1								
Tabiques 0,15								
Tabiques 0,20								
Tabiques 0,25								
Suelo	16,8	0,618	20	20	0,0			
Suelo P.B.								
Techo								
Techo bajocubierta	19,3	1,762	20	3	578,1			
					1107,3	0,08	0,025	1223,6



## 3.2.4.- Cálculo de la carga térmica de ventilación

PLANTA BAJA: PUERTA 1							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Cocina	5,6	14,6	23,2	1,6	20	10	80,8
Salón-comedor	16,2	42,1	36,1	0,8	20	3	207,5
Baño	3,6	9,4	36,6	3,8	20	10	123,9
Dormitorio	10,2	26,5	23,4	0,9	20	3	138,3
PLANTA BAJA: PUERTA 2							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Recibidor	2,0	5,2	11,7	2,3	18	10	32,5
Cocina	5,4	14,0	22,4	1,6	20	3	132,5
Salón-comedor	18,0	46,8	36,1	0,8	20	3	207,5
Baño	3,5	9,1	34,7	3,8	20	20	0,0
Dormitorio	7,8	20,3	23,4	1,2	20	3	138,3
Dormitorio matrimonio	10,0	26,0	23,4	0,9	20	3	138,3
Pasillo	3,0	7,8	11,7	1,5	18	10	32,5
PLANTA BAJA: PUERTA 3							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Cocina	6,3	16,4	26,1	1,6	20	10	90,9
Salón-comedor	16,2	42,1	36,1	0,8	20	3	207,5
Baño	3,5	9,1	34,7	3,8	20	10	120,5
Dormitorio	10,3	26,8	23,4	0,9	20	3	138,3
PLANTA BAJA: PUERTA 4							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Cocina-salón-comedor	21,9	56,9	46,8	0,8	20	3	276,7
Baño	3,4	8,8	33,7	3,8	20	20	0,0
Dormitorio	10,1	26,3	23,4	0,9	20	3	138,3
PLANTA BAJA: PUERTA 5							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Recibidor	2,3	6,0	11,7	2,0	18	3	61,0
Cocina-salón-comedor	24,0	62,4	46,8	0,8	20	3	276,7
Baño	3,8	9,9	37,6	3,8	20	20	0,0
Dormitorio	6,0	15,6	23,4	1,5	20	3	138,3
Dormitorio matrimonio	10,1	26,3	23,4	0,9	20	3	138,3
Pasillo	1,8	4,7	11,7	2,5	18	20	-8,1

PLANTA PRIMERA: PUERTA 1							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Cocina	5,6	14,6	23,2	1,6	20	10	60,8
Salón-comedor	16,2	42,1	36,1	0,8	20	3	207,5
Baño	3,6	9,4	36,6	3,8	20	10	123,9
Dormitorio	10,2	26,5	23,4	0,9	20	3	138,3
PLANTA PRIMERA: PUERTA 2							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Cocina-salón-comedor	21,9	56,9	46,8	0,8	20	3	276,7
Baño	3,4	8,8	33,7	3,8	20	20	0,0
Dormitorio	10,1	26,3	23,4	0,9	20	3	138,3
PLANTA PRIMERA: PUERTA 3							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Recibidor	2,5	6,5	11,7	1,8	18	3	61,0
Cocina-salón-comedor	23,4	60,8	46,8	0,8	20	3	276,7
Baño	3,8	9,9	37,6	3,8	20	20	0,0
Dormitorio matrimonio	10,0	26,0	23,4	0,9	20	3	138,3
Dormitorio	6,1	15,9	23,4	1,5	20	3	138,3
Pasillo	1,9	4,9	11,7	2,4	18	20	-8,1
PLANTA PRIMERA: PUERTA 4							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Cocina	6,3	16,4	26,1	1,6	20	10	90,9
Salón-comedor	16,2	42,1	36,1	0,8	20	3	207,5
Baño	3,5	9,1	34,7	3,8	20	10	120,5
Dormitorio	10,3	26,8	23,4	0,9	20	3	138,3
PLANTA PRIMERA: PUERTA 5							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Cocina-salón-comedor	21,9	56,9	46,8	0,8	20	3	276,7
Baño	3,4	8,8	33,7	3,8	20	20	0,0
Dormitorio	10,1	26,3	23,4	0,9	20	3	138,3
PLANTA PRIMERA: PUERTA 6							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Recibidor	2,3	6,0	11,7	2,0	18	3	61,0
Cocina-salón-comedor	24,0	62,4	46,8	0,8	20	3	276,7
Baño	3,8	9,9	37,6	3,8	20	20	0,0
Dormitorio	6,0	15,6	23,4	1,5	20	3	138,3
Dormitorio matrimonio	10,1	26,3	23,4	0,9	20	3	138,3
Pasillo	1,8	4,7	11,7	2,5	18	20	-8,1

PLANTA SEGUNDA: PUERTA 1							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Cocina	5,6	14,6	23,2	1,6	20	10	80,8
Salón-comedor	16,2	42,1	35,1	0,8	20	3	207,5
Baño	3,6	9,4	35,6	3,8	20	10	123,9
Dormitorio	10,2	26,5	23,4	0,9	20	3	138,3
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 2							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Cocina-salón-comedor	22,9	59,5	46,8	0,8	20	3	276,7
Baño	3,4	8,8	33,7	3,8	20	20	0,0
Dormitorio	11,3	29,4	23,4	0,8	20	3	138,3
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 3							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Recibidor	2,5	6,5	11,7	1,8	18	3	61,0
Cocina-salón-comedor	23,4	60,8	46,8	0,8	20	3	276,7
Baño	3,8	9,9	37,6	3,8	20	20	0,0
Dormitorio matrimonio	10,0	26,0	23,4	0,9	20	3	138,3
Dormitorio	6,1	15,9	23,4	1,5	20	3	138,3
Pasillo	1,9	4,9	11,7	2,4	18	20	-8,1
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 4							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Cocina	6,3	16,4	26,1	1,6	20	10	90,9
Salón-comedor	16,2	42,1	35,1	0,8	20	3	207,5
Baño	3,5	9,1	34,7	3,8	20	10	120,5
Dormitorio	10,3	26,8	23,4	0,9	20	3	138,3
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 5							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Cocina-salón-comedor	22,9	59,5	46,8	0,8	20	3	276,7
Baño	3,4	8,8	33,7	3,8	20	20	0,0
Dormitorio	11,3	29,4	23,4	0,8	20	3	138,3
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 6							
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	Q <sub>v</sub> (W)
Recibidor	2,3	6,0	11,7	2,0	18	3	61,0
Cocina-salón-comedor	24	62,4	46,8	0,8	20	3	276,7
Baño	3,8	9,9	37,6	3,8	20	20	0,0
Dormitorio	6	15,6	23,4	1,5	20	3	138,3
Dormitorio matrimonio	10,1	26,3	23,4	0,9	20	3	138,3
Pasillo	1,8	4,7	11,7	2,5	18	20	-8,1

PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 1									
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	O <sub>v</sub> (W)		
Cocina	5,6	14,6	23,2	1,6	20	10	80,8		
Salón-comedor	16,2	42,1	35,1	0,8	20	3	207,5		
Baño	3,6	9,4	35,6	3,8	20	10	123,9		
Dormitorio	10,2	26,5	23,4	0,9	20	3	138,3		
Habitación bajocubierta	12,9	29,8	23,4	0,8	20	3	138,3		
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 2									
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	O <sub>v</sub> (W)		
Cocina-salón-comedor	22,9	59,5	46,8	0,8	20	3	276,7		
Baño	3,4	8,8	33,7	3,8	20	20	0,0		
Dormitorio	11,3	29,4	23,4	0,8	20	3	138,3		
Habitación bajocubierta	12,8	29,6	23,4	0,8	20	3	138,3		
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 3									
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	O <sub>v</sub> (W)		
Recibidor	2,5	6,5	11,7	1,8	18	3	61,0		
Cocina-salón-comedor	23,4	60,8	46,8	0,8	20	3	276,7		
Baño	3,8	9,9	37,6	3,8	20	20	0,0		
Dormitorio matrimonio	10	26,0	23,4	0,9	20	3	138,3		
Dormitorio	6,1	15,9	23,4	1,5	20	3	138,3		
Pasillo	1,9	4,9	11,7	2,4	18	20	-8,1		
Habitación bajocubierta	15,9	44,7	23,4	0,5	20	3	138,3		
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 4									
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	O <sub>v</sub> (W)		
Cocina	6,3	16,4	26,1	1,6	20	10	90,9		
Salón-comedor	16,2	42,1	35,1	0,8	20	3	207,5		
Baño	3,5	9,1	34,7	3,8	20	10	120,5		
Dormitorio	10,3	26,8	23,4	0,9	20	3	138,3		
Habitación bajocubierta	13,3	30,7	23,4	0,8	20	3	138,3		
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 5									
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	O <sub>v</sub> (W)		
Cocina-salón-comedor	22,9	59,5	46,8	0,8	20	3	276,7		
Baño	3,4	8,8	33,7	3,8	20	20	0,0		
Dormitorio	11,3	29,4	23,4	0,8	20	3	138,3		
Habitación bajocubierta	13,2	30,5	23,4	0,8	20	3	138,3		
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 6									
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen local (m <sup>3</sup> )	Ventilación local (m <sup>3</sup> /h)	n (ren/h)	Ti (°C)	Te (°C)	O <sub>v</sub> (W)		
Recibidor	2,3	6,0	11,7	2,0	18	3	61,0		
Cocina-salón-comedor	24	62,4	46,8	0,8	20	3	276,7		
Baño	3,8	9,9	37,6	3,8	20	20	0,0		
Dormitorio	6	15,6	23,4	1,5	20	3	138,3		
Dormitorio matrimonio	10,1	26,3	23,4	0,9	20	3	138,3		
Pasillo	1,8	4,7	11,7	2,5	18	20	-8,1		
Habitación bajocubierta	16,8	45,1	23,4	0,5	20	3	138,3		

## 3.2.5.- Cálculo de la carga térmica total

PLANTA BAJA: PUERTA 1					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Qttotal(W)	Qttotal/superficie (W/m <sup>2</sup> )
Cocina	5,6	345,2	80,8	426,0	76,1
Salón-comedor	16,2	654,4	207,5	861,9	53,2
Baño	3,6	167,1	123,9	291,0	80,8
Dormitorio	10,2	547,3	138,3	685,6	67,2
Total carga térmica vivienda				2264,5	
PLANTA BAJA: PUERTA 2					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Qttotal(W)	Qttotal/superficie (W/m <sup>2</sup> )
Recibidor	2,0	95,6	32,5	128,1	64,1
Cocina	5,4	308,5	132,5	441,0	81,7
Salón-comedor	18,0	917,9	207,5	1125,4	62,5
Baño	3,5	43,8	0,0	43,8	12,5
Dormitorio	7,8	406,6	138,3	544,9	69,9
Dormitorio matrimonio	10,0	402,2	138,3	540,5	54,1
Pasillo	3,0	190,6	32,5	223,1	74,4
Total carga térmica vivienda				3046,8	
PLANTA BAJA: PUERTA 3					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Qttotal(W)	Qttotal/superficie (W/m <sup>2</sup> )
Cocina	6,3	320,4	90,9	411,3	65,3
Salón-comedor	16,2	441,3	207,5	648,8	40,0
Baño	3,5	167,2	120,5	287,7	82,2
Dormitorio	10,3	548,6	138,3	686,9	66,7
Total carga térmica vivienda				2034,7	
PLANTA BAJA: PUERTA 4					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Qttotal(W)	Qttotal/superficie (W/m <sup>2</sup> )
Cocina-salón-comedor	21,9	605,2	276,7	881,9	40,3
Baño	3,4	42,6	0,0	42,6	12,5
Dormitorio	10,1	403,5	138,3	541,8	53,6
Total carga térmica vivienda				1466,3	
PLANTA BAJA: PUERTA 5					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Qttotal(W)	Qttotal/superficie (W/m <sup>2</sup> )
Recibidor	2,3	171,2	61,0	232,2	101,0
Cocina-salón-comedor	24,0	820,2	276,7	1096,9	45,7
Baño	3,8	47,6	0,0	47,6	12,5
Dormitorio	6,0	258,7	138,3	397,0	66,2
Dormitorio matrimonio	10,1	508,9	138,3	647,2	64,1
Pasillo	1,8	22,5	-8,1	14,4	8,0
Total carga térmica vivienda				2436,3	

PLANTA PRIMERA: PUERTA 1					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Cocina	5,6	275,1	80,8	355,9	63,6
Salón-comedor	16,2	314,5	207,5	522,0	32,2
Baño	3,6	122,1	123,9	246,0	68,3
Dormitorio	10,2	416,6	138,3	554,9	54,4
Total carga térmica vivienda				1678,8	
PLANTA PRIMERA: PUERTA 2					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Cocina-salón-comedor	21,9	329,1	276,7	605,8	27,7
Baño	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Dormitorio	10,1	286,0	138,3	424,3	42,0
Total carga térmica vivienda				1030,1	
PLANTA PRIMERA: PUERTA 3					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Recibidor	2,5	141,9	61,0	202,9	81,2
Cocina-salón-comedor	23,4	655,3	276,7	932,0	39,8
Baño	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Dormitorio matrimonio	10,0	467,3	138,3	605,6	60,6
Dormitorio	6,1	325,3	138,3	463,6	76,0
Pasillo	1,9	0,0	-8,1	-8,1	-4,3
Total carga térmica vivienda				2196,0	
PLANTA PRIMERA: PUERTA 4					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Cocina	6,3	241,5	90,9	332,4	52,8
Salón-comedor	16,2	312,7	207,5	520,2	32,1
Baño	3,5	123,4	120,5	243,9	69,7
Dormitorio	10,3	416,6	138,3	554,9	53,9
Total carga térmica vivienda				1651,4	
PLANTA PRIMERA: PUERTA 5					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Cocina-salón-comedor	21,9	324,6	276,7	601,3	27,5
Baño	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Dormitorio	10,1	274,1	138,3	412,4	40,8
Total carga térmica vivienda				1013,7	
PLANTA PRIMERA: PUERTA 6					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Recibidor	2,3	143,1	61,0	204,1	88,7
Cocina-salón-comedor	24,0	633,7	276,7	910,4	37,9
Baño	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Dormitorio	6,0	270,7	138,3	409,0	68,2
Dormitorio matrimonio	10,1	487,4	138,3	625,7	62,0
Pasillo	1,8	0,0	-8,1	-8,1	-4,5
Total carga térmica vivienda				2141,1	

PLANTA SEGUNDA: PUERTA 1					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Cocina	5,6	275,1	80,8	355,9	63,6
Salón-comedor	16,2	314,5	207,5	522,0	32,2
Baño	3,6	122,1	123,9	246,0	68,3
Dormitorio	10,2	416,6	138,3	554,9	54,4
Total carga térmica vivienda				1678,8	
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 2					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Cocina-salón-comedor	22,9	329,1	276,7	605,8	26,5
Baño	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Dormitorio	11,3	286,0	138,3	424,3	37,5
Total carga térmica vivienda				1030,1	
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 3					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Recibidor	2,5	141,9	61,0	202,9	81,2
Cocina-salón-comedor	23,4	655,3	276,7	932,0	39,8
Baño	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Dormitorio matrimonio	10,0	467,3	138,3	605,6	60,6
Dormitorio	6,1	325,3	138,3	463,6	76,0
Pasillo	1,9	0,0	-8,1	-8,1	-4,3
Total carga térmica vivienda				2196,0	
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 4					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Cocina	6,3	241,5	90,9	332,4	52,8
Salón-comedor	16,2	312,7	207,5	520,2	32,1
Baño	3,5	123,4	120,5	243,9	69,7
Dormitorio	10,3	416,6	138,3	554,9	53,9
Total carga térmica vivienda				1651,4	
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 5					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Cocina-salón-comedor	22,9	324,6	276,7	601,3	26,3
Baño	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Dormitorio	11,3	274,1	138,3	412,4	36,5
Total carga térmica vivienda				1013,7	
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 6					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Recibidor	2,3	143,1	61,0	204,1	88,7
Cocina-salón-comedor	24,0	633,7	276,7	910,4	37,9
Baño	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Dormitorio	6,0	270,7	138,3	409,0	68,2
Dormitorio matrimonio	10,1	487,4	138,3	625,7	62,0
Pasillo	1,8	0,0	-8,1	-8,1	-4,5
Total carga térmica vivienda				2141,1	

PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 1					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Cocina	5,6	345,6	80,8	426,4	76,1
Salón-comedor	16,2	523,3	207,5	730,8	45,1
Baño	3,6	167,4	123,9	291,3	80,9
Dormitorio	10,2	548,1	138,3	686,4	67,3
Habitación bajocubierta	12,9	1044,1	138,3	1182,4	91,7
Total carga térmica vivienda				3317,3	
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 2					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Cocina-salón-comedor	22,9	624,2	276,7	900,9	39,3
Baño	3,4	42,8	0,0	42,8	12,6
Dormitorio	11,3	431,7	138,3	570,0	50,4
Habitación bajocubierta	12,8	915,3	138,3	1053,6	82,3
Total carga térmica vivienda				2567,3	
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 3					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Recibidor	2,5	172,6	61,0	233,6	93,4
Cocina-salón-comedor	23,4	950,1	276,7	1226,8	52,4
Baño	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Dormitorio matrimonio	10,0	599,0	138,3	737,3	73,7
Dormitorio	6,1	403,9	138,3	542,2	88,9
Pasillo	1,9	23,9	-8,1	15,8	8,3
Habitación bajocubierta	15,9	1223,6	138,3	1361,9	85,7
Total carga térmica vivienda				4117,6	
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 4					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Cocina	6,3	320,8	90,9	411,7	65,3
Salón-comedor	16,2	521,4	207,5	728,9	45,0
Baño	3,5	167,5	120,5	288,0	82,3
Dormitorio	10,3	549,4	138,3	687,7	66,8
Habitación bajocubierta	13,3	1056,7	138,3	1195,0	89,8
Total carga térmica vivienda				3311,3	
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 5					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Cocina-salón-comedor	22,9	619,7	276,7	896,4	39,1
Baño	3,4	42,8	0,0	42,8	12,6
Dormitorio	11,3	419,7	138,3	558,0	49,4
Habitación bajocubierta	13,2	927,9	138,3	1066,2	80,8
Total carga térmica vivienda				2563,4	
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 6					
Locales	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>t</sub> (W)	Q <sub>v</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>total</sub> /superficie (W/m <sup>2</sup> )
Recibidor	2,3	171,4	61,0	232,4	101,0
Cocina-salón-comedor	24,0	921,9	276,7	1198,6	49,9
Baño	3,8	47,9	0,0	47,9	12,6
Dormitorio	6,0	344,6	138,3	482,9	80,5
Dormitorio matrimonio	10,1	614,6	138,3	752,9	74,5
Pasillo	1,8	22,7	-8,1	14,6	8,1
Habitación bajocubierta	16,8	1223,6	138,3	1361,9	81,1
Total carga térmica vivienda				4091,2	



## 3.2.6.- Cálculo de la longitud de los circuitos

PLANTA BAJA: PUERTA 1				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A cocina	5,6	0,2	3,1	34,2
A salón-comedor	16,2	0,2	1,9	84,8
A baño	3,6	0,2	1,0	20,0
A dormitorio	10,2	0,2	1,5	54,0
PLANTA BAJA: PUERTA 2				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A cocina	5,4	0,2	12,0	51,0
A salón-comedor	18,0	0,2	11,5	113,0
A dormitorio	7,8	0,2	3,5	46,0
A dormitorio matrimonio	10,0	0,2	3,3	56,6
PLANTA BAJA: PUERTA 3				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A cocina	6,3	0,2	3,1	37,7
A salón-comedor	16,2	0,2	1,9	84,8
A baño	3,5	0,2	1,0	19,5
A dormitorio	10,3	0,2	1,5	54,5
PLANTA BAJA: PUERTA 4				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A cocina-salón-comedor	21,9	0,2	6,4	122,3
A dormitorio	10,1	0,2	4,3	59,1
PLANTA BAJA: PUERTA 5				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A recibidor	2,3	0,2	11,5	34,5
A cocina-salón-comedor	24,0	0,2	5,3	130,6
A dormitorio	6,0	0,2	3,7	37,4
A dormitorio matrimonio	10,1	0,2	4,0	58,5

PLANTA PRIMERA: PUERTA 1				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A cocina	5,6	0,2	3,1	34,2
A salón-comedor	16,2	0,2	1,9	84,8
A baño	3,6	0,2	1,0	20,0
A dormitorio	10,2	0,2	1,5	54,0
PLANTA PRIMERA: PUERTA 2				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A cocina-salón-comedor	21,9	0,2	4,5	118,5
A dormitorio	10,1	0,2	6,5	63,5
PLANTA PRIMERA: PUERTA 3				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A recibidor	2,5	0,2	11,5	35,5
A cocina-salón-comedor	23,4	0,2	5,3	127,6
A dormitorio matrimonio	10,0	0,2	3,7	57,4
A dormitorio	6,1	0,2	4,0	38,5
PLANTA PRIMERA: PUERTA 4				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A cocina	6,3	0,2	3,1	37,7
A salón-comedor	16,2	0,2	1,9	84,8
A baño	3,5	0,2	1,0	19,5
A dormitorio	10,3	0,2	1,5	54,5
PLANTA PRIMERA: PUERTA 5				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A cocina-salón-comedor	21,9	0,2	6,4	122,3
A dormitorio	10,1	0,2	4,3	59,1
PLANTA PRIMERA: PUERTA 6				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A recibidor	2,3	0,2	11,5	34,5
A cocina-salón-comedor	24,0	0,2	5,3	130,6
A dormitorio	6,0	0,2	3,7	37,4
A dormitorio matrimonio	10,1	0,2	4,0	58,5

PLANTA SEGUNDA: PUERTA 1				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A cocina	5,6	0,2	3,1	34,2
A salón-comedor	16,2	0,2	1,9	84,8
A baño	3,6	0,2	1,0	20,0
A dormitorio	10,2	0,2	1,5	54,0
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 2				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A cocina-salón-comedor	22,9	0,2	4,5	123,5
A dormitorio	11,3	0,2	6,5	69,5
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 3				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A recibidor	2,5	0,2	11,5	35,5
A cocina-salón-comedor	23,4	0,2	5,3	127,6
A dormitorio matrimonio	10,0	0,2	3,7	57,4
A dormitorio	6,1	0,2	4,0	38,5
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 4				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A cocina	6,3	0,2	3,1	37,7
A salón-comedor	16,2	0,2	1,9	84,8
A baño	3,5	0,2	1,0	19,5
A dormitorio	10,3	0,2	1,5	54,5
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 5				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A cocina-salón-comedor	22,9	0,2	6,4	127,3
A dormitorio	11,3	0,2	4,3	65,1
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 6				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A recibidor	2,3	0,2	11,5	34,5
A cocina-salón-comedor	24,0	0,2	5,3	130,6
A dormitorio	6,0	0,2	3,7	37,4
A dormitorio matrimonio	10,1	0,2	4,0	58,5

PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 1				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A cocina	5,6	0,2	3,1	34,2
A salón-comedor	16,2	0,2	1,9	84,8
A baño	3,6	0,2	1,0	20,0
A dormitorio	10,2	0,2	1,5	54,0
A habitación bajocubierta	12,9	0,2	3,9	72,3
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 2				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A cocina-salón-comedor	22,9	0,2	4,5	123,5
A dormitorio	11,3	0,2	6,5	69,5
A habitación bajocubierta	12,8	0,2	6,0	76,0
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 3				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A recibidor	2,5	0,2	11,5	35,5
A cocina-salón-comedor	23,4	0,2	5,3	127,6
A dormitorio matrimonio	10,0	0,2	3,7	57,4
A dormitorio	6,1	0,2	4,0	38,5
A habitación bajocubierta	15,9	0,2	3,9	87,3
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 4				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A cocina	6,3	0,2	3,1	37,7
A salón-comedor	16,2	0,2	1,9	84,8
A baño	3,5	0,2	1,0	19,5
A dormitorio	10,3	0,2	1,5	54,5
A habitación bajocubierta	13,3	0,2	4,4	75,3
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 5				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A cocina-salón-comedor	22,9	0,2	6,4	127,3
A dormitorio	11,3	0,2	4,3	65,1
A habitación bajocubierta	13,2	0,2	6,0	78,0
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 6				
Circuitos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Distancia entre tubos (m)	Distancia colector y local (m)	Longitud circuito (m)
A recibidor	2,3	0,2	11,5	34,5
A cocina-salón-comedor	24,0	0,2	5,3	130,6
A dormitorio	6,0	0,2	3,7	37,4
A dormitorio matrimonio	10,1	0,2	4,0	58,5
A habitación bajocubierta	16,8	0,2	4,4	92,8

## 3.2.7.- Cálculo de la temperatura media superficial del pavimento

PLANTA BAJA: PUERTA 1				
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>i</sub> (°C)	α (W/m <sup>2</sup> °C)	T <sub>ms</sub> (°C)
A cocina	76,1	20	10	27,6
A salón-comedor	53,2	20	10	25,3
A baño	80,8	20	10	28,1
A dormitorio	67,2	20	10	26,7
PLANTA BAJA: PUERTA 2				
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>i</sub> (°C)	α (W/m <sup>2</sup> °C)	T <sub>ms</sub> (°C)
A cocina	81,7	20	10	28,2
A salón-comedor	62,5	20	10	26,3
A dormitorio	69,9	20	10	27,0
A dormitorio matrimonio	54,1	20	10	25,4
PLANTA BAJA: PUERTA 3				
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>i</sub> (°C)	α (W/m <sup>2</sup> °C)	T <sub>ms</sub> (°C)
A cocina	65,3	20	10	26,5
A salón-comedor	40,0	20	10	24,0
A baño	82,2	20	10	28,2
A dormitorio	66,7	20	10	26,7
PLANTA BAJA: PUERTA 4				
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>i</sub> (°C)	α (W/m <sup>2</sup> °C)	T <sub>ms</sub> (°C)
A cocina-salón-comedor	40,3	20	10	24,0
A dormitorio	53,6	20	10	25,4
PLANTA BAJA: PUERTA 5				
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>i</sub> (°C)	α (W/m <sup>2</sup> °C)	T <sub>ms</sub> (°C)
A recibidor	101,0	18	10	28,1
A cocina-salón-comedor	45,7	20	10	24,6
A dormitorio	66,2	20	10	26,6
A dormitorio matrimonio	64,1	20	10	26,4

<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 1</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A cocina	63,6	20	10	26,4
A salón-comedor	32,2	20	10	23,2
A baño	68,3	20	10	26,8
A dormitorio	54,4	20	10	25,4
<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 2</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A cocina-salón-comedor	27,7	20,0	10	22,8
A dormitorio	42,00	20,0	10	24,2
<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 3</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A recibidor	81,2	18	10	26,1
A cocina-salón-comedor	39,8	20	10	24,0
A dormitorio matrimonio	60,6	20	10	26,1
A dormitorio	76,00	20	10	27,6
<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 4</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A cocina	52,8	20,0	10	25,3
A salón-comedor	32,1	20,0	10	23,2
A baño	69,7	20,0	10	27,0
A dormitorio	53,9	20,0	10	25,4
<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 5</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A cocina-salón-comedor	27,5	20	10	22,8
A dormitorio	40,8	20	10	24,1
<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 6</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A recibidor	88,7	18	10	26,9
A cocina-salón-comedor	37,9	20	10	23,8
A dormitorio	68,2	20	10	26,8
A dormitorio matrimonio	62,00	20	10	26,2

<b>PLANTA SEGUNDA: PUERTA 1</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A cocina	63,6	20	10	26,4
A salón-comedor	32,2	20	10	23,2
A baño	68,3	20	10	26,8
A dormitorio	54,4	20	10	25,4
<b>PLANTA SEGUNDA: PUERTA 2</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A cocina-salón-comedor	26,5	20	10	22,7
A dormitorio	37,5	20	10	23,8
<b>PLANTA SEGUNDA: PUERTA 3</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A recibidor	81,20	18	10	26,1
A cocina-salón-comedor	39,8	20	10	24,0
A dormitorio matrimonio	60,6	20	10	26,1
A dormitorio	76,00	20	10	27,6
<b>PLANTA SEGUNDA: PUERTA 4</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A cocina	52,8	20	10	25,3
A salón-comedor	32,1	20	10	23,2
A baño	69,7	20	10	27,0
A dormitorio	53,9	20	10	25,4
<b>PLANTA SEGUNDA: PUERTA 5</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A cocina-salón-comedor	26,3	20	10	22,6
A dormitorio	36,5	20	10	23,7
<b>PLANTA SEGUNDA: PUERTA 6</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A recibidor	88,70	18	10	26,9
A cocina-salón-comedor	37,9	20	10	23,8
A dormitorio	68,2	20	10	26,8
A dormitorio matrimonio	62,00	20	10	26,2

<b>PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 1</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A cocina	76,1	20	10	27,6
A salón-comedor	45,1	20	10	24,5
A baño	80,9	20	10	28,1
A dormitorio	67,3	20	10	26,7
A habitación bajocubierta	91,7	20	10	29,2
<b>PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 2</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A cocina-salón-comedor	39,3	20	10	23,9
A dormitorio	50,4	20	10	25,0
A habitación bajocubierta	82,3	20	10	28,2
<b>PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 3</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A recibidor	93,40	18	10	27,3
A cocina-salón-comedor	52,4	20	10	25,2
A dormitorio matrimonio	73,7	20	10	27,4
A dormitorio	88,9	20	10	28,9
A habitación bajocubierta	85,7	20	10	28,6
<b>PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 4</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A cocina	65,3	20	10	26,5
A salón-comedor	45,00	20	10	24,5
A baño	82,3	20	10	28,2
A dormitorio	66,8	20	10	26,7
A habitación bajocubierta	89,8	20	10	29,0
<b>PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 5</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A cocina-salón-comedor	39,1	20	10	23,9
A dormitorio	49,4	20	10	24,9
A habitación bajocubierta	80,8	20	10	28,1
<b>PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 6</b>				
<b>Circuitos</b>	<b>Qtotal/superficie (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>T<sub>i</sub> (°C)</b>	<b>α (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	<b>T<sub>ms</sub>(°C)</b>
A recibidor	101,00	18	10	28,1
A cocina-salón-comedor	49,9	20	10	25,0
A dormitorio	80,5	20	10	28,1
A dormitorio matrimonio	74,5	20	10	27,5
A habitación bajocubierta	81,1	20	10	28,1

## 3.2.8.- Cálculo de la temperatura media del agua

PLANTA BAJA: PUERTA 1						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A cocina	Gress	0,010	0,01	76,1	27,6	28,4
A salón-comedor	Gress	0,010	0,01	53,2	25,3	25,8
A baño	Gress	0,010	0,01	80,8	28,1	28,9
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	67,2	26,7	27,4
Temperatura de impulsión						28,9
Temperatura de retorno						18,9
PLANTA BAJA: PUERTA 2						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A cocina	Gress	0,010	0,01	81,7	28,2	29,0
A salón-comedor	Gress	0,010	0,01	62,5	26,3	26,9
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	69,9	27,0	27,7
A dormitorio matrimonio	Gress	0,010	0,01	54,1	25,4	25,9
Temperatura de impulsión						29,0
Temperatura de retorno						19,0
PLANTA BAJA: PUERTA 3						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A cocina	Gress	0,010	0,01	65,3	26,5	27,2
A salón-comedor	Gress	0,010	0,01	40,0	24,0	24,4
A baño	Gress	0,010	0,01	82,2	28,2	29,0
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	66,7	26,7	27,4
Temperatura de impulsión						29,0
Temperatura de retorno						19,0
PLANTA BAJA: PUERTA 4						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A cocina-salón-comedor	Gress	0,010	0,01	40,3	24,0	24,4
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	53,6	25,4	25,9
Temperatura de impulsión						25,9
Temperatura de retorno						15,9
PLANTA BAJA: PUERTA 5						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A recibidor	Gress	0,010	0,01	101,0	28,1	29,1
A cocina-salón-comedor	Gress	0,010	0,01	45,7	24,6	25,1
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	66,2	26,6	27,3
A dormitorio matrimonio	Gress	0,010	0,01	64,1	26,4	27,0
Temperatura de impulsión						29,1
Temperatura de retorno						19,1

PLANTA PRIMERA: PUERTA 1						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A cocina	Gress	0,010	0,01	63,6	26,4	27,0
A salón-comedor	Gress	0,010	0,01	32,2	23,2	23,5
A baño	Gress	0,010	0,01	68,3	26,8	27,5
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	54,4	25,4	25,9
Temperatura de impulsión						27,5
Temperatura de retorno						17,5
PLANTA PRIMERA: PUERTA 2						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A cocina-salón-comedor	Gress	0,010	0,01	27,7	22,8	23,1
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	42	24,2	24,6
Temperatura de impulsión						24,6
Temperatura de retorno						14,6
PLANTA PRIMERA: PUERTA 3						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A recibidor	Gress	0,010	0,01	81,2	26,1	26,9
A cocina-salón-comedor	Gress	0,010	0,01	39,8	24	24,4
A dormitorio matrimonio	Gress	0,010	0,01	60,6	26,1	26,7
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	76	27,6	28,4
Temperatura de impulsión						28,4
Temperatura de retorno						18,4
PLANTA PRIMERA: PUERTA 4						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A cocina	Gress	0,010	0,01	52,8	25,3	25,8
A salón-comedor	Gress	0,010	0,01	32,1	23,2	23,5
A baño	Gress	0,010	0,01	69,7	27,0	27,7
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	53,9	25,4	25,9
Temperatura de impulsión						27,7
Temperatura de retorno						17,7
PLANTA PRIMERA: PUERTA 5						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A cocina-salón-comedor	Gress	0,010	0,01	27,5	22,8	23,1
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	40,8	24,1	24,5
Temperatura de impulsión						24,5
Temperatura de retorno						14,5
PLANTA PRIMERA: PUERTA 6						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A recibidor	Gress	0,010	0,01	88,7	26,9	27,8
A cocina-salón-comedor	Gress	0,010	0,01	37,9	23,8	24,2
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	68,2	26,8	27,5
A dormitorio matrimonio	Gress	0,010	0,01	62	26,2	26,8
Temperatura de impulsión						27,8
Temperatura de retorno						17,8



PLANTA SEGUNDA: PUERTA 1						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A cocina	Gress	0,010	0,01	63,6	26,4	27,0
A salón-comedor	Gress	0,010	0,01	32,2	23,2	23,5
A baño	Gress	0,010	0,01	68,3	26,8	27,5
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	54,4	25,4	25,9
Temperatura de impulsión						27,5
Temperatura de retorno						17,5
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 2						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A cocina-salón-comedor	Gress	0,010	0,01	26,5	22,7	23,0
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	37,5	23,8	24,2
Temperatura de impulsión						24,2
Temperatura de retorno						14,2
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 3						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A recibidor	Gress	0,010	0,01	81,2	26,1	26,9
A cocina-salón-comedor	Gress	0,010	0,01	39,8	24	24,4
A dormitorio matrimonio	Gress	0,010	0,01	60,6	26,1	26,7
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	76	27,6	28,4
Temperatura de impulsión						28,4
Temperatura de retorno						18,4
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 4						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A cocina	Gress	0,010	0,01	52,8	25,3	25,8
A salón-comedor	Gress	0,010	0,01	32,1	23,2	23,5
A baño	Gress	0,010	0,01	69,7	27,0	27,7
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	53,9	25,4	25,9
Temperatura de impulsión						27,7
Temperatura de retorno						17,7
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 5						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A cocina-salón-comedor	Gress	0,010	0,01	26,3	22,6	22,9
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	36,5	23,7	24,1
Temperatura de impulsión						24,1
Temperatura de retorno						14,1
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 6						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A recibidor	Gress	0,010	0,01	88,7	26,9	27,8
A cocina-salón-comedor	Gress	0,010	0,01	37,9	23,8	24,2
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	68,2	26,8	27,5
A dormitorio matrimonio	Gress	0,010	0,01	62	26,2	26,8
Temperatura de impulsión						27,8
Temperatura de retorno						17,8

PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 1						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A cocina	Gress	0,010	0,01	76,1	27,6	28,4
A salón-comedor	Gress	0,010	0,01	45,1	24,5	25,0
A baño	Gress	0,010	0,01	80,9	28,1	28,9
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	67,3	26,7	27,4
A habitación bajocubierta	Gress	0,010	0,01	91,7	29,2	30,1
Temperatura de impulsión						30,1
Temperatura de retorno						20,1
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 2						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A cocina-salón-comedor	Gress	0,010	0,01	39,3	23,9	24,3
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	50,4	25	25,5
A habitación bajocubierta	Gress	0,010	0,01	82,3	28,2	29,0
Temperatura de impulsión						29,0
Temperatura de retorno						19,0
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 3						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A recibidor	Gress	0,010	0,01	93,4	27,3	28,2
A cocina-salón-comedor	Gress	0,010	0,01	52,4	25,2	25,7
A dormitorio matrimonio	Gress	0,010	0,01	73,7	27,4	28,1
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	88,9	28,9	29,8
A habitación bajocubierta	Gress	0,010	0,01	85,7	28,6	29,5
Temperatura de impulsión						29,8
Temperatura de retorno						19,8
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 4						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A cocina	Gress	0,010	0,01	65,3	26,5	27,2
A salón-comedor	Gress	0,010	0,01	45	24,5	25,0
A baño	Gress	0,010	0,01	82,3	28,2	29,0
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	66,8	26,7	27,4
A habitación bajocubierta	Gress	0,010	0,01	89,8	29	29,9
Temperatura de impulsión						29,9
Temperatura de retorno						19,9
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 5						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A cocina-salón-comedor	Gress	0,010	0,01	39,1	23,9	24,3
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	49,4	24,9	25,4
A habitación bajocubierta	Gress	0,010	0,01	80,8	28,1	28,9
Temperatura de impulsión						28,9
Temperatura de retorno						18,9
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 6						
Circuitos	Pavimento	Espesor (m)	R (m <sup>2</sup> °C/W)	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>ms</sub> (°C)	T <sub>ma</sub> (°C)
A recibidor	Gress	0,010	0,01	101	28,1	29,1
A cocina-salón-comedor	Gress	0,010	0,01	49,9	25	25,5
A dormitorio	Gress	0,010	0,01	80,5	28,1	28,9
A dormitorio matrimonio	Gress	0,010	0,01	74,5	27,5	28,2
A habitación bajocubierta	Gress	0,010	0,01	81,1	28,1	28,9
Temperatura de impulsión						29,1
Temperatura de retorno						19,1

## 3.2.9.- Cálculo del caudal de agua

PLANTA BAJA: PUERTA 1					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A cocina	76,1	5,6	6,3	479,4	0,0115
A salón-comedor	53,2	16,2	16,6	883,1	0,0211
A baño	80,8	3,6	3,9	315,1	0,0075
A dormitorio	67,2	10,2	10,4	698,9	0,0167
Caudal total de impulsión					0,0568
PLANTA BAJA: PUERTA 2					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A cocina	81,7	5,4	9,4	768,0	0,0183
A salón-comedor	62,5	18,0	21,6	1350,0	0,0322
A dormitorio	69,9	7,8	8,7	608,1	0,0145
A dormitorio matrimonio	54,1	10,0	10,8	584,3	0,0140
Caudal total de impulsión					0,0791
PLANTA BAJA: PUERTA 3					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A cocina	65,3	6,3	7,1	463,6	0,0111
A salón-comedor	40,0	16,2	16,6	664,0	0,0159
A baño	82,2	3,5	3,8	312,4	0,0075
A dormitorio	66,7	10,3	10,5	700,4	0,0167
Caudal total de impulsión					0,0511
PLANTA BAJA: PUERTA 4					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A cocina-salón-comedor	40,3	21,9	24,5	987,4	0,0236
A dormitorio	53,6	10,1	11,7	627,1	0,0150
Caudal total de impulsión					0,0386
PLANTA BAJA: PUERTA 5					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A recibidor	101,0	2,3	5,8	585,8	0,0140
A cocina-salón-comedor	45,7	24,0	25,7	1174,5	0,0281
A dormitorio	66,2	6,0	6,9	456,8	0,0109
A dormitorio matrimonio	64,1	10,1	11,2	717,9	0,0171
Caudal total de impulsión					0,0701

PLANTA PRIMERA: PUERTA 1					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A cocina	63,6	5,6	6,3	400,7	0,0096
A salón-comedor	32,2	16,2	16,6	534,5	0,0128
A baño	68,3	3,6	3,9	266,4	0,0064
A dormitorio	54,4	10,2	10,4	565,8	0,0135
Caudal total de impulsión					0,0422
PLANTA PRIMERA: PUERTA 2					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A cocina-salón-comedor	27,7	21,9	23,8	659,3	0,0157
A dormitorio	42,0	10,1	12,1	508,2	0,0121
Caudal total de impulsión					0,0279
PLANTA PRIMERA: PUERTA 3					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A recibidor	81,2	2,5	6,0	487,2	0,0116
A cocina-salón-comedor	39,8	23,4	25,1	999,0	0,0239
A dormitorio matrimonio	60,6	10,0	11,1	672,7	0,0161
A dormitorio	76,0	6,1	7,0	532,0	0,0127
Caudal total de impulsión					0,0643
PLANTA PRIMERA: PUERTA 4					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A cocina	52,8	6,3	7,1	374,9	0,0090
A salón-comedor	32,1	16,2	16,6	532,9	0,0127
A baño	69,7	3,5	3,8	264,9	0,0063
A dormitorio	53,9	10,3	10,5	566,0	0,0135
Caudal total de impulsión					0,0415
PLANTA PRIMERA: PUERTA 5					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A cocina-salón-comedor	27,5	21,9	24,5	673,8	0,0161
A dormitorio	40,8	10,1	11,7	477,4	0,0114
Caudal total de impulsión					0,0275
PLANTA PRIMERA: PUERTA 6					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A recibidor	88,7	2,3	5,8	514,5	0,0123
A cocina-salón-comedor	37,9	24,0	25,7	974,0	0,0233
A dormitorio	68,2	6,0	6,9	470,6	0,0112
A dormitorio matrimonio	62,0	10,1	11,2	694,4	0,0166
Caudal total de impulsión					0,0634

PLANTA SEGUNDA: PUERTA 1					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A cocina	63,6	5,6	6,3	400,7	0,0096
A salón-comedor	32,2	16,2	16,6	534,5	0,0128
A baño	68,3	3,6	3,9	266,4	0,0064
A dormitorio	54,4	10,2	10,4	565,8	0,0135
Caudal total de impulsión					0,0422
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 2					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A cocina-salón-comedor	26,5	22,9	24,8	657,2	0,0157
A dormitorio	37,5	11,3	13,3	498,8	0,0119
Caudal total de impulsión					0,0276
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 3					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A recibidor	81,2	2,5	6,0	487,2	0,0116
A cocina-salón-comedor	39,8	23,4	25,1	999,0	0,0239
A dormitorio matrimonio	60,6	10,0	11,1	672,7	0,0161
A dormitorio	76,0	6,1	7,0	532,0	0,0127
Caudal total de impulsión					0,0643
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 4					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A cocina	52,8	6,3	7,1	374,9	0,0090
A salón-comedor	32,1	16,2	16,6	532,9	0,0127
A baño	69,7	3,5	3,8	264,9	0,0063
A dormitorio	53,9	10,3	10,5	566,0	0,0135
Caudal total de impulsión					0,0415
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 5					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A cocina-salón-comedor	26,3	22,9	25,5	670,7	0,0160
A dormitorio	36,5	11,3	12,9	470,9	0,0112
Caudal total de impulsión					0,0273
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 6					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A recibidor	88,7	2,3	5,8	514,5	0,0123
A cocina-salón-comedor	37,9	24,0	25,7	974,0	0,0233
A dormitorio	68,2	6,0	6,9	470,6	0,0112
A dormitorio matrimonio	62,0	10,1	11,2	694,4	0,0166
Caudal total de impulsión					0,0634

PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 1					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A cocina	76,1	5,6	6,3	479,4	0,0115
A salón-comedor	45,1	16,2	16,6	746,7	0,0179
A baño	80,9	3,6	3,9	315,5	0,0075
A dormitorio	67,3	10,2	10,4	699,9	0,0167
A habitación bajocubierta	91,7	12,9	14,5	1329,7	0,0318
Caudal total de impulsión					0,0853
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 2					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A cocina-salón-comedor	39,3	22,9	24,8	974,6	0,0233
A dormitorio	50,4	11,3	13,3	670,3	0,0160
A habitación bajocubierta	82,3	12,8	15,2	1251,0	0,0299
Caudal total de impulsión					0,0692
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 3					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A recibidor	93,4	2,5	6,0	560,4	0,0134
A cocina-salón-comedor	52,4	23,4	25,1	1315,2	0,0314
A dormitorio matrimonio	73,7	10,0	11,1	818,1	0,0195
A dormitorio	88,9	6,1	7,0	622,3	0,0149
A habitación bajocubierta	85,7	15,9	17,5	1499,8	0,0358
Caudal total de impulsión					0,1150
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 4					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A cocina	65,3	6,3	7,1	463,6	0,0111
A salón-comedor	45,0	16,2	16,6	747,0	0,0178
A baño	82,3	3,5	3,8	312,7	0,0075
A dormitorio	66,8	10,3	10,5	701,4	0,0168
A habitación bajocubierta	89,8	13,3	15,1	1356,0	0,0324
Caudal total de impulsión					0,0855
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 5					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A cocina-salón-comedor	39,1	22,9	25,5	997,1	0,0238
A dormitorio	49,4	11,3	12,9	637,3	0,0152
A habitación bajocubierta	80,8	13,2	15,6	1260,5	0,0301
Caudal total de impulsión					0,0691
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 6					
Circuitos	Qtot/superficie (W/m <sup>2</sup> )	Área calefactada(m <sup>2</sup> )	Área real calefactada (m <sup>2</sup> )	Q (W)	Caudal (l/s)
A recibidor	101,0	2,3	5,8	585,8	0,0140
A cocina-salón-comedor	49,9	24,0	25,7	1282,4	0,0306
A dormitorio	80,5	6,0	6,9	555,5	0,0133
A dormitorio matrimonio	74,5	10,1	11,2	834,4	0,0199
A habitación bajocubierta	81,1	16,8	18,7	1516,6	0,0362
Caudal total de impulsión					0,1140

## 3.2.10.- Cálculo de montantes y tuberías de distribución

<b>PLANTA BAJA: PUERTA 1</b>					
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)	Dimensión de la tubería	
0,0568	0,070	1,044	0,073	20x1,9	
<b>PLANTA BAJA: PUERTA 2</b>					
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)	Dimensión de la tubería	
0,0791	0,135	1,044	0,141	20x1,9	
<b>PLANTA BAJA: PUERTA 3</b>					
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)	Dimensión de la tubería	
0,0511	0,055	1,044	0,057	20x1,9	
<b>PLANTA BAJA: PUERTA 4</b>					
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)	Dimensión de la tubería	
0,0386	0,130	1,056	0,137	16x1,8	
<b>PLANTA BAJA: PUERTA 5</b>					
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)	Dimensión de la tubería	
0,0701	0,110	1,044	0,115	20x1,9	
<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 1</b>					
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)	Dimensión de la tubería	
0,0422	0,150	1,050	0,158	16x1,8	
<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 2</b>					
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)	Dimensión de la tubería	
0,0279	0,070	1,062	0,074	16x1,8	
<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 3</b>					
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)	Dimensión de la tubería	
0,0643	0,090	1,046	0,094	20x1,9	
<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 4</b>					
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)	Dimensión de la tubería	
0,0415	0,145	1,049	0,152	16x1,8	
<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 5</b>					
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)	Dimensión de la tubería	
0,0275	0,065	1,062	0,069	16x1,8	
<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 6</b>					
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)	Dimensión de la tubería	
0,0634	0,080	1,049	0,084	20x1,9	

PLANTA SEGUNDA: PUERTA 1			
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)
0,0422	0,150	1,050	0,158
			16x1,8
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)
0,0276	0,065	1,063	0,069
			16x1,8
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)
0,0643	0,090	1,046	0,094
			20x1,9
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)
0,0415	0,145	1,049	0,152
			16x1,8
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)
0,0273	0,060	1,064	0,064
			16x1,8
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)
0,0634	0,080	1,049	0,084
			20x1,9

PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 1			
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)
0,0653	0,150	1,040	0,156
			20x1,9
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)
0,0692	0,105	1,044	0,110
			20x1,9
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)
0,1150	0,020	1,151	0,023
			32x2,9
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)
0,0655	0,155	1,040	0,161
			20x1,9
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)
0,0691	0,105	1,044	0,110
			20x1,9
Caudal total de impulsión (l/s)	Pérdida de carga (KPa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (KPa/m) (Con factor de corrección)
0,1140	0,019	1,155	0,022
			32x2,9



## 3.2.11.- Pérdida de carga de los circuitos de suelo radiante

PLANTA BAJA: PUERTA 1							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A cocina	34,2	0,0115	0,020	1,044	0,021	0,7	
A salón-comedor	64,8	0,0211	0,040	1,044	0,042	3,5	
A baño	20,0	0,0075	0,010	1,044	0,010	0,2	
A dormitorio	54,0	0,0167	0,035	1,044	0,037	2,0	
PLANTA BAJA: PUERTA 2							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A cocina	51,0	0,0183	0,037	1,044	0,039	2,0	
A salón-comedor	113,0	0,0322	0,090	1,044	0,094	10,6	
A dormitorio	46,0	0,0145	0,027	1,044	0,028	1,3	
A dormitorio matrimonio	56,6	0,0140	0,020	1,044	0,021	1,2	
PLANTA BAJA: PUERTA 3							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A cocina	37,7	0,0111	0,016	1,044	0,017	0,6	
A salón-comedor	64,8	0,0159	0,030	1,044	0,031	2,7	
A baño	19,5	0,0075	0,010	1,044	0,010	0,2	
A dormitorio	54,5	0,0167	0,035	1,044	0,037	2,0	
PLANTA BAJA: PUERTA 4							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A cocina-salón-comedor	122,3	0,0236	0,057	1,056	0,060	7,4	
A dormitorio	59,1	0,0150	0,028	1,056	0,030	1,7	
PLANTA BAJA: PUERTA 5							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A recibidor	34,5	0,0140	0,020	1,044	0,021	0,7	
A cocina-salón-comedor	130,6	0,0281	0,080	1,044	0,083	10,9	
A dormitorio	37,4	0,0109	0,015	1,044	0,016	0,6	
A dormitorio matrimonio	56,5	0,0171	0,036	1,044	0,038	2,2	

PLANTA PRIMERA: PUERTA 1							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A. cocina	34,2	0,0096	0,012	1,050	0,013	0,4	
A. salón-comedor	84,8	0,0128	0,020	1,050	0,021	1,8	
A. baño	20,0	0,0064	0,008	1,050	0,008	0,2	
A. dormitorio	54,0	0,0135	0,026	1,050	0,027	1,5	
PLANTA PRIMERA: PUERTA 2							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A. cocina-salón-comedor	118,5	0,0157	0,030	1,062	0,032	3,8	
A. dormitorio	63,5	0,0121	0,021	1,062	0,022	1,4	
PLANTA PRIMERA: PUERTA 3							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A. recibidor	35,5	0,0116	0,020	1,046	0,021	0,7	
A. cocina-salón-comedor	127,6	0,0239	0,058	1,046	0,061	7,7	
A. dormitorio matrimonio	57,4	0,0161	0,036	1,046	0,038	2,2	
A. dormitorio	36,5	0,0127	0,019	1,046	0,020	0,8	
PLANTA PRIMERA: PUERTA 4							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A. cocina	37,7	0,0090	0,011	1,049	0,012	0,4	
A. salón-comedor	84,8	0,0127	0,019	1,049	0,020	1,7	
A. baño	19,5	0,0063	0,007	1,049	0,007	0,1	
A. dormitorio	54,5	0,0135	0,026	1,049	0,027	1,5	
PLANTA PRIMERA: PUERTA 5							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A. cocina-salón-comedor	122,3	0,0161	0,031	1,062	0,033	4,0	
A. dormitorio	59,1	0,0114	0,019	1,062	0,020	1,2	
PLANTA PRIMERA: PUERTA 6							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A. recibidor	34,5	0,0123	0,018	1,049	0,019	0,7	
A. cocina-salón-comedor	130,6	0,0233	0,056	1,049	0,059	7,7	
A. dormitorio	37,4	0,0112	0,018	1,049	0,019	0,7	
A. dormitorio matrimonio	56,5	0,0166	0,034	1,049	0,036	2,1	

PLANTA SEGUNDA: PUERTA 1							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A. cocina	34,2	0,0096	0,012	1,050	0,013	0,4	
A. salón-comedor	84,8	0,0128	0,020	1,050	0,021	1,8	
A. baño	20,0	0,0064	0,008	1,050	0,008	0,2	
A. dormitorio	54,0	0,0135	0,026	1,050	0,027	1,5	
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 2							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A. cocina-salón-comedor	123,5	0,0157	0,030	1,063	0,032	3,9	
A. dormitorio	69,5	0,0119	0,016	1,063	0,017	1,2	
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 3							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A. recibidor	35,5	0,0116	0,020	1,046	0,021	0,7	
A. cocina-salón-comedor	127,6	0,0239	0,058	1,046	0,061	7,7	
A. dormitorio matrimonio	57,4	0,0161	0,036	1,046	0,038	2,2	
A. dormitorio	36,5	0,0127	0,019	1,046	0,020	0,8	
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 4							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A. cocina	37,7	0,0090	0,011	1,049	0,012	0,4	
A. salón-comedor	84,8	0,0127	0,019	1,049	0,020	1,7	
A. baño	19,5	0,0063	0,007	1,049	0,007	0,1	
A. dormitorio	54,5	0,0135	0,026	1,049	0,027	1,5	
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 5							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A. cocina-salón-comedor	127,3	0,0160	0,031	1,064	0,033	4,2	
A. dormitorio	65,1	0,0112	0,021	1,064	0,022	1,5	
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 6							
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)	
A. recibidor	34,5	0,0123	0,018	1,049	0,019	0,7	
A. cocina-salón-comedor	130,6	0,0233	0,056	1,049	0,059	7,7	
A. dormitorio	37,4	0,0112	0,018	1,049	0,019	0,7	
A. dormitorio matrimonio	56,5	0,0166	0,034	1,049	0,036	2,1	

PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 1						
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)
A. cocina	34,2	0,0155	0,030	1,040	0,031	1,1
A. salón-comedor	84,8	0,0179	0,036	1,040	0,037	3,2
A. baño	20,0	0,0075	0,010	1,040	0,010	0,2
A. dormitorio	54,0	0,0167	0,035	1,040	0,036	2,0
A. habitación bajocubierta	72,3	0,0318	0,087	1,040	0,090	6,5
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 2						
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)
A. cocina-salón-comedor	123,5	0,0233	0,056	1,044	0,058	7,2
A. dormitorio	69,5	0,0160	0,031	1,044	0,032	2,2
A. habitación bajocubierta	76,0	0,0299	0,030	1,044	0,031	2,4
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 3						
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)
A. recibidor	36,5	0,0134	0,025	1,041	0,026	0,9
A. cocina-salón-comedor	127,6	0,0134	0,025	1,041	0,026	3,3
A. dormitorio matrimonio	57,4	0,0195	0,055	1,041	0,057	3,3
A. dormitorio	36,5	0,0149	0,028	1,041	0,029	1,1
A. habitación bajocubierta	87,3	0,0368	0,112	1,041	0,117	10,2
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 4						
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)
A. cocina	37,7	0,0111	0,020	1,040	0,021	0,8
A. salón-comedor	84,8	0,0178	0,039	1,040	0,041	3,4
A. baño	19,5	0,0075	0,010	1,040	0,010	0,2
A. dormitorio	54,5	0,0168	0,036	1,040	0,037	2,0
A. habitación bajocubierta	75,3	0,0324	0,100	1,040	0,104	7,8
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 5						
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)
A. cocina-salón-comedor	127,3	0,0238	0,058	1,044	0,061	7,7
A. dormitorio	65,1	0,0152	0,029	1,044	0,030	2,0
A. habitación bajocubierta	79,0	0,0301	0,080	1,044	0,084	6,5
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 6						
Circuitos	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa/m)	Factor de corrección	Pérdida de carga (Kpa/m) (Con factor de corrección)	Pérdida de carga (Kpa)
A. recibidor	34,5	0,0140	0,027	1,044	0,028	1,0
A. cocina-salón-comedor	130,6	0,0306	0,090	1,044	0,094	12,3
A. dormitorio	37,4	0,0133	0,024	1,044	0,025	0,9
A. dormitorio matrimonio	56,5	0,0199	0,040	1,044	0,042	2,4
A. habitación bajocubierta	92,8	0,0362	0,114	1,044	0,119	11,0

## 3.2.12.- Pérdida de carga total de la instalación de cada vivienda

<b>PLANTA BAJA: PUERTA 1</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a salón-comedor	3,500
Colector	4 circuitos. Caudal: 0,0568 l/s	0,300
Tuberías de distribución	20x1,9. Longitud: 2 x 33 m	4,818
Accesorios	18 codos Ø20	1,445
	4 manguitos de unión Ø20	0,012
	6 llaves de corte Ø20	1,336
<b>Total</b>		<b>11,411</b>
<b>PLANTA BAJA: PUERTA 2</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a salón-comedor	10,600
Colector	4 circuitos. Caudal: 0,0791 l/s	0,600
Tuberías de distribución	20x1,9. Longitud: 2 x 22 m	6,204
Accesorios	14 codos Ø20	2,171
	4 manguitos de unión Ø20	0,023
	6 llaves de corte Ø20	2,580
<b>Total</b>		<b>22,178</b>
<b>PLANTA BAJA: PUERTA 3</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a salón-comedor	2,700
Colector	4 circuitos. Caudal: 0,0511 l/s	0,280
Tuberías de distribución	20x1,9. Longitud: 2 x 40 m	4,560
Accesorios	20 codos Ø20	1,254
	4 manguitos de unión Ø20	0,009
	6 llaves de corte Ø20	1,043
<b>Total</b>		<b>9,846</b>
<b>PLANTA BAJA: PUERTA 4</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a cocina-salón-comedor	7,400
Colector	2 circuitos. Caudal: 0,0386 l/s	0,450
Tuberías de distribución	16x1,8. Longitud: 2 x 48 m	13,152
Accesorios	16 codos Ø16	1,929
	4 manguitos de unión Ø16	0,000
	6 llaves de corte Ø16	1,932
<b>Total</b>		<b>24,863</b>
<b>PLANTA BAJA: PUERTA 5</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a cocina-salón-comedor	10,900
Colector	4 circuitos. Caudal: 0,0701 l/s	0,450
Tuberías de distribución	20x1,9. Longitud: 2 x 51 m	11,730
Accesorios	16 codos Ø20	2,024
	4 manguitos de unión Ø20	0,018
	6 llaves de corte Ø20	2,105
<b>Total</b>		<b>27,227</b>

<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 1</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a salón-comedor	1,800
Colector	4 circuitos. Caudal: 0,0422 l/s	0,200
Tuberías de distribución	16x1,8. Longitud: 2 x 29 m	9,164
Accesorios	18 codos Ø16	2,503
	4 manguitos de unión Ø16	0,000
	6 llaves de corte Ø16	2,228
Total		15,895
<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 2</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a cocina-salón-comedor	3,800
Colector	2 circuitos. Caudal: 0,0279 l/s	0,250
Tuberías de distribución	16x1,8. Longitud: 2 x 15 m	2,220
Accesorios	12 codos Ø16	0,781
	4 manguitos de unión Ø16	0,000
	6 llaves de corte Ø16	1,043
Total		8,095
<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 3</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a cocina-salón-comedor	7,700
Colector	4 circuitos. Caudal: 0,0643 l/s	0,400
Tuberías de distribución	20x1,9. Longitud: 2 x 17 m	3,196
Accesorios	16 codos Ø20	1,654
	4 manguitos de unión Ø20	0,015
	6 llaves de corte Ø20	1,720
Total		14,686
<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 4</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a salón-comedor	1,700
Colector	4 circuitos. Caudal: 0,0415 l/s	0,200
Tuberías de distribución	16x1,8. Longitud: 2 x 37 m	11,248
Accesorios	20 codos Ø16	2,675
	4 manguitos de unión Ø16	0,000
	6 llaves de corte Ø16	2,143
Total		17,966
<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 5</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a cocina-salón-comedor	4,000
Colector	2 circuitos. Caudal: 0,0275 l/s	0,250
Tuberías de distribución	16x1,8. Longitud: 2 x 46 m	6,348
Accesorios	16 codos Ø16	0,972
	4 manguitos de unión Ø16	0,000
	6 llaves de corte Ø16	0,973
Total		12,542
<b>PLANTA PRIMERA: PUERTA 6</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a cocina-salón-comedor	7,700
Colector	4 circuitos. Caudal: 0,0634 l/s	0,350
Tuberías de distribución	20x1,9. Longitud: 2 x 47 m	7,896
Accesorios	16 codos Ø20	1,478
	4 manguitos de unión Ø20	0,013
	6 llaves de corte Ø20	1,537
Total		18,975

<b>PLANTA SEGUNDA: PUERTA 1</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a salón-comedor	1,800
Colector	4 circuitos. Caudal: 0,0422 l/s	0,200
Tuberías de distribución	16x1,8. Longitud: 2 x 36 m	11,376
Accesorios	18 codos Ø16	2,503
	4 manguitos de unión Ø16	0,000
	6 llaves de corte Ø16	2,228
Total		18,107
<b>PLANTA SEGUNDA: PUERTA 2</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a cocina-salón-comedor	3,900
Colector	2 circuitos. Caudal: 0,0279 l/s	0,250
Tuberías de distribución	16x1,8. Longitud: 2 x 43 m	5,934
Accesorios	16 codos Ø16	0,972
	4 manguitos de unión Ø16	0,000
	6 llaves de corte Ø16	0,973
Total		12,028
<b>PLANTA SEGUNDA: PUERTA 3</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a cocina-salón-comedor	7,700
Colector	4 circuitos. Caudal: 0,0643 l/s	0,400
Tuberías de distribución	20x1,9. Longitud: 2 x 43 m	8,084
Accesorios	20 codos Ø20	2,068
	4 manguitos de unión Ø20	0,015
	6 llaves de corte Ø20	1,720
Total		19,987
<b>PLANTA SEGUNDA: PUERTA 4</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a salón-comedor	1,700
Colector	4 circuitos. Caudal: 0,0415 l/s	0,200
Tuberías de distribución	16x1,8. Longitud: 2 x 27 m	8,208
Accesorios	18 codos Ø16	2,408
	4 manguitos de unión Ø16	0,000
	6 llaves de corte Ø16	2,143
Total		14,659
<b>PLANTA SEGUNDA: PUERTA 5</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a cocina-salón-comedor	4,200
Colector	2 circuitos. Caudal: 0,0275 l/s	0,250
Tuberías de distribución	16x1,8. Longitud: 2 x 14 m	1,792
Accesorios	12 codos Ø16	0,676
	4 manguitos de unión Ø16	0,000
	6 llaves de corte Ø16	0,902
Total		7,820
<b>PLANTA SEGUNDA: PUERTA 6</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a cocina-salón-comedor	7,700
Colector	4 circuitos. Caudal: 0,0634 l/s	0,350
Tuberías de distribución	20x1,9. Longitud: 2 x 15 m	2,520
Accesorios	12 codos Ø20	1,109
	4 manguitos de unión Ø20	0,013
	6 llaves de corte Ø20	1,537
Total		13,229

<b>PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 1</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a habitación bajocubierta	6,500
Colector	5 circuitos. Caudal: 0,0853 l/s	0,400
Tuberías de distribución	20x1,9. Longitud: 2 x 34 m	10,608
Accesorios	18 codos Ø20	3,089
	4 manguitos de unión Ø20	0,025
	6 llaves de corte Ø20	2,855
<b>Total</b>		<b>23,477</b>
<b>PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 2</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a cocina-salón-comedor	7,200
Colector	3 circuitos. Caudal: 0,0692 l/s	0,800
Tuberías de distribución	20x1,9. Longitud: 2 x 39 m	8,580
Accesorios	16 codos Ø20	1,936
	4 manguitos de unión Ø20	0,018
	6 llaves de corte Ø20	2,013
<b>Total</b>		<b>20,547</b>
<b>PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 3</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a habitación bajocubierta	10,200
Colector	5 circuitos. Caudal: 0,115 l/s	0,700
Tuberías de distribución	32x2,9. Longitud: 2 x 40 m	1,840
Accesorios	20 codos Ø32	0,814
	4 manguitos de unión Ø32	0,006
	6 llaves de corte Ø32	0,698
<b>Total</b>		<b>14,259</b>
<b>PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 4</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a habitación bajocubierta	7,800
Colector	5 circuitos. Caudal: 0,0855 l/s	0,420
Tuberías de distribución	20x1,9. Longitud: 2 x 25 m	8,050
Accesorios	20 codos Ø20	3,542
	4 manguitos de unión Ø20	0,026
	6 llaves de corte Ø20	2,946
<b>Total</b>		<b>22,784</b>
<b>PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 5</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a cocina-salón-comedor	7,700
Colector	3 circuitos. Caudal: 0,0691 l/s	0,790
Tuberías de distribución	20x1,9. Longitud: 2 x 9 m	1,980
Accesorios	12 codos Ø20	1,452
	4 manguitos de unión Ø20	0,018
	6 llaves de corte Ø20	2,013
<b>Total</b>		<b>13,953</b>
<b>PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 6</b>		
<b>Tramo</b>	<b>Criterio</b>	<b>Pérdida de carga [Kpa]</b>
Circuitos	Circuito a cocina-salón-comedor	12,300
Colector	5 circuitos. Caudal: 0,114 l/s	0,680
Tuberías de distribución	32x2,9. Longitud: 2 x 10 m	0,440
Accesorios	12 codos Ø32	0,467
	4 manguitos de unión Ø32	0,006
	6 llaves de corte Ø32	0,668
<b>Total</b>		<b>14,561</b>



3.2.13.- Selección de las bombas de circulación de las instalaciones

PLANTA BAJA: PUERTA 1						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0568	11,411	0,648	22N	I	27,500	16,089
PLANTA BAJA: PUERTA 2						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0791	22,178	1,754	22N	I	24,500	2,322
PLANTA BAJA: PUERTA 3						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0511	9,846	0,503	22N	I	27,000	17,154
PLANTA BAJA: PUERTA 4						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0386	24,863	0,960	22N	I	29,000	4,137
PLANTA BAJA: PUERTA 5						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0701	27,227	1,909	22N	II	47,000	19,773

PLANTA PRIMERA: PUERTA 1						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0422	15,896	0,671	22N	I	28,000	12,105
PLANTA PRIMERA: PUERTA 2						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0279	8,095	0,226	22N	I	30,000	21,905
PLANTA PRIMERA: PUERTA 3						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0643	14,686	0,944	22N	I	26,000	11,314
PLANTA PRIMERA: PUERTA 4						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0415	17,966	0,746	22N	I	28,200	10,234
PLANTA PRIMERA: PUERTA 5						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0275	12,542	0,345	22N	I	30,200	17,658
PLANTA PRIMERA: PUERTA 6						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0634	18,975	1,203	22N	I	25,700	6,725

PLANTA SEGUNDA: PUERTA 1						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0422	18,107	0,764	22N	I	28,000	9,893
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 2						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0276	12,028	0,332	22N	I	30,300	18,272
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 3						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0643	19,967	1,295	22N	I	26,000	6,013
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 4						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0415	14,669	0,608	22N	I	28,200	13,541
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 5						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0273	7,820	0,213	22N	I	30,500	22,680
PLANTA SEGUNDA: PUERTA 6						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0634	13,229	0,839	22N	I	25,700	12,471
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 1						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0653	23,477	2,003	22N	II	43,500	20,023
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 2						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0692	20,547	1,422	22N	I	24,300	3,753
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 3						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,115	14,259	1,640	22N	I	20,000	5,741
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 4						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0655	22,784	1,948	22N	I	23,800	1,016
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 5						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,0691	13,963	0,964	22N	I	24,400	10,447
PLANTA TERCERA + BAJOCUBIERTA: PUERTA 6						
Caudal (l/s)	Pérdida de carga (Kpa)	Potencia (W)	Tipo circulador	Velocidad	Pérdida de carga (Kpa) (Según velocidad escogida)	Pérdida de carga (Kpa) (Válvula retorno)
0,114	14,561	1,660	22N	I	20,100	5,539

## **4.- Presupuesto**

## 4.- Presupuesto

A continuación se encuentra detallado el presupuesto del proyecto. Este se ha dividido en dos grandes bloques, la instalación de energía solar térmica y la instalación de calefacción por suelo radiante. Estos bloques se han dividido a su vez en secciones para desglosar y hacer más inteligible el contenido del presupuesto. Todos los precios son sin i.v.a., el cual será añadido al importe bruto final.

En la realización del presupuesto se han tenido en cuenta todos aquellos trabajos relacionados directamente con las instalaciones proyectadas y que no debieran llevarse a cabo si estas no se produjesen. Los trabajos propios de una obra realizados indistintamente a la consecución de las instalaciones proyectadas aunque tengan relación con estas no se han tenido en cuenta. Finalmente cabe incidir en que las máquinas Stratos MaxGas se han presupuestado en el bloque de la instalación solar térmica pero bien hubieran podido estar en el bloque de la instalación de calefacción por suelo radiante. Estas máquinas son el punto de unión entre ambas instalaciones.

<b>INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA</b>				
<b>CAPTACIÓN</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>
Colector solar térmico de 1,93 m <sup>2</sup> de superficie de captación. Marca: Solvis, modelo: Cala C222-S. Con soportes, accesorios, protecciones etc.	ud.	13	1533,38	19933,94
<b>SUBTOTAL</b>				<b>19933,94</b>

<b>DISTRIBUCIÓN</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>
Conducciones de local técnico a captadores. Tramo común. D.26/28. (De cobre con aislamiento reglamentario y protección de aluminio contra ultravioletados en tramo exterior).	m	22	37,45	823,90
Conducciones de local técnico a captadores. Tramo a grupo de 5 captadores. D.16/18. (De cobre con aislamiento reglamentario y protección de aluminio contra ultravioletados en tramo exterior).	m	8	33,15	265,20
Conducciones de local técnico a captadores. Tramo a grupo de 4 captadores A y B. D.20/22. (De cobre con aislamiento reglamentario y protección de aluminio contra ultravioletados en tramo exterior).	m	4,5	35,12	158,04
Conducciones de local técnico a captadores. Tramo a grupo de 4 captadores A. D.16/18. (De cobre con aislamiento reglamentario y protección de aluminio contra ultravioletados en tramo exterior).	m	0,5	33,15	16,58

Conducciones de local técnico a captadores. Tramo a grupo de 4 captadores B. D.16/18. (De cobre con aislamiento reglamentario y protección de aluminio contra ultraviolados en tramo exterior).	m	13	33,15	430,95
Conducciones de local técnico a máquinas. Tramo común. D.26/28. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	5,5	37,45	205,98
Conducciones de local técnico a máquinas. Ramificación a 12 máquinas. D.20/22. (De cobre con aislamiento reglamentario y protección de aluminio contra ultraviolados en tramo exterior).	m	37	35,12	1299,44
Conducciones de local técnico a máquinas. Ramificación a 11 máquinas. D.20/22. (De cobre con aislamiento reglamentario y protección de aluminio contra ultraviolados en tramo exterior).	m	37	35,12	1299,44
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 11 máquinas a P.B.1. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	5,5	17,12	94,16
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 11 máquinas a P.B.2. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	4	17,12	68,48
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 11 máquinas a P.B.3. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	5,5	17,12	94,16
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 11 máquinas a P.B.4. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	8	17,12	136,96
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 11 máquinas a P.B.5. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	11	17,12	188,32
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 11 máquinas a P.1.1. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	9,5	17,12	162,64
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 11 máquinas a P.1.2. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	7	17,12	119,84
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 11 máquinas a P.1.3. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	4,5	17,12	77,04

Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 11 máquinas a P.1.4. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	4,5	17,12	77,04
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 11 máquinas a P.1.5. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	7	17,12	119,84
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 11 máquinas a P.1.6. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	10	17,12	171,20
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 12 máquinas a P.2.1. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	11	17,12	188,32
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 12 máquinas a P.2.2. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	8	17,12	136,96
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 12 máquinas a P.2.3. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	5,5	17,12	94,16
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 12 máquinas a P.2.4. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	4	17,12	68,48
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 12 máquinas a P.2.5. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	5,5	17,12	94,16
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 12 máquinas a P.2.6. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	8	17,12	136,96
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 12 máquinas a P.3.1. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	10	17,12	171,20
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 12 máquinas a P.3.2. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	7	17,12	119,84
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 12 máquinas a P.3.3. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	4,5	17,12	77,04
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 12 máquinas a P.3.4. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	4,5	17,12	77,04

Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 12 máquinas a P.3.5. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	7	17,12	119,84
Conducciones de local técnico a máquinas. De ramificación 12 máquinas a P.3.6. D.8/10. (De cobre con aislamiento reglamentario).	m	9,5	17,12	162,64
<b>SUBTOTAL</b>				<b>7255,84</b>

<b>MÁQUINAS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>
Kit de conexión hidráulico	ud.	23	525,00	12075,00
Solvis Stratos MaxGas SX-656.	ud.	11	9069,38	99763,18
Solvis Stratos MaxGas SX-756.	ud.	10	9463,76	94637,60
Solvis Stratos MaxGas SX-956.	ud.	2	9784,60	19569,20
<b>SUBTOTAL</b>				<b>226044,98</b>

<b>VALVULERÍA Y ACCESORIOS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>
Válvula de regulación estática de cabal DN26 para el control de cabal en local técnico.	ud.	1	67,25	67,25
Válvula de regulación estática de cabal DN16 para el control de cabal en el campo de captación de 5 colectores.	ud.	1	43,20	43,20
Válvula de regulación estática de cabal DN20 para el control de cabal en el campo de captación de 4 colectores A y B.	ud.	1	58,05	58,05
Válvula de regulación estática de cabal DN16 para el control de cabal en el campo de captación de 4 colectores A.	ud.	1	43,20	43,20
Válvula de regulación estática de cabal DN16 para el control de cabal en el campo de captación de 4 colectores B.	ud.	1	43,20	43,20
Valvulería local técnico y pequeños accesorios: Válvula de corte 1".	ud.	12	10,00	120,00
Valvulería local técnico y pequeños accesorios: Válvula de retención 1".	ud.	2	28,75	57,50
Valvulería local técnico y pequeños accesorios: termómetros.	ud.	3	7,00	21,00
Valvulería local técnico y pequeños accesorios: manómetros.	ud.	2	5,00	10,00
Valvulería local técnico y pequeños accesorios: válvula de seguridad.	ud.	1	233,42	233,42
Valvulería local técnico y pequeños accesorios: filtro para la bomba de circulación.	ud.	1	32,25	32,25
Valvulería local técnico y pequeños accesorios: caudalímetro.	ud.	1	176,24	176,24
Valvulería local técnico y pequeños accesorios: válvula de regulación.	ud.	1	52,14	52,14

## Presupuesto

Vaso de expansión de 14 litros.	ud.	1	29,00	29,00
Bomba de circulación para C = 1040 l/h y 5880,5 mm.c.a. (con accesorios).	ud.	2	455,00	910,00
Depósito de 80 litros de recarga del circuito primario.	ud.	1	172,14	172,14
Válvulas de corte 1/2" del circuito solar de entrada y salida a máquinas.	ud.	92	5,00	460,00
Válvulas de retención 1/2" del circuito solar de entrada a máquinas.	ud.	23	23,12	531,76
<b>SUBTOTAL</b>				<b>3060,35</b>

REGULACIÓN	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Válvula de tres vías motorizada 1/2" de derivación a máquinas.	ud.	23	60,23	1385,29
Válvula de tres vías motorizada 1" para derivación a aerotermo.	ud.	1	81,85	81,85
Control diferencial (termostatos) y sondas correspondientes para viviendas	ud.	23	149,69	3442,87
Regulación para actuar sobre la bomba del circuito primario y aerotermo, con sonda correspondiente.	ud.	1	229,68	229,68
Contador de calorías, DN 1" para un cabal de 1040 l/h. (Formado por un cabeza electrotécnico de medición con pantalla LCD y memoria EEPROM alimentada por batería, un cabalímetro mecánico y un par de sondas de temperatura.	ud.	1	530,12	530,12
Aerotermo	ud.	1	420,15	420,15
Cuadro y conexiones eléctricas circuito solar al local técnico, incluyendo accesorios	ud.	1	600,00	600,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>6689,96</b>

CONEXIONES, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Instalación del campo de captación.	horas	115	24,00	2760,00
Instalación de las máquinas Solvis Stratos MaxGas.	horas	287,5	24,00	6900,00
Instalación de las conducciones.	horas	80	44,00	3520,00
Montaje local técnico	horas	32	44,00	1408,00
Agua destilada para la limpieza inicial del circuito solar	litros	100	0,40	40,00
Líquido caloportador	litros	80	1,89	151,2
Asistencia técnica y puesta en marcha de la instalación	horas	16	24,00	384,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>15163,20</b>

INGENIERÍA	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Redacción, gestiones y firma del proyecto	horas	320	30,00	9600,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>9600,00</b>



<b>PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA</b>	
<b>SUBTOTAL CAPTACIÓN</b>	<b>19933,94</b>
<b>SUBTOTAL DISTRIBUCIÓN</b>	<b>7255,84</b>
<b>SUBTOTAL MÁQUINAS</b>	<b>226044,98</b>
<b>SUBTOTAL VALVULERÍA Y ACCESORIOS</b>	<b>3060,35</b>
<b>SUBTOTAL REGULACIÓN</b>	<b>6689,96</b>
<b>SUBTOTAL CONEXIONES, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA</b>	<b>15163,20</b>
<b>SUBTOTAL INGENIERÍA</b>	<b>9600,00</b>
<b>TOTAL (€)</b>	<b>287748,27</b>

<b>INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE</b>
--

<b>DISTRIBUCIÓN COLECTOR-SUELO</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>
Tubo Uponor evalPEX quick & easy 16x1,8.	m	5442,9	1,85	10069,37
Desbobinador de tubos para facilitar la correcta distribución de la red de suelo radiante.	ud.	1	115,63	115,63
<b>SUBTOTAL</b>				<b>10185,00</b>

<b>DISTRIBUCIÓN MÁQUINAS-COLECTOR</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>
Tubo Uponor evalPEX quick & easy 16x1,8.	m	592	1,85	1095,20
Tubo Uponor evalPEX quick & easy 20x1,9.	m	732	2,26	1654,32
Tubo Uponor evalPEX quick & easy 32x2,9.	m	100	6,49	649,00
Uponor Quick&easy codo de plástico (PPSU). 16 a 16.	ud.	198	2,84	562,32
Uponor Quick&easy codo de plástico (PPSU). 20 a 20.	ud.	146	3,25	474,50
Uponor Quick&easy codo de plástico (PPSU). 32 a 32.	ud.	32	7,61	243,52
Adaptador Uponor para conexión de los tubos de distribución al generador de calor y al colector. Ø16.	ud.	36	3,87	139,32
Adaptador Uponor para conexión de los tubos de distribución al generador de calor y al colector. Ø20.	ud.	48	4,13	198,24
Adaptador Uponor para conexión de los tubos de distribución al generador de calor y al colector. Ø32.	ud.	8	5,72	45,76
Uponor Quick&easy llave de corte. 16 a 16.	ud.	54	11,78	636,12
Uponor Quick&easy llave de corte. 20 a 20.	ud.	72	11,78	848,16
Uponor Quick&easy llave de corte. 32 a 32.	ud.	48	38,93	1868,64

<b>SUBTOTAL</b>	<b>8415,10</b>
-----------------	----------------

<b>COLECTORES Y ACCESORIOS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>
Uponor kit colector con caudalímetro y 2 salidas.	ud.	23	196,26	4513,98
Uponor módulo básico colector con caudalímetro 1 salida.	ud.	40	49,56	1982,40
Adaptador para conexionado de los circuitos de suelo radiante al colector.	ud.	168	3,87	650,16
Llave de apriete para conexionado de los tubos a los colectores.	ud.	2	16,76	33,52
Curvatubos.	ud.	168	1,66	278,88
Caja de colectores de 2 a 4 circuitos. Dimensiones: 550x500x150mm.	ud.	19	103,50	1966,50
Caja de colectores de 5 a 7 circuitos. Dimensiones: 550x700x150mm.	ud.	4	126,50	506,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>9931,44</b>

<b>REGULACIÓN Y CONTROL</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>
Kit display + unidad base radio control system (módulo control y módulo de regulación).	ud.	23	498,90	11474,70
Uponor termostato standard radio control system.	ud.	84	83,64	7025,76
Cabezales electrotérmicos 24V.	ud.	84	34,09	2863,56
Grupo de impulsión con centralita de regulación. Kit de impulsión premontado formado por circulador ALPHA 15-60, válvula mezcladora de 2 vías, conexión a generador de calor, conexión a colector, by-pass y centralita de regulación Wirsbo, con sonda de impulsión, sonda exterior, programador servomotor y conexión a bomba.	ud.	23	1446,57	33271,11
<b>SUBTOTAL</b>				<b>54635,13</b>

<b>COMPONENTES DEL SUELO RADIANTE</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>
Zócalo perimetral.	m	1200	1,58	1896,00
Film polietileno.	m <sup>2</sup>	1200	0,84	1008,00
Aditivo para mortero.	kg	60	7,23	433,80
Panel de tetones Uponor plastificado de 960x640x24mm la unidad.	ud.	1736	9,08	15762,88
<b>SUBTOTAL</b>				<b>19100,68</b>

<b>CONEXIONES, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>
Instalación de los colectores y sus cajas empotradas en pared. (Incluye la disposición de los cabezales electrotérmicos).	horas	92	44,00	4048,00

Instalación de los circuitos de suelo radiante y conexión a los colectores. (Incluye la disposición del zócalo perimetral, del film de polietileno y los paneles de tetones en todas las estancias de la casa).	horas	396,75	44,00	17457,00
Instalación de las tuberías de distribución entre las máquinas y los colectores (Incluye conexionado, codos, manguitos, etc.).	horas	57,5	44,00	2530,00
Instalación de los grupos de impulsión con centralita de regulación.	horas	34,5	44,00	1518,00
Instalación de los sistemas de control y regulación. (Incluyendo termostatos).	horas	46	44,00	2024,00
Agua destilada para la limpieza inicial de los circuitos de calefacción.	litros	1500	0,40	600,00
Asistencia técnica y puesta en marcha de la instalación.	horas	92	24,00	2208,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>30385,00</b>

INGENIERÍA	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Redacción, gestiones y firma del proyecto	horas	400	30,00	12000,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>12000,00</b>

<b>PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE</b>	
<b>SUBTOTAL DISTRIBUCIÓN COLECTOR-SUELO</b>	<b>10185,00</b>
<b>SUBTOTAL DISTRIBUCIÓN MÁQUINAS-COLECTOR</b>	<b>8415,10</b>
<b>SUBTOTAL COLECTORES Y ACCESORIOS</b>	<b>9931,44</b>
<b>SUBTOTAL REGULACIÓN Y CONTROL</b>	<b>54635,13</b>
<b>SUBTOTAL COMPONENTES DEL SUELO RADIANTE</b>	<b>19100,68</b>
<b>SUBTOTAL CONEXIONES, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA</b>	<b>30385,00</b>
<b>SUBTOTAL INGENIERÍA</b>	<b>12000,00</b>
<b>TOTAL (€)</b>	<b>144652,35</b>

<b>PRESUPUESTO FINAL</b>	
<b>PRESUPUESTO TOTAL DE LA INST. DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA</b>	<b>287748,27</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL DE LA INST. DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE</b>	<b>144652,35</b>
<b>IMPORTE BRUTO</b>	<b>432400,62</b>
<b>I.V.A. (16%)</b>	<b>69184,10</b>
<b>IMPORTE FINAL</b>	<b>501584,72</b>

## **5.- Bibliografía**

## 5.- Bibliografía

### Libros, webs y documentos:

- [1] ORDENANZA SOLAR TÉRMICA. *Normativa legal de aplicación. Gestor integral de la Ordenanza Solar Térmica.* [www.barcelonaenergia.cat/gestorost/normativa.htm](http://www.barcelonaenergia.cat/gestorost/normativa.htm).
- [2] GUIA PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS. *Gestor integral de la Ordenanza Solar Térmica.* [www.barcelonaenergia.cat/gestorost/projectes.htm](http://www.barcelonaenergia.cat/gestorost/projectes.htm).
- [3] PLAN DE MEJORA ENERGÉTICA DE BARCELONA. *Documentos y publicaciones.* [www.barcelonaenergia.cat/cas/documentos/documentos2.htm](http://www.barcelonaenergia.cat/cas/documentos/documentos2.htm)
- [4] ORDENANZA SOLAR (VERSIÓN COMENTADA). *Documentación técnica. . Gestor integral de la Ordenanza Solar Térmica.* [www.barcelonaenergia.cat/gestorost/tecnica.htm](http://www.barcelonaenergia.cat/gestorost/tecnica.htm).
- [5] “LA ENERGÍA EN BARCELONA: LA ORDENANZA SOLAR TÉRMICA”. *Ordenanza Solar Térmica (OST). Documentos y publicaciones.* [www.barcelonaenergia.cat/cas/documentos/documentos3.htm](http://www.barcelonaenergia.cat/cas/documentos/documentos3.htm).
- [6] CTE HE4. *Normativa legal de aplicación. Gestor integral de la Ordenanza Solar Térmica.* [www.barcelonaenergia.cat/gestorost/normativa.htm](http://www.barcelonaenergia.cat/gestorost/normativa.htm).
- [7] DOCUMENTACIÓN TÉCNICO-COMERCIAL SUELO RADIANTE Y REFRESCANTE DE SAUNIER DUVAL. *Catálogo comercial de suelo radiante.* [www.saunierduval.es/Portal/catalogoSueloRadiante.jsp](http://www.saunierduval.es/Portal/catalogoSueloRadiante.jsp).
- [8] ACUMULADOR SOLVIS MAXGAS. *Información técnica energía solar.* [www.ecoinnova.com/submenu/descargas/](http://www.ecoinnova.com/submenu/descargas/).
- [9] VERSIÓN EXPLICATIVA DE LA OST (CASTELLANO). *Ordenanza Solar Térmica (OST). Documentos y publicaciones.* [www.barcelonaenergia.cat/cas/documentos/documentos3.htm](http://www.barcelonaenergia.cat/cas/documentos/documentos3.htm).
- [10] MÉTODO DE CÁLCULO F-CHART. *Documentación técnica. . Gestor integral de la Ordenanza Solar Térmica.* [www.barcelonaenergia.cat/gestorost/tecnica.htm](http://www.barcelonaenergia.cat/gestorost/tecnica.htm).
- [11] CRITERIOS DE INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA. *Documentación técnica. . Gestor integral de la Ordenanza Solar Térmica.* [www.barcelonaenergia.cat/gestorost/tecnica.htm](http://www.barcelonaenergia.cat/gestorost/tecnica.htm).
- [12] COLECTORES SOLARES SOLVIS CALA. *Información técnica energía solar.* [www.ecoinnova.com/submenu/descargas/](http://www.ecoinnova.com/submenu/descargas/).
- [13] RITE “PRODUCCIÓN DE ACS MEDIANTE SISTEMAS SOLARES ACTIVOS”. *Normativa legal de aplicación. Gestor integral de la Ordenanza Solar Térmica.* [www.barcelonaenergia.cat/gestorost/normativa.htm](http://www.barcelonaenergia.cat/gestorost/normativa.htm).
- [14] PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE INSTALACIONES DE BAJA TEMPERATURA. *Del IDEA Instalaciones de energía solar térmica.* [www.aven.es/pdf/idae\\_pet\\_rev\\_octubre\\_02\\_solar\\_termica.pdf](http://www.aven.es/pdf/idae_pet_rev_octubre_02_solar_termica.pdf)
- [15] DIÁMETROS Y ESPESORES MÍNIMOS DE TUBOS DE COBRE PARA INSTALACIONES INTERIORES DE SUMINISTRO DE AGUAS. *Dirección general de la energía.* [www.jmcprl.net/CONSTRUCCION/PDF/REGLAMENTOS/AGUA%20tubos%20cobre.pdf](http://www.jmcprl.net/CONSTRUCCION/PDF/REGLAMENTOS/AGUA%20tubos%20cobre.pdf)

[16] MANUAL TÉCNICO DE ENERGIA SOLAR TERMICA. Salvador Escoda. [www.nakido.com/644C68F1FCB02AAABB484CB3C73041748CE8A763](http://www.nakido.com/644C68F1FCB02AAABB484CB3C73041748CE8A763)

[17] REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS (RITE) Y SUS INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS. [www.cne.es/cne/doc/legislacion/RITE.pdf](http://www.cne.es/cne/doc/legislacion/RITE.pdf). y [www.isover.net/asesoria/manuales/reglamento.htm](http://www.isover.net/asesoria/manuales/reglamento.htm).

[18] MANUAL DE MONTAJE DE SOLVIS MAXGAS. *Instrucciones de uso y montaje energía solar.* [www.ecoinnova.com/submenu/descargas/](http://www.ecoinnova.com/submenu/descargas/).

[19] MANUAL TÉCNICO CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE UPONOR. *Documentación.* <http://www.uponor.es/home.asp>.

[20] CATÁLOGO SUELO RADIANTE Y REFRESCANTE DE SAUNIER DUVAL. *Catálogo comercial de suelo radiante.* [www.saunierduval.es/Portal/catalogoSueloRadiante.jsp](http://www.saunierduval.es/Portal/catalogoSueloRadiante.jsp).

[21] INFORMACIÓN TÉCNICA DE CALEFACCIÓN / REFRESCAMIENTO POR TECHO, PARED Y SUELO RADIANTE DE REHAU. *Descargas.* [www.rehau.es/downloads.shtml](http://www.rehau.es/downloads.shtml).

[22] INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE EL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN INVISIBLE UPONOR <http://www.climatizacioninvisible.com/>

[23] NORMA BÁSICA NBE-CT-79, SOBRE CONDICIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS. [www.isover.net/asesoria/manuales/](http://www.isover.net/asesoria/manuales/).

[24] ANEXOS DE APLICACIONES DE CALEFACCIÓN Y CLIMATIZACIÓN UPONOR *Documentación.* [www.uponor.es/home.asp](http://www.uponor.es/home.asp).

GUIA DE INSPECCIÓN DE INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA. [www.barcelonaenergia.cat/gestorst/inspeccio.htm](http://www.barcelonaenergia.cat/gestorst/inspeccio.htm).

DECRETO DE ECOEFICIENCIA. *Normativa legal de aplicación. Gestor integral de la Ordenanza Solar Térmica.* [www.barcelonaenergia.cat/gestorst/normativa.htm](http://www.barcelonaenergia.cat/gestorst/normativa.htm).

REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN. [www.boe.es/boe/dias/2002/09/18/pdfs/SUP02\\_224C.pdf](http://www.boe.es/boe/dias/2002/09/18/pdfs/SUP02_224C.pdf).

NORMA BÁSICA NBE-CA-88, SOBRE CONDICIONES ACÚSTICAS EN LOS EDIFICIOS. [www.isover.net/asesoria/manuales/](http://www.isover.net/asesoria/manuales/).

NORMA BÁSICA NBE-CPI-96 SOBRE CONDICIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LOS EDIFICIOS. [www.isover.net/asesoria/manuales/](http://www.isover.net/asesoria/manuales/).

MANUAL DE AISLAMIENTO EN LA EDIFICACIÓN. [www.isover.net/asesoria/manuales/](http://www.isover.net/asesoria/manuales/).

REQUERIMIENTOS DE LOS SISTEMAS AUXILIARES. *Documentación técnica.* . *Gestor integral de la Ordenanza Solar Térmica.* [www.barcelonaenergia.cat/gestorst/tecnica.htm](http://www.barcelonaenergia.cat/gestorst/tecnica.htm).

APROVACIÓN INICIAL DE LA MODIFICACIÓN DE LA OST. *Ordenanza Solar Térmica (OST).* *Documentos y publicaciones.* [www.barcelonaenergia.cat/cas/documentos/documentos3.htm](http://www.barcelonaenergia.cat/cas/documentos/documentos3.htm).

MANUAL DE USUARIO DE SOLVISCONTROL. *Instrucciones de uso y montaje energía solar.* [www.ecoinnova.com/submenu/descargas/](http://www.ecoinnova.com/submenu/descargas/).

TARIFA HEP20 Y SUELO RADIANTE / REFRESCANTE DE SAUNIER DUVAL. *Catálogo comercial de suelo radiante.* [www.saunierduval.es/Portal/catalogoSueloRadiante.jsp](http://www.saunierduval.es/Portal/catalogoSueloRadiante.jsp).

CATÁLOGO SOLAR DE SAUNIER DUVAL. *Catálogo comercial energía solar.* [www.saunierduval.es/Portal/catalogoSolar.jsp](http://www.saunierduval.es/Portal/catalogoSolar.jsp).

TARIFA CALEFACCIÓN, ACS Y ENERGÍA SOLAR DE SAUNIER DUVAL *Catálogo comercial energía solar.* [www.saunierduval.es/Portal/catalogoSolar.jsp](http://www.saunierduval.es/Portal/catalogoSolar.jsp).

CALEFACCIÓN / REFRESCAMIENTO POR SUPERFÍCIES RADIANTES DE REHAU. *Descargas.* [www.rehau.es/downloads.shtml](http://www.rehau.es/downloads.shtml).

TARIFA UPONOR. *Documentación.* <http://www.uponor.es/home.asp>.

SOLUCIONES SOLARES ROCA (CATÁLOGO COMPLETO). *Soluciones solares. Gama de productos.* [www.roca-calefaccion.com/pdfs/sp/revistas/solares/completo.pdf](http://www.roca-calefaccion.com/pdfs/sp/revistas/solares/completo.pdf).

### **Software:**

Microsoft Word

Microsoft Excel

Microsoft Power Point

Autocad

Cálculos OST (Soporte a los cálculos de gestión de instalaciones de energía solar térmica. Agencia de energía solar. Ayuntamiento de Barcelona)

TSOL Expert 4.4 (El programa para la simulación y el diseño de sistemas de energía solar térmica facilita la concepción y la planificación de la obtención de calor a partir de la energía solar.)

Helios (Cálculo de cómo inciden las sombras sobre un edificio o un objeto.)

Geoclock (Muestra las posiciones y coordenadas del Sol.)

F-chart software (Software de análisis y diseño de sistemas pasivos y activos de energía solar, entre otros, para calefacción y agua caliente sanitaria en viviendas u otros edificios, y calentamiento de piscinas.)

Instawin Cte-He 1.0 (Realiza los cálculos necesarios para el código técnico de edificación con motivo de la entrada en vigor del nuevo Código Técnico de la Edificación, Info Mirben ha creado este programa, especialmente dirigido a arquitectos e ingenieros, con el objetivo de dar solución a los cálculos y presentación de fichas necesarias para el cumplimiento de dicho reglamento.)

Disol (Hojas de dimensionado de instalaciones solares térmicas de la marca Disol.)

Hsolgas (Es un manual de cálculo y diseño de instalaciones de producción de agua caliente sanitaria en edificios de viviendas, mediante energía solar térmica con sistema de apoyo individual de gas natural. Tiene como finalidad facilitar la aplicación de la metodología de cálculo con las recomendaciones expuestas en dicho documento.)

### **Apuntes asignaturas:**

Ingeniería técnica industrial, especialidad mecánica: Expresión gráfica I, expresión gráfica II, expresión gráfica III, oficina técnica, ingeniería fluido mecánica I, ingeniería fluido mecánica II, fundamentos tecnología eléctrica, tecnología y sostenibilidad.

Ingeniería en automática y electrónica industrial: Mantenimiento industrial y fiabilidad, proyectos, energías renovables, habilidades directivas, comunicación profesional en inglés.

### **Catálogos, contacto personal e informaciones diversas de las empresas:**

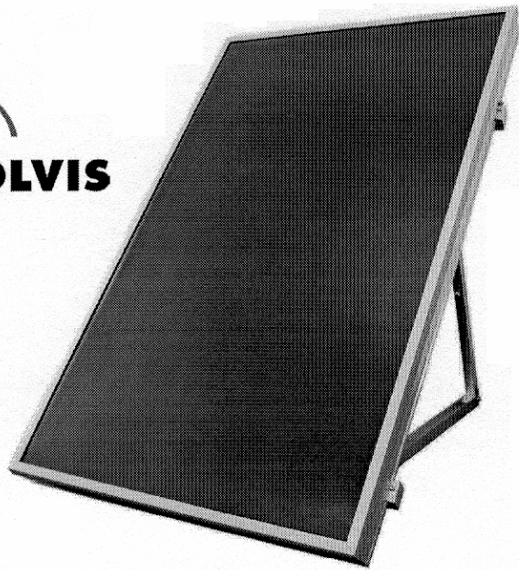
Saunier Duval, Uponor, Ecoinnova, Climatewell, Solvis, Esak, Blansol, Eurotherm, Rehau, Solar Clima, Confener, Soliclima, Raelec, Intael, Polytherm, Termogres, Solever, Solaris, Roca, Arquí, Solarweb, Saclima, Eurener, Tfm y Ibersolar.



## **Anexos**

# Captadores solares planos de 2m<sup>2</sup> hasta 8m<sup>2</sup>

Fiabilidad, versatilidad y eficiencia



Solvis fue la primera compañía europea en fabricar captadores solares en serie. Actualmente dispone de la más avanzada tecnología y es líder en producción de superficie captadora con más de 400.000 m<sup>2</sup> al año. La experiencia de más de 20 años

Producción sin emisiones de CO<sub>2</sub>: Por esta razón Solvis ha recibido numerosos premios y reconocimientos a nivel europeo. Solvis es en la actualidad la mayor industria de Europa que cumple este requisito. Toda la energía necesaria se obtiene

La experiencia demuestra que no todas las instalaciones son iguales y que con un solo producto no puede ofrecerse la mejor solución a todas las necesidades. Esta es la razón por la cual Solvis ha desarrollado cuatro tamaños de captador solar plano y un modelo de tubo de vacío. Solvis ofrece múltiples opciones de adaptación arquitectónica ya que todos los modelos pueden instalarse en cubierta plana,

## La experiencia del líder

de fabricación, la continua investigación y el seguimiento de las instalaciones realizadas, garantizan un producto de excelentes características técnicas y mecánicas, perfectamente adaptado a las necesidades de nuestra climatología.

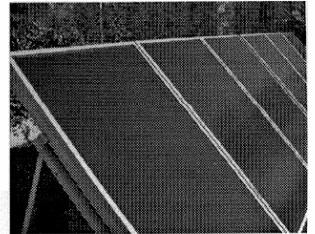
## Compromiso medio Ambiental

a partir de energía solar y biomasa, además la nueva tecnología de fabricación de captadores reduce significativamente el consumo de energía, de esta manera el colector solar produce en un año más energía de la que se necesitó para su fabricación.

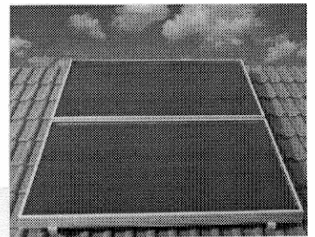
## Un captador para cada aplicación

inclinada, en fachada, sobre teja o integrado en tejado. Adicionalmente existen distintas variantes hidráulicas para facilitar el diseño y ofrecer las mejores prestaciones a cada sistema. En total disponemos de 12 modelos distintos de captador, de este modo podemos ofrecer soluciones óptimas para las instalaciones en función de la superficie de captación y las características del lugar de la instalación.

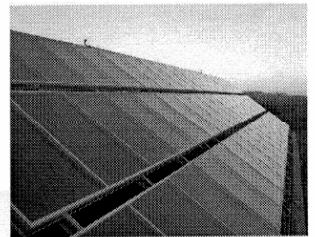
Cubierta  
plana



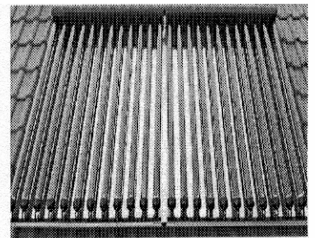
Sobre  
cubierta



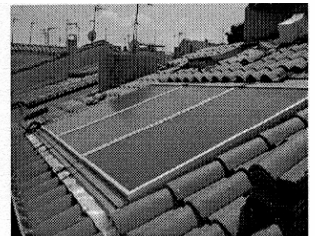
Estructura  
especial



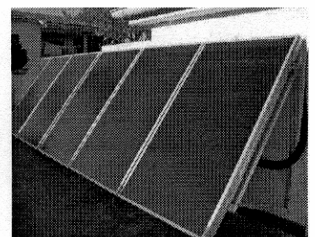
Tubo de vacío  
(Consultar)  
(Sólo  
aplicaciones  
especiales)



Integrado  
en tejado

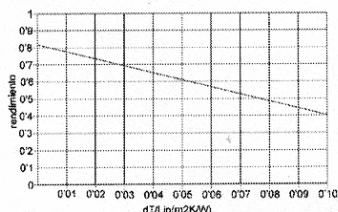


Fachada



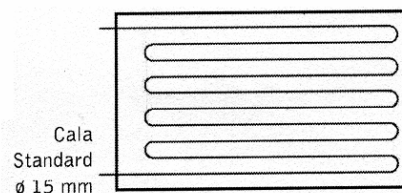
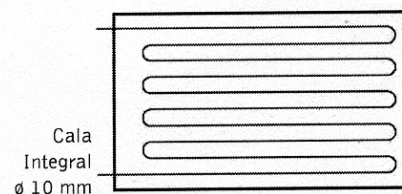
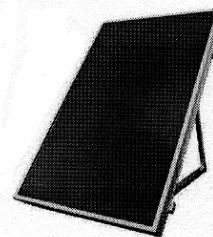
## Captadores compactos Cala C222-I y C222-S

### Curva de rendimiento



### Características

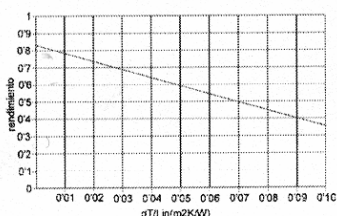
Captador homologado de alto rendimiento con perfilera especial que permite el montaje de suportación en cualquier punto de la misma. El C222-I con serpentín de  $\varnothing$  10 mm está especialmente diseñado para la gama Solvis Integral y Solvis Max. El C222-S con serpentín de  $\varnothing$  15 mm se adapta a instalaciones Standard.



Captadores solares	Cala C-222		
Ancho	1.923 mm	Peso total	41,00 kg
Alto	1.148 mm	Capacidad C222-I	0,88 l
Fondo	105 mm	Caudal de diseño C222-I	8...12 l/m <sup>2</sup> h
Superficie bruta	2,21 m <sup>2</sup>	Capacidad C222-S	2,15 l
Superficie de apertura	2,01 m <sup>2</sup>	Caudal de diseño C222-I	25...40 l/m <sup>2</sup> h
Superficie del absorbedor	1,93 m <sup>2</sup>	Curva de rendimiento	0,81 3,46 Wm <sup>2</sup> °K

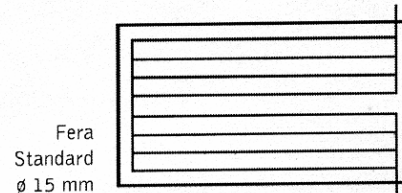
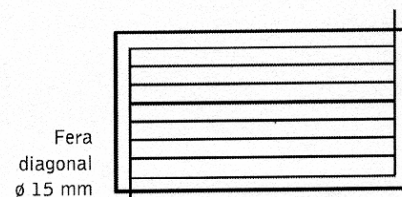
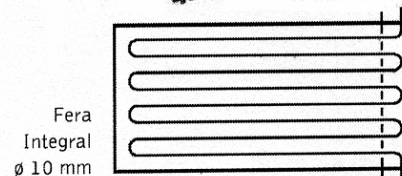
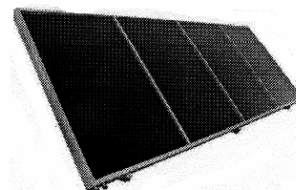
## Captadores de grandes dimensiones Solvis Fera Serie Integral, Diagonal o Standard

### Curva de rendimiento



### Características

La Gama de captadores Solvis Fera está especialmente diseñada para integración arquitectónica e instalaciones de grandes dimensiones, reduciendo la necesidad de material de suportación e interconexión. La serie Fera-I está especialmente diseñada para la gama Solvis Integral y Solvis Max. La serie Fera-S tiene una configuración hidráulica que facilita la instalación de colectores en superficie inclinada o columna. La configuración hidráulica de la serie Fera-D facilita la instalación de colectores uno al lado del otro.



Captadores solares	Fera F-552	Fera F-652	Fera F-802
Ancho	3.793 mm	4.735 mm	5.677 mm
Alto	1.148 mm	1.480 mm	1.480 mm
Fondo	105 mm	105 mm	105 mm
Superficie bruta	5,61 m <sup>2</sup>	7,01 m <sup>2</sup>	8,40 m <sup>2</sup>
Superficie de apertura	5,16 m <sup>2</sup>	6,45 m <sup>2</sup>	7,74 m <sup>2</sup>
Superficie del absorbedor	5,03 m <sup>2</sup>	6,29 m <sup>2</sup>	7,55 m <sup>2</sup>
Peso total	109,00 kg	132,00 kg	154,00 kg
Peso sin cristales	69,00 kg	82,00 kg	94,00 kg
Capacidad Version Integral	2,54 l	3,15 l	3,74 l
Caudal de diseño Serie Integral	8...12 l/m <sup>2</sup> h	8...12 l/m <sup>2</sup> h	8...12 l/m <sup>2</sup> h
Capacidad Version S o D	3,00 l	3,60 l	4,20 l
Caudal de diseño S o D	12...15 l/m <sup>2</sup> h	12...15 l/m <sup>2</sup> h	12...15 l/m <sup>2</sup> h
Curva de rendimiento	0,83 3,634 Wm <sup>2</sup> °K	0,83 3,634 Wm <sup>2</sup> °K	0,83 3,634 Wm <sup>2</sup> °K



# Instrucciones de montaje de SolvisMax Gas

**La caldera SolvisMax solar y de condensación de gas**

**Modulable entre 5 - 20 kW o 7 - 25 kW**



- **Montaje**
- **Puesta en servicio**
- **Mantenimiento**



**F 20-ES**



## Información sobre estas instrucciones

Estas instrucciones están dirigidas al especialista de una empresa instaladora. Aquí se encuentran todos los datos necesarios para el montaje de la SolvisMax Gas.

Estas instrucciones deben permanecer en el lugar donde se encuentre el aparato para poder hacer uso de ellas siempre que sea necesario.

Tenemos gran interés en mejorar nuestra documentación técnica, por lo que le quedaremos agradecidos por cualquier sugerencia que nos pueda dar al respecto.

Los siguientes números de teléfono están reservados para los especialistas del ramo. Los usuarios de las instalaciones pueden dirigirse a su instalador.

Ecoinnova Group  
c/Europa n° 5  
08913 Barcelona (Badalona)  
Tel.: 093 532 55 55  
Fax: 093 460 75 58  
E-mail: [info@ecoinnova.com](mailto:info@ecoinnova.com)  
Internet: [www.ecoinnova.com](http://www.ecoinnova.com)



### ¡Informaciones e indicaciones!

Este símbolo hace referencia a

- informaciones útiles y pasos para facilitar el trabajo, así como a
- importantes indicaciones para el correcto funcionamiento de la SolvisMax Gas.



### ¡Atención!

La no observación de las indicaciones que llevan este símbolo puede suponer el deterioro de materiales/objetos/aparatos.



### ¡Peligro!

La no observación de las indicaciones que llevan este símbolo puede ser causa de daños personales.



### ¡Éste es Paul!

Paul es el especialista: le indicará cómo continuar.  
Siempre que aparezca indicará referencias a más informaciones.

# Índice

<b>Información sobre estas instrucciones</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Instrucciones de seguridad</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Equipamiento</b> .....	<b>7</b>
2.1 Volumen de suministro .....	7
2.2 Accesorios .....	8
2.2.1 Circuito solar .....	8
2.2.2 Circuito de agua caliente .....	8
2.2.3 Circuito de calefacción .....	9
2.2.4 Regulación .....	9
2.2.5 Sistema de salida de humos .....	9
<b>3 Esquema de la instalación</b> .....	<b>10</b>
<b>4 Condiciones de emplazamiento y transporte</b> .....	<b>12</b>
<b>5 Montaje</b> .....	<b>13</b>
5.1 Ensamblaje del aparato (parte 1) .....	13
5.2 Conexión del aparato .....	21
5.2.1 Conexión hidráulica .....	21
5.2.2 Conexión del gas .....	23
5.2.3 Conexión de salida de humos .....	24
5.2.4 Conexión de condensación .....	27
5.2.5 Conexión eléctrica .....	28
5.3 Llenado del acumulador intermedio .....	31
5.3.1 Requisitos para el agua de calefacción del acumulador intermedio .....	31
5.3.2 Llenado, montaje del purgador de aire y prueba de presión .....	32
5.4 Puesta en servicio del circuito solar .....	33
5.5 Ensamblaje del aparato (parte 2) .....	35
<b>6 Puesta en servicio</b> .....	<b>38</b>
6.1 Puesta en servicio de la instalación .....	38
6.1.1 Preparativos generales .....	38
6.1.2 Puesta en servicio del quemador .....	38
<b>7 Mantenimiento y cuidado</b> .....	<b>40</b>
7.1 Mantenimiento de la instalación de calefacción .....	40
7.2 Mantenimiento de la instalación solar .....	41
<b>8 Solución de problemas</b> .....	<b>43</b>



<b>9 Datos técnicos</b> .....	<b>45</b>
9.1 Volumen y pérdidas de calor .....	45
9.2 Dimensiones y datos de rendimiento .....	45
9.3 Datos técnicos de combustión .....	49
9.4 Consumo de potencia eléctrica .....	50
9.5 Equipamiento de la unidad de instalación solar .....	50
9.6 Técnica de seguridad .....	50
9.7 Cualificaciones .....	50
9.8 Regulación de sistema SolvisControl .....	51
9.9 Valores de resistencia del sensor de temperatura .....	52
<b>10 Anexo</b> .....	<b>53</b>

# 1 Instrucciones de seguridad



Antes de empezar con la instalación, familiarícese con las siguientes instrucciones de seguridad. Están pensadas para su propia protección. Observe también las disposiciones de seguridad vigentes de la NE (norma europea) de la DVGW (Asociación alemana de técnicos de gas y fontanería) y de la VDE (Asociación de electricistas alemanes).

### En caso de peligro:

- Desconecte inmediatamente la tensión de red.
- En caso de incendio, utilice extintores adecuados.
- Cierre la llave de cierre del gas.

### En caso de olor a gas:

- ¡No fume! Evite producir llamas o chispas (por ejemplo al encender la luz o aparatos eléctricos).
- ¡Abra puertas y ventanas!
- ¡Cierre la llave de cierre del gas!
- Avise a la empresa instaladora de la calefacción desde el **exterior** del edificio.
- ¡Observe las medidas de seguridad de la empresa de suministro de gas (mire el contador)!

### Realización de los trabajos sólo por especialistas:

La SolvisMax Gas sólo debe ser instalado por especialistas de empresas de calefacción. Para la instrucción, Solvis ofrece cursillos regularmente. Los trabajos en los componentes conductores de tensión sólo los deben realizar electricistas especializados.

Los trabajos de instalación, modificaciones y mantenimiento en instalaciones de gas de edificios sólo pueden ser llevadas a cabo por la empresa de suministro de gas (GVU) o empresas de instalación autorizadas por la GVV.

### Observación de las normas y directivas:

**Durante la instalación, proceda tal y como se indica en estas instrucciones. Solvis no se responsabilizará por los daños que surjan de la no observación de estas instrucciones.**

A la hora de realizar trabajos en la SolvisMax Gas, éste se debe desconectar de la red eléctrica y asegurarlo contra una nueva conexión. Debe cerrarse la llave de cierre del gas y asegurarla contra la apertura no deseada.

La SolvisMax Gas está probado de acuerdo con las siguientes directrices:

- 90/396/EWG
- DIN 4702 Parte 6 «caldera calefactora; caldera de condensación para combustibles gaseosos» y
- DIN prEN 483 / 677.

Durante la instalación se deben observar las siguientes normas y directivas:

- DIN 4751 Instalaciones de generación de calor
- DIN 4752 Instalaciones de calefacción de agua caliente
- DIN 4753 Instalaciones de calentamiento de agua
- DIN 4757 Instalaciones de calefacción solar
- DIN 1988 Regulaciones técnicas para instalaciones de agua sanitaria (TRWI)
- Regulaciones técnicas para instalaciones de gas (TRGI) y en su caso regulaciones técnicas para gas líquido (GLP)
- DIN 4705 Cálculos de combustión para el dimensionado del sistema de salida de humos
- ATV A 115 Instrucciones para la canalización de aguas residuales
- ATV M 251 Canalización de agua de condensación
- Normativas locales de canalización
- Directivas del Instituto Alemán de Ingeniería de la Construcción
- Normativa regional de construcción (LBO)
- Normativa regional de hogares (FeuVo)

No realice cambios en los componentes de la SolvisMax Gas. Sólo se deben utilizar piezas de repuesto originales de Solvis.

## 2 Equipamiento

### 2.1 Volumen de suministro

Los componentes de la SolvisMax Gas se suministran en seis paquetes: El contenedor y cinco cajas adicionales.

#### Depósito

- Incluye el acumulador de estratificación con caldera de condensación integrada completamente ya montada.  
Manguitos de llenado
- Paquete de nivelado del suelo
- Soportes para la consola

#### Caja quemador

- Quemador de radiación bajo en óxidos nítricos ( $\text{No}_x$ ) modulable y con premezclado

#### Caja estación solar

- Consola con unidad de instalación solar ya montada
- Regulador del sistema SolvisControl con haz de cables de sensores, termostato eléctrico de seguridad (eSTB) y cables de la bomba ya montados ( $P_{ww}$ ,  $P_{solar}$ )
- Juegos de tuberías (calefacción, agua caliente, conexión solar)
- Aislante delantero de la brida
- Conexión de salida de humos con medidor de salida de humos incluido
- dos codos de empalme para salida de humos con sifón de condensación
- Tubo de entrada de aire
- Tubería de escape
- Tubo de condensación
- Conducto del gas
- Cepillo para caldera
- Paquete de montaje (sensor de avance de calefacción, tubo de compensación de presión, material de fijación, etc)
- Montaje, puesta en servicio e instrucciones de mantenimiento para el instalador (el presente)
- Instrucciones de Uso para el usuario de la instalación y el instalador

#### Caja de aislamiento para el acumulador

- Aislamiento para el acumulador
- Discos para la tapa
- Discos para la base
- Cuña aislante
- Listones protectores para el cierre
- Cubierta superior
- Borde para la base
- Palanca

#### Caja de cubierta protectora

- Revestimiento frontal delantero
- Revestimiento lateral

#### Caja general

- Aislante trasero de la brida
- Revestimiento frontal superior
- Soporte de la consola (de SX-456 a SX-956)

## 2.2 Accesorios



Todos los accesorios deben ser escogidos y encargados individualmente.

### 2.2.1 Circuito solar

#### Colectores:

Utilice La SolvisMax Gas únicamente con colectores planos SolvisFera Integral, SolvisCala Integral o colectores de tubos de vacío SolvisLuna. Excepciones sólo previa consulta.

#### Sensor de temperatura del colector FKY-5,5

(art. N°: 07962): Para cada instalación Solvis es necesario un sensor del colector FKY-5,5. El cable es resistente a altas temperaturas y mide 1,5 m de largo. El sensor tiene una curva característica PTC 2 kohmios.

#### Caja de protección contra rayos BD (art. N°: 03867):

Para proteger la regulación de sobretensiones (por ejemplo cargas cercanas por tormentas), es absolutamente necesario utilizar una caja de protección contra rayos justo delante del sensor del colector.

#### Fluido solar Tyfocor LS-rojo



Mezcla preparada para el ciclo del colector con medio portador del calor original Solvis Tyfocor LS-rojo. ¡No utilice ningún otro medio! ¡No mezclar con agua! (Envase de 10 l, art. N° 07377 o envase de 30 l, art. N° 08906)

#### Depósito de expansión:

SOL-18 (art. N° 04837), SOL-24 (art. N° 09441) o SOL-35 (art. N° 04839). Para la seguridad del ciclo del colector con volúmenes de 18, 24 o 35 l. Accesorio obligatorio para el depósito de expansión de 35 l.: Tubo blindado PZ-2000 (art. N° 09776).

### 2.2.2 Circuito de agua caliente

#### Estación de agua caliente sanitaria WWS-24

(art. N° 08711)

Consta de:

- Intercambiador de calor de 80 placas
- Bomba de circulación
- Válvula mezcladora termostática
- Freno de gravedad
- Purgador de aire manual
- Sensor de temperatura (T2) para la producción de agua caliente
- Envoltura termoaislante de EPP

Rendimiento de extracción de hasta 24 l/min (a 45 °C).

#### Tubo de montaje rápido SMR-10-xxm

El tubo de montaje rápido es un sistema aislado y flexible de conducción solar (avance y retorno solar y cable del sensor) revestido de cinta autoadhesiva (PE) resistente al UV. Se suministra en longitudes de 2 m (art. N° 06307), 15 m (art. N° 08651) o 25 m (art. N° 08652). El diámetro del tubo es de 10 mm.

#### Caudalímetro VSM-SC (art. N°: 09499):

El regulador del sistema SolvisControl dispone de calorímetro integrado. Para ello se debe instalar el caudalímetro en el retorno solar y conectarlo al regulador del sistema así como activar la función de calorímetro. El caudalímetro está diseñado para flujos de hasta 1,5 m<sup>3</sup>/h.

#### Válvula antirretorno (art. N°: 10878):

Para proteger la bomba solar en caso de que las conducciones solares sean muy cortas (por ejemplo si se coloca el acumulador intermedio en el desván). Vea también las condiciones de emplazamiento en la página 12.

#### Set completo de Ciclo solar flujo bajo (Low-Flow)

(art. N°: 10466): Set de tuberías con filtro para llenar fácilmente el ciclo solar.

#### Sensor de temperatura SolvisControl TF-SC

(art. N° 09350)

Sensor PTC 2 kohmios para conectar al regulador del sistema SolvisControl cuando haya que conectar un conducto de recirculación.

### 2.2.3 Circuito de calefacción

**Estación de calefacción con limitación HKS-B-3,0** (art. N°:08291): Para un circuito de calefacción con limitación consta de:

- Ramal de avance con bomba
- Ramal de retorno
- Mezclador térmico automático
- Termómetro
- Grifos de cierre
- Envoltura termoaislante de EPP
- Atornilladuras
- Material de fijación

Ámbito de aplicación: más de 800 l/h.

**Grupo de seguridad SG-H** (art. N°: 07767): Para el circuito de calefacción consta de:

- Manómetro 4 bar
- válvula de seguridad de 2,5 bar con tubería de escape con  $\frac{3}{4}$ "
- Grifo de cierre esférico
- Conexión de llenado y vaciado
- y conexión para un depósito de expansión  $\frac{3}{4}$ " RE

### 2.2.4 Regulación

**Cargador de arranque** (art. N° 09557): El software del regulador del sistema se puede actualizar sin cambiar el regulador por medio del cargador de arranque (Bootloader). Para ello está disponible un puerto de infrarrojos en la parte frontal del regulador.

### 2.2.5 sistema de salida de humos

**Sistemas de salida de humos**, diferentes, atmosféricos y estancos (CAS-1 bis CAS-8).

**Bomba elevadora de condensación** (art. N°: 10353): Puede transportar la condensación hasta una altura de 3,5 m.

**Sensor ambiental RS-SC** (art. N°: 09341):

Sensor PTC 2 kohmios para conectar al regulador del sistema SolvisControl. Se puede utilizar cuando se aplique un circuito de calefacción mixto.

**Estación de circuito de calefacción mixto HKS-G-2,5** (art. N°:07704): Para un circuito de calefacción mixto consta de:

- Ramal de avance con bomba
- Ramal de retorno
- Válvula mezcladora de tres vías y servomotor
- Envoltura termoaislante de EPP
- Atornilladuras
- Material de fijación

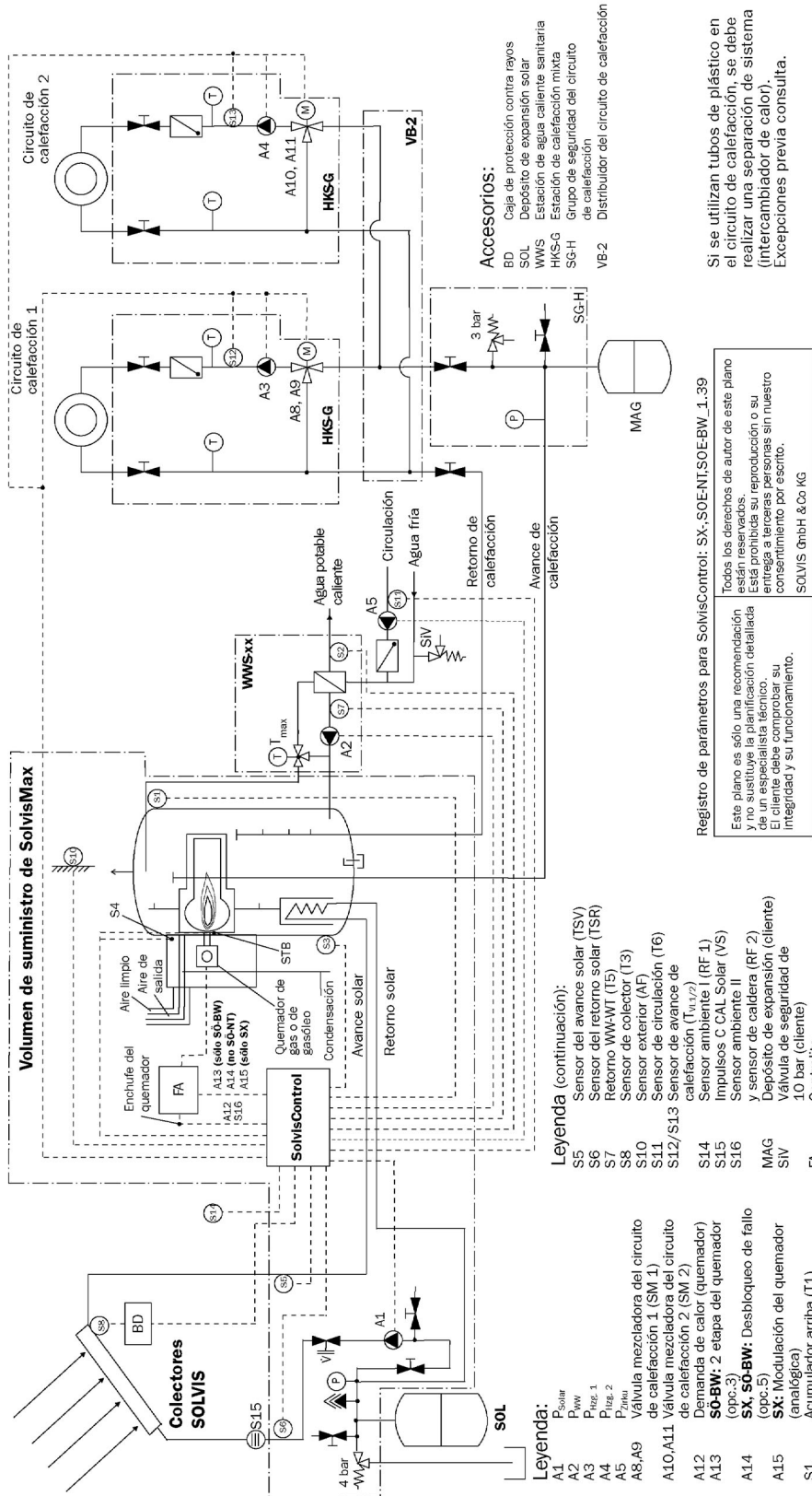
Ámbito de aplicación: 300 - 800 l/h.

**Estación de circuito de calefacción mixto HKS-G-6,3** (art. N°:07705): Misma descripción que antes, ámbito de aplicación: más de 800 l/h.

**Sensor de temperatura SolvisControl TF-SC** (art. N° 09350): Sensor PTC 2 kohmios para conectar al regulador del sistema SolvisControl para un circuito de calefacción mixto.

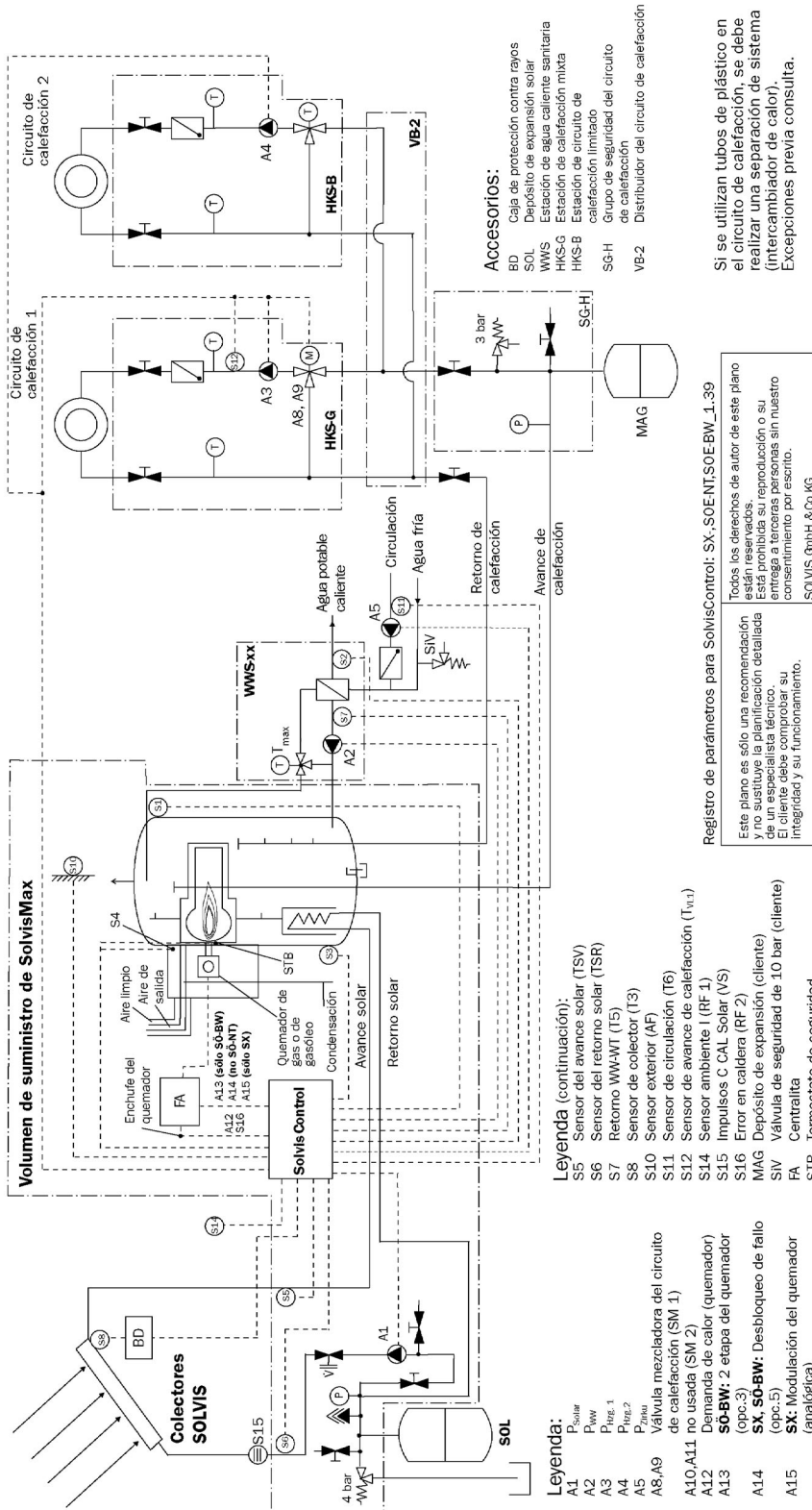
### 3 Esquema de la instalación

Esquema de la instalación SolvisMax Gas con dos circuitos de calefacción mixtos.



# Esquema de la instalación

## Esquema de la instalación SolvisMax Gas con un circuito de calefacción con limitación y con un circuito de calefacción mixto.



- Leyenda:**
- A1 P<sub>Solar</sub>
  - A2 P<sub>WW</sub>
  - A3 P<sub>Int.1</sub>
  - A4 P<sub>Int.2</sub>
  - A5 P<sub>Int.3</sub>
  - A8,A9 Válvula mezcladora del circuito de calefacción (SM 1)
  - A10,A11 no usada (SM 2)
  - A12 Demanda de calor (quemador)
  - A13 SO-BW: 2 etapa del quemador (opc.3)
  - A14 SX, SO-BW: Desbloqueo de fallo (opc.5)
  - A15 SX: Modulación del quemador (analógica)
  - S1 Acumulador arriba (T1)
  - S2 Sensor de A.C.S. (T2)
  - S3 Referencia del acumulador (T4)
  - S4 Acumulador de calefacción arriba (HPo)

- Leyenda (continuación):**
- S5 Sensor del avance solar (TSV)
  - S6 Sensor del retorno solar (TSR)
  - S7 Retorno WW-WT (T5)
  - S8 Sensor de colector (T3)
  - S10 Sensor de circulación (T6)
  - S11 Sensor exterior (AF)
  - S12 Sensor de avance de calefacción (T<sub>W1</sub>)
  - S14 Sensor ambiente I (RF 1)
  - S15 Impulsos C CAL Solar (VS)
  - S16 Error en caldera (RF 2)
  - MAG Depósito de expansión (cliente)
  - SIV Válvula de seguridad de 10 bar (cliente)
  - FA Centralita
  - STB Termostato de seguridad

# 4 Condiciones de emplazamiento y transporte

El aire de combustión debe estar libre de componentes corrosivos especialmente de vapores que contengan flúor y cloro como los contenidos en, por ejemplo, detergentes y disolventes, gases propelentes, etc. Se debe evitar la acumulación de polvo en el recinto de instalación.

Para evitar la corrosión en el acumulador observe las indicaciones en el capítulo 5.3 a partir de la página 31. Aquí encontrará así mismo indicaciones para la utilización de calefacción por suelo radiante con tubos de plástico.

En instalaciones con conducciones solares muy cortas (por ejemplo si se coloca el acumulador intermedio en el desván) puede producirse un reflujo por el retorno solar si se para el circuito solar produciendo altos niveles de temperatura en la bomba. En este caso se recomienda la instalación de una válvula antirretorno resistente a la temperatura en el acumulador en el retorno solar. De este modo en caso de parada el reflujo se producirá a través del acumulador por el avance solar.

El lugar de instalación debe elegirse teniendo especialmente en cuenta la conducción de la salida de humos: Para el uso atmosférico se requiere una abertura de entrada de aire suficientemente amplia (al menos 150 cm<sup>2</sup> de sección transversal). Se recomiendan los sistemas de salida de humos Solvis.

Al instalar el sistema de salida de humos CAS y la SolvisMax Gas se debe tener en cuenta la distancia a las partes inflamables según la normativa vigente sobre combustión y construcción del estado federal correspondiente.

Elija el lugar de instalación de manera que el regulador del sistema SolvisControl esté protegido de la luz solar directa.

Consejo para ahorrar energía: Sitúe la SolvisMax Gas lo más cerca posible de una toma de agua sanitaria para que la distancia del recorrido del agua caliente sea lo más corta posible y evitar así una corriente de circulación.

La conexión de un segundo circuito de calefacción se puede realizar mediante una barra de distribución que se instala en la pared junto con las estaciones de circuitos de calefacción. Para esto se debe prever el espacio necesario.

Para montar más fácilmente el aislamiento y para llevar a cabo tareas de mantenimiento se debe mantener distancias de al menos:

- 0,5 m por delante para la realización de tareas de mantenimiento,
- 0,3 m por los lados y por detrás para el montaje del aislamiento (grosor del aislamiento 110 mm).

El suelo del lugar de instalación debería ser lo más llano y horizontal posible. Si es necesario utilice las placas de nivelado del suelo que se envían con el paquete para situar el depósito perpendicularmente.

Al almacenar, transportar y montar los componentes tenga cuidado de que no se ejerzan sobre ellos fuerzas mecánicas que causen deformaciones y arañazos.

Indique al usuario de la instalación lo siguiente:

- El usuario está obligado a informar al deshollinador municipal de la instalación de combustión dentro de las primeras 4 semanas tras la puesta en funcionamiento.

Para el funcionamiento atmosférico:

- Las aberturas de entrada de aire no se pueden cerrar ni atascar,
- El área de entrada de la corriente y la conexión de aire para la combustión deben estar despejados.

### Colocación del depósito

- Para transportar el depósito inclínelo hacia atrás apoyándolo en las patas posteriores. Así puede, si es necesario, introducir una carretilla entre las patas posteriores. Al hacerlo tenga en cuenta la situación de la brida de la cámara de combustión. Ésta debe estar situada arriba, para que no sufra daños.



La colocación del depósito más grande (SX-956) debe realizarse entre al menos dos personas por su gran peso.



Transporte con carretilla



# 5 Montaje

Recomendamos realizar el montaje tal como se describe a continuación:

### Ensamblaje del aparato (parte 1)

- Quemador y aislante trasero de la brida (p. 13)
- Consola y conexión de salida de humos (p. 15)
- componentes hidráulicos y eléctricos (p. 16)

**Conexión del aparato** (p. 21)

### Llenado

- del acumulador intermedio (p. 31)
- del circuito solar (p. 33)

### Ensamblaje del aparato (parte 2)

- Aislamiento del acumulador, aislante delantero de la brida, revestimiento (p. 35)



En los pasos del trabajo se indica en que caja se encuentra el material para cada paso del trabajo correspondiente (ver también cap. «Equipamiento» a partir de la página 7).

## 5.1 Ensamblaje del aparato (Parte 1)

### 1. Colocación del acumulador

- Saque del depósito los soportes de las consolas y el paquete de nivelado del suelo y déjelos a un lado para el montaje posterior.
- Coloque el acumulador dejando **aproximadamente 30 cm de espacio a los lados y detrás** para poder cerrar más adelante cuando sea necesario el aislamiento del acumulador por detrás.
- Sitúe el **depósito en posición perpendicular**. Para ello utilice si es necesario las placas de nivelado del suelo que se envían con el paquete.



**Acumulador con intercambiador de calor de humos**

### 2. Montar la modificación para gas líquido (si es necesario)



El quemador está preajustado para funcionar con gas natural H. Para cambiarlo a gas líquido encargue las modificaciones necesarias:

- **Quemador 5 - 20 kW:** UBS-SX-20, art. N° 07724
- **Quemador 7 - 25 kW:** UBS-SX-25, art. N° 07838

Máx. presión dinámica del gas líquido en la entrada de la válvula reguladora del gas: Máx. 60 mbar.

## Montaje

### Instalación de la tobera del gas líquido (5 - 20 y 7 - 25 kW):

- Desmontar la válvula reguladora del gas con 3 tornillos (1), ver figura a la derecha. Al hacerlo deje el tornillo inferior metido en la perforación (montaje más fácil).
- Inserte la tobera del gas líquido  $\varnothing$  4,0 mm (2) en la junta incorporada para ello y finalmente móntela con el tornillo (1) de nuevo.

### Cambio del obturador de aire (sólo 7 - 25 kW):

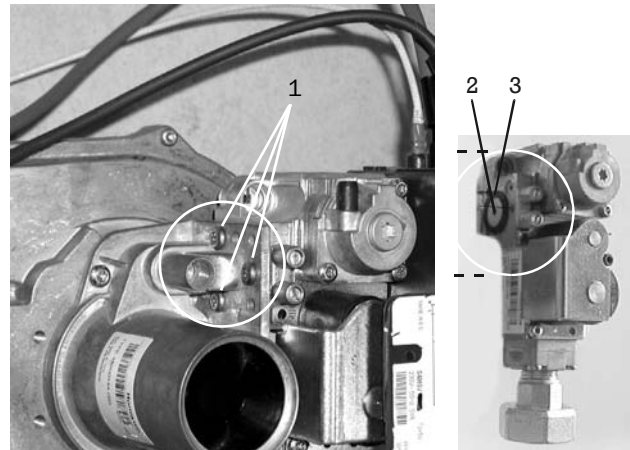
- Liberar el ventilador del adaptador de la brida del quemador soltando los 4 tornillos.
- Retire la junta del ventilador y cambie el obturador de aire  $\varnothing$  24,0 mm por el obturador que viene instalado.
- Coloque de nuevo la junta del ventilador y atornille el ventilador. ¡Compruebe que la junta y la membrana de bloqueo de retorno están correctamente colocadas!



¡DVGW-TRGI'86, siga la edición de 1996!



¡Después del montaje debe comprobar el valor del  $\text{CO}_2$ ! Véase el capítulo «Puesta en servicio del quemador», página 38.



**Desmonte la válvula reguladora del gas e inserte la tobera**

## Caja del quemador

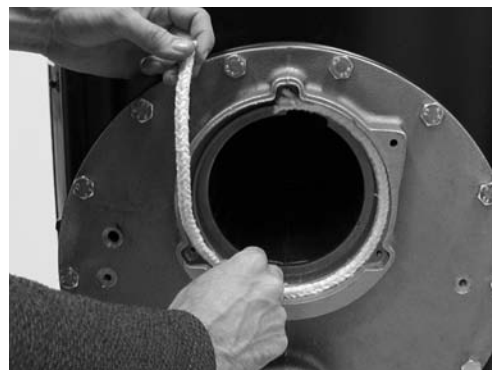
### 3. Montaje del quemador

- Junto al quemador hay un cordón para cierre hermético. Colóquelo en la ranura de la abertura de la cámara de combustión de la tapa esférica.

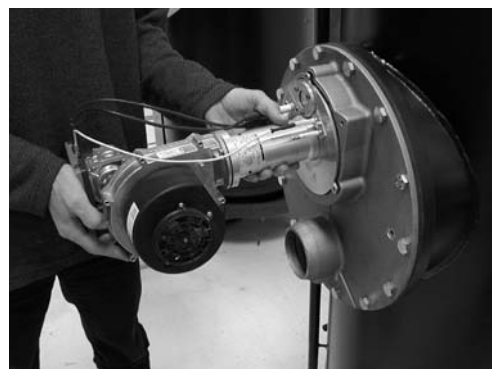


Nunca ponga en funcionamiento el quemador sin el cordón para cierre hermético. ¡Si lo hace pueden escaparse gases tóxicos!

- Introduzca el quemador y fjelo con los tres tornillos Allen de 4 mm.



**Colocación del cordón para cierre hermético**



**Instalación del quemador**

## Montaje

### Caja general

#### 4. Montaje del aislante trasero de la brida

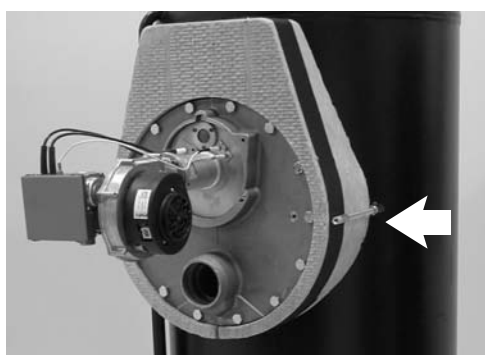
- Separe un poco con cuidado el aislante de la brida y colóquelo alrededor de la brida.
- Coloque la cinta fijadora alrededor del aislante y ciérrelo con el cierre de velcro de forma que éste quede pegado a la brida (ver figura).



Colocación del aislante trasero de la brida

#### 5. Montaje del soporte de la consola

- Monte los cuatro soportes de la consola en el acumulador (ver flecha, dos soportes de plástico arriba y dos soportes de metal abajo).



Asegure el aislante trasero de la brida y monte los soportes de la consola

### Caja estación solar / en su caso caja general

#### 6. Montaje de la conexión para la salida de humos



Del tamaño de acumulador SX-456 al SX-955 monte en primer lugar los soportes de la consola.

- Instale en la consola los dos soportes de la consola tal como se muestra en la figura y apriételos con dos tuercas M 6 y dos arandelas.
- Atornille el medidor de salida de humos con soporte a la consola con cuatro tuercas M 6.
- Conecte las tuberías de salida de humos (dos codos de empalme y tubo flexible) con el medidor de salida de humos.  
Utilice la grasa incluida para proteger las juntas.



Montaje del soporte de la consola



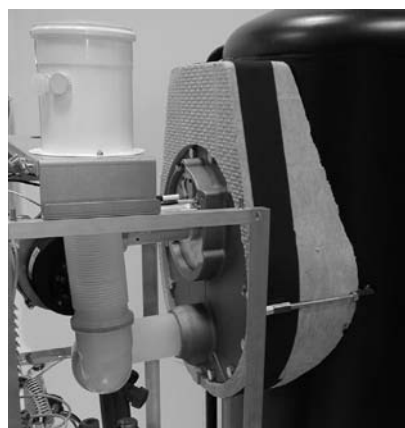
Conexión para la salida de humos montada

## Montaje

### Caja estación solar

#### 7. Montaje de la consola

- Coloque la consola frente al acumulador.
- Regule la altura de la consola con los pies ajustables de forma que el tubo de salida de humos encaje con el conducto de salida de humos.
- Inserte el tubo de salida de humos. ¡Utilice la grasa que viene incluida!
- Atornille un poco la consola a los soportes para la consola, **no lo apriete todavía**.
- Sitúe la consola con nivel de burbuja y si es necesario ajústelo después con los pies ajustables. Finalmente apriete las sujeciones.




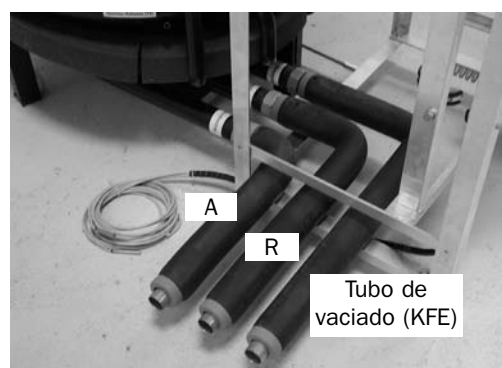
Consola montada

### Caja estación solar

#### 8. Montaje del retorno, avance y vaciado de calefacción

- Atornille los tres tubos bajo el acumulador con tuercas de racor y juntas. Los tubos se pueden dirigir hacia fuera bien por la derecha bien por la izquierda de la cubierta protectora. (La figura muestra **la salida hacia la izquierda**).

 ¡Si la **salida se dirige hacia la derecha** (sin figura) el tubo más corto se conectará al tubo de vaciado y el tubo más largo al de avance de calefacción (A)!



Tubos de avance y retorno de calefacción, tubo de vaciado

### Caja estación solar


#### 9. Montaje del avance y el retorno solar

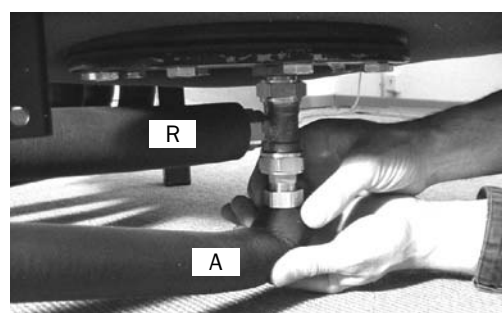
##### a) En el intercambiador de calor

- Conecte el avance y el retorno solar (A y R) al intercambiador de calor solar (figura derecha). Al hacerlo sitúe el avance debajo y el retorno arriba.

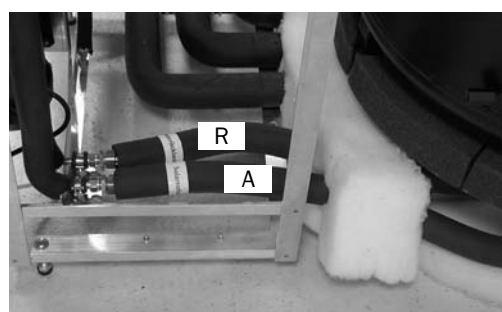
##### b) A la estación solar

- Conecte el retorno solar (R) a la estación solar como se muestra en la figura inferior derecha. No conecte todavía el avance solar (A), se utilizará para el lavado en la puesta en funcionamiento.

 Como en una caldera, el avance solar es el lado «caliente» del colector.



Conecte el avance solar y el retorno solar al intercambiador de calor



Conecte el retorno solar (R) a la estación solar, instale las partes aislantes

### Caja de aislamiento para el acumulador

#### 10. Colocación de los discos para la base y la cuña aislante

- Deslice los discos para la base (partes aislantes circulares con recortes) bajo las tuberías del acumulador. Deslice la cuña aislante por delante entre el disco para la base superior y las tuberías.

## Montaje

### Caja de estación de agua caliente sanitaria

#### 11. Montaje de la estación de agua caliente sanitaria

- Monte los grifos esféricos en la estación de agua caliente sanitaria.
- Deslice la estación de agua caliente sanitaria bajo la consola. Al hacerlo deslice el tubo de agua fría delante y el tubo de agua caliente detrás del travesaño de la consola (figura derecha). Sitúe la estación y fíjela con las tres abrazaderas.



La válvula mezcladora térmica (TMV) viene preajustada de fábrica. Las siguientes indicaciones son sólo para el control de la correcta apertura de la válvula mezcladora térmica:

- Retire la tapa de la válvula mezcladora térmica. Desatornille completamente el tornillo de ajuste y a después atornillelo de nuevo  $\frac{1}{2}$  vuelta (representa una temperatura máxima de 63 °C para el intercambiador de calor). Sólo así está garantizada la exactitud de regulación.



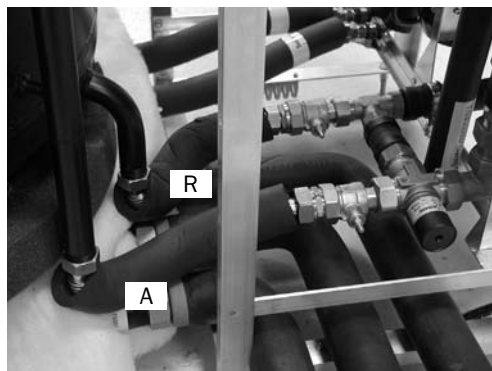
Introduzca la estación de agua caliente sanitaria con grifo esférico

### Caja estación solar

#### 12. Conexión de las tuberías de la estación de agua caliente sanitaria

Conecte la estación de agua caliente sanitaria con el acumulador mediante el tubo ondulado que viene incluido:

- Atornille el tubo ondulado con conexión de 1" al avance (A) de la producción de agua caliente sanitaria (de la válvula mezcladora termostática TMV). ¡No olvide la junta!
- Atornille el segundo tubo ondulado con conexión de 3/4" al retorno (R) de la producción de agua caliente sanitaria. ¡Recuerde la junta!
- Conecte ambos tubos ondulados al acumulador. ¡Recuerde las juntas!



Tuberías del agua caliente sanitaria

### Caja estación solar

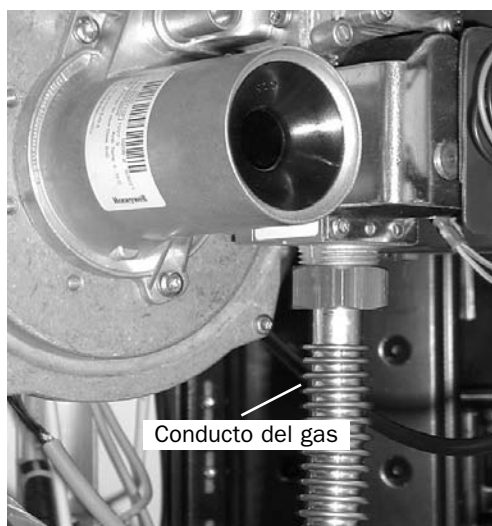
#### 13. Montaje del conducto del gas

##### Fijación:

- Sacar la conducción del gas **por la izquierda**: Dos tubos ondulados vienen montados de fábrica.
- Sacar la conducción del gas **por la derecha**: Ajustar ambos tubos ondulados en los orificios previstos para ello en el lado derecho.

##### Conexión:

- Monte el tubo ondulado en la conexión del gas del quemador. **¡Coloque la junta plana!** (está junto al paquete de montaje).
- Continúe la conducción por el otro lado con la conexión de 1/2".



Conducto del gas atornillado al quemador



## Montaje

### Caja del depósito de expansión

#### 14. Montaje del depósito de expansión y de la tubería de escape

- Atornille el semiacoplamiento con depósito de expansión con membrana que viene incluido al depósito de expansión hermetizado.
- Monte el depósito de expansión al grupo de seguridad.
- Inserte la tubería del gas en la boquilla de la válvula de seguridad del circuito solar.

#### Sólo en caso de que utilice el depósito de 35 l:

- Sitúe el depósito de expansión junto al acumulador.
- Conecte el grupo de seguridad y el depósito con el tubo ondulado.



Depósito de expansión y la tubería de escape

### Caja estación solar

#### 15. Montaje del tubo de condensación

- Llene el sifón con agua.
- Monte el tubo de condensación en el sifón.
- Sacar el tubo de condensación por la derecha o por la izquierda de la instalación.



Sifón con tubo de condensación

### Caja estación solar

#### 16. Montaje del tubo de entrada de aire y del tubo de compensación de presión

- Fije el tubo de entrada de aire (1) a la salida de aire de la conexión para la salida de humos (figura derecha) con una abrazadera de tubo.
- Coloque el tubo de entrada de aire como se muestra y móntelo con una abrazadera de tubo.
- Conectar tal como se muestra, el tubo de compensación de presión (2) a la salida de la toma de aire (retirar tapa) y a la válvula reguladora del gas en la conexión azul.



Tubo de entrada de aire y tubo de compensación de presión montados

## Montaje

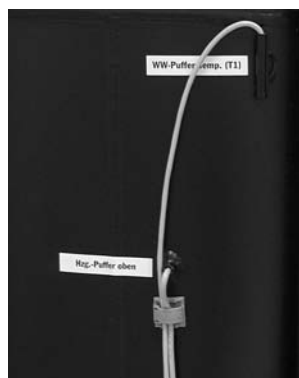
### 17. Colocación del sensor



Tenga muy en cuenta la correcta colocación del sensor de temperatura. Si utiliza sensores adicionales aparte de los indicados aquí debe tener en cuenta que los cables correspondientes deben ponerse en el canal para el cable del sensor y que no deben tocar ninguna parte caliente.

#### Sensor en el acumulador:

- **Sensor T1:** Introdúzcalo en el manguito de la parte superior del depósito con la inscripción «WW-Puffer Temp. (T1)» («Temperatura del depósito de agua caliente»)(figura derecha).
- **Sensor superior del acumulador de calefacción:** Inserte en el manguito sumergible de la parte superior del acumulador de calefacción. Fíjelo en el acumulador con una abrazadera de cable.
- **Sensor T4:** Ajuste el sensor en el manguito del sensor «Referencia del acumulador (T4)» según la inscripción de la parte inferior del contenedor.



**Sensor T1 y acumulador de calefacción superior:**

#### Sensor en el quemador:

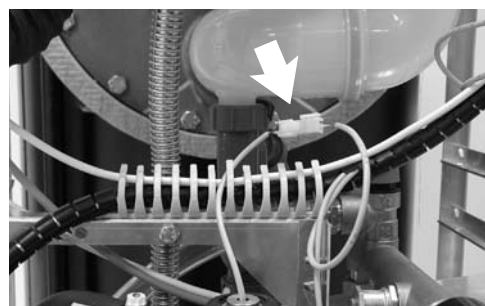
- **eSTB (Termostato eléctrico de seguridad):** Introduzca (15 cm a partir del borde delantero) el sensor que cuelga del haz de cables del quemador en el manguito sumergible superior a la derecha de la cámara de combustión con el tapón de seguridad.



**Termostato eléctrico de seguridad (eSTB)**

#### Sensor en la estación de agua caliente sanitaria:

- **Sensor T2:** El Sensor T2 está ya montado en la salida superior del intercambiador de agua caliente. Una entre ellos el cable para T2 y el Sensor T2 (ver flecha, imagen derecha).
- **Sensor T5:** Retire la envoltura delantera del intercambiador de agua caliente. Fije el sensor T5 de la parte inferior del intercambiador de calor con abrazadera prevista para ello (imagen inferior derecha). Lleve el cable alrededor del intercambiador de calor y sáquelo del aislamiento a través de las conexiones superiores. Conecte nuevamente el aislamiento delantero.



**Sensor T2**

#### Sensor de colector:



El montaje del **sensor T3** puede realizarse sólo después del montaje del tubo de montaje rápido. Consulte el capítulo «Conexiones hidráulicas», página 21, e instrucciones de montaje del colector.

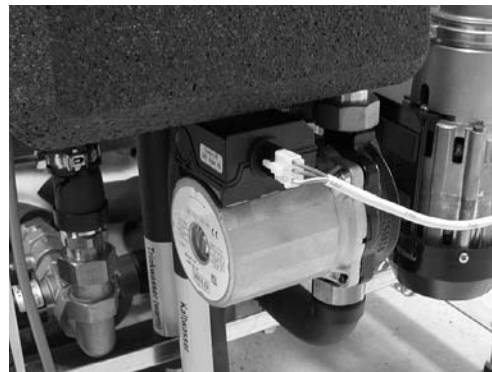


**Sensor T5**

## Montaje

### 18. Suministro de tensión

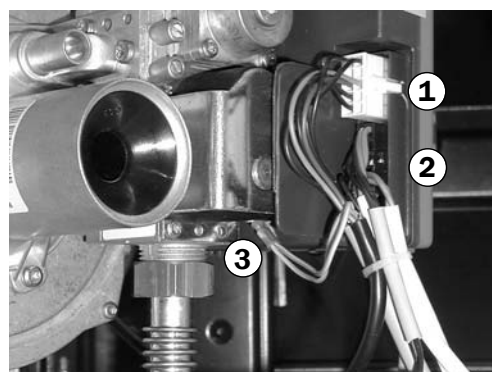
- Lleve el cable a la bomba de agua caliente y conéctelo allí. Está ya conectado en la platina de regulación.



**Bomba de agua caliente**

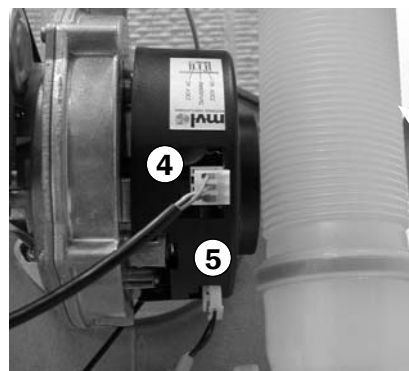
**i** Los cinco enchufes para el quemador no pueden ser intercambiados debido a su diseño.

- Conecte los enchufes 1 y 2 (en la figura de la derecha) en la parte posterior de la centralita.
- Conecte el cable de toma de tierra (3).



**Conexiones de la centralita**

- Conecte los enchufes 4 y 5 en el ventilador.



**Conexiones en el ventilador**



# 5.2 Conexión del aparato

## 5.2.1 Conexión hidráulica

**El material para las conexiones hidráulicas no pertenece al volumen de suministro.**

### Conexión del circuito solar

**i** Tuberías recomendadas para el circuito solar: Tubo de montaje rápido Solvis con dos tubos de cobre aislantes 10 x 0,75 mm, incluidos. Cable de sensor. No es necesario ningún otro purgador de aire en el circuito solar.

#### 1. Conectar el avance y el retorno:

- Coloque y conecte el tubo de montaje rápido con las correspondientes abrazaderas de tubo. Observe el avance (A) y el retorno (R) (figura derecha).



Los manguitos de apoyo suministrados deben ser encajados en el tubo de cobre blando para garantizar una conexión permanente del anillo de sujección.

#### 2. Coloque el cable del sensor:

- Corte con cuidado el aislante en el centro hasta la abrazadera. Quite el cable del sensor. Desenganche y retir la cubierta de la platina de regulación superior, y conecte el cable del sensor en el borne T3.

#### 3. Compruebe la presión de precarga:

- Compruebe la presión de precarga de los depósitos de expansión. Esto resulta de:

$$p_0 = \frac{H_{\text{col}} - H_{\text{PWT}}}{10} + 0,5 \text{ [bar]}$$

siendo:

$H_{\text{col}}$  = altura del colector en el lugar de montaje [m].

$H_{\text{PWT}}$  = altura del acumulador del borde inferior en el lugar de montaje.



**Tubo de montaje rápido con avance y retorno y cable del sensor dirigido hacia arriba**



¡Asegurese de la limpieza del circuito solar! Virutas y suciedad en el circuito pueden causar fallos en la bomba.



Las tuberías solares se pueden sacar también por debajo de la consola, de forma alternativa a la mostrada en la figura. El material (excepto el tubo de montaje rápido Solvis) lo ha de proporcionar el cliente.

### Conexión de calefacción



- ¡Debe observar todas las directivas nacionales y regionales!
- Para evitar la suciedad o la obstrucción por lodos de la SolvisMax Gas se debe lavar a fondo una instalación de calefacción ya existente antes de conectarla.
- Especialmente los tubos para calefacción por suelo radiante de plástico no están protegidos contra la filtración de oxígeno. Por esto es fundamental que si se utilizan tubos de plástico en el circuito de calefacción se realice una separación del sistema. Se permiten excepciones



cuando la difusión del oxígeno no supera los 0,05 g/m<sup>3</sup> · d. Si tiene alguna pregunta diríjase a nuestro servicio de asesoramiento sobre el uso del producto (ver Tel. en página 3).

- Hay dos purgadores de aire disponibles para la purga del aire del acumulador: Un purgador de aire ya montado en la parte delantera inferior del acumulador. Un segundo purgador de aire que se monta después del llenado en la parte superior del acumulador (ver página 32). Para un funcionamiento sin problemas de la instalación hay que purgar de aire el acumulador.

El depósito de compensación de presión para la instalación de calefacción se debe instalar según la norma DIN 4807, parte 2.

## Conexión del aparato



- No dimensione el depósito de expansión demasiado pequeño. Tenga en cuenta el volumen del acumulador y las altas temperaturas del acumulador al dimensionarlo. Contemple al menos un volumen adicional del 10 % del volumen del acumulador. Compruebe que la presión de precarga del depósito de expansión es suficiente. Vea la tabla «Dimensiones mínimas para depósitos de expansión», en el acumulador.
- Monte la válvula de seguridad en el avance de calefacción cerca del acumulador.

agua caliente que escape pueda desaguar sin peligro y de forma visible. No se deben instalar órganos de cierre en los conductos de seguridad.

Conecte las tuberías al avance y retorno de calefacción. Para el llenado y la prueba de presión del acumulador vea el capítulo «Llenado del acumulador intermedio» a partir de la página 31.



Presión de funcionamiento máxima del acumulador: 3 bar.

La tubería de escape de la **válvula de seguridad** (2,5 - 3 bar) que hay que instalar tiene que ponerse de tal manera que no impida los aumentos de presión y que el

---

## Conexión de agua fría y caliente sanitaria



- La conexión de agua fría sanitaria debe instalarse según la norma DIN 1988. Según DIN 1988, para conducciones metálicas se debe prever un filtro de agua potable.
- El conducto del agua fría debe tener una válvula de seguridad de 10 bar para asegurar el volumen de expansión del agua potable caliente. El diámetro de la conexión debe ser de al menos DIN 15.
- La válvula mezcladora térmica antes de la estación de agua caliente sanitaria viene ajustada de fábrica para una temperatura de aproximadamente 63 °C, es decir, que está girada  $\frac{1}{2}$  vuelta desde el tope izquierdo hacia la derecha. Manténgalo en esta posición para garantizar un funcionamiento óptimo en combinación con la regulación.

### Paso 1:

Los codos de los anillos de apriete de 22 mm premontados en la estación agua caliente sanitaria pueden girarse tanto hacia la izquierda como hacia la derecha, en función de por donde se realice la conexión de agua fría y caliente sanitaria, por la derecha o por la izquierda del revestimiento lateral.

### Paso 2:

Ajuste la conexión de agua fría y caliente sanitaria a los codos de los anillos de apriete.

---

## Conexión de llenado y vaciado de la caldera

La conexión sirve para llenar y vaciar el acumulador o para conectar el retorno a una fuente de calor externa, como por ejemplo una caldera de combustible sólido. Para la instalación de las tuberías vea la página 16 del capítulo «Ensamblaje del aparato».

La conexión se debe realizar por parte del cliente con un grifo KFE.

Si tiene preguntas sobre la conexión de una caldera de combustible sólido diríjase a nuestro servicio de asesoramiento sobre el uso del producto:

- Zona Norte de Alemania:  
Tel.: 0531 28904-225
- Zona Sur de Alemania:  
Tel.: 0531 28904-318

### 5.2.2 Conexión del gas



- Para realizar la conexión del gas debe seguir la hoja informativa G 600 (TRGI) de la DVGW (Asociación alemana de técnicos de gas y fontanería) así como las «Regulaciones técnicas para gas líquido» (TRF).
- La conexión del gas sólo debe llevarla a cabo un instalador autorizado por la empresa de suministro de gas (GVU).
- Según la normativa sobre combustión se debe incluir una válvula térmica de cierre (TAE) en la conducción del gas justo antes de la llave de cierre del aparato. Puede solicitárnosla a nosotros como accesorio (Llave de aparato de gas GGH, art. N° 06544).

Para proteger las válvulas electromagnéticas de gas del quemador recomendamos la instalación de un filtro de gas según DIN 3386 en la conexión de alimentación del aparato.

Monte la conexión del gas en la conducción instalada en la página 17 del capítulo «Ensamblaje del aparato».

La SolvisMax Gas puede funcionar con gases combustibles de las familias 2 y 3. Si se utilizan gases de la familia 3 (gases líquidos) se debe realizar la modificación para gas líquido (vea la página 13 del capítulo «Ensamblaje del aparato»). Finalmente debe realizar una corrección del valor seleccionado de CO<sub>2</sub> (Capítulo «Puesta en servicio del quemador», página 38).

### 5.2.3 Conexión de salida de humos

#### Indicaciones generales

Solvis ofrece ocho diferentes sistemas de salida de humos (CAS-1 a CAS-8) que están representados en la documentación de planificación para la SolvisMax Gas. A continuación se resume la información importante para el montaje.

#### Zona de aplicación

Los tubos y piezas moldeadas están hechos de polipropileno, los tubos concéntricos exteriores de chapa blanca pulverizada. Para la colocación en el conducto el tubo exterior puede ser del poliuretano (CAS-7), más económico. Los juegos básicos de montaje CAS-1 y CAS-2 también pueden ser sustituidos por tubos de salida de humos flexibles.

Las conducciones de salida de humos de los tubos y piezas moldeadas incluyendo las juntas se realizan mediante conectores. Las conducciones de salida de humos se pueden instalar en edificios. La temperatura máxima permitida de salida de humos para el sistema de salida de humos Centrotherm (CAS) es de 120 °C.

El número máximo de tramos rectos y esquinados se puede extraer de la tabla en la página siguiente.

#### Requisitos para los conductos

Las conducciones de salida de humos deben instalarse fuera del lugar de la instalación del hogar con conducciones propias bien aireadas. Las conducciones deben ser de componentes no inflamables e indeformables y tener una resistencia al fuego de 90 min. En edificios de poca altura es suficiente con una resistencia al fuego de 30 min. Para garantizar la suficiente purgar de aire trasera de la conducción de la salida de humos DN 80 debe tener las siguientes medidas internas:

rectangular: mín. 135 x 135 mm  
redondo: mín. Ø 155 mm

Para hogares atmosféricos se pueden dejar distancias más pequeñas entre la tubería y el conducto de la boca visible sobre la ranura anular en el aspirador del aire de combustión, en caso de que el ventilador del equipo de combustión supere la resistencia de aspiración.

Para la correcta ventilación de los tubos de la salida de humos y aire concéntricos DN 125/80 a la conducción debe observarse la correspondiente Normativa regional de construcción (LBO).

#### Acortamiento de los tubos

Todos los tubos DN 80 y DN 125/80 se pueden acortar. Al instalarlo en el conducto el tubo de salida de humos debe estar separado de la cubierta del conducto al menos 100 mm.

#### Limpieza de chimeneas viejas

Si se utiliza para la ventilación una chimenea ya existente debe ser limpiada a fondo por una empresa profesional. Esto es especialmente importante si anteriormente estaban conectados hogares que funcionaran con gasóleo o combustibles sólidos. Si después de la limpieza se puede producir de nuevo acumulación de polvo porque las juntas de la chimenea están quebradizas deben tomarse las medidas apropiadas para evitarlo (por ejemplo cepillado).

#### Soportes

Los soportes deben sujetarse en el conducto cada 2 m y en cada codo o pieza en T. Las dimensiones máximas del conducto no deben superar un diámetro o distancia entre los bordes de 240 mm para que la efectividad de los soportes esté garantizada.

#### Fijación de las conducciones

Las conducciones se deben fijar en el hueco cada dos metros con abrazaderas.

#### Montaje con pendiente

La conducción de salida de humos debe conectarse al hogar con pendiente para que el agua de condensación de la conducción de salida de humos fluya al colector central de agua de condensación. Pendientes mínimas para:

- Conducción de salida de humos horizontal > 3 %
- Introducción a través de la pared exterior > 1 %.

#### Aberturas para limpieza y pruebas

Todas las instalaciones de salida de humos deben ser fáciles y seguras de limpiar y también debe poderse examinar la sección transversal y la estanqueidad. Para esto es necesario prever al menos una abertura para limpieza de la conducción de salida de humos en el lugar de la instalación así como aberturas adicionales en cada recodo.

Las instalaciones de salida de humos que no se puedan limpiar ni examinar desde la boca deben tener una abertura de limpieza adicional en el tejado. Los conductos para las conducciones de salida de humos no deben tener otras aberturas que las necesarias para la limpieza y para examinar las conducciones así como aberturas para el purgado trasero de aire de la conducción de salida de humos.

## Conexión del aparato

---

### Normas y directivas

Además de las regulaciones técnicas generales debe observarse especialmente lo siguiente:

- Medidas del certificado de autorización (incluidas con los sistemas de salida de humos CentroTherm CAS-1 a CAS-8)
- Medidas del modelo de DVGW-TRGI
- Medidas de legislación de la construcción del estado federal



A causa de las distintas medidas de los estados federales y de diferentes manuales regionales referentes a conductos de humos, se debe contar con el deshollinador municipal para la planificación del sistema.

### Distancia a las partes inflamables

Al instalar el dispositivo calentador de gas se debe tener en cuenta la distancia a las partes inflamables según la normativa vigente sobre combustión y construcción del estado federal. Si se utiliza respetando las indicaciones, las temperaturas superficiales del revestimiento del equipo y del sistema de conducción de salida de humos estarán por debajo de los 85 °C.

### Autorización y garantía

Solvis otorga una garantía de 5 años a los sistema de salida de humos instalados por profesionales.

---

## Montaje de la conducción de salida de humos



Utilice solamente partes autorizadas para la conducción de salida de humos.



Para los sistemas de salida de humos CAS-1 a CAS-8 utilice solamente el lubricante Centrocerin que viene con el set.

- Monte la continuación de la conducción de salida de humos en el medidor de salida de humos que viene pre-montado.

## Conexión del aparato

### Longitud permitida de los conductos de salida de humos

Las siguientes tablas ofrecen un resumen de las longitudes permitidas para casa sistema de salida de humos.

### Sistemas completos de salida de humos Solvis (certificado del sistema)

#### a) Juego básico de montaje atmosférico

##### CAS-1 (B<sub>23</sub>) Conducción en DN80

	longitud desarrollada máxima [m]			
<b>90°-Codos de empalme</b>	1	2	3	4
<b>5...20 kW</b>	19	17	15	13
<b>7...25 kW</b>	20	18	16	14

longitud horizontal máxima: 4 m

#### b) Juegos básicos de montaje atmosférico

##### CAS-2 (C<sub>33x</sub>) Conducción en DN80

##### CAS-5 (C<sub>33x</sub>) Conducción concéntrica en el techo

##### CAS-7 (C<sub>33x</sub>) Conducción concéntrica

	longitud desarrollada máxima [m]			
<b>90°-Codos de empalme</b>	1	2	3	4
<b>5...20 kW</b>	18	16	14	12
<b>7...25 kW</b>	19	17	15	13

longitud horizontal máxima: 4 m

##### CAS-8 (C<sub>33x</sub>) Pared exterior

	longitud desarrollada máxima [m]			
<b>90°-Codos de empalme</b>	1	2	3	4
<b>5...20 kW</b>	16	14	12	10
<b>7...25 kW</b>	16	14	12	10

longitud horizontal máxima: 4 m

##### CAS-6 (C<sub>13x</sub>) abertura de la pared externa horizontal

	longitud desarrollada máxima [m]			
<b>90°-Codos de empalme</b>	1	2	3	–
<b>5...20 kW</b>	6	5	4	–
<b>7...25 kW</b>	6	5	4	–

Este tipo de instalaciones sólo se permite en algunas regiones bajo determinadas condiciones. Tenga en cuenta las normativas locales de construcción.

El instalador puede reducir la citada potencia térmica.

## Conexión del aparato

### Sistemas de salidas de gas Solvis en relación con salidas de humo autorizadas (sistema certificado)

#### a) Juego básico de montaje atmosférico

El cálculo de la **longitud máxima desarrollada** resulta de los datos por el caudal másico de humos y la temperatura de humos con carga total o parcial en función del tipo de conducción/chimenea de aire y humos que se utilice.



En la página 49 puede encontrar el quemador y el índice de humos para el cálculo de la salida de humos.

**CAS-3** (B<sub>23</sub>) Conexión a una chimenea resistente a la humedad para la técnica de condensación aprobada

	longitud máxima desarrollada hasta el conducto [m]			
<b>90°-Codos de empalme</b>	1	2	3	–
<b>5...20 kW</b>	6	5	4	–
<b>7...25 kW</b>	6	5	4	–

#### b) Juego básico de montaje atmosférico

**CAS-4** (C<sub>43x</sub>) Conexión a una chimenea resistente a la humedad aprobada para la técnica de condensación

	longitud máxima desarrollada hasta el conducto [m]			
<b>90°-Codos de empalme</b>	1	2	3	–
<b>5...20 kW</b>	6	5	4	–
<b>7...25 kW</b>	6	5	4	–

## 5.2.4 Conexión-Condensación

Tenga en cuenta las directivas locales para la evacuación de la condensación en la canalización pública. Normalmente las autoridades competentes esperan una neutralización o el cumplimiento de los valores límite según ATV-A21. La condensación de la SolvisMax Gas no sobrepasa los valores límite.



Para la evacuación del agua de condensación deben usarse conducciones resistentes a los ácidos. La conducción para la evacuación del agua de condensación debe situarse con pendiente.

#### Montaje de la conducción de evacuación del agua de condensación:

- Sacar el tubo para la evacuación de la condensación por la derecha o por la izquierda de la instalación.
- La conducción de evacuación del agua de condensación debe ser introducida por salidas libres de los conductos de desagüe del edificio. Fije el tubo para la evacuación de la condensación al menos 20 cm por debajo del sifón.

#### Montaje de la bomba elevadora de condensación

Cuando sea necesaria la utilización de una bomba elevadora de condensación a causa de la construcción de la instalación, puede solicitarla como accesorio (art. N° 10353).

Para el montaje observe las instrucciones incluidas con la bomba.

### 5.2.5 Conexión eléctrica

#### Indicaciones generales



- La conexión a la red sólo puede ser llevada a cabo por un profesional autorizado respetando las directivas de la Asociación de Electricistas Alemanes (VDE) y las normativas de la empresa de energía eléctrica responsable.
- Durante el cableado debe desconectar la corriente del aparato.
- Utilice el aparato sólo cumpliendo las medidas de protección obligatorias.
- Debe asegurarse de que se cumplen todos los requisitos para las conexiones eléctricas. La instalación se debe conectar a tierra.
- Antes de la puesta en servicio se deben comparar el tipo de corriente y el voltaje local con los referidos en la placa de características de la instalación y las instrucciones. Para la conexión se deben cumplir las directivas VDE 0100 así como las posibles directivas locales de la empresa de energía eléctrica. Es caso de que la conexión no sea accesible se debe intercalar en el aparato una instalación separadora con una abertura de contacto de al menos 3 mm.
- El cable de alimentación elegido no debe ser más ligero que H 07RNF según la normativa VDE 0282 y debe tener una sección mínima adecuada para el consumo nominal eléctrico del aparato (corresponde a 0,75 mm<sup>2</sup>).



- Al realizar la conexión a la red tenga en cuenta la correcta posición de fase de la red.
- Debe asegurarse de la correcta conexión de todos los cables y enchufes para evitar mermas en la seguridad y daños en los componentes eléctricos.



- Evite las impurezas de cualquier tipo, por ejemplo agua, aceite, grasas, disolventes, polvo, cuerpos extraños y vapores agresivos. La influencia de, por ejemplo, cargas electrostáticas o fuertes campos eléctricos puede perjudicar el funcionamiento de los componentes eléctricos y causar la destrucción de partes electrónicas.
- Debe evitar excesos climáticos como temperaturas fuera del rango permitido de 0 °C a +60 °C, condensación de humedad ambiental o valores de humedad relativa superiores en promedio anual al 75 % (en cortos periodos 95 %).
- La conexión de bus y la conexión del sensor están separadas de la conexión de 230 V, para evitar que los campos electromagnéticos afecten al regulador.
- No instale dispositivos reguladores junto a armarios eléctricos o dispositivos eléctricos.
- Asegure todos los cables con prensaestopas y tiéndalos por la canaleta de los cables.
- La resistencia del cable del sensor no debería sobrepasar los 25 Ω. Para las líneas de teléfono habituales en el mercado (sección 0,08 mm<sup>2</sup>) esto supone una longitud máxima de 22 m, para cables con una sección de 0,75 mm<sup>2</sup> supone una longitud máxima de 50 m. Existe la limitación adicional causada por impulsos de interferencia en un conductor: por esto la longitud máxima de los cables
  - para un sensor es: 50 m
  - para una conexión de bus: 100 m



## Conexión del aparato

### Conexión a la platina de regulación



Para la conexión de los componentes encontrará el esquema de cableado en el anexo.

#### Paso 1:

Incluya el aparato en una conexión equipotencial. Conecte la conexión equipotencial con la consola. La pegatina «conexión equipotencial» está en la parte inferior de la consola.

#### Paso 2:

Conecte el cable de alimentación a la platina de regulación utilizando siempre los prensaestopas. Finalmente conecte cada línea al borne con la inscripción correspondiente «Red PE/N/L».

#### Paso 3:

Conecte ahora las siguientes partes a la platina de regulación:

- **Sensor de colector T3**
- **Sensor exterior AF** (Descripción del montaje: véase abajo)
- **Bomba de recirculación**  $P_{Zirk}$  (Opción)
- **Sensor de circulación T6** (Opción)

- **Sensor ambiental RS-SC** RF1 o RF2 (en el espacio de referencia circuito de calefacción 1 o circuito de calefacción 2 respectivamente opcionales; descripción del montaje en las páginas siguientes)

- **Caudalímetro VSM-SC** (Opción, para medir el calor en el circuito solar)

Para circuitos de calefacción con limitación y mixtos:

- **Bombas de circuito de calefacción**  $P_{HZG1}$ ;  $P_{HZG2}$  (Opción)

Para circuitos de calefacción 1 o 2 en circuitos de calefacción mixtos:

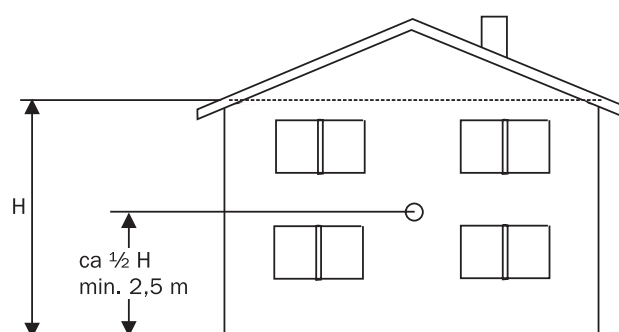
- **Sensor de avance**  $T_{VL1}$ ;  $T_{VL2}$  (Opción, descripción del montaje: véase abajo)

- **Mezclador del servomotor SM 1; SM 2** (opción, para circuito de calefacción y o 2; prueba de funcionamiento: véase abajo)

### Montaje del sensor exterior

El sensor exterior mide la temperatura de la pared exterior.

Instale el sensor exterior en la cara norte o nordeste del edificio a media altura de la fachada.



### Conecte el servomotor a la estación de circuito de calefacción Solvis HKS-G

#### 1. Montaje del sensor de contacto del avance

- Monte el sensor de contacto para medir la temperatura del avance desde fuera en la conducción del avance del circuito a mezclar. Para ello la conducción de avance detrás de la bomba de circulación de calefacción en el lugar de la instalación debe ser de metal pulido.
- Utilice pasta conductora de calor para que el contacto térmico entre la conducción de avance y el sensor de contacto sea buena (unte la pared de la conducción y la superficie del sensor con la pasta)

#### 2. Prueba de funcionamiento

- Los bornes «abierto» y «cerrado» del conector SM 1 y SM 2 indican el sentido de marcha del servomotor. En caso de que el mezclador marche en el sentido equivocado, debe intercambiar las conexiones en este borne (véase Esquema de cableado en el anexo). Para la comprobación debe cambiar temporalmente a funcionamiento manual (véase **Instrucciones de Uso**).

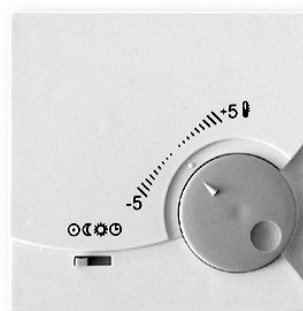
## Conexión del aparato

### Conexión del sensor ambiental RS-SC (accesorio externo de regulación)






Opcionalmente puede montar un sensor ambiental (RS-SC, art. N°: 10654, solicitar aparte) para cada circuito de calefacción en una habitación con calefacción y conectarlo al regulador del sistema. De esta forma los modos de funcionamiento del circuito de calefacción se pueden controlar remotamente (véase a la derecha). Esta habitación será la así llamada habitación de referencia, es decir, la temperatura de avance se subirá o bajará dependiendo de la temperatura ambiente de la habitación. Según el «factor de influencia de la habitación» seleccionado puede cambiarse la influencia sobre la temperatura de avance (véase «Ajuste de la variable para influencia de la habitación» en el capítulo «Ajustes después del montaje del segundo sensor ambiental» en las **Instrucciones de Uso**).



Una vez instalado el sensor ambiental y siendo el factor de influencia de la habitación  $> 0$ , los radiadores de la habitación correspondiente deben permanecer siempre completamente abiertos para garantizar el correcto funcionamiento de la regulación. El factor de influencia de la habitación está puesto a 0 de fábrica.



#### Cambio entre los diferentes modos de funcionamiento como:

- Modo en espera 
- Modo reducido 
- Modo normal 
- Modo automático 
- Cambio de la temperatura de la habitación en  $\pm 5$  °C. 

### Pasos de montaje:



El sensor ambiental debe montarse en la parte más fría de la habitación con calefacción, nunca cerca de una fuente de calor o en la zona cercana a la ventana.

#### 1. Apertura y montaje del sensor ambiental

Para montar el aparato en la casa y conectarlo al regulador del sistema SolvisControl, es necesario abrir el sensor ambiental. Esto se puede hacer con ayuda de un pequeño destornillador presionando el cierre situado bajo el botón de selección de la temperatura y del interruptor corredizo al mismo tiempo que se levanta la cubierta. La placa base se puede montar ahora en la pared con los tacos y tornillos que se adjuntan.

#### 2. Distribución de las conexiones

Las bornas roscadas se conectan a la platina de regulación con un cable de dos polos (bornes «RF 1» o «RF 2», véase Esquema de cableado anexo) **no** haciendo falta tener en cuenta la polaridad. Si se conecta el sensor ambiental al borne «RF 1» hay que retirar antes el puente que tiene puesto.

#### 3. Ensamblaje del aparato

Después de realizar la conexión eléctrica se debe poner de nuevo la cubierta en la parte inferior.



Para el correcto funcionamiento del regulador de la calefacción siga las Instrucciones de Uso, capítulo «Ajustes después del montaje del segundo sensor ambiental».

### 5.3 Llenado del acumulador intermedio

#### 5.3.1 Requisitos para el agua de calefacción del acumulador intermedio

##### Generalidades

Al utilizar calderas se debe tener siempre en cuenta que el agua corriente que se utiliza para el llenado y almacenado no es químicamente pura. Por ello para garantizar el funcionamiento sin problemas de la caldera es necesario comprobar la calidad del agua que se utilice.

##### Terminología

**Formación de cal:** Es la formación de capas sólidas (sobre todo carbonato cálcico).

**Agua caliente:** Es todo el agua que se utiliza para calefacción de una instalación de calefacción de agua caliente.

**Eficiencia:** El cociente entre el contenido de agua para calefacción por unidad de caldera instalada en litros por kW.

##### Formación de cal en instalaciones de calefacción

La acumulación de cal en las instalaciones de calefacción de agua caliente se produce sobre todo en las superficies transmisoras del calor.

Si la concentración de carbohidratos de calcio es elevada

$c(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2)$  es previsible que se produzca una alta acumulación de cal. Esta concentración puede obtenerla el suministrador de agua local. En caso de que sólo le suministren datos en las unidades fuera de uso «Grado de dureza alemán» (°dH) se puede transformar aproximadamente a las unidades mol/m<sup>3</sup> multiplicando por el factor 0,179.

Cuanto mayor sea el tamaño del acumulador intermedio peor será la relación entre sustancias que provocan acumulación de cal (por los mayores contenidos de agua caliente) y la efectividad de la caldera (superficie transmisora del calor).

En instalaciones con una **eficiencia mayor de 20 l/kW** hay que comprobar la acumulación de cal. Siempre es recomendable calentar (inhibido térmico) del agua caliente (véase «Medidas»).

Por encima de una **concentración de 2,5 mol/m<sup>3</sup>** (corresponde a aproximadamente 14 °dH) y para eficiencias mayores de **20 l/kW** hay que contar con la posibilidad de grandes acumulaciones de cal y tomar las medidas adecuadas para evitarlo (véase «Medidas»).



##### Medidas

###### • «Inhibido térmico» del agua caliente

Para evitar que se acumule cal en el intercambiador de calor solar recomendamos que se caliente en último lugar el volumen del acumulador después del llenado de la instalación antes de la puesta en funcionamiento.

Realizando los ajustes para el máximo rendimiento de la caldera (por ejemplo con un servicio de deshollinado) y para la máxima temperatura de avance para el usuario se conseguirá que **la acumulación de cal se produzca de manera predecible y uniforme** por la superficie del intercambiador de calor de la caldera.

Ponga la bomba de agua caliente (circuito primario del intercambiador de calor de placas) en ENCENDIDO durante el calentado. Gracias a esto los acumuladores como el SolvisMax y el SolvisIntegral se puede aclarar completamente.

En caso de que el circuito de calefacción permita estas temperaturas se debe bombear con esta alta temperatura de avance a plena potencia por todos los circuitos de calefacción para alcanzar todo el agua caliente.

###### • Preparación del agua

Para evitar daños por acumulación de cal en las superficies intercambiadoras de calor (intercambiador de calor solar) se debe tratar el agua con la que se llenan el acumulador y la instalación de calefacción siguiendo la Directiva VDI 2035, parte 1.

##### Procedimiento

La Directiva VDI 2035 parte 1 indica las siguientes medidas:

**Ablandamiento / desalinización:** El proceso más seguro para evitar la acumulación de cal es el ablandamiento y la desalinización. En este proceso se extraen del agua los iones de magnesio y calcio.

**Procedimiento físico:** Campos magnéticos o eléctricos permanentes deben servir para evitar la acumulación de cal. Todavía no existen interpretaciones plausibles del funcionamiento de este efecto.



**(Estabilización de la dureza:** La estabilización de la dureza mediante aditivos químicos **no** se puede aplicar en nuestro acumulador a causa del peligro de obstrucción por lodos.)

## Llenado del acumulador intermedio

### • Agua de lluvia

Una forma sencilla y económica de evitar la acumulación de cal es la utilización de **agua de lluvia** como agua para la calefacción. Es prácticamente libre de cal aunque puede contener ácidos que pueden ser agresivos para las partes de la instalación. Por ello se recomienda la medición del valor del pH. El valor del pH debería estar en el rango entre 8,2 y 9,5.

### • En caso de reparaciones

Cuando sean necesario realizar trabajos de mantenimiento o reparación en el acumulador de estratificación Solvis que requieran el vaciado del acumulador se volverá a introducir carbonato cálcico en la instalación al llenarla de nuevo. En tal caso es necesario (independientemente de la concentración existente o de la eficiencia) realizar el nuevo llenado con agua preparada para ello (véase arriba). Alternativamente se puede recoger el agua vaciada y volver a utilizarla.

### • Obstrucción por lodos

La acumulación de lodos y de cal no se puede considerar claramente de forma separada en las instalaciones de calefacción. Se influyen mutuamente.



Para evitar la suciedad o la obstrucción por lodos de la SolvisMax Gas se debe lavar a fondo una instalación de calefacción ya existente antes de conectar el acumulador.

Esto ha de hacerse independientemente de la acumulación de cal.

Recomendamos la instalación de un recogelodos con purgador de aire integrado en el sistema de calefacción.

## Circuito de calefacción con tubos de plástico



Especialmente los tubos para calefacción por suelo radiante de plástico no están protegidos contra la filtración de oxígeno. Por esto es fundamental que si se utilizan tubos de plástico en el circuito de calefacción se realice una separación del sistema.

Se permiten excepciones cuando la difusión del oxígeno no supera los  $0,05 \text{ g/m}^3 \cdot \text{d}$ . Para ello se requiere el Informe de pruebas de instituto de pruebas de materiales. Si tiene alguna pregunta diríjase a nuestro servicio de asesoramiento sobre el uso del producto (ver Tel. en página 3).

## 5.3.2 Llenado, Montaje del purgador de aire y Prueba de presión

### 1. Llenado del acumulador intermedio

- Desatornille el asa para transporte en el extremo superior de la conexión de purga de aire.
- Llene el acumulador intermedio con agua.
- Para impedir daños producidos por el agua en la conexión de purga de aire (arriba) conecte una manguera para desviar el agua que se pueda desbordar.

### 2. Montaje de la purga de aire

- Atornille el purgador de aire incluido en las conexiones en la parte superior del depósito.



El segundo purgador de aire está ya premontado delante en el depósito.

### 3. Prueba de presión

- Llene el acumulador hasta 3 bar, púrguelo (introduciendo la manguera incluida en el purgador de aire) y compruebe la estanqueidad de todas las conexiones. Presione además hacia un lado la cuña aislante delante de las atornilladuras de la conexión.



Presión de funcionamiento máxima del acumulador: 3 bar.

## 5.4 Puesta en servicio del circuito solar

### 1 Llenado y lavado

**i** En el primer paso se realizará el lavado del circuito solar incluyendo el colector. Exceptuando el intercambiador de calor solar en el acumulador para protegerlo de la suciedad.

- Atornille la manguera de lavado en el grifo de lavado del avance solar en la parte superior derecha de la válvula de compensación (ver flecha).



Manguera de lavado conectada al avance solar

- Conectar la manguera de llenado al grifo del llenado del filtro (ver flecha).



Manguera de llenado conectada al grifo de llenado

## Puesta en servicio del circuito solar



Para el llenado y el lavado de la instalación utilice solamente como medio portador del calor la mezcla preparada original de Solvis Tyfocor LS-rojo (envase de 10 l, art. N° 07377 o envase de 30 l, art. N° 08906).

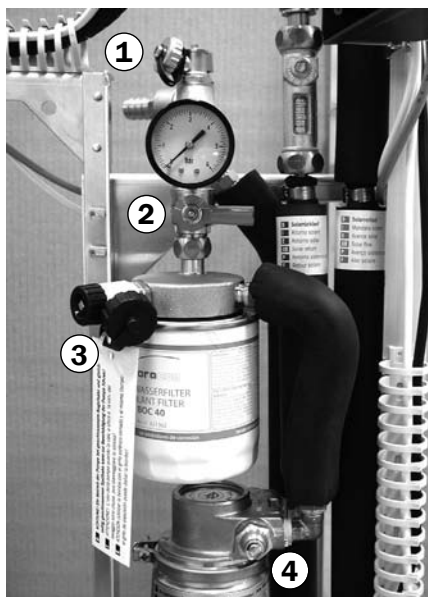
Realice la prueba de presión con Tyfocor LS-rojo preferentemente en ausencia de radiación solar. Después no vuelva a vaciar el colector.

Lleve a cabo el lavado y la prueba de presión con la válvula de compensación totalmente abierta.



**En los pasos que siguen a continuación deberá utilizar a menudo el SolbisControl. La información correspondiente la encontrará en las Instrucciones de Uso.**

- Coloque el bidón de Tyfocor por encima del nivel de la bomba solar (utilice por ejemplo una silla).
- Introduzca la manguera de llenado más larga hasta el fondo del bidón de Tyfocor. Deje el final de la manguera de lavado más corta en la parte superior del bidón.
- Cierre el grifo esférico sobre el filtro (2, ver figura).
- Abra el grifo de llenado (3) del filtro y el grifo de lavado (5).
- Seleccione «HAND/EIN» en la salida 1 en el SolvisControl para el llenado de la instalación.
- **Lave el sistema durante aproximadamente ½ h** (si la conexión es en paralelo puede durar algo más): La bomba extrae el fluido del bidón y lo introduce en el sistema, llena el sistema y ejerce presión para lavar con el fluido hasta sacarlo a través del grifo de lavado de vuelta al bidón.
- Desconecte la bomba (SolvisControl: «HAND/AUS»).



- 1 - Grifo de lavado (Retorno solar)
- 2 - Grifo esférico
- 3 - Grifo de llenado
- 4 - Bomba solar
- 5 - Grifo de lavado (Avance solar)

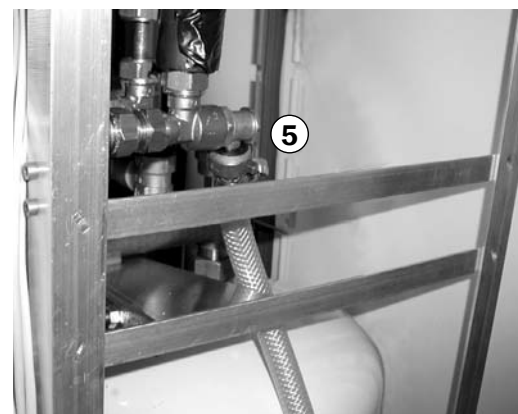
## 2 Llenado completo y prueba de presión

- Retire la manguera de lavado del grifo de lavado de avance solar (5) y móntela en el grifo de lavado del retorno solar (1).
- Seleccione «HAND/EIN» en la salida 1 en el SolvisControl para el llenado de la instalación.
- Para la prueba de presión conecte el grifo de lavado al bloque de seguridad. Seleccione «HAND/EIN» para la bomba en el SolvisControl para conseguir una **presión de prueba de aproximadamente 3 bar**. El aumento de presión en el manómetro debe ralentizarse visiblemente cuando alcance la presión de precarga del depósito de expansión, sólo entonces se abre el acoplamiento MAG. Si no es así compruebe la suavidad de marcha del acoplamiento MAG.
- A continuación desconecte la bomba, cierre el grifo de llenado y abra el grifo esférico antes del filtro.



Encender la bomba o dejarla funcionando con el grifo esférico y el grifo de llenado **simultáneamente** cerrado puede causar daños en la bomba.

- Compruebe meticulosamente la estanqueidad de todas las conexiones. Abra el grifo de lavado y ponga la instalación a la presión máxima.
- Ponga la presión de la instalación 0,5 bar por encima de la presión de precarga del depósito de expansión (por ejemplo presión de precarga 1,5 bar, **presión máxima de la instalación 2,0 bar**). Círrerlo al alcanzar la presión máxima en el grifo de lavado.
- Seleccionar la opción «AUTO» en el menú de salidas en las funciones de la bomba solar en el SolvisControl. El caudal volumétrico será regulado por contador de revoluciones por la regulación dependiendo de la temperatura del colector.






### 5.5 Ensamblaje del aparato (Parte 2)

#### Caja de aislamiento para el acumulador

##### 19. Montaje del aislamiento del acumulador


 Antes de comenzar el montaje del aislamiento retire y guarde la placa de las características del sobre en el depósito. Más adelante se pondrá fuera sobre el aparato.

#### Indicaciones generales antes del montaje:

- Utilice los guantes de goma que se adjuntan para evitar que se ensucie el aislamiento.
- Para cerrar y abrir fácilmente el aislamiento puede utilizar la herramienta de palanca que se adjunta.
- **Recomendamos ajustar y cerrar el aislamiento una vez que haya suficiente espacio a los lados y detrás. Si éste no es el caso: Antes de posicionar el aislamiento en el acumulador ciérrelo por detrás.** Para asegurar el cierre y que no se abra involuntariamente durante el montaje instale ya los listones protectores.

#### Pasos de montaje:

- Coloque ambas mitades del aislamiento en el depósito de tal manera que el listón de cierre delantero esté en la mitad de la cámara de combustión (figura derecha).
- Para fijar inicialmente el listón de cierre utilice los anillos de goma que se encuentran puestos.
- Cierre el aislamiento por la parte delantera con los estribos de metal: Para ello coloque en el cierre la mitad del aislamiento que tiene los estribos premontados detrás de la otra; si es necesario utilice la palanca (figura inferior derecha).
- Una el aislamiento en la parte trasera del aparato y ciérrelo.
- Coloque los listones protectores en el cierre de pinza.

 Los listones tienen ranuras de diferentes anchuras. Se deben poder poner fácilmente; si no es así dele la vuelta una vez al listón.



Posición del aislamiento del acumulador delante



Utilización de la palanca

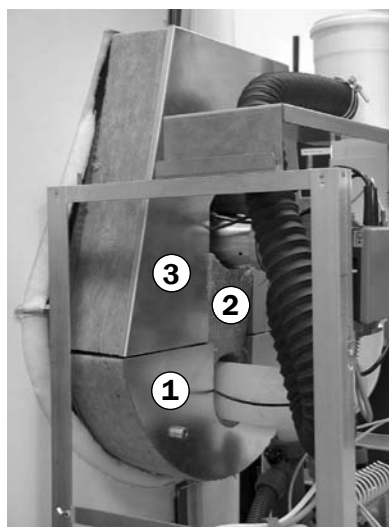
## Montaje

- Inserte el borde del pie rojo bajo las tuberías y únalo de forma que esté puesto sobre el aislamiento en todas partes.
- Ponga arriba sobre el acumulador las dos partes aislantes redondas.
- Deslice la cubierta superior sobre el aislamiento y colóquela de tal forma que los huecos correspondientes se sitúen sobre los listones de cierre.

### Caja estación solar

#### 20. Montaje del aislante delantero de la brida

- Coloque la parte aislante inferior (1) desde debajo en el tubo de salida de humos y fíjela con dos tornillos Allen (ponga debajo arandelas con forma de U). **Apriete la contratuerca hasta que las partes aislantes estén apretadas la una contra la otra.**
- Coloque la pequeña parte aislante (2) entre el quemador y el tubo de salida de humos.
- Coloque la parte aislante superior (3) desde arriba en el tubo de salida de humos y fíjela con dos tornillos Allen (ponga debajo arandelas con forma de U). **Apriete las contratuercas.**



Aislante delantero de la brida montado

#### 21. Bidón



Por la tubería de escape puede escapar Tycofor (mezcla anticongelante) cuando la presión en el circuito solar supera los 4 bar. El bidón recogerá los fluidos que se escapen.

- Coloque el bidón de Tycofor en la consola detrás a la izquierda con la tubería de escape colgando en él.



## Montaje

### Caja de cubierta protectora

#### 22. Montaje del revestimiento lateral

- Monte el revestimiento lateral sobre los tres travesaños de la consola.



Revestimiento lateral montado

### Caja general / Caja de la cubierta protectora

#### 23. Montaje del revestimiento frontal

- Coloque el revestimiento frontal superior perpendicularmente desde arriba, hasta que sienta que encaja.
- Coloque el revestimiento frontal delantero por delante, hasta que sienta que encaja. Tenga cuidado de que la brida del revestimiento delantero se enganche en el revestimiento superior.



Revestimiento frontal montado

## 6 Puesta en servicio

### 6.1 Puesta en servicio de la Instalación

#### 6.1.1 Preparativos generales

**Paso 1:**

Antes de la puesta en servicio de la SolvisMax Gas con funcionamiento atmosférico compruebe que la abertura de entrada de aire del recinto de la instalación tiene al menos 150 cm<sup>2</sup>.

**Paso 2:**

Antes de la puesta en servicio compruebe también los dispositivos de seguridad de la instalación.

**Paso 3:**



Compruebe que la SolvisMax Gas está llena de agua y completa y correctamente purgada de aire.

**Paso 4:**

Compruebe la correcta conexión a la alimentación eléctrica.

**Paso 5:**

Ajuste la presión de la instalación de calefacción de 1,5 a 2 bar. **La presión no debe ser inferior a la presión mínima de la instalación de 1 bar.**

**Paso 6:**

Antes de la puesta en servicio de la SolvisMax compruebe si la instalación del gas es hermética. Al hacerlo, para proteger la válvula electromagnética de gas el quemador no puede estar conectado a la conexión que se esté comprobando. Las válvulas electromagnéticas de gas no están preparadas para las altas presiones de prueba de la red de conducción.

**Paso 7:**

Purgar de aire el conducto del gas meticulosamente. En instalaciones que funcionen con líquido el tanque también debe estar bien purgado de aire. Para poner en funcionamiento la instalación abra el grifo de cierre del gas.

#### 6.1.2 Puesta en servicio del quemador



En caso de que todavía no esté familiarizado con el regulador del sistema o de que quiera realizar primero un chequeo rápido de las opciones predeterminadas, mírelo en las **Instrucciones de Uso**.



El quemador está preajustado para funcionar con gas natural H. Si planea la puesta en funcionamiento con gas natural L, puede hacerlo sin ningún peligro. Para el funcionamiento con gas líquido debe montar primero la modificación (página 13).



En los siguientes pasos de la puesta en servicio puede utilizar para el funcionamiento del quemador la **función Deshollinador**:



Tras la primera puesta en servicio de la instalación se encuentra usted en el menú «Funciones» del modo de funcionamiento «Usuario de la instalación». Para probar también con la carga mínima debe cambiar primero al modo «Experto»:

- Presionando el botón «MENUE» volverá al menú principal.
- Seleccione la opción del menú «Usuario» girando y presionando la rueda giratoria.

- Seleccione a continuación el modo de funcionamiento «Experto» girando y presionando la rueda giratoria. Introduzca la clave numérica 0064 para modo «Experto» presionando, girando y presionando la rueda ajustable.
- Con el botón «ZURUECK» se puede volver al menú principal.
- Seleccione aquí «Funciones» y después «Función de mantenimiento Deshollinador».

Menú, texto											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FC MANTENIM.											
FUNCIÓN INICIAR Ⓢ											
-----											
DESC: DESHOLLIN											
Estado: OFF											
Dur marcha: 0 Min											
Dur m tot: 20 Min											
Pot quemador: 100%											

**Menú general Funciones de mantenimiento**

## Puesta en servicio

El ajuste del valor de CO<sub>2</sub> se realiza con máxima carga y se controla con mínima carga. Seleccione para ello el valor de la potencia del quemador 100% o 20% en el regulador. (véase **Instrucciones de Uso**, capítulo «Funciones de mantenimiento del deshollinador»).

Puede ajustar el valor del CO<sub>2</sub> mediante el tornillo de ajuste en el quemador (ajuste predeterminado del tornillo: profundidad del tornillo 13 mm):


- Apretando el tornillo = menos CO<sub>2</sub>
- Aflojando el tornillo = más CO<sub>2</sub>

El valor de ajuste del contenido de CO<sub>2</sub> para la potencia máxima del quemador es:

- Para gas natural: 9,9 %
- Para gas líquido: 12,0 %


Si se utiliza el aparato con gas natural del grupo LL HuB 8,51 kWh/m<sup>3</sup> (Región Hannover este, con gran rango de variación del HuB) se debe aplicar un factor de corrección (f) de 0,88 al ajustar el valor de CO<sub>2</sub> para que en caso de que más adelante se cambie el tipo de gas por otro con un posible valor de HuB más alto no se sobrepase el contenido máximo de CO<sub>2</sub>. De esta forma el quemador no producirá CO si en el momento de la puesta en servicio el valor del HuB es de 8,51 kWh/m<sup>3</sup>.

Si el valor del HuB es el valor mínimo de 8,0 kWh/m<sup>3</sup> el factor de corrección es 0,84. Si el valor superior es de aprox. 10,0 kWh/m<sup>3</sup> no es necesario ningún factor de corrección. Los valores actuales del HuB se pueden consultar a la empresa suministradora de gas (GVU).

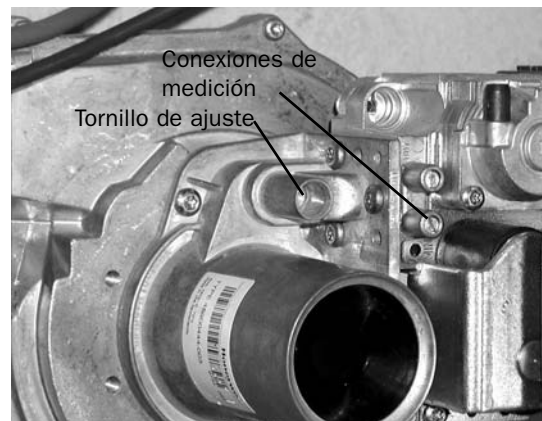
 El contenido de CO<sub>2</sub> para el gas natural puede caer hasta 8,9 % - 0,4 % en carga mínima (gas líquido: 10,5 %).

En caso de que en la primera puesta en servicio el quemador no se encienda a la primera es porque aún se encuentra aire en la conducción de gas. Repita varias veces el proceso de encendido. Después del 5º intento aparecerá un Mensaje de error (se enciende el piloto LED rojo en la centralita, el mensaje aparece en la pantalla del visor). Tiene dos posibilidades para desbloquear el error:

- a) Presione brevemente la rueda del regulador
- b) pulse el botón de reseteado en la centralita

 En instalaciones de gas líquido a menudo quedan restos de nitrógeno en el depósito del gas líquido tras el primer llenado. Por ello tras el segundo llenado puede cambiar la composición del gas combustible.

Después del segundo llenado del depósito hay que controlar el ajuste del quemador (contenido de CO<sub>2</sub> en la salida de humos)



**Ajuste del quemador**

## 7 Mantenimiento y cuidado

Según la normativa de ahorro de energía (EnEV) y para mantener el derecho a la garantía debe llevar a cabo una vez al año una limpieza y una revisión de mantenimiento.

**Para la SolvisMax Gas recomendamos una inspección anual de mantenimiento a cargo de un especialista.** Los trabajos de mantenimiento necesarios se describen a continuación.



Antes de comenzar los trabajos cierre la llave del gas y desconecte la corriente del aparato. Asegúrelo para que no se conecte de nuevo.

### 7.1 Mantenimiento de la Instalación de calefacción

#### 1. Comprobar el estado general

- Compruebe el estado general de la SolvisMax Gas. Limpie las impurezas con un trapo seco. No utilice disolventes.

#### 2. Comprobación del sifón de agua de condensación

- Retire la cubierta protectora y el revestimiento lateral. Compruebe y lave el sifón de agua de condensación. Para ello suelte el tornillo superior del sifón en la conexión de la caldera y retire el sifón hacia abajo. **Después de lavar el sifón llénelo de agua de nuevo.** Si la manguera de condensación se encuentra en un codo («segundo sifón») compruebe y lave éste también.

#### 3. Mantenimiento del intercambiador de calor de la salida de humos y del quemador



Observe las instrucciones de seguridad de la página 6.

##### a) Limpie el intercambiador de calor de salida de humos •

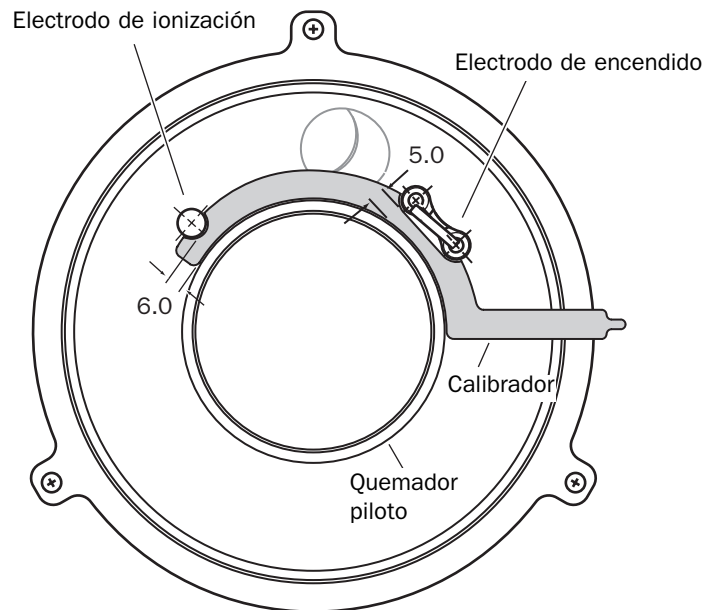
- Retire el aislante delantero de la brida. Retire la manguera de entrada de aire y el tubo de compensación de presión del medidor de salida de humos.
- Retire la conducción de salida de humos del intercambiador de calor de salida de humos, suelte la conducción del gas, retire todos los enchufes del quemador. Desmonte el quemador y cuélguelo de la consola con el gancho que se adjunta.
- Limpie la cámara de combustión, el conducto de salida de humos y el conducto de condensación con agua y el cepillo para calderas que se adjunta.
- Antes del ensamblaje compruebe los electrodos:

##### b) compruebe los electrodos de encendido y de ionización

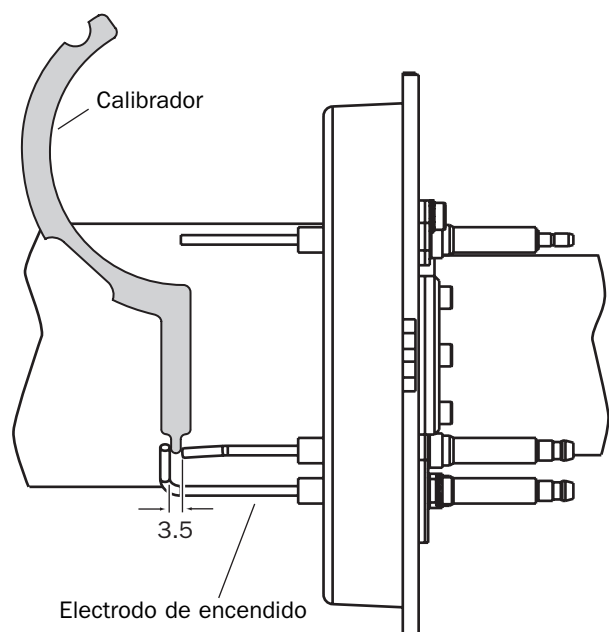
- La corriente de ionización durante el funcionamiento del quemador a potencia mínima debe ser de como mínimo 4  $\mu\text{A CC}$ .
- Compruebe la distancia entre electrodos con el calibre de electrodos (art. N° 10448) y si es necesario dóblelos cuidadosamente para corregirlo:  
**Electrodo de ionización:** 6 mm al quemador piloto  
**Electrodo de encendido:** 5 mm al quemador piloto; entre los electrodos 3,5 mm

##### c) Comprobación del funcionamiento del encendido

- Comprobar el funcionamiento del encendido.



**Distancia entre los electrodos de ionización y de encendido y el quemador piloto**



**Distancia entre electrodo y tierra y el electrodo de encendido**

## Mantenimiento y cuidado

- Monte los elementos en el orden inverso de nuevo.

### 4. Control de los valores de salida de humos

- Compruebe los valores de CO<sub>2</sub> para los dos niveles de potencia y si es necesario ajústelos (véase «Puesta en servicio del quemador», a partir de la página 38).

### 5. Control de los valores de salida de humos

- Compruebe la correcta posición del sistema de salida de humos y su estanqueidad.

### 6. Comprobación del conducto de entrada de gas

- Compruebe la estanqueidad del conducto de entrada de gas.

### 7. Comprobación de las funciones de seguridad

- Compruebe que las funciones de seguridad (válvula de seguridad, termostato eléctrico de seguridad) funcionan correctamente.

### 8. Comprobación de la regulación

- Comprobar el correcto funcionamiento del regulador del sistema (valores del sensor, modos de funcionamiento y valores de ajuste). Compruebe el correcto funcionamiento de la producción de agua caliente sanitaria y del regulador de la circulación.

### 9. Comprobación del motor del mezclador y del mezclador

- Compruebe el correcto funcionamiento de los motores del mezclador y del mezclador y compruebe también los valores del sensor y los modos de funcionamiento (automático, manual).

### 10. Comprobación de las bombas

- Compruebe el correcto funcionamiento de todas las bombas (bombas de calefacción, bombas de producción de agua caliente, bomba solar).

### 11. Purgado de aire del acumulador

- Existen dos purgadores de aire a disposición: Un purgador de aire en la parte delantera inferior del acumulador, otro en la parte superior del acumulador (misma función). El tubo que se adjunta se puede introducir en la purga de aire.

### 12. Lavado del intercambiador de calor de agua caliente

- En caso de que se prevea la acumulación de suciedad o de cal: Secundariamente lave el intercambiador de calor de agua caliente con un concentrado al 20 % de ácido fórmico en dirección contraria a la dirección de funcionamiento. Después de la limpieza hay que lavar todas las tomas y comprobar y lavar si es necesario los filtros.

## 7.2 Mantenimiento de la instalación solar



**Frecuencia de las revisiones: Cada 2 años.**

### 1. Comprobación del fluido solar

- Realizar las siguientes comprobaciones con el set de prueba Tycofor (art. N°: 08423): Compruebe que existe suficiente anticongelante con el comprobador de estanqueidad. El límite del anticongelante no debería superar los -23 °C. Mida el valor del pH con papel de tornasol (pH 7.0 - 8.0); para pH < 7,0 se debe cambiar el fluido solar.

### 2. Cambio del filtro de glicol

- Cuando cambie el fluido solar cambie también el filtro en la parte superior de la bomba solar; no deben pasar más de 2 años.

### 3. Lavado del circuito solar

- Lave la instalación durante aprox. 15 min. (véase «Puesta en servicio del circuito solar», página 33).

### 4. Comprobación de la presión de precarga

- Compruebe la presión de precarga de los depósitos de expansión. Esto resuta de:

$$p_0 = \frac{H_{\text{col}} - H_{\text{PWT}}}{10} + 0,5 \text{ [bar]}$$

siendo:

$H_{\text{col}}$  = altura del colector en el lugar de montaje [m].

$H_{\text{PWT}}$  = altura del acumulador del borde inferior en el lugar de montaje.

1,5 bar como mínimo.

### 5. Comprobación de la presión de funcionamiento

- Véase «Puesta en servicio del circuito solar», página 33. Si es necesario purgue de aire la instalación.

### 6. Comprobación del caudal

- Seleccione «HAND/EIN» en la salida 1 de la bomba solar en el SolvisControl. Lea el caudal en el Tacosetter (debe ser aprox. 3 - 3,5 l/min). Finalmente vuelva a poner la bomba en «AUTO».

### 7. Comprobación de la estación solar

- Compruebe el correcto funcionamiento y la estanqueidad de todas las partes de la estación solar.

### 8. Limpieza de la derivación de la bomba solar

- Retire la tapa redonda del cabezal del filtro (no extraiga el tornillo de ajuste de la tapa). Extraiga la pieza. Limpie la pieza y el espacio interior.

### 9. Comprobación de la plausibilidad de los valores de los sensores

### 10. Comprobación del colector

- Realice una inspección ocular del colector y de las tuberías así como de los aislamientos correspondientes.

### 11. Comprobación de la fijación del colector

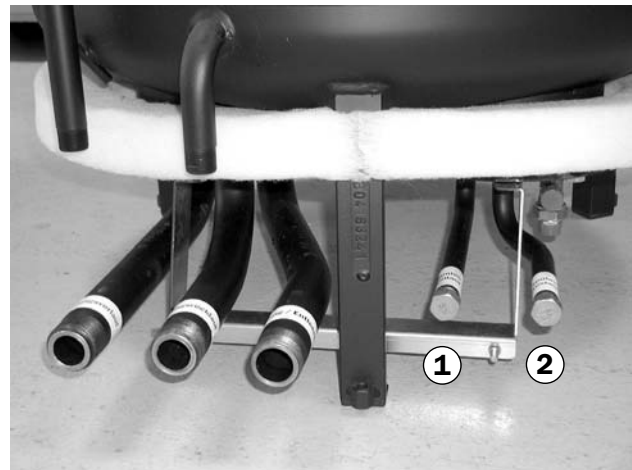
- Compruebe que la fijación del colector está bien colocada y que funciona.

## Mantenimiento y cuidado

### 12. Lavado del intercambiador de calor solar


En caso de que prevea la acumulación de suciedad o cal lave el intercambiador de calor solar con un concentrado al 20 % de ácido fórmico:

- Vacíe el acumulador (si es posible, guarde el contenido del acumulador para llenarlo de nuevo más tarde)
- Retire las tapas abajo en los tubos de lavado de la brida solar y conecte dos mangueras: Atornille la **entrada en el tubo izquierdo (1)** y la **salida en el tubo derecho (2)**.
- Lavado en 3 pasos:
  - a) Lavar con agua hasta que salga clara.
  - b) Lavar con concentrado al 20 % de ácido fórmico con una bomba de lavado. Tiempo de lavado aprox. 15 min. (dependiendo del grado de suciedad/calcificación). Preparar de tal manera el dispositivo de lavado que el líquido que salga se introduzca de nuevo en el circuito desde un depósito.
  - c) Lavar bien con agua para quitar el ácido.
- Retire la manguera y atornille de nuevo las tapas.
- Llene el acumulador de nuevo y púrguelo de aire.



**Tubos de lavado del intercambiador de calor solar**

# 8 Solución de problemas

 En caso de que el regulador se comporte de manera ilógica apague y encienda el aparato para reiniciarlo.

### Problemas sin aviso

#### El quemador no se enciende:


1. ¿Hay una demanda de calor realmente? (si es así, la salida 12 del SolvisControl estará negra).
2. Compruebe la corriente entre el contacto T2 y N en la platina del SolvisControl y en el «quemador» en el haz de cables (230 V). Véase esquema de cableado en la página 53.

#### Module el quemador para otra potencia como desee:

1. Compruebe el indicador de tensión debajo de la salida 15 del SolvisControl (0 - 10 V).


0 V = potencia mín. del quemador,  
10 V = potencia máx. del quemador.

2. Compruebe el haz de cables «Analógico» (0 - 10 V; de la platina del SolvisControl a la centralita). Véase esquema de cableado en las páginas 53 y 54.
3. Cargar configuración de fábrica (a partir de la versión A 1.39, véase Instrucciones de Uso).

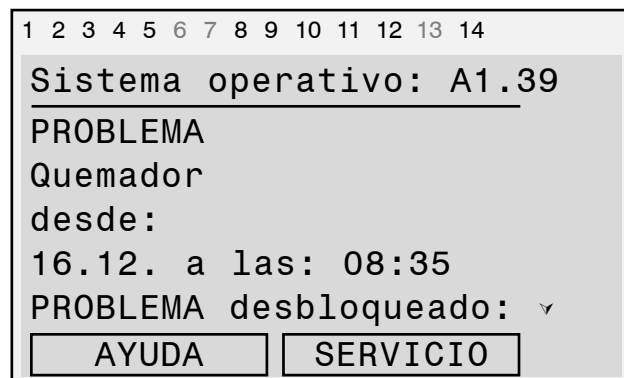
 Mediante la carga de la configuración de fábrica se restaurará la configuración de la instalación a los valores que tenía al ser entregada.

### Problemas con aviso

#### La centralita está bloqueada:

 La centralita del quemador tiene un error. Para volver a poner el quemador en funcionamiento se debe desbloquear la centralita. El problema no se indica sólo en el regulador del sistema sino también en la centralita (se ilumina el piloto LED rojo). Si un problema se reproduce frecuentemente busque la solución en la tabla de la página 44.

1. Desbloqueo de la centralita: En el SolvisControl encuentre ponga el indicador en «PROBLEMA desbloqueado» y presionar la rueda giratoria, véase figura derecha (la salida 14 se mostrará negra durante 5 segundos). Si es necesario: Siga con la tabla de la página 44.
2. Si el problema en la centralita se mantiene, retire el revestimiento delantero y desbloquee la centralita directamente: Pulse el botón de reseteado junto al piloto LED rojo de la centralita.
3. Si esto desbloquea el problema, continúe con los siguientes pasos **4** y **5**. Si los pasos **no** consiguen el desbloqueo del problema, siga buscando problemas en la tabla de la página 44 o siga con los pasos **6** y **7**.
4. Compruebe el haz de cables «Opt. 5» (de la platina del regulador a la centralita). Véase páginas 53 y 54.



#### Notificación de un problema del quemador

5. ¿Se cierra la salida 14 al presionar la rueda de desplazamiento? (la salida 14 se mostrará negra durante 3 segundos). Si no es así, hay un problema en el relé interruptor de esta salida.
6. Cargar ajuste de fábrica (a partir de la versión A 1.39, véase Instrucciones de Uso).
7. Si esto tampoco resuelve el problema, póngase en contacto con nuestro Servicio de Atención al Cliente (Tel. en la página 3).



## Solución de problemas

Para una lectura más exacta del mensaje de error (código de error entre paréntesis en la siguiente tabla) utilice el Aparato de Lectura para la centralita (art. N°: 10591). Véase también ahí las Instrucciones adjuntas para el Aparato de Lectura.



En los capítulos «Funciones de regulación del circuito de calefacción» y «Solución de problemas» de las **Instrucciones de Uso** encontrará tablas de problemas de calefacción adicionales.

### Problemas con el quemador y soluciones

Síntoma	Error	Causa	Solución
El ventilador arranca tras el desbloqueo, abrir válvulas electromagnéticas de gas (hace clic), encendido (ruido de siseo), no hay llama ni ruido de explosión.	No se enciende, no surge la llama	Llave del gas cerrada o tanque de gas líquido vacío <b>[1]</b>	Abrir la llave del gas o llenar el tanque
		Falso ajuste del valor de CO <sub>2</sub> <b>[1]</b>	Corregir el ajuste (p. 39)
		Electrodo de encendido mal situado <b>[1]</b>	Corregir la posición (p. 40)
		Problema con la corriente de ionización <b>[8]</b>	Comprobar la corriente de ionización (p. 40), el cable y la fase correcta de la conexión
La llama se apaga de nuevo tras 3 seg.	sin señal de la llama	Falso ajuste del valor de CO <sub>2</sub> <b>[1]</b>	Corregir el ajuste (p. 39)
		Eléctrodos de ignição na posição errada <b>[1]</b>	Corregir la posición (p. 40)
		Corriente de ionización es < 1µA <b>[8]</b>	Comprobar la corriente de ionización (p. 40), el cable y la fase correcta de la conexión. Cambiar los electrodos de encendido
		Problema con la presión inicial del gas <b>[1]</b>	Comprobar la presión de precarga en los tubos de entrada de la válvula reguladora del gas: debe estar en el rango 20 - 60 mbar.
		Problema con los conductos de salida de gas/entrada de aire <b>[1]</b>	Verificar os tubos
No ocurre nada (no arranca el ventilador después del desbloqueo)	Exceso de temperatura o defecto en el termostato electrónico de seguridad (eSTB)	Temperatura na caldeira > 105 °C (temperatura excessiva, p. ex. por causa de falta de água) <b>[3]</b>	Desbloqueio da regulação ou do sistema de combustão após o arrefecimento (ver a pág. anterior)
		Sensor ou cabo do sensor com defeito <b>[23]</b>	Verificar o controlo de temperatura no sensor (pág. 52), verificar o cabo
No ocurre nada (no arranca el ventilador después del desbloqueo)	Ventilador defectuoso o no se puede controlar desde la centralita <b>[5]</b>		Comprobar/cambiar haz de cables del ventilador, comprobar/cambiar centralita
No ocurre nada (no arranca el ventilador después del desbloqueo)	Válvula electromagnética de gas defectuosa o no se puede controlar desde la centralita <b>[9]</b>		Verificar/trocar a válvula magnética de gás ventilador, verificar/trocar o sistema de combustão
No ocurre nada (no arranca el ventilador después del desbloqueo)	Falsa llama	Corriente de ionización presente durante el prelavado <b>[1]</b>	Comprobar/cambiar haz de cables del ventilador, comprobar/cambiar centralita
No ocurre nada (no arranca el ventilador después del desbloqueo)	Error interno de la centralita <b>[10 - 22, 25, 36, 38]</b>		Cambiar la centralita
La instalación indica Problema después de funcionar mucho tiempo	eSTB defectuoso <b>[23]</b> o mal situado <b>[3]</b>	eSTB no introducida totalmente en el manguito	meter bien el eSTB



## 9 Datos técnicos

Las siguientes tablas y figuras muestran una visión general de las dimensiones y los valores característicos más importantes de la SolvisMax Gas.

### 9.1 Volumen y pérdidas de calor

	SX-356	SX-456	SX-656	SX-756	SX-956
<b>Volumen nominal (l)</b>	350	450	650	750	950
Volumen real (l)	377	460	635	722	899
<b>Partes del acumulador</b>					
Volumen de agua caliente sanitaria disponible (l)					
Económico	–	–	–	–	87 <sup>(1)</sup>
Estándar	91	91	136	154	200 <sup>(1)</sup>
Comfort	–	–	–	–	362 <sup>(1)</sup>
Volumen de acumulador de calefacción (l)	22	22	30	35	35
Volumen solar (l)	264	347	468	533	– <sup>(2)</sup>
<b>Pérdidas de calor</b>					
Pérdidas de calor (W/K)	2,38	2,72	3,27	3,48	3,8
Pérdidas de calor (kWh/24h) <sup>(3)</sup>	2,28	2,61	3,14	3,34	3,64

<sup>(1)</sup> seleccionable en la posición del sensor «S1/T1 acumulador de agua caliente»

<sup>(2)</sup> resulta de la diferencia del volumen del acumulador de calor + el volumen de agua caliente y el volumen real

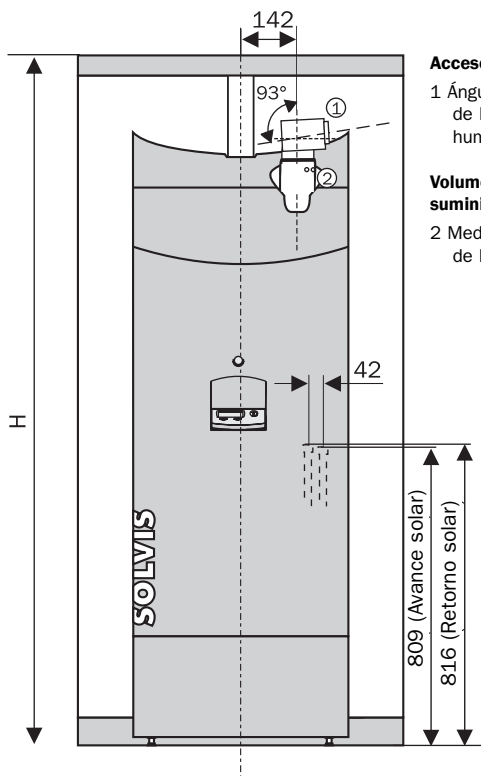
<sup>(3)</sup> 60° C en el acumulador, 20 °C en el lugar de instalación

### 9.2 Dimensiones y datos de rendimiento

	para todos los tamaños de la SolvisMax Gas
Depósito de material	St 37-2, exterior imprimado, interior sin recubrimiento
Manguito superior del purgador de aire	½"
Avance solar (tubo de cobre)	10 mm atornilladura de anillos de apriete
Retorno solar (tubo de cobre)	10 mm atornilladura de anillos de apriete
Conexión de avance y retorno de calefacción (tubo de cobre)	1¼" RE / 28 mm
Avance de calefacción interior	Tubo elevador de plástico (PP) 50 x 4,6 mm con placa deflectora superior
Retorno de calefacción interior	Cargador de estratificación con 1 a 4 tapas y pieza superior en T
Conexión de agua fría y caliente	22 mm codos de anillos de apriete
Tubo de llenado/ vaciado (con placa reflectora)	28 mm
Conexión de gas	½" RE
Conexión para salida de humos: Tubo de alimentación de la salida de humos	DN 125 / 80 mm
Depósito de presión de servicio máxima	3 bar
Temperatura máxima en el depósito	95 °C
Temperatura de avance máxima	70 °C
Circulación mínima de agua	ninguna
Caudal volumétrico máximo total en el circuito de calefacción	2.000 l/h
Pérdida de presión del circuito primario	No hay pérdida de presión medible

## Datos técnicos

Las dimensiones de las siguientes figuras se encuentran en la página siguiente.

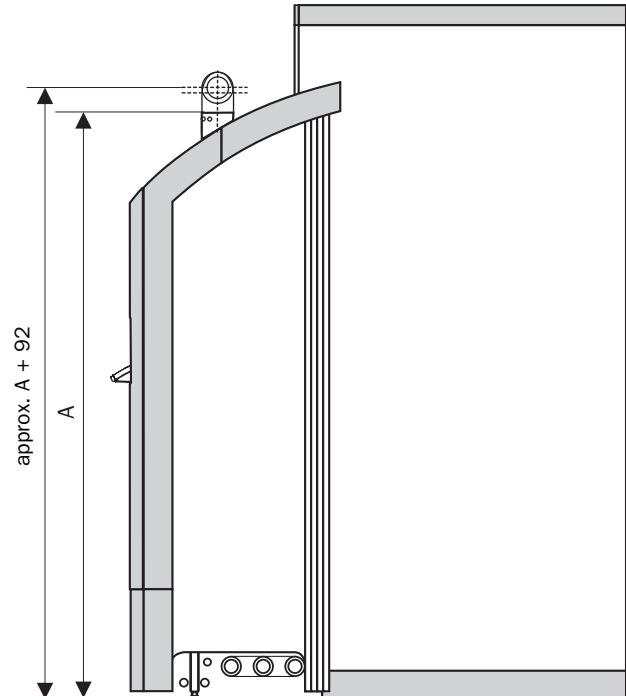


### Accesorios:

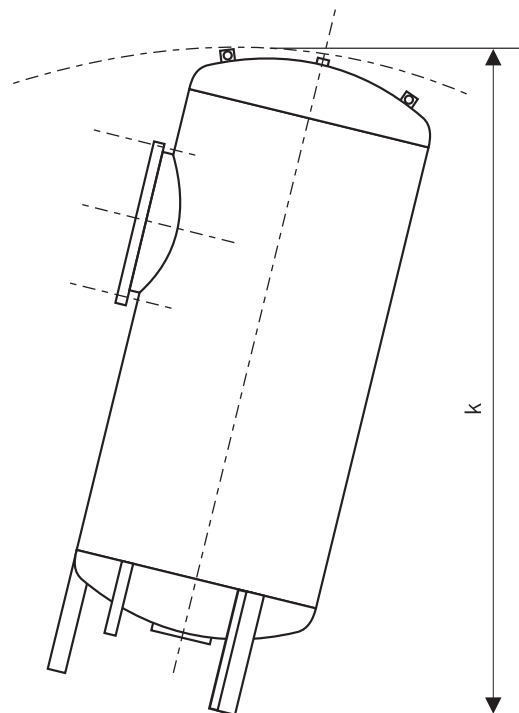
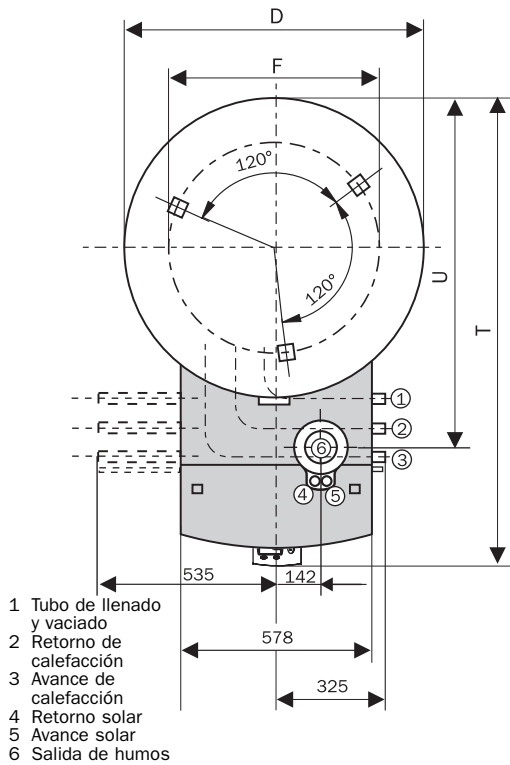
1 Ángulo de revisión de la salida de humos

### Volumen de suministro:

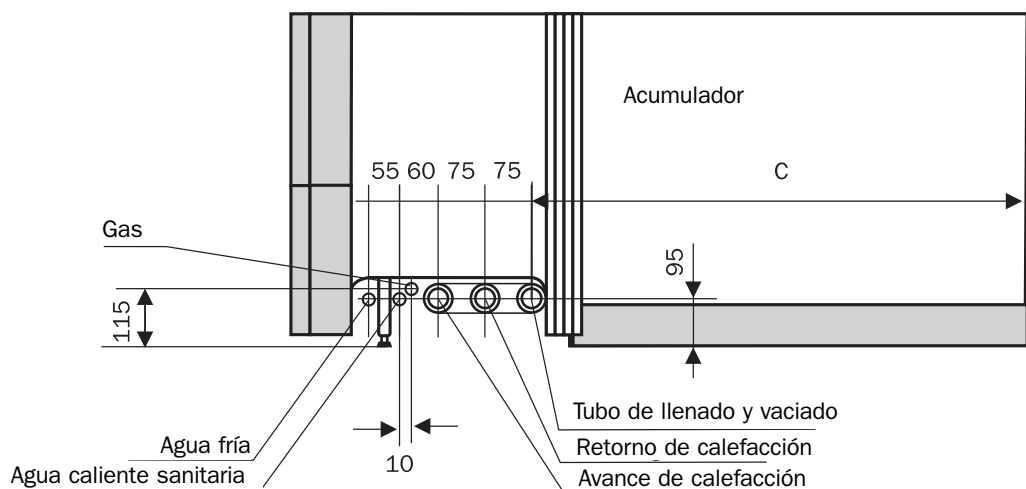
2 Medidor de salida de humos



### Vista delantera y lateral de la SolvisMax Gas



## Datos técnicos



### Vista de las conexiones salientes desde el lado derecho de la cubierta protectora

Dimensiones y peso		SX-356	SX-456	SX-656	SX-756	SX-956
Diámetro sin aislamiento		650	650	750	800	800
Diámetro con aislamiento	D	870	870	970	1.020	1.020
Diámetro de la base circular	F	610	610	710	760	760
Altura sin aislamiento		1.507	1.757	1.829	1.819	2.209
Altura con aislamiento	H	1.625	1.880	1.950	1.950	2.320
Profundidad incluyendo aislamiento, cubierta protectora y regulador	T	1.364	1.475	1.475	1.530	1.530
Inclinación sin aislamiento	k	1.525	1.770	1.845	1.860	2.235
Distancia delantera mínima		500	500	500	500	500
Distancia lateral y trasera mínima		300	300	300	300	300
Altura de los tubos de salida de humos DN 125/80 <sup>(1)</sup>	A	1.376	1.626	1.626	2.023	2.023
Desde la mitad de los tubos de salida de humos a la parte trasera del aislamiento	U	1.063	1.063	1.175	1.230	1.230
Altura de la conexión de condensación <sup>(2)</sup>		747	997	997	997	1.394
Altura de las conexiones inferiores <sup>(3)</sup>		95	95	95	95	95
Del tubo de llenado y vaciado a la parte posterior del aislamiento	C	900	900	1.010	1.064	1.064
Peso total incluyendo el aislamiento más cubierta protectora (kg)		204	222	246	252	271

Todos los datos salvo el peso están en mm.

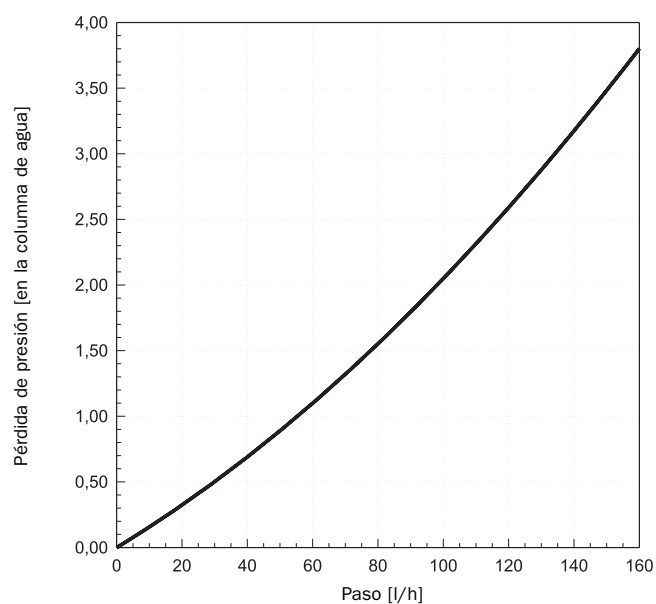
<sup>(1)</sup> Del suelo al borde superior de los tubos de salida de humos

<sup>(2)</sup> Del suelo a la mitad de la conexión de condensación

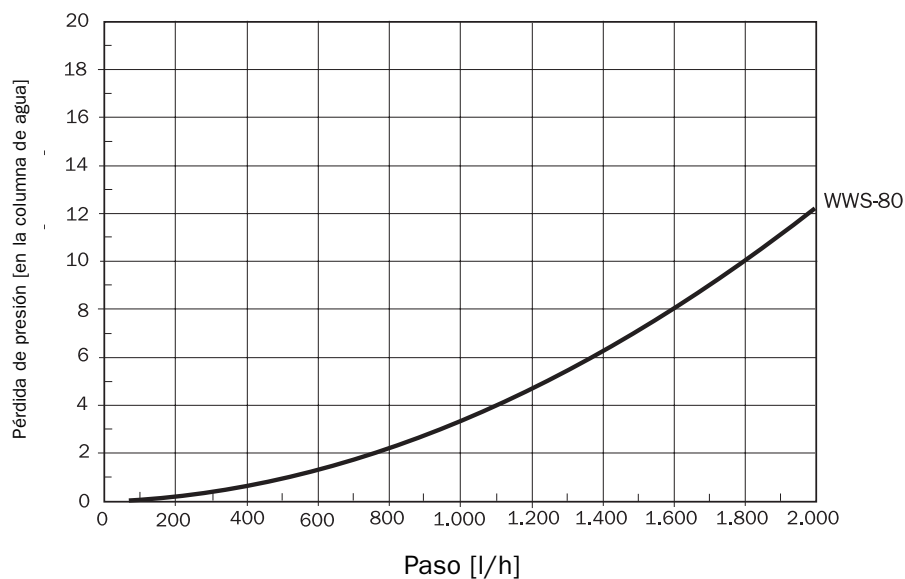
<sup>(3)</sup> Tubos de avance y retorno de calefacción, tubo de llenado y vaciado

## Datos técnicos

<b>Transmisión del calor</b>	<b>para todos los tamaños de la SolvisMax Gas</b>	
<b>Intercambiador de calor solar</b>	Intercambiador de calor con haz de tubos de cobre integrado en cargador de estratificación	
Contenido líquido	0,5 l	
<b>Intercambiador de calor de agua corriente</b>	Intercambiador de calor de placas, acero inoxidable 1.4401, soldado	
Presión de servicio admisible PWT	16 bar	
Bombas de circulación para producción de agua caliente sanitaria	Tipo Wilo RS 15/7-1	
Rendimiento de extracción a temperatura de consumo de aprox. 45 °C	24 l/min	

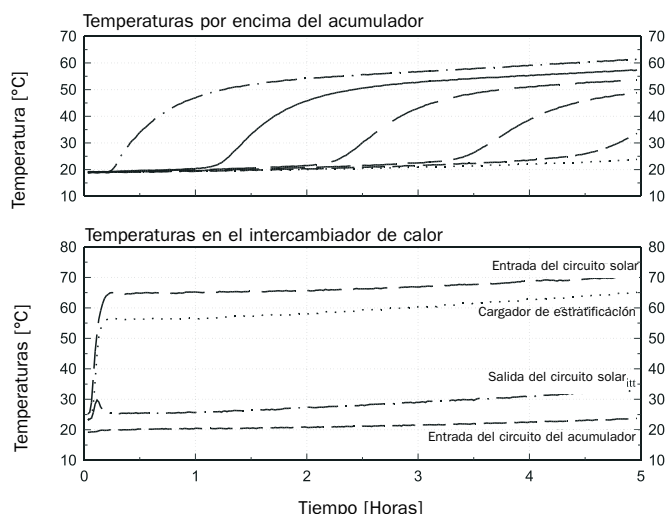


### Curva de pérdida de carga del intercambiador de calor solar durante el funcionamiento típico (R/A: 20/60 °C)



### Curva de pérdida de carga del intercambiador de calor de placas de la estación de agua caliente sanitaria (agua potable)

**S6 - V094: Intercambiador de calor solar con flujo bajo («Low-Flow») interno**  
40 % de Tycofor en el circuito solar / circuito del acumulador funcionando con termosifón


**Protocolo de pruebas de la estratificación de temperaturas en el acumulador**

### 9.3 Datos técnicos de combustión

	5 - 20 kW	7 - 25 kW
Combustible	Gas natural / gas líquido <sup>1</sup>	
Dem quemador	con ventilador	
Carga térmica nominal (1potencia del quemadorS)	5 - 20 kW	7 - 25 kW
Carga térmica nominal (potencia de la caldera) P <sub>n</sub> a 80/60 °C	4,8 a 19,5 kW	6,8 - 24,4 kW
Carga térmica nominal (potencia de la caldera) P <sub>n</sub> a 50/30 °C	5,4 a 21,4 kW	7,6 - 26,7 kW
Grado de rendimiento normalizado $\eta_{NA}$ a 75/60 °C	106,4 %	105,7 %
Grado de rendimiento normalizado $\eta_{NA}$ a 40/30 °C	109,1 %	108,8 %
Categoría del aparato	II2ELL3B/P	
Presión de alimentación de gas natural y gas líquido <sup>(1)</sup>	20 - 60 mbar	
Temperatura de salida de humos a 75/60 °C y máx. potencia	61 °C	62 °C
Temperatura de salida de humos a 75/60 °C y mín. potencia	41 °C	53 °C
Caudal másico de humos a 75/60 °C a potencia máx.	8,0 g/s	10,0 g/s
Caudal másico de humos a 75/60 °C a potencia mín.	1,8 g/s	2,5 g/s
Tiro máx. al final de la caldera	100 Pa	
Tipos de instalación según las Regulaciones Técnicas para Instalaciones de Gas (TRGI)	B <sub>23'</sub> , C <sub>13x'</sub> , C <sub>33x'</sub> , C <sub>43x'</sub> , C <sub>63x</sub>	
Contenido de CO <sub>2</sub> en el gas natural a máxima potencia	9,9 %	
Contenido de CO <sub>2</sub> en el gas líquido a máxima potencia	12,0 %	
Factor de emisión normalizado de CO <sup>(2)</sup>	0,9 mg/kWh	1,3 mg/kWh
Factor de emisión normalizado de NO <sub>x</sub> <sup>(2)</sup>	18,7 mg/kWh	29 mg/kWh
Emisión de ruidos del quemador a máxima potencia	< 40 dB (A)	
Emisión de ruidos del quemador a mínima potencia	< 30 dB (A)	
Indicación de eficiencia energética <sup>(3)</sup>	****	
Diámetro de los tubos de salida de humos	DN 80	

<sup>(1)</sup> Para el funcionamiento con gas líquido es necesaria la modificación UBS-SX.

<sup>(2)</sup> Con ello la SolvisMax Gas (5 - 20 kW) está por debajo del valor límite del modelo de Hamburgo (Edición 7/97).

<sup>(3)</sup> La SolvisMax Gas cumple de esta forma la Directiva de Rendimiento de la UE 92/42/CEE.

## 9.4 Consumo de potencia eléctrica

Datos técnicos	para todos los tamaños de la SolvisMax Gas
Modo latente	5 W
Consumo máx. de potencia eléctrica 5 o 7 kW / 20 o 25 kW	19/38 W *
Bomba solar (en función de las revoluciones)	20 - 68 W
Bomba de agua caliente máx.	110 W
Bomba de circulación	cliente
Bomba de circulación de calefacción	cliente

\* consumo de potencia eléctrica con ventilador y sin bombas

## 9.5 Equipamiento de la unidad de instalación solar

Componente	para todos los tamaños de la SolvisMax Gas
Bomba circuito solar	Bomba de paleta rotatoria
Caudalímetro	Taco-Setter DN 15; 1 a 4 l/min
Purgador de aire	Manual
Manómetro	0 a 6 bar
Válvula de seguridad	4 bar, DN 15, certificación de calidad de componentes «F»

## 9.6 Técnica de seguridad

	Función
Temperatura del acumulador de agua caliente (Sensor T1)	Función de seguridad para temperatura de la caldera > 95 °C (se enciende de nuevo automáticamente cuando la temperatura se reduce a < 90°; ajuste de fábrica)
Termostato electrónico de seguridad (eSTB)	Función limitadora de la temperatura de la caldera > 105 °C (desbloqueo manual o desde el SolvisControl en la centralita, véase página 43); función Falta de agua y Exceso de temperatura
Control de las revoluciones del ventilador	Compara el valor actual con el teórico
dos válvulas electromagnéticas de gas	Bloqueo de la regulación compuesta de gas y aire de la entrada de gas (doble seguridad)
Regulación compuesta de gas y aire	La entrada de gas se regula de forma proporcional a la corriente de aire de entrada, es decir, si no hay corriente de entrada de aire no puede entrar gas al quemador aunque estén abiertas las válvulas.
Controlador de llama	Mide la corriente de ionización = detecta la llama

## 9.7 Cualificaciones

	Explicación
Certificado-DVGW	Símbolo de calidad DVGW «Gas» (QG-3112AT0007)
Certificación CE	CE-0085AS0280
Certificación medioambiental	«Angel Azul» (RAL-UZ 61): Aparato quemador de gas bajo en emisiones y con bajo consumo de energía
Premio Solar DGS / ISES (1998)	«Producto técnico solar excelente»
Eco-Test (Sept. 1998)	«Recomendable»
IEA SHC - Task 26 Solar Combisystems (Diciembre 2002)	«El mejor sistema de calefacción solar combinada de Europa, con diferencia»
Fundación Warentest (Abril 2003)	«Muy bueno»

## 9.8 Regulación de sistema SolvisControl

<b>Conexión eléctrica</b>	
Tensión de red	230 V / 50 - 60 Hz
Fusible sensible	6,3 A / 230 V rápido
Temperatura ambiente	0 - 45 °C
Carga nominal de corriente	A1: 230 V / 0,7 A; A2, A6, A7: respectivamente 230 V/1A; salida de relés máx. respectivamente 230 V / 3 A
Consumo de potencia	aprox. 5 W (en modo latente, sin bombas)
Función de reloj sin suministro de corriente	1 - 2 Días
<b>Sensor y pantalla</b>	
Tipo de sensor Sensor de temperatura	PTC 2 kohmios (todos los sensores, excepto los de avance y retorno solar: PT 1000)
Indicador de temperatura	- 50 bis + 199 °C
Precisión del indicador	0,1 K
Exactitud de medida	típicamente 0,4 y máx. $\pm 1$ °C en el rango 0 - 100 °C
<b>Sensor y controles de función</b>	
Mensaje «9999»	Sensor desconectado, rotura (del cable) del sensor
Mensaje «-999»	Cortocircuito del sensor
<b>Entradas y posiciones del sensor</b>	
S1: Sensor de temperatura (T1)	Encima del acumulador
S2: Sensor de temperatura (T2)	Intercambiador de calor de placas de avance del agua caliente sanitaria
S3: Sensor de temperatura (T4)	Debajo del acumulador
S4: Sensor de temperatura (HPo)	Encima del acumulador de calefacción
S5: Sensor de temperatura (TSV)	Estación solar, avance solar
S6: Sensor de temperatura (TSR)	Estación solar, retorno solar
S7: Sensor de temperatura (T5)	Intercambiador de calor de placas, acumulador de retorno del agua caliente sanitaria
S8: Sensor de temperatura del colector (T3)	Colector más caliente
S9: - no usado - (HPu)	
S10: Sensor de temperatura exterior (AF)	Fuera del edificio (cara norte)
S11: Sensor de temperatura de circulación (T6)	Detrás de la bomba de circulación (Opcional)
S12: Sensor de temperatura de avance ( $T_{vl,1}$ )	Avance 1. Estación de circuito de calefacción (accesorio)
S13: Sensor de temperatura de avance ( $T_{vl,2}$ )	Avance 2. Estación de circuito de calefacción (accesorio)
S14: Sensor de temperatura ambiente (RF1)	Espacio de referencia para el circuito de calefacción 1
S15: Caudalímetro (Entrada de impulsos) (VS)	Retorno solar en la estación solar
S16: Sensor de temperatura ambiente (y entrada de impulsos) (RF2)	Espacio de referencia para el circuito de calefacción 2
<b>Salidas <sup>(1)</sup></b>	
A1: Bomba solar ( $P_{Solar}$ ) <sup>(1)</sup>	Regulador de revoluciones, entrada de fase, 230 V / máx. 0,7 A
A2: Bomba de agua caliente ( $P_{ww}$ ) <sup>(1)</sup>	Regulador de revoluciones, paquete de onda, 230 V / máx. 1 A
A3: Bomba de circulación de calefacción 1 ( $P_{Hzg, 1}$ )	Salida conmutador 230 V / máx. 3 A
A4: Bomba de circulación de calefacción 2 ( $P_{Hzg, 2}$ )	Salida conmutador 230 V / máx. 3 A
A5: Bomba de circulación ( $P_{Zirkul}$ )	Salida conmutador 230 V / máx. 3 A
A6: - no usada - (Opt. 1) <sup>(1)</sup>	Regulador de revoluciones o salida conmutador 230 V / máx. 1 A
A7: - no usada - (Opt. 2) <sup>(1)</sup>	Regulador de revoluciones o salida conmutador 230 V / máx. 1 A
A8 / A9: Mexclador del circuito de calefacción abierto/ cerrado (SM 1)	Salida conmutador 230 V / máx. 3 A
A10 / A11: Mexclador del circuito de calefacción abierto/ cerrado (SM 2)	Salida conmutador 230 V / máx. 3 A
A12: Demanda de calor (quemador)	Salida conmutador 230 V / máx. 3 A
A13: - no usada - (Opt. 3)	Salida conmutador 230 V / máx. 3 A
A14: Desbloqueo de problemas de la centralita (Opt. 5)	Salida conmutador libre de potencia máx 230 V / 3 A
A15: Salida analógica (analógico)	Modulación 0 - 10 V para la centralita
<b>Interfaces</b>	
DL	Conexión de datos doble
CAN-BUS	Conexión de datos cuádruple
Infrarrojos IR	Transmisión de datos en el frontal del regulador (por ejemplo cargador de arranque)

<sup>(1)</sup> En las salidas del regulador de revoluciones no se deben conectar bombas reguladas electrónicamente (como por ejemplo serie E WILO o Grundfos UPE entre otras) o bombas con motores trifásicos.

## 9.9 Valores de resistencia del sensor de temperatura

Temperatura [°C]	Resistencia [Ω]			Temperatura [°C]	Resistencia [Ω]		
	PTC (2 kohmios)	PT 1000	NTC (10 kohmios)		PTC (2 kohmios)	PT 1000	NTC (10 kohmios)
0	1.630	1.000	32.651	80	2.980	1.309	1.256
10	1.772	1.039	19.903	90	3.182	1.347	916
20	1.922	1.078	12.493	100	3.392	1.385	340
25	2.000	1.097	10.000	110	3.607	1.423	255
30	2.080	1.117	8.056	120	3.817	1.461	195
40	2.245	1.155	5.325	130	3.915	1.498	150
50	2.417	1.194	3.601	140	4.008	1.536	117
60	2.597	1.232	2.487	150	4.166	1.573	93
70	2.785	1.271	1.751				

Si sospecha que un sensor es defectuoso puede comprobar los valores del sensor. Los sensores desconectados tienen distintos valores de resistencia para distintas temperaturas como aparecen en la tabla. Se pueden comprobar con un medidor de resistencia.

### Tipos de sensores y utilización:

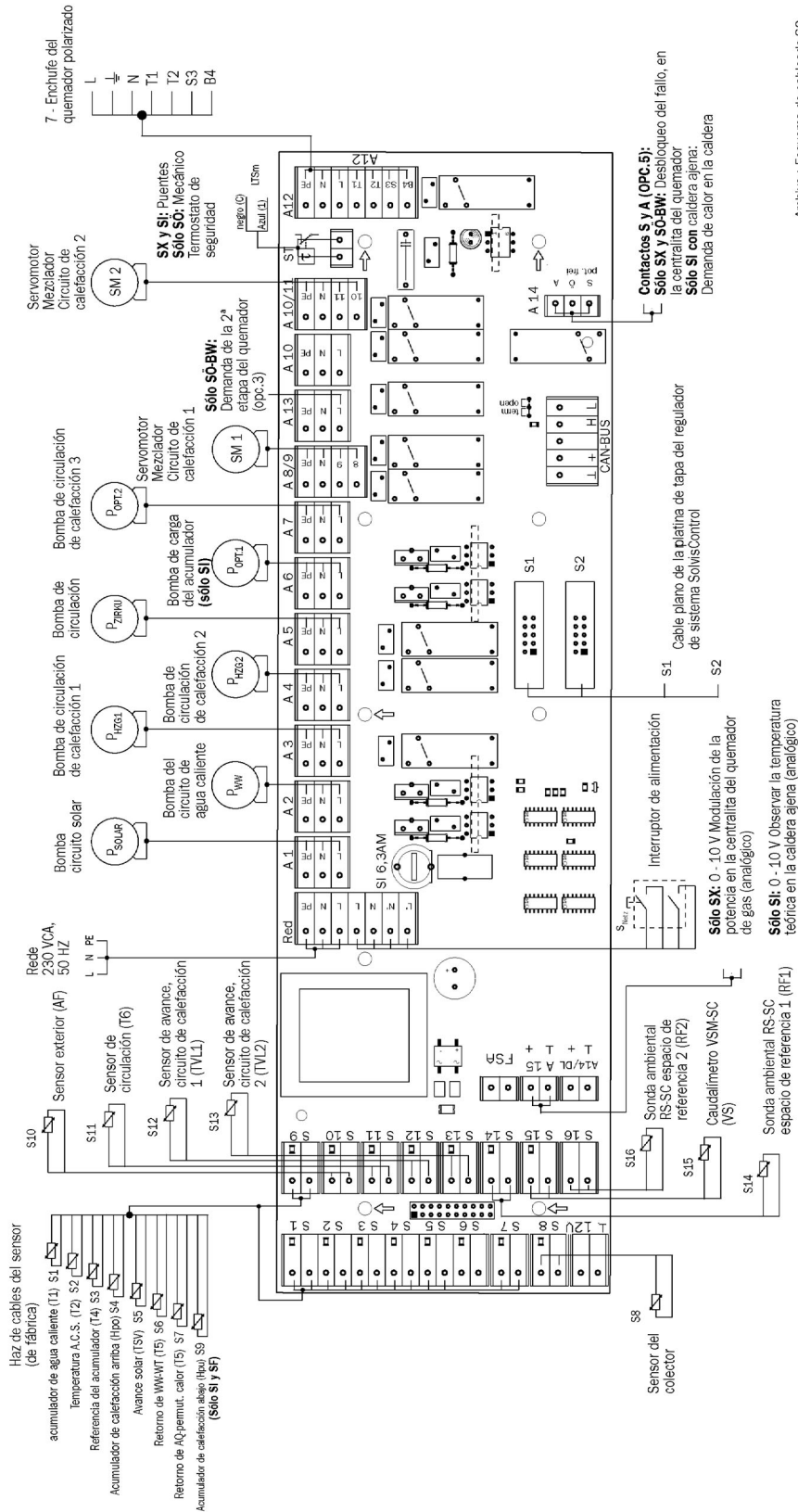
- **PTC (2 kohmios):** todos los sensores, excepto los de avance y retorno solar
- **PT 1000:** Avance y retorno solar
- **NTC (10 kohmios):** Termostato electrónico de seguridad (eSTB)

**Comprobación del eSTB:** El eSTB tiene dos sensores NTC 10 kohmios integrados. Estos utilizan el cable central (rosa) como toma de tierra conjunta (GND). Cada sensor individual se mide respectivamente entre el cable externo y el cable central (rosa).



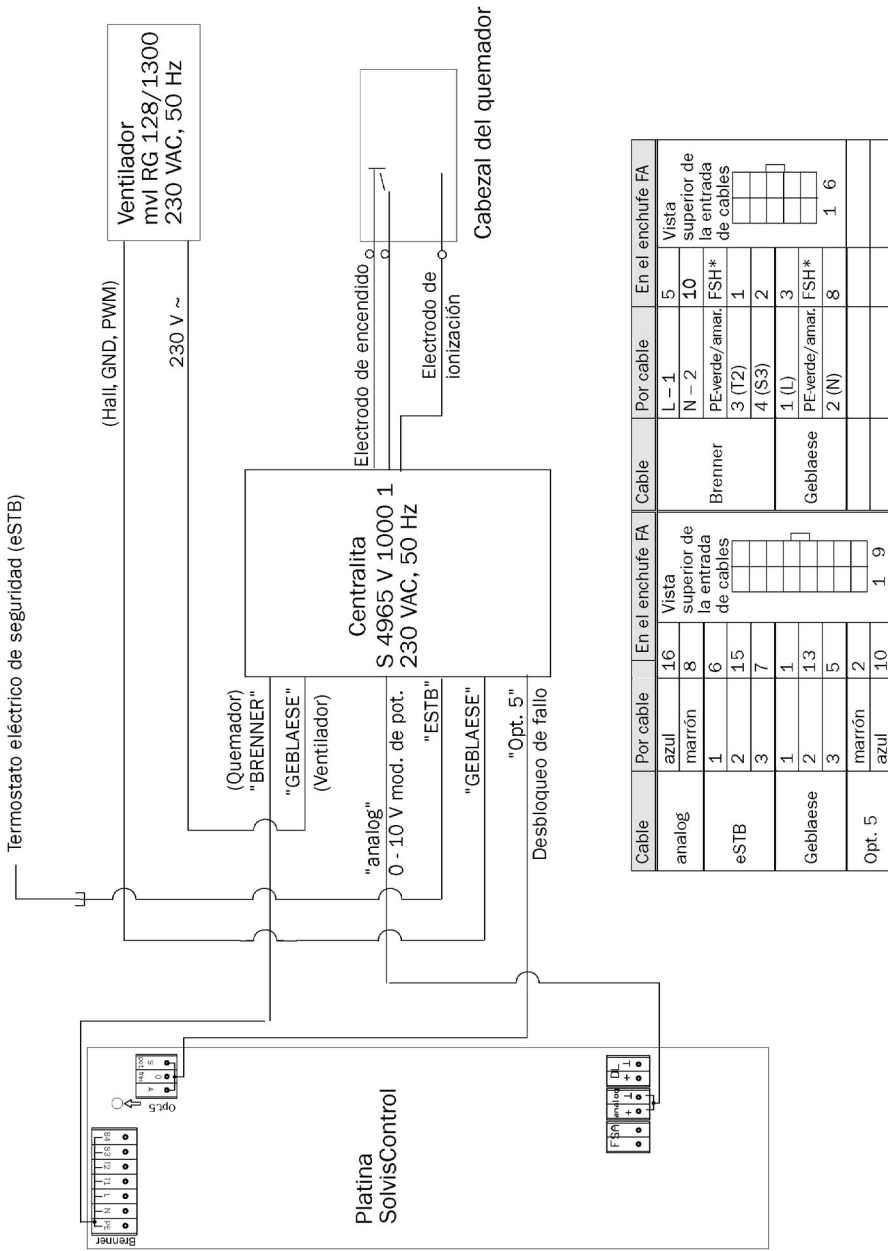
# 10 Anexo

## Esquema de cableado de la platina de regulación SolvisControl



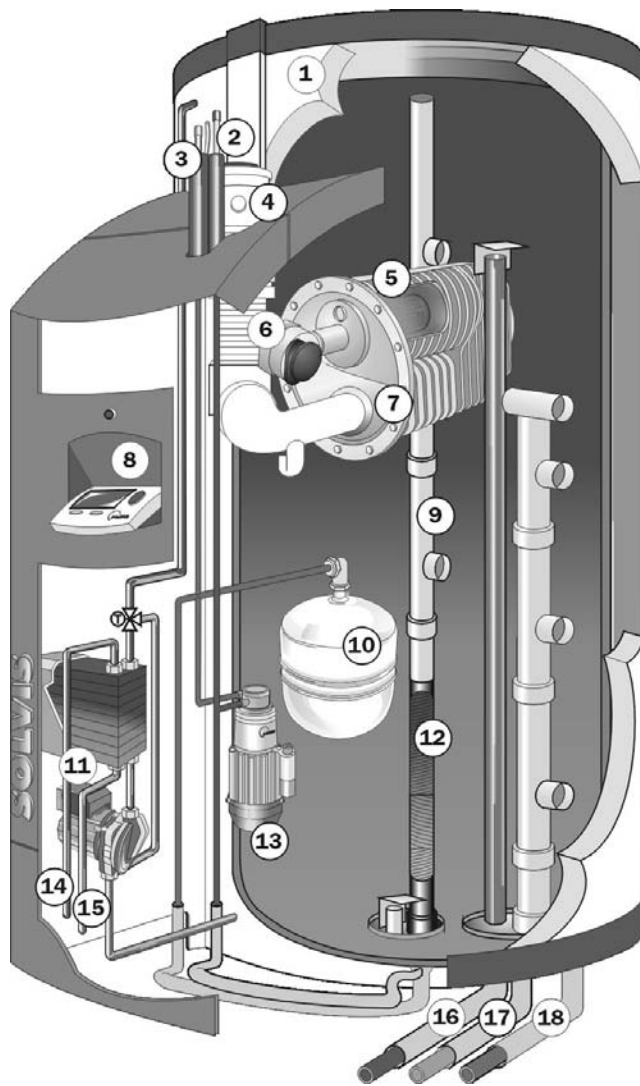
Archivo : Esquema de cableado-SC  
Versión: 29.06.2006

Esquema de cableado de la centralita del gas y de la platina de regulación SolvisControl



\*FSH = Caja de enchufe plano

Esquema de cableado FA-2003-1.1-1.4



- 1** Aislamiento
- 2** Avance solar
- 3** Retorno solar
- 4** Conexión del tubo de salida de humos
- 5** Cámara de combustión
- 6** Quemador
- 7** Intercambiador de calor de salida de humos
- 8** Regulador del sistema SolvisControl
- 9** Cargador de estratificación
- 10** Depósito de expansión solar
- 11** Estación de agua caliente sanitaria
- 12** Intercambiador de calor solar
- 13** Bomba solar
- 14** Agua caliente sanitaria
- 15** Agua fría
- 16** Avance de calefacción
- 17** Retorno de calefacción
- 18** Tubo de llenado y vaciado

Vista de la SolvisMax Gas



Vista del regulador del sistema SolvisControl



## Protocolo de puesta en servicio

Datos generales	Usuario de la instalación		Empresa instaladora	
	Nº de pedido		Empresa	
	Nombre		Nombre	
	Calle		Calle	
	CP/Localidad		CP/Localidad	
	Teléfono		Teléfono	
Generalidades				
Primera puesta en servicio el:		Primera puesta en servicio por:		
Modelo del acumulador <b>SX</b>	Nº de serie/año de const.	Modelo del quemador <input type="checkbox"/> 5-20 KW <input type="checkbox"/> 7-25 KW	Nº de serie/año de const.	

Instalación solar	Datos técnicos de la instalación solar	
	Fluido solar: <b>TYFOCOR LS-rojo</b>	
	Colectores	Estación solar
	Modelo:	Contenido del depósito de expansión solar (MAG) [l]:
	Conexión:	Presión de precarga MAG (mínimo 1,5 bar):
Año de construcción:	Presión de la instalación (presión de precarga + 0,5 bar):	
Valor del sensor de temperatura del colector (S8) [°C]:	Caudal volumétrico [l/min]:	

Quemador	Ajuste del quemador			
	Gas combustible utilizado:	<input type="checkbox"/> Gas natural	<input type="checkbox"/> Gas líquido	
	Ajuste del contenido de CO <sub>2</sub> -Valor teórico (con carga máxima):	9,9%	12,0%	
	Modificación necesaria:	ninguno	UBS-SX-20 (hasta 20 kW)	UBS-SX-25 (7 - 25 kW)
	¿Tobera/obturador montado?	-	<input type="checkbox"/> Tobera	<input type="checkbox"/> Tobera y obturador
	Potencia máx. del quemador		Potencia mín. del quemador	
	CO <sub>2</sub> [%]:		CO <sub>2</sub> [%]:	
	CO [mg/kWh]:		CO [mg/kWh]:	
	NO <sub>x</sub> [mg/kWh]:		NO <sub>x</sub> [mg/kWh]:	
	O <sub>2</sub> [%]:		O <sub>2</sub> [%]:	
Proporción en aire:		Proporción en aire:		
Temperatura de salida de humos [°C]		Temperatura de salida de humos [°C]:		

Salida de humos	Sistema de salida de humos utilizado:				Longitud [m]:	
	<input type="checkbox"/> CAS-1	<input type="checkbox"/> CAS-2	<input type="checkbox"/> CAS-3			parte horizontal de la longitud [m]:
	<input type="checkbox"/> CAS-4	<input type="checkbox"/> CAS-5	<input type="checkbox"/> CAS-6			
<input type="checkbox"/> CAS-7	<input type="checkbox"/> CAS-8	<input type="checkbox"/> Otro:		Número de codos de 90°:		

Otros	Configuración del circuito de calefacción		
	<input type="checkbox"/> Circuito con limitación	<input type="checkbox"/> Circuito mixto	<input type="checkbox"/> Circuito múltiple: ___ Mixto y ___ con limitación
	Lista de comprobación de funciones de la instalación (rellene también: formulario «Parámetros cambiados en el SolvisControl»)		
	<input type="checkbox"/> Reloj configurado	<input type="checkbox"/> Producción de agua caliente O.K.	<input type="checkbox"/> Prioridad del agua caliente O.K.
	<input type="checkbox"/> Acumulador con válvulas de seguridad sin cierre asegurado		
Depósito de expansión de la calefacción por parte del cliente:			
Notas:			

Certifico que los trabajos se han llevado a cabo según las normativas y que la instalación se ha aceptado en perfecto estado:

\_\_\_\_\_  
Lugar, Fecha

\_\_\_\_\_  
Firmado





## Protocolo de puesta en servicio

<b>Datos generales</b>	<b>Usuario de la instalación</b>		<b>Empresa instaladora</b>	
	Nº de pedido		Empresa	
	Nombre		Nombre	
	Calle		Calle	
	CP/Localidad		CP/Localidad	
	Teléfono		Teléfono	
<b>Generalidades</b>				
Primera puesta en servicio el:			Primera puesta en servicio por:	
Modelo del acumulador <b>SX</b>	Nº de serie/año de const.	Modelo del quemador <input type="checkbox"/> 5-20 KW <input type="checkbox"/> 7-25 KW	Nº de serie/año de const.	

<b>Datos técnicos de la instalación solar</b>	<b>Datos técnicos de la instalación solar</b>	
	Fluido solar: <b>TYFOCOR LS-rojo</b>	
	<b>Colectores</b>	<b>Estación solar</b>
	Modelo:	Contenido del depósito de expansión solar (MAG) [l]:
	Conexión:	Presión de precarga MAG (mínimo 1,5 bar):
Año de construcción:	Presión de la instalación (presión de precarga + 0,5 bar):	
Valor del sensor de temperatura del colector (S8) [°C]:	Caudal volumétrico [l/min]:	

<b>Quemador</b>	<b>Ajuste del quemador</b>			
	Gas combustible utilizado:	<input type="checkbox"/> Gas natural	<input type="checkbox"/> Gas líquido	
	Ajuste del contenido de CO <sub>2</sub> -Valor teórico (con carga máxima):	9,9%	12,0%	
	Modificación necesaria:	ninguno	UBS-SX-20 (hasta 20 kW)	UBS-SX-25 (7 - 25 kW)
	¿Tobera/obturador montado?	-	<input type="checkbox"/> Tobera	<input type="checkbox"/> Tobera y obturador
	<b>Potencia máx. del quemador</b>		<b>Potencia mín. del quemador</b>	
	CO <sub>2</sub> [%]:	CO <sub>2</sub> [%]:		
	CO [mg/kWh]:	CO [mg/kWh]:		
	NO <sub>x</sub> [mg/kWh]:	NO <sub>x</sub> [mg/kWh]:		
	O <sub>2</sub> [%]:	O <sub>2</sub> [%]:		
Proporción en aire:	Proporción en aire:			
Temperatura de salida de humos [°C]	Temperatura de salida de humos [°C]:			

<b>Salida de humos</b>	<b>Sistema de salida de humos utilizado:</b>				
	<input type="checkbox"/> CAS-1	<input type="checkbox"/> CAS-2	<input type="checkbox"/> CAS-3		Longitud [m]:
	<input type="checkbox"/> CAS 4	<input type="checkbox"/> CAS-5	<input type="checkbox"/> CAS-6		parte horizontal de la longitud [m]:
	<input type="checkbox"/> CAS-7	<input type="checkbox"/> CAS-8	<input type="checkbox"/> Otro:		Número de codos de 90°:

<b>Otros</b>	<b>Configuración del circuito de calefacción</b>		
	<input type="checkbox"/> Circuito con limitación	<input type="checkbox"/> Circuito mixto	<input type="checkbox"/> Circuito múltiple: ___ Mixto y ___ con limitación
	<b>Lista de comprobación de funciones de la instalación</b> (rellene también: formulario «Parámetros cambiados en el SolvisControl»)		
	<input type="checkbox"/> Reloj configurado	<input type="checkbox"/> Producción de agua caliente O.K.	<input type="checkbox"/> Prioridad del agua caliente O.K.
	<input type="checkbox"/> Acumulador con válvulas de seguridad sin cierre asegurado	<input type="checkbox"/> Rearranque del quemador O.K.	
Depósito de expansión de la calefacción por parte del cliente:			
Notas:			

Certifico que los trabajos se han llevado a cabo según las normativas y que la instalación se ha aceptado en perfecto estado:

\_\_\_\_\_  
Lugar, Fecha

\_\_\_\_\_  
Firmado





SOLVIS GmbH & Co KG · Grotrian-Steinweg-Straße 12 · 38112 Braunschweig · Tel.: 0531 28904-0 · Fax: 0531 28904-100  
Internet: [www.solvis.de](http://www.solvis.de) · e-mail: [info@solvis-solar.de](mailto:info@solvis-solar.de)

---