

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN  
Y A.C.S. EN UNA VIVIENDA RURAL

Javier Jusué Biurrun

Faustino Gimena Ramos

Pamplona, 06/09/2012



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN  
Y A.C.S. EN UNA VIVIENDA RURAL

DOCUMENTO 1

MEMORIA

Javier Jusué Biurrun

Faustino Gimena Ramos

Pamplona, 06/09/2012



## Índice

1.- Introducción	5
1.1.- Objeto del proyecto	5
1.2.- Antecedentes	5
1.3.- Datos de partida	7
1.4.- Normativa	8
2.- Instalación de calefacción	9
2.1.- Introducción	9
2.2.- Clasificación de los sistemas de calefacción	9
2.2.1.- Según la fuente energética	9
2.2.2.- Según el grado de concentración	10
2.2.3.- Según el fluido caloportador	10
2.2.4.- Según el sistema de distribución	14
2.2.5.- Según el tipo de aparato calefactor	17
2.3.- Solución adoptada	19
2.4.- Condiciones de diseño	20
2.4.1.- Condiciones interiores de diseño	21
2.5.- Propiedades térmicas del edificio	22
2.5.1.- Coeficiente de transmisión térmica del edificio	22
2.5.2.- Cálculo de la envolvente térmica del edificio	26
2.6.- Estimación de la carga térmica de calefacción	27
2.6.1.- Pérdidas de calor por transmisión	27
2.6.1.1.- Suplementos	29
2.6.2.- Pérdidas por entrada de aire exteriores	30
2.6.2.1.- Infiltración	30
2.6.2.2.- Ventilación	30
2.6.3.- Ganancias por aportaciones internas	32
2.6.4.- Carga térmica de un local	32
2.6.5.- Carga térmica de la instalación	32



2.7.- Suelo radiante	33
2.7.1.- Descripción de la solución adoptada	35
2.7.2.- Materiales y caracteísiticas	37
2.7.3.- Zonificación	38
2.7.4.- Temperatura del suelo	39
2.7.5.- Temperatura de impulsión	40
2.7.6.- Paso del suelo radiante y salto de temperatura	40
2.7.7.- Caudal de agua por habitación	41
2.7.8.- Velocidad del agua del suelo radiante y selección de los diámetros de las tuberías del suelo radiante	41
2.7.9.- Pérdidas de presión en los circuitos	42
2.7.10.- Equilibrado de cada colector de distribución	43
2.7.11.- Pérdida de presión en la red	44
2.7.12.- Equilibrado de la instalación	45
2.7.13.- Bomba circuladora	45
2.8.- Vaso de expansión	46
2.9.- Caldera	47
3.- Instalación de agua caliente sanitaria	50
3.1.- Introducción	50
3.2.- Clasificación de las instalaciones	50
3.2.1.- Según el número de unidades d consumo	50
3.2.2.- Según sistema de preparación de ACS	51
3.2.3.- Según el origen de la energía para preparar ACS	51
3.2.4.- Según el tipo de calentamiento	52
3.3.- Solución adoptada	52
4.- Instalación solar	53
4.1.- Introducción	53
4.2.- Factores que influyen en la radiación solar	54
4.2.1.- Posición de la tierra respecto al sol	54
4.2.2.- La atmósfera	55



4.2.3.- El clima	57
4.3.- Radiación solar sobre la superficie plana	58
4.4.- Sistemas de captación solar: colector solar	59
4.4.1.- Clasificación	59
4.4.2.- Componentes principales del colector	60
4.4.3.- Funcionamiento	63
4.4.4.- Recomendaciones de utilización	64
4.5.- Clasificación de las instalaciones básicas	65
4.6.- Solución adoptada	67
4.7.- Estimación del número de colectores necesarios	68
4.7.1.- Datos de partida	68
4.7.2.- Necesidades energéticas mensuales	68
4.7.3.- Energía total teórica incidente en una superficie inclinada	69
4.7.4.- Rendimiento del colector	70
4.7.5.- Energía neta disponible por m <sup>2</sup> de colector	71
4.7.6.- Superficie colectora necesaria: número de colectores	72
4.7.7.- Porcentaje de sustitución	73
4.8.- Instalación de los colectores solares	74
4.8.1.- Orientación	74
4.8.2.- Inclinación	74
4.8.3.- Conexión	74
4.9.- Depósito acumulador	76
4.10.- Legionelosis	78
4.11.- Circuito primario	79
4.11.1.- Fluido caloportador	80
4.11.2.- Tuberías	80
4.11.3.- Aislamiento	81
4.11.4.- Bomba de circulación	82
4.11.5.- Vaso de expansión	82
4.11.6.- Otros elementos de la instalación	84
4.11.6.1.- Válvulas	84



4.11.6.2.- Manómetros	87
4.11.6.3.- Purgadores	87
4.12.- Circuito secundario	88
4.12.1.- Intercambiador de calor	88
4.12.2.- Bomba de circulación	89
4.12.3.- Tuberías	89
4.13.- Circuitos de distribución de agua	89
4.13.1.- Circuito de agua fría	89
4.13.2.- Circuito de agua caliente	90
4.13.2.1.- Recirculación	90
4.14.- Funcionamiento y sistema de control de la instalación solar	91
5.- Presupuesto	95
6.- Mantenimiento	95
7.- Recomendaciones para el consumo eficiente y responsable de la energía	98



## **1.- INTRODUCCIÓN.**

### **1.1- OBJETO DEL PROYECTO.**

El objeto de este proyecto, es el estudio y el cálculo de las necesidades caloríficas, diseño y dimensionado de los elementos que componen la instalación de calefacción y producción de agua caliente sanitaria, para una vivienda rural situada en Orisoain.

El proyecto, se ha realizado de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación. Este marco normativo, establece las exigencias básicas de calidad, seguridad y habitabilidad de los edificios y sus instalaciones, para que el sector de la construcción, se adapte a la estrategia de sostenibilidad económica, energética y medioambiental, que garantizará las exigencias de unos edificios más seguros, más habitables, más sostenibles y de mayor calidad.

### **1.2.- ANTECEDENTES.**

La vivienda en la que se va a realizar la instalación, se localiza en el pueblo de Orisoain en el valle de la Valdorba.

La vivienda está situada en el núcleo urbano del pueblo y es colindante por su lado Norte a otra vivienda ya calefactada.

La vivienda actualmente se encuentra en uso, pero habitualmente no viven personas en ella, siendo usada para fines de semana y verano.

Lo que se pretende con este proyecto, es, realizar la instalación del sistema de calefacción y agua caliente sanitaria (A.C.S) para que pueda ser habitable durante todos los meses del año por los miembros de la familia propietaria de la vivienda.

La vivienda, cuenta con los servicios mínimos de abastecimiento de aguas, energía eléctrica y saneamiento, por lo que no será objeto de estudio en este proyecto.



La superficie en planta de la vivienda es de 87,54 m<sup>2</sup> y tiene dos alturas.

Con la finalidad de aprovechar la luz solar para calentar el A.C.S., por medio de placas solares situadas sobre el tejado de la vivienda, ayudándonos de esta energía renovable para reducir el consumo de gasóleo, que será la fuente de calor para la calefacción y el A.C.S., cuando la energía solar no sea suficiente, ejerciendo de fuente de energía alternativa. La vivienda será calefactada, por medio de suelo radiante.

Se utilizará gasóleo del tipo C como fuente de energía alternativa, ya que el pueblo no cuenta con un conducto de gas.



### 1.3.- DATOS DE PARTIDA.

La vivienda a calefactar tiene una superficie total de 140,96 m<sup>2</sup> repartidos entre dos plantas, que se dividen de la siguiente forma:

#### PLANTA BAJA

VESTÍBULO .....	5,18 m <sup>2</sup> .
ESCALERAS .....	4,85 m <sup>2</sup> .
DISTRIBUIDOR 2 .....	2,10 m <sup>2</sup> .
SALÓN .....	18,5 m <sup>2</sup> .
HABITACIÓN 3 .....	7,28 m <sup>2</sup> .
BAÑO 2 .....	2,94 m <sup>2</sup> .
DESVÁN .....	1,70 m <sup>2</sup> .
<hr/>	
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL.....	42,55 m <sup>2</sup> .
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA.....	89,43 m <sup>2</sup> .
ALTURA DE LA PLANTA BAJA.....	2,8 m.

#### PLANTA PRIMERA

DISTRIBUIDOR 1 .....	6,80 m <sup>2</sup> .
COCINA .....	25 m <sup>2</sup> .
HABITACIÓN 1 .....	15 m <sup>2</sup> .
HABITACIÓN 2 .....	10,53 m <sup>2</sup> .
BAÑO 1 .....	4,62 m <sup>2</sup> .
<hr/>	
TOTAL.....	61,95 m <sup>2</sup> .
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA.....	89,43 m <sup>2</sup> .
ALTURA DE LA PLANTA BAJA.....	2,8 m.



#### 1.4.- NORMATIVA.

- C.T.E.: Código Técnico de la edificación .
- R.I.T.E.: Reglamento de las instalaciones térmicas de los edificios con sus I.T.E. (Instrucciones Técnicas complementarias) asociadas.
- N.T.E.: Normas Técnicas de la Edificación.
- R.D. 865/2003: Criterios higiénico sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Normas U.N.E.



## **2.- INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.**

### **2.1.- INTRODUCCIÓN.**

Se denomina calefacción a todo proceso que controla al menos, la temperatura mínima de un local. Por tanto, el objeto final de una instalación de calefacción es lograr que la temperatura dentro de un local, no descienda nunca por debajo de un valor previamente fijado.

Una instalación de calefacción, depende fundamentalmente de dos factores:

- Características del local a calefactar (tamaño, uso, materiales de construcción, etc.)
- Climatología del lugar donde se encuentra el local a calefactar.

Las instalaciones de calefacción, suelen estar integradas por tres sub-sistemas: Producción, Distribución y Emisión de calor. De tal forma, que la energía exterior aportada que se invierte en producción de calor, es transferida en parte, al sub-sistema de distribución, pero otra parte, es perdida en el ambiente exterior. A su vez, de la energía transferida al sub-sistema de distribución, una parte se transfiere al ambiente exterior y el resto, llegará al sub-sistema de emisión, donde se logra que los emisores, aporten el calor necesario al local.

### **2.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN.**

Se exponen a continuación, distintos clasificaciones de los sistemas de calefacción, siguiendo diferentes criterios:

#### **2.2.1.- SEGÚN LA FUENTE ENERGÉTICA.**

- Calefacción termodinámica: por bomba de calor.



- Calefacción eléctrica: por resistencia y efecto Joule.
- Calefacción por energía solar.
- Calefacción convencional: combustibles fósiles.

### **2.2.2.- SEGÚN EL GRADO DE CONCENTRACIÓN.**

- Colectiva: aquellas instalaciones que suministran calefacción a un número más o menos grande de locales diferentes, de distintos usuarios.
- Individual: aquella instalación, destinada a calefactar varios locales distintos, a través de varios aparatos calefactores, propiedad de un único usuario.
- Unitaria: el calor es producido y emitido desde un aparato que calienta total o parcialmente un recinto. Así como en los otros dos tipos de sistemas, el calor es producido en un punto y es conducido a través de una red de distribución utilizando un medio caloportador, la calefacción unitaria compone el sistema completo de calefacción.

### **2.2.3.- SEGÚN EL FLUIDO CALOPORTADOR.**

Se puede realizar otra clasificación de los sistemas de calefacción en función del fluido caloportador o de transferencia del calor producido en la caldera a los diferentes focos de los habitáculos a calefactor. El fluido caloportador, es el encargado de procurar la transferencia de calor al recinto que se ha de calefactar. Existen varios tipos de fluidos en diferentes estados, pero los que se procede a enumerar son los más comúnmente utilizados, ya que el resto, líquidos térmicos como agua sobre-calentada o vapor a altas presiones, quedan reservados para instalaciones especiales e industriales.

#### **- Calefacción por aire.**

- Ventajas:
  - Facilidad con la que se puede convertir en un sistema de refrigeración e incluso de aire acondicionado.



- Sistema de muy baja inercia térmica por lo que se puede conseguir un rápido calentamiento del aire de los locales.
- Bajo costo de la instalación.
- Ausencia de aparatos calefactores terminales.
- Inconvenientes:
  - Es necesario el movimiento de grandes masas de aire, debido al pequeño calor específico que posee y a que no puede suministrarse el aire, a los locales a excesiva temperatura. Las variaciones de temperatura, han de ser pequeñas. Por estas razones, los conductos han de ser voluminosos.

#### **- Calefacción por agua caliente.**

Se trata del sistema más extendido en edificación, especialmente en edificios pequeños y medianos. Esto es motivado por la gran variedad de sistemas de emisión que permite, así como la facilidad de realizar múltiples trazados debido a la reducida dimensión de las tuberías que se requieren. Se trata de sistemas muy seguros, de funcionamiento y regulación térmica poco compleja, por medio de la actuación sobre la caldera.

El agua, además de ser un elemento relativamente abundante y fácil de conseguir, tiene un alto poder calorífico, con lo que, con una cantidad relativamente reducida, es posible trasladar y transferir una gran cantidad de calor a los emisores. Además, debido al punto de ebullición de ésta a 100 °C, es posible lograr un salto térmico suficiente para la transferencia de calor, sin llegar a la ebullición.

Uno de los inconvenientes del agua, es que puede dar lugar a problemas de corrosión en las partes metálicas de la instalación, pero su agresividad, está determinada por la concentración de oxígeno disuelto en ella, y como se verá más adelante, en las instalaciones cerradas, este problema desaparece una vez que el agua ha perdido el oxígeno que traía (gracias sobre todo a los purgadores de aire).

Las instalaciones de calefacción por agua caliente, se pueden dividir en dos grupos:



- Instalaciones abiertas:

El agua del circuito está en contacto con la atmósfera a través de un depósito de expansión, obteniendo temperaturas máximas de 90 a 95°C. Este tipo de instalaciones, se emplea cuando se quieren obtener bajas o medias temperaturas.

- Instalaciones cerradas:

Son aquellas en las que no existe contacto aire-agua, al ir dotadas de vasos de expansión cerrados o herméticos, permitiendo temperaturas de utilización de más de 100°C. Estas instalaciones, son adecuadas para bajas, medias y altas temperaturas. Se denomina agua sobre-calentada, cuando la instalación funciona a temperaturas superiores a 100°C.

Según sea circulación del agua, el sistema de calefacción puede clasificarse en:

- Circulación natural:

En estas instalaciones de calefacción, el agua caliente, circula por gravedad por la red de cañerías, debido a la diferencia de presión entre el agua caliente que alimenta a los equipos terminales y el agua fría de retorno, efecto denominado termofusión.

En general, se trabaja con temperaturas a la salida de la caldera entre 70°C y los 90°C. El salto térmico de la misma oscila entre los 10°C y los 20°C debido a la cesión de calor al ambiente, (debemos de tener en cuenta las pérdidas de calor en el recorrido desde la caldera al radiador), de esa manera retorna a una temperatura más baja, provocando la diferencia de peso, produciéndose la circulación del agua caliente por el sistema. Para que dicha circulación sea correcta es conveniente que los tramos horizontales no sean muy extensos.

Esta forma, produce grandes pérdidas de carga y los diámetros de las tuberías son demasiado grandes, por lo que resulta totalmente anti-económico.

- Por circulación forzada:



En este tipo de instalaciones, el agua caliente circula por las redes de cañerías impulsada por bombas ( de tipo centrífugo) lo que permite adoptar rango de diámetros menores de cañerías que en el sistema de circulación natural. De esta forma, se consigue que la circulación por toda la red de distribución sea más homogénea. Se consigue puesta en marcha más rápida y se regula más fácilmente.

Las instalaciones por agua caliente se dividen en dos atendiendo a su temperatura:

- Por suelo radiante.

Esencialmente utilizada por los sistemas a baja temperatura ( $T < 50^{\circ}\text{C}$ ), la calefacción con suelo radiante, utiliza el agua que circula por los captadores, haciéndola, a su vez, circular por un conducto cerrado de tubos que rodea el suelo del habitáculo. Los tubos se colocan sobre el forjado de manera que calienten el suelo que pisa, calentando al mismo tiempo el ambiente circundante por convección natural. Sin embargo, un sistema de suelo radiante presenta una cierta inercia que es preciso estudiar en cada caso. Generalmente, es más favorable en ambientes fríos y de carga térmica muy constante.

- Calefacción por vapor.

Este sistema, de manera general, suele funcionar a bajas presiones y temperaturas elevadas superiores a los  $130^{\circ}\text{C}$ , sobrepasando así la temperatura de ebullición del agua. Debido a ello, tiene la ventaja, comparándola con el sistema anterior, de utilizar emisores de tamaño más reducido. No obstante supone un peligro de quemaduras por el mayor salto térmico que supone. Por ello los emisores deben estar protegidos ante el contacto. Estas temperaturas tan elevadas pueden producir la tostación del polvo que rodea el emisor. Por otro lado la regulación del sistema es complicada por lo que no es recomendable para sistemas de calefacción individual cada vez más numerosos en las edificaciones actuales.

Su funcionamiento es análogo al sistema de calefacción por agua caliente, solo que el retomo a la caldera lo realiza el caloportador en estado acuoso.

La calefacción por aire caliente tiene una inercia térmica inferior a la del agua caliente,



lo que la convierte en un sistema muy adecuado para locales en los que la intermitencia es muy alta, es decir, que se alcanza la temperatura de confort antes de lo que se pudiera hacer con el sistema de calefacción por agua caliente. Se suele utilizar en escuelas, salas de uso no continuo u otras análogas.

#### **- Calefacción por aire caliente**

El aire, comparado con el agua, tiene un calor específico muy bajo. Esto implica que para poder conseguir una transferencia de calor acorde con las necesidades, sea necesario mover grandes cantidades del fluido. Esto implica que los conductos de canalización del aire se conviertan, debido a su voluminosidad, en uno de los mayores inconvenientes a la hora de realizar una instalación de calefacción de este tipo en una vivienda de tamaño normal.

De manera contraria se trata de un sistema de una muy baja inercia térmica que permite una rápida obtención de la temperatura del local. Este tiene además la posibilidad de ser combinado con un sistema de acondicionamiento de aire. Por todo ello, se trata de un sistema cuyo uso queda principalmente destinado a locales voluminosos y en los que la rápida obtención de la temperatura tiene fuerte importancia.

#### **- Calefacción por fluidos térmicos**

Son líquidos especiales, aceites que pueden trabajar a temperaturas muy elevadas, entorno a los 300°C, a la presión atmosférica normal sin riesgo de que el líquido cambie de estado. En determinados casos, se pueden utilizar también en la fase de vapor.

Se emplean básicamente en instalaciones de calefacción de plantas industriales y en el sector industrial, como proceso productivo.

### **2.2.4.- SEGÚN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.**

Según la disposición de las tuberías, que enlazan las diferentes superficies de distribución de calefacción con las máquinas, hay que distinguir entre los siguientes



sistemas.

– **Sistema bitubo.**

Es el sistema más comúnmente empleado. El fluido caloportados que sale de la caldera o generador de calor discurre a través de un conjunto de tuberías, denominado circuito de ida, a una temperatura teórica constante. Este circuito de ida reparte el caudal necesario a cada uno de los aparatos calefactores. Desde la salida de los equipos calefactores y hasta la caldera, se construye otro conjunto de tuberías, normalmente paralelo al anterior, que se denomina circuito de retorno, el cual puede ser directo o invertido.

Entre las ventajas que presenta el sistema bitubular, está la mayor facilidad de cálculo y equilibrado hidráulico de la instalación ,debido sobre todo a que a todos los emisores les llega el agua a igual temperatura y en ellos se enfría por igual.

Por el contrario, precisa un mayor desarrollo de tuberías y cambios frecuentes en las secciones de las mismas y en consecuencia un aumento en el coste de la instalación.

– **Sistema monotubo.**

Este sistema utiliza un solo tubo que actúa tanto de circuito de ida como de retorno, estando situados los emisores en serie, con lo que la salida o retorno de uno cualquiera de ellos alimenta al emisor siguiente.

El sistema precisa de válvulas especiales que regulen el paso del agua hacia el emisor, haciendo que una parte variable, pase a éste y desviando el resto del caudal, junto al retorno del emisor, hacia el cuerpo del emisor siguiente.

Este sistema se suele utilizar en edificios de gran altura y en instalaciones realizadas en viviendas ya construidas, que no se habían dotado de instalación de calefacción.

El sistema presenta las siguientes ventajas respecto al bitubo:

- Sencillez y economía tanto en materiales como en mano de obra.



- Reducida sección de las tuberías de distribución.

Deben destacarse también los inconvenientes:

- Dificultad para un reparto uniforme del calor, lo que obliga a corregir la potencia calorífica de los emisores, para compensar así que los que están colocados los primeros, (próximos a la caldera) emitan más calor que los últimos, a los que les llega el agua más fría.
- Un cálculo más riguroso de las pérdidas de carga de la instalación, para que el agua circule sin interferencias en todos los circuitos sin que unos estén en posición más ventajosa que otros desde el punto de vista térmico.
- Este sistema se utiliza únicamente cuando la circulación del fluido es forzada.

El sistema monotubo, se utiliza normalmente en instalaciones de alta temperatura.

#### – **Distribución superior.**

El sistema de distribución superior consiste en una única columna ascendente que lleva el agua caliente procedente de las máquinas, a un distribuidor colocado en la parte más alta de la instalación y que, como su nombre indica, la distribuye a las diferentes columnas que alimentan los distintos aparatos calefactores, columnas que son todas ellas descendentes.

Presenta normalmente el inconveniente de dar lugar a mayores pérdidas caloríficas, debido a la ubicación del distribuidor principal, y dando lugar, en muchos casos a problemas de instalación originados en la colocación del distribuidor en la parte superior del edificio.

#### – **Distribución inferior.**

Se coloca el distribuidor principal en la parte baja de la instalación, partiendo de él las diferentes columnas de alimentación de los aparatos calefactores. La parte superior de las columnas ascendientes suele conectarse al depósito de expansión (en instalaciones abiertas) para la eliminación del aire de la instalación.



En general, es menos costosa que la anterior, originando menos pérdidas de calor, fundamentalmente cuando la central generadora de calor se encuentra situada en el sótano o planta baja del edificio a calefactar.

– **Distribución horizontal.**

Para el caso de instalaciones colectivas de viviendas, debería existir siempre la posibilidad de interrupción del servicio a cada vivienda, recomendándose la instalación de contadores de calorías en cada vivienda. Esto exige que la distribución sea en cada vivienda en horizontal, dejando en desuso la tradicional distribución en vertical por columnas.

La instalación consiste en una o varias columnas ascendentes, que actúan como distribuidoras a la red horizontal de cada una de las distintas viviendas. Estas columnas pueden ir conectadas al vaso de expansión de la instalación, en el caso de instalaciones abiertas, siempre y cuando no exista ninguna válvula que pueda cerrar el circuito de seguridad. Los retornos de cada vivienda se unen a las columnas descendentes que actúan de colector cerrando el circuito.

– **Retorno directo.**

En este tipo de instalación, las longitudes de tubería de ida y retorno, a cada emisor, son prácticamente iguales, siendo en cambio los recorridos de tuberías de un emisor a otro muy distintos, con lo que, para un mismo diámetro de tuberías, las pérdidas de presión serán tanto mayores cuanto más alejado de la caldera se encuentre el emisor, con lo que el primero de ellos (respecto a una situación relativa con la caldera), recibirá mayor cantidad de agua y a mayor temperatura que el siguiente y así sucesivamente, dando como resultado una desigualdad importante en las emisiones caloríficas.

– **Retorno invertido.**

Representa la alternativa del caso anterior. Se consigue que el recorrido del agua para cada uno de los aparatos calefactores, sea aproximadamente el mismo, compensándose los



recorridos del circuito de ida con los del circuito de retorno, de tal manera que las pérdidas de carga se igualan, con lo que los cuerpos emisores reciben caudales de agua semejantes, igualándose por tanto las aportaciones caloríficas, siempre y cuando se mantenga constante el diámetro de la tubería.

### 2.2.5.- SEGÚN EL TIPO DE APARATO CALEFACTOR.

Denominados también emisores. Estos aparatos están destinados a proporcionar al ambiente el calor necesario para mantener la temperatura de confort elegida. Esta emisión esta basada en los principios de convección y radiación.

#### – Radiador.

Es la superficie de calefacción más utilizada. Emite un 20% aproximadamente de su calor por radiación y el resto básicamente por convección.

Su concepción es a base de elementos que definen su longitud y profundidad, siendo utilizados en materiales diversos: acero, hierro fundido y aluminio.

#### – Convector.

Cede todo su calor por convección al aire que se hace circular a través de sus superficies calientes (serpentes, etc.) dándole forma a su cubrición para canalizar el aire del local y hacerle pasar forzosamente a través del foco de calor de una forma natural (convección natural) o forzada (convección forzada).

#### – Paneles.

Son placas huecas de muy poco espesor por cuyo interior circula el fluido calefactor, presentando una gran superficie de cesión de calor por radiación y por convección.

#### – Fan-Coil.

Es un serpentín formando un radiador (batería) por cuyo interior circula el agua de



calefacción y lleva incorporado un ventilador eléctrico que fuerza a pasar el aire recirculado de la habitación a caldear a través del citado radiador robándole su calor.

Se suele emplear en instalaciones de climatización, llevando en estos casos también otra batería de agua fría para enfriar el aire en verano.

– **Aerotermos.**

Es un elemento similar al Fan-Coil, pero con un acabado más rústico y de menor calidad, utilizándose en instalaciones menos rigurosas como las industriales.

– **Suelo radiante.**

La energía se emite al local por radiación y en menor grado por convección natural. Un sistema de tuberías se coloca bajo el suelo del local a calefactar y se le hace circular al fluido caloportador que transmite la energía a través del suelo del local.

### **2.3.- SOLUCIÓN ADOPTADA.**

Tras realizar un análisis de las diferentes posibilidades de instalación de calefacción para la vivienda, se llega a las siguientes conclusiones:

Se optará por una instalación individual por tratarse de una vivienda unifamiliar, con lo que se descartarán las instalaciones unitarias y colectivas o centralizadas.

La calefacción por bomba de calor, queda descartada por tratarse más, de un sistema de climatización que de calefacción.

También se descarta la calefacción eléctrica, debido a su elevado coste pese a las numerosas ventajas que tiene como no requerir depósitos para combustible, chimenea, etc.

La instalación por energía solar es una apuesta ecológica y económica una vez amortizada la instalación, pero debido al tamaño de los locales de la vivienda y la radiación solar de la localidad, ésta fuente de energía no es suficiente para compensar las cargas



térmicas de los locales, por lo que es necesario recurrir a otros sistemas para completar la potencia térmica requerida.

Por lo que como fuente de obtención de calor, se ha optado por una instalación de calefacción convencional, ya que la relación que existe entre el coste de instalación, precio del combustible y potencia calorífica necesaria, es la más adecuada para este tipo de vivienda. Se optará por un sistema de calefacción con combustible líquido (gasóleo) por la razón principal de que en el pueblo no existen conducciones de gas.

Por otro lado, se descarta el aire como fluido caloportador debido a la necesidad de utilizar conductos voluminosos y la complejidad en el cálculo de la instalación.

También se descarta el vapor, debido a las altas temperaturas de régimen que se alcanzan en las superficies de los emisores, pudiendo provocar quemaduras al contacto con él.

Como elemento emisor de calor, se decide por el suelo radiante ya que es el mejor sistema de aprovechamiento y distribución homogénea de la energía, el sistema más adecuado para la salud (recomendado por la O.M.S.), además de la ventaja estética que tiene al estar oculto en cada local.

La red de distribución será bitubular, debido al propio sistema de suelo radiante con impulsores de ida y retorno, que además, facilitan el cálculo y permite la separación en plantas de la vivienda garantizando una temperatura homogénea del fluido caloportador.

En definitiva, la solución adoptada es una instalación individual con calefacción convencional de gasóleo, que utiliza el agua como fluido caloportador, siendo el emisor de tipo suelo radiante y bitubular la red de distribución.

#### **2.4.- CONDICIONES DE DISEÑO.**

El punto de partida al realizar cualquier proyecto de instalación de calefacción es, fijar las condiciones de diseño, tanto interiores de los locales a calefactar, como las condiciones



del aire exterior del lugar donde se va a realizar la citada instalación.

#### 2.4.1.- CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO.

Las condiciones interiores de diseño, quedan definidas por la temperatura de uso de los locales, la humedad relativa, el movimiento y la pureza del aire, también tiene influencia la temperatura superficial de los cerramientos, además de otras circunstancias como la aportación calorífica, la iluminación, etc.

Teniendo en cuenta que el control de todos estos factores, únicamente se consigue con la climatización del aire acondicionado, por medio de la calefacción sólo se considera como condición de diseño interior la temperatura del aire interior, la velocidad media del aire y la humedad relativa. El R.I.T.E. en su I.T.E. 02.2.1 establece estos valores en función de la actividad metabólica de las personas y su grado de vestimenta, según se indica en la tabla siguiente:

Estación	Temperatura operativa (°C)	Velocidad media del aire (m/s)	Humedad relativa %
Invierno	20 a 23	0,15 a 0,20	40 a 60

Estos valores, deben mantenerse en la denominada zona ocupada que viene definida en la I.T.E. anteriormente mencionada. No pueden considerarse como zonas ocupadas los lugares en los que puedan darse importantes variaciones de temperatura con respecto a la media, tales como: zonas de tránsito, zonas próximas a puertas de uso frecuente, etc...

La I.T.E. 02.4.3 establece que los locales que no estén normalmente habitables, tales como garajes, trasteros, huecos de escalera, rellanos de ascensores, cuartos de servicio, salas de máquinas y locales similares, quedan excluidos de cualquier tipo de calefacción.

Se ha adoptado por tener una temperatura una temperatura homogénea de 20°C en los distintos locales que componen la vivienda.



## 2.5.- PROPIEDADES TÉRMICAS DEL EDIFICIO.

Una vez establecidas las condiciones de diseño interior y exterior, hay que evaluar las características térmicas de los diferentes cerramientos que componen la vivienda, con el fin de estimar la cantidad de calor que es intercambiado con el exterior, y por lo tanto, la cantidad de energía térmica necesaria para mantener unas condiciones de confort en el interior de los locales.

### 2.5.1.- COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN TÉRMICA DEL EDIFICIO.

Los cerramientos principales que componen la vivienda son fachadas, cubierta, solera, forjado. Otros son puertas y ventanas exteriores y paredes y puertas interiores.

Hay que evaluar bien los cerramientos, es decir, definir los materiales que la componen, con sus conductividades térmicas ( $\lambda$ ), así como el espesor ( $e$ ).

De esta manera, para obtener la transmitancia térmica ( $U$  [ $W/m^2k$ ]) de los cerramientos en contacto con el aire, se utiliza la siguiente expresión.

$U = 1/R_T$ ; Siendo  $R_T$  la resistencia térmica total del componente constructivo.

Al ser este caso un componente constituido por capas térmicamente homogéneas, la resistencia térmica total se calculará de la siguiente expresión:

$$R_T \text{ (m}^2\text{k/W)} = R_{si} + R_{se} + R_1 + R_2 + R_3;$$

Siendo cada una de ellas:

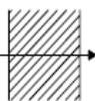
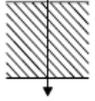
- $R_1, R_2, R_3$ : Resistencias térmicas de cada capa según la expresión  $R = e/\lambda$ .
- $R_{si}, R_{se}$ : Resistencias térmicas superficiales, correspondientes al aire interior y exterior respectivamente.

El C.T.E. marca los siguientes valores de resistencias térmicas superficiales de los



cerramientos en contacto con el exterior.

**Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m<sup>2</sup>K/W**

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Rse	Rsi
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal 	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente 	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente 	0,04	0,17

Pueden existir cámaras de aire en los cerramientos en contacto con el aire exterior que pueden ser considerados por su resistencia térmica, pudiendo haber diferentes consideraciones:

- Cámaras de aire sin ventilar en la que no existe ningún sistema específico para el flujo a través de ella.
- Cámara de aire ligeramente ventilada, es aquella en la que no existe un dispositivo para el flujo de aire limitado a través de ella desde el ambiente exterior.
- Cámara de aire muy ventilada.

Para el cálculo de los cerramientos en contacto con el terreno ( $U_s$  [W/m<sup>2</sup>k]), se utiliza la siguiente expresión sabiendo que es una solera apoyada sobre el terreno:

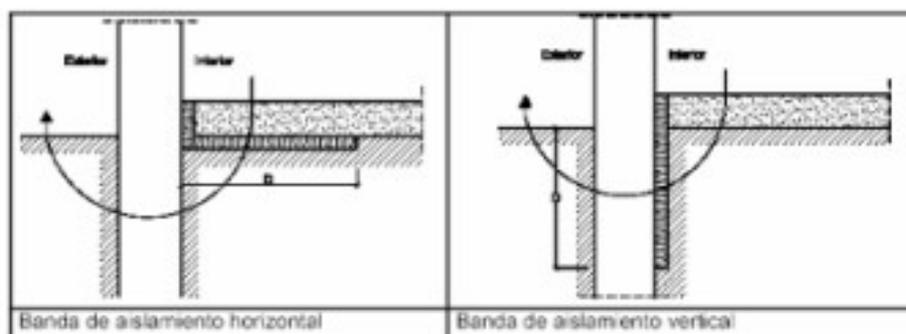
$$B' = \frac{A}{\frac{l}{2}P}$$

- A: Área de la solera (m<sup>2</sup>).

- P: Longitud del perímetro de la solera (m).



Teniendo el valor de B, habrá que tener en cuenta el tamaño del aislamiento de la solera, que puede ser de dos formas según indica el C.T.E.



Para la obtención del valor de  $U_s$  se mira en la tabla proporcionada por el C.T.E. en el que se tiene en cuenta que al estar aislada toda la solera a calefactar, el valor de  $D \geq 1,5$ . El valor de  $R_A$ , también es necesario para entrar en la tabla, se obtiene por el mismo método que se halla  $R_T$  en los cerramientos en contacto con el aire exterior, teniendo en cuenta los materiales y espesores.

Tabla E.3 Transmitancia térmica  $U_s$  en  $W/m^2 K$

$B'$	$R_A$	$D = 0.5 m$					$D = 1.0 m$					$D \geq 1.5 m$				
		$R_A (m^2 K/W)$					$R_A (m^2 K/W)$					$R_A (m^2 K/W)$				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
$\geq 20$	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

Para el cálculo de las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, las cuales se consideran cualquier partición interior en contacto con un espacio no habitable



que a su vez esté en contacto con el aire exterior, se utiliza la siguiente expresión:

$$U = U_p \cdot b$$

Siendo cada una de ellas:

–  $U_p$  = Transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable.

–  $B$ : Coeficiente de reducción de temperatura (relacionado al espacio no habitable)  
 Tabla E.7 del C.T.E.

Tabla E.7 Coeficiente de reducción de temperatura b

$A_{i,j}/A_{e,i}$	No aislado <sub>ie</sub> -Aislado <sub>ie</sub>		No aislado <sub>ie</sub> -No aislado <sub>ie</sub>		Aislado <sub>ie</sub> -No aislado <sub>ie</sub>	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0.99	1.00	0.94	0.97	0.91	0.96
0.25 ≤ 0.50	0.97	0.99	0.85	0.92	0.77	0.90
0.50 ≤ 0.75	0.96	0.98	0.77	0.87	0.67	0.84
0.75 ≤ 1.00	0.94	0.97	0.70	0.83	0.59	0.79
1.00 ≤ 1.25	0.92	0.96	0.65	0.79	0.53	0.74
1.25 ≤ 2.00	0.89	0.95	0.58	0.73	0.44	0.67
2.00 ≤ 2.50	0.86	0.93	0.48	0.66	0.36	0.59
2.50 ≤ 3.00	0.83	0.91	0.43	0.61	0.32	0.54
>3.00	0.81	0.90	0.39	0.57	0.28	0.50

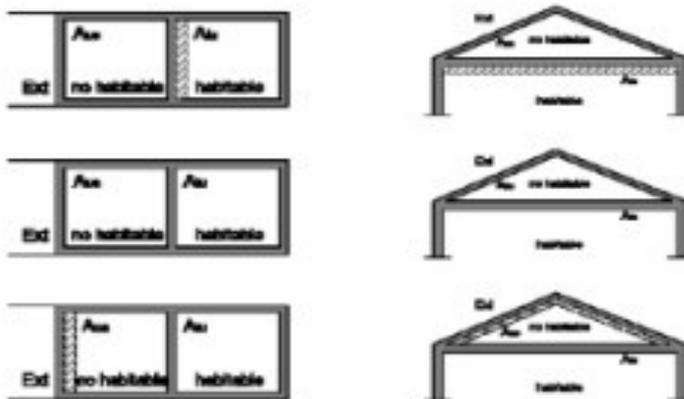


Figura E.8 Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

NOTA: El subíndice  $ie$  se refiere al cerramiento entre el espacio no habitable y el exterior.  
 El subíndice  $ei$  se refiere a la partición interior entre el espacio habitable y el espacio no habitable.

Para entrar en la tabla y conocer el valor de  $b$ , se debe conocer a que caso corresponde cada partición interior en contacto con el espacio no habitable, a la vez que se debe realizar



el cociente entre las áreas correspondientes al cerramiento entre espacio no habitable y el exterior, y el espacio no habitable y el espacio habitable.

Para el cálculo de la transmitancia térmica de huecos y lucernarios, se emplea la siguiente expresión:

$$U_H = (1-FM) \cdot U_{H,V} + FM \cdot U_{H,M};$$

Siendo cada una de ellas:

- $U_H$ : Transmitancia térmica de huecos ( $W/m^2k$ ).
- FM: Fracción de hueco ocupada por el marco.
- $U_{H,V}$ : Transmitancia térmica de la parte semitransparente ( $W/m^2k$ ).
- $U_{H,M}$ : Transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario ( $W/m^2k$ ).

### 2.5.2.- CÁLCULO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA DEL EDIFICIO.

Para el cálculo de la envolvente térmica del edificio, el C.T.E. expone unos límites que los distintos cerramientos (anteriormente expuestos) del edificio debe cumplir, para ello el C.T.E. divide el mapa geográfico en diferentes zonas. Según la localización del pueblo en el que se encuentra la vivienda, le corresponde la zona climática D1. Así entonces, los límites a cumplir son los siguientes:



**ZONA CLIMÁTICA D1**

**Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno**  $U_{Mlim}: 0,66 \text{ W/m}^2 \text{ K}$   
**Transmitancia límite de suelos**  $U_{Slim}: 0,49 \text{ W/m}^2 \text{ K}$   
**Transmitancia límite de cubiertas**  $U_{Clim}: 0,38 \text{ W/m}^2 \text{ K}$   
**Factor solar modificado límite de lucernarios**  $F_{Lim}: 0,36$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,54	-	0,58
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	-	-	-	0,45	-	0,49
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	-	-	-	0,40	0,57	0,44

Siguiendo las fórmulas anteriormente explicadas y si se cumplen las limitaciones marcadas por el código, el edificio estará dentro de la legalidad.

**2.6.- ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN.**

Para mantener constante la temperatura interior de un local calefactado, hay que suministrar en cada instante, una potencia calorífica que equilibre el balance entre las pérdidas de calor que experimenta el local y las ganancias de calor debidas a las aportaciones internas.

Para estimar la carga térmica de un local es preciso considerar los siguientes aspectos:

- Pérdidas por transmisión.
- Pérdidas por entrada de aire exterior.
- Ganancias de calor por aportaciones internas.

**2.6.1.- PÉRDIDAS DE CALOR POR TRANSMISIÓN.**

Las pérdidas de calor por transmisión a través de los cerramientos es el factor principal en la determinación de la demanda calorífica de un local.



Son las producidas por el paso por convección o conducción, sobre todo de la zona interior a la exterior, atravesando el medio que las separa (suelo, techo, paredes y ventanas).

Conducción: es debido a la vibración de las moléculas, aumentando su energía interna, la transmisión de calor se hace a través de la materia pero sin flujo de materia.

Es decir, las partículas de la zona más caliente comunican su agitación térmica a las de la zona más fría al chocar con ella y aquella se propaga hacia las regiones de temperatura más baja. Se observa sobre todo en sólidos.

Convección: es debido a un movimiento de la materia basado en una diferencia de densidades, las moléculas calientes se mueven hacia un foco frío. Es la transmisión de calor de un punto a otro, mediante un fluido, en este caso aire.

Las pérdidas por transmisión se producen debido a la existencia de una diferencia de temperaturas entre el interior del local y el ambiente exterior que le rodea o bien entre el local calefactado y otro no calefactado., estas temperaturas se mantienen constantes e iguales a los valores de diseño mencionados con anterioridad. Se crea, a través del cerramiento que les separa, un flujo de calor en la dirección de la zona con menor temperatura, ya que ambas tenderán al equilibrio térmico.

Las pérdidas por transmisión de calor de cada uno de los locales que componen la vivienda en  $W$  se determina multiplicando las superficies de cada cerramiento ( $A$ ) por los coeficientes de transmisión ( $U$ ) de cada uno y por el salto térmico que existe entre el ambiente interior ( $T_i$ ) y el exterior ( $T_e$ ).

Se obtiene a través de la expresión siguiente:

$$Q_T = \sum U \cdot A \cdot (T_i - T_e)$$

Si ( $T_i - T_e$ ) > 0 entonces, existen pérdidas de calor, como ocurre con los cerramientos que están en contacto con el exterior o con locales a menor temperatura, ya sean calefactados o sin calefactar.



Si  $(T_i - T_e) = 0$  entonces, no hay pérdidas, como ocurre en los cerramientos entre locales que poseen la misma temperatura interior.

Si  $(T_i - T_e) < 0$  entonces, se tendría un aporte de calor que proviene del recinto contiguo al local que estamos evaluando.

En este caso, se determinarán las pérdidas por transmisión considerando tanto las pérdidas como las posibles ganancias interiores. Se evaluarán los resultados obtenidos con los resultados que se obtendrían si únicamente se consideraran las pérdidas que se producen al ambiente exterior.

#### 2.6.1.1.- SUPLEMENTOS.

- Interrupción de servicio,  $Z_{IS}$ :

Ya sea por consideraciones de ahorro energético o por razón de ocupación de los locales calefactados, a veces conviene interrumpir el servicio de calefacción durante una parte del día. Esta circunstancia exige un suministro extra de calor para calentar nuevamente los locales.

- Orientación,  $Z_o$ :

También resulta preciso el considerar de alguna manera la diferente exposición del local a la radiación solar, lo que se efectúa mediante el suplemento de orientación.

En el Documento Cálculos quedan perfectamente definidos estos suplementos.

Dicho esto, la carga térmica de transmisión de calor (W) vendrá dada por:

$$Q_0 = Q_T \cdot (1 + Z_{IS} + Z_o)$$



## 2.6.2.- PÉRDIDAS POR ENTRADA DE AIRE EXTERIOR.

Además de evaluar las pérdidas de calor por transmisión, hay que tener en cuenta también una aportación calorífica importante para calentar el aire frío del exterior que se introduce en el local.

El aire frío se puede introducir dentro de un edificio por las siguientes razones:

- 1) Falta de estanqueidad en los cerramientos (sobre todo a través de las infiltraciones por rendijas de puertas y ventanas).
- 2) Apertura de puertas y ventanas para renovar el aire interior (ventilación).

### 2.6.2.1.- INFILTRACIÓN.

Las infiltraciones de aire que se producen a través de las rendijas de puertas y ventanas, han sido calculadas por el método de las rendijas. Es un procedimiento basado en el comportamiento empírico de las puertas y ventanas usualmente empleadas.

El caudal  $V_i$  (m<sup>3</sup>/h) de aire infiltrado viene dado por:

$$V_i = (\sum f_i \cdot L_i) \cdot R \cdot H$$

En donde  $f_i$  son los coeficientes de infiltración,  $L_i$  son las longitudes de fisura de cada uno de los huecos,  $R$  es una magnitud característica del local y  $H$  es una magnitud característica del edificio.

### 2.6.2.2.- VENTILACIÓN.

Con la finalidad de mantener unas condiciones sanitarias adecuadas en el ambiente de un local, es preciso proceder a su ventilación suministrándole un cierto caudal de aire exterior. En este caso la ventilación se realizará mediante la apertura de ventanas.



El caudal de ventilación se estima multiplicando el volumen del local considerado ( $V$ ) por el número de renovaciones horarias ( $n$ ):

$$V_v = n \cdot V$$

Según el R.I.T.E. en su instrucción técnica complementaria I.T.E. 02.2.2 recomienda que en caso de no adoptarse ventilación mecánica, el número de renovaciones horarias a considerar no sea inferior a 1.

Las renovaciones estimadas para cada local son las siguientes:

LOCAL	RENOVACIONES/HORA
Habitación	1
Cocina	1,5
Salón	1,25
Vestíbulo	1,25
Distribuidor	1
Baño	3
Escalera	1

Por lo tanto, el caudal de aire exterior frío ( $m^3/h$ ) que se introduce en cada local será:

$$V_a = V_i + V_v$$

Por lo que la carga térmica ( $W$ ) que supone el calentamiento de este aire viene dada por:

$$Q_R = V_a \cdot \rho_a \cdot C_{p_a} \cdot (T_i - T_e)$$

En donde  $\rho_a$  es la densidad del aire y  $C_{p_a}$  es el calor específico a presión constante, y  $T_i$  es la temperatura del ambiente interior y  $T_e$  la temperatura del ambiente exterior.



### 2.6.3.- GANANCIAS POR APORTACIONES INTERNAS.

En gran parte de los locales para calefactar, durante el periodo de tiempo en que son exigibles unas condiciones interiores confortables existen simultánea aportaciones gratuitas de calor. Resulta conveniente la consideración de estas ganancias de calor, con el fin de no sobredimensionar la instalación y estas son:

- Ganancia por iluminación. Ha de tenerse en cuenta que la energía eléctrica que alimenta una lámpara se disipa finalmente en forma de calor de manera interna.

- Ganancia por aportación de calor de los ocupantes, el calor disipado por los ocupantes puede influir en la carga térmica de determinados locales, siempre que el número de estos sea importante y que la ocupación del local no coincida con las horas correspondientes a temperaturas exteriores extremas.

- Otras ganancias, pueden existir en los locales otras fuentes caloríficas diversas, siempre que sean permanentes, tales como motores eléctricos o térmicos, etc.

No se tendrán en cuenta, a efectos del cálculo de la carga térmica, las ganancias de calor por aportaciones internas, al considerarse estas despreciables.

### 2.6.4.- CARGA TÉRMICA DE UN LOCAL.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, la carga térmica de un local, a efectos de dimensionar los emisores de calor a instalar en el mismo, viene dada por:

$$Q = Q_R + Q_O$$

### 2.6.5.- CARGA TÉRMICA DE LA INSTALACIÓN.

La potencia térmica instalada en la central generadora de calor, debe responder a la máxima carga neta total del edificio en la temporada, definida como la mayor suma de las cargas térmicas de todos los locales.

En instalaciones individuales de calefacción, se considera que la máxima carga simultánea corresponde a la suma de las cargas térmicas de todos los locales que constituyen la unidad de consumo

## 2.7.- SUELO RADIANTE.

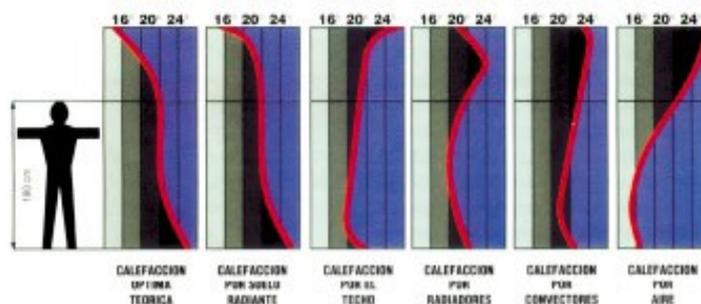
En este caso se ha utilizado el sistema de calefacción por suelo radiante para aprovechar lo máximo posible la energía solar. Ya que en invierno la temperatura que alcanza el agua por el calentamiento de la radiación solar no es muy alta, so coloca el sistema de suelo radiante que utiliza agua a 40 - 50 °C.



Otra de las razones por las que se coloca este sistema es, como ya se ha comentado antes, para las personas, existe una distribución ideal de la temperatura en un local (ver gráfico). Si interpretamos esta curva, vemos que es conveniente conseguir una mayor temperatura en el suelo que en el techo ya que el calor en los pies produce bienestar mientras que un fuerte calor al nivel de la cabeza se traduce en malestar.

En estos gráficos de distribución de temperatura, se aprecia perfectamente que el suelo radiante es el sistema que más se acerca a la calefacción ideal. En los otros tipos de calefacción representados, la temperatura del suelo es inferior a la del techo, lo que

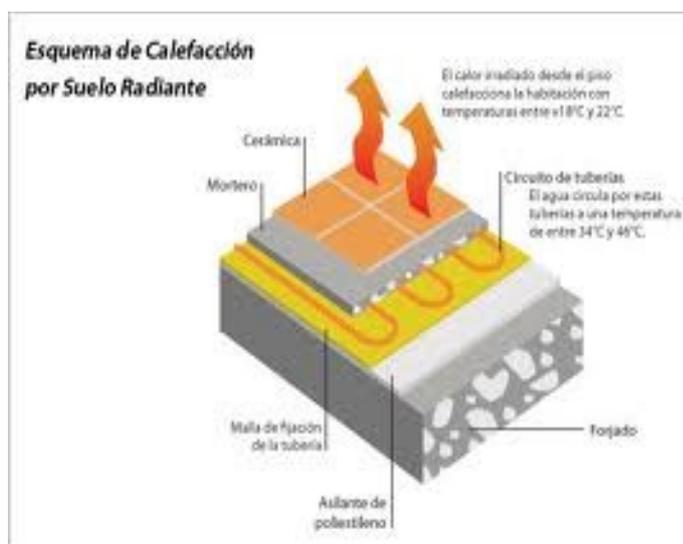
provoca una acumulación del calor donde menos se necesita.



Otra de las grandes ventajas de este sistema para el caso que se estudia es que la instalación no es visible, por tanto, es muy adecuado para el diseño de interiores ya que no resalta ni rompe la decoración de la vivienda. Este aspecto, es muy valorado a la hora de la decisión por el suelo radiante aunque el sistema también ofrece más ventajas.

- La instalación es de muy larga duración y de bajo costo de mantenimiento, al no contar con uniones bajo el suelo, ya que están en un cuadro de registro en la pared donde esta colocado el colector.
- Ofrece al usuario economía a corto y largo plazo, debido al ahorro energético.
- Son instalaciones de agua a baja temperatura por lo que se evitarán las posibles quemaduras con tuberías. Al trabajar a baja temperatura, se reducen las pérdidas de calor en las conducciones generales, tuberías que enlazan la fuente de calor con los circuitos, y se puede producir el agua caliente mediante cualquier fuente de calor (bomba de calor, calderas de alto rendimiento o paneles solares).
- Se reducen considerablemente las pérdidas de calor por tuberías en el camino desde el equipo productor de calor a las zonas a calefactar.
- La rapidez de instalación es mucho mayor que en los sistemas tradicionales.
- La circulación de aire es mínima, lo cual tiene como resultado menos polvo y un entorno más higiénico y confortable.
- Simplifica la limpieza de la casa al estar bajo el suelo.
- Elimina los indeseados suelos fríos.

- Se obtiene una temperatura uniforme en toda la superficie de la vivienda desapareciendo así las zonas frías y calientes características de la calefacción por radiadores.



### 2.7.1.- DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

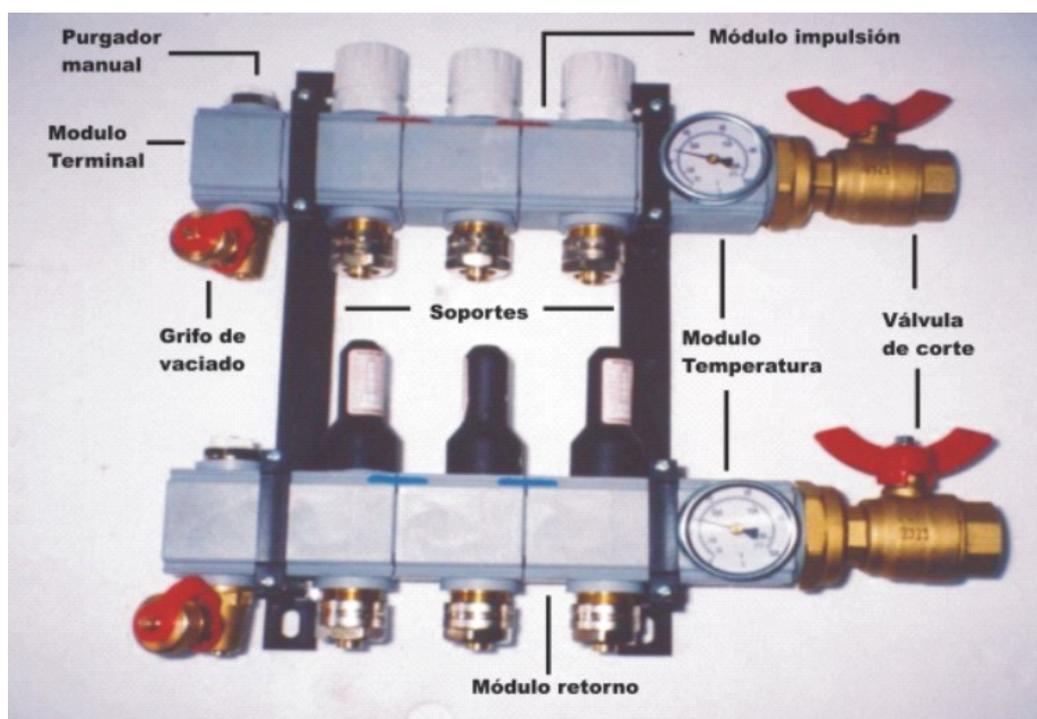
El esquema general de todas las instalaciones de calefacción por suelo radiante que abarca este proyecto viene descrito en los planos.

Las fuentes de energía para el calentamiento de agua son la energía solar y el gasóleo que quema la caldera. En primer lugar, y siempre que sobre agua caliente de la transformación de A.C.S., se utiliza el calor aportado por la energía solar para calentar en agua necesaria para la calefacción. Si no es suficiente calor se activa la caldera, y ésta proporciona lo restante. Para este funcionamiento, se coloca un depósito de doble serpentín donde se calienta el agua para la calefacción. Por el serpentín inferior, pasa el agua proveniente del depósito solar y por el serpentín superior el agua de la caldera. Esta distribución se realiza para utilizar lo menos posible la caldera.

También se realiza una distribución de zonas climáticas para poder calentar únicamente las zonas que se estén utilizando, o las que no llegan a la temperatura requerida. Para ello se coloca un circuito individual para cada habitación. Cada circuito se activa desde la

centralita a través de sondas de temperatura y electroválvulas que lleva cada circuito. En cada habitación existe una sonda de temperatura que manda a la centralita la temperatura ambiente en cada momento. Si esta temperatura es inferior a una determinada ( $20^{\circ}\text{C}$ ) y en esa habitación se requiere calefacción, la centralita activará la electroválvula que deja circular agua caliente por ese circuito.

Para la división zonal, se instalan dos colectores, uno para cada planta, desde el que salen los circuitos y también otros dos colectores a los que vuelven los circuitos. Las tuberías que comunican el depósito con los colectores son multicapa. Se utiliza este material por su facilidad en la colocación y por su larga vida y buen funcionamiento con agua caliente.



Tras esta explicación de los componentes principales de la instalación, se describe el camino que recorre el agua para calefactar las distintas zonas climáticas. En primer lugar, el agua está almacenada en el depósito de calefacción, donde mediante dos serpentines se calientan. Para ello, por el interior de estos serpentines, circula agua caliente proveniente, una de la caldera y la otra de los colectores solares. Primero estará activada el agua que viene de los colectores solares y si ésta no da abasto para calentar lo suficiente el agua de la calefacción, entrará en funcionamiento la caldera.



Al final, tendremos los 44 °C necesarios para la calefacción. Si por el contrario, el agua de los colectores solares, viniera muy caliente, el agua de calefacción se calienta más de lo necesario. Por lo que si fuera directamente al suelo radiante, existiría el riesgo de quemaduras o excesiva temperatura en las habitaciones. Para evitar este posible error, se coloca una válvula de tres vías con el retorno, que mezcla el agua hasta dejarla a la temperatura de impulsión de 44 °C requerida.

Con este sistema, se consigue que la temperatura del agua de impulsión sea de 44°C. Este agua, llega a los dos colectores por tuberías multicapa y desde ahí se distribuye a cada habitación. Si la temperatura de la habitación se excede de lo requerido por el consumidor, se detiene la circulación de agua mediante el cierre de las electroválvulas que se controlan desde la centralita. Si se cerraran todas las electroválvulas la centralita pararía la bomba de circulación.

En el retorno, se vuelven a juntar todas las zonas climáticas de una misma planta en un colector. Desde ahí, vuelven al depósito de acumulación de agua para calefacción. Se coloca un retorno invertido para no tener problemas de equilibrado. También, para este problema, se colocan unas llaves con unos caudalímetros para equilibrar el circuito nada más se realice la instalación.

En este sistema de calefacción, los emisores son tuberías instaladas bajo el terrazo del suelo por las que circula agua a una temperatura de 45°C con la que es calefactada la habitación.

### **2.7.2.- MATERIAL Y CARACTERÍSTICAS.**

El elemento fundamental de un sistema de calefacción por suelo radiante son los circuitos de tuberías de agua caliente que se instalan bajo el suelo de la vivienda.

La función de las tuberías es conducir el agua caliente generada por la caldera hacia los distintos circuitos, logrando así transmitir el calor al pavimento.

Estas tuberías, fabricadas en un material plástico de alta tecnología denominado



polietileno reticulado, soportan con total garantía la circulación continua de agua caliente.

Este material, debe poder aguantar los aditivos derivados del hormigón o del mortero ya que va enterrado en él. También es necesario, que sea capaz de absorber la expansión térmica evitando así, la formación de grietas en las tuberías o en el hormigón.

### **2.7.3.- ZONIFICACIÓN.**

El sistema se constituye a partir del deseo de utilizar partes de éste únicamente, sin tener que calefactar toda la casa. Por este motivo, se decide zonificar climáticamente el edificio. Se elige como división menor, es decir, como zona climática independiente cada habitación, distribuidor, baño... Con esta amplia división se quiere dirigir la potencia calorífica al sitio preciso y así, que sea más rápido su calentamiento.

Desde otra perspectiva, este modelo va a mejorar el rendimiento de los colectores solares porque al utilizarlos menos energía, ésta puede ser obtenida de la radiación solar, algo que resulta casi imposible si calentamos toda la casa al mismo tiempo.

Como antes se ha comentado, la distribución a cada zona climática, se realiza a través de un circuito que es alimentado desde un colector de distribución. Existen dos colectores de distribución, uno para cada planta.

La apertura o cierre del circuito para cada zona, se realiza mandando una señal desde la centralita, la cual controla una electroválvula dispuesta en la salida del colector hacia cada circuito.

Existe un pequeño contratiempo en este sistema. Cada circuito tiene una parte de ida y de vuelta que no está en la zona a climatizar sino que conecta ésta con el colector de distribución. Esta peculiaridad, hace que en los distribuidores no exista espacio para colocar su zona climática. Para solucionar este problema, se contempla que la carga térmica de estos distribuidores se distribuya en habitaciones adyacentes.



#### 2.7.4.- TEMPERATURA DEL SUELO.

Una de las características principales del suelo radiante es la temperatura a la que se eleva el suelo. Existe un dato para que esta no resulte desagradable y es que no sobrepase de los 29°C.

Para el cálculo de la temperatura del suelo, se utiliza la expresión empleada para el cálculo del coeficiente de transmisión superficial.

$$Q = h \cdot A \cdot (T_s - T_i)$$

Donde:

h: Coeficiente de transmisión superficial ( $W / m^2 \text{ } ^\circ C$ )

$T_s$ : Temperatura de la superficie del sólido ( $^\circ C$ )

$T_i$ : Temperatura alejada lo suficiente del sólido, es decir, temperatura interior o exterior ( $^\circ C$ )

Pero en este caso la incógnita es la temperatura superficial. Así, la expresión queda:

$$T_s = Q / A \cdot R_{se} + T_i$$

Donde:

$T_s$ : Temperatura del suelo ( $^\circ C$ )

$R_{se}$ :  $1/h$  ( $m^2 \text{ } ^\circ C / W$ )

q: Flujo de calor por unidad de superficie ( $W / m^2$ )

$T_i$ : Temperatura del ambiente interior ( $^\circ C$ )



### **2.7.5.- TEMPERATURA DE IMPULSIÓN.**

Para el buen funcionamiento del sistema, es necesario que la temperatura de impulsión sea la necesaria. Si ésta es mayor, sobrepasaremos la temperatura límite máxima del suelo, y si es menor, no llegará a calentar lo requerido.

La temperatura del agua de impulsión que circula por las tuberías de la calefacción bajo el suelo, viene dada por el valor de la demanda calorífica, por la temperatura ambiente, por el recubrimiento del suelo y por el espesor del mortero por encima del tubo.

Para la elección de esta temperatura, el fabricante aconseja un paso de tuberías de 20 cm, además, nos dice que la diferencia de temperatura entre el agua de impulsión y de retorno es de 10°C. Para obtener la temperatura de impulsión utilizamos la gráfica proporcionada por el fabricante.

### **2.7.6.- PASO DEL SUELO RADIANTE Y SALTO DE TEMPERATURA.**

Utilizando la primera de las dos gráficas anteriores, se determina el paso que debe tener las diferentes habitaciones. Sin sobrepasar los límites marcados por el máximo y mínimo que determina la elección de la temperatura de impulsión, se van analizando todas las habitaciones.

Una vez conocidos los pasos y los valores  $T_H$  de cada zona climática, se transportan éstos últimos a la segunda gráfica y se observan los saltos de temperatura que va a sufrir cada circuito.

Estos valores van a facilitar el equilibrado del circuito, puesto que se verificará si el salto de temperatura es el calculado o si es diferente. Si existe una diferencia importante, se debe ajustar las llaves de equilibrado que se tienen en el colector de retorno.



### 2.7.7.- CAUDAL DE AGUA POR HABITACIÓN.

En este apartado se determina el caudal de agua que debe circular por cada circuito. También es una herramienta para el buen equilibrado de los circuitos. Si se tienen caudales diferentes, pueden existir excesos de calentamiento o riesgos de frío en la zona climática.

Para hallar el caudal se utiliza la demanda calorífica en cada habitación y el salto térmico que experimenta el agua en cada circuito. Para ello, se utiliza la siguiente expresión.

$$Q = C \cdot C_e \cdot \Delta t$$

Siendo cada miembro de la expresión:

Q: Necesidades caloríficas de cada habitación (W)

C: Caudal de agua (l/s)

C<sub>e</sub>: 1 kCal / kg · °C

Δt: Variación de temperatura en grados centígrados de la temperatura del agua entre la ida y el retorno en cada uno de los circuitos. Sabemos por el fabricante que este valor son 10°C.

### 2.7.8.- VELOCIDAD DEL AGUA DEL SUELO RADIANTE Y SELECCIÓN DE LOS DIÁMETROS DE LAS TUBERÍAS DEL SUELO RADIANTE.

La velocidad del agua debe de ser limitada para no tener problemas de ruido por la fricción del agua sobre las paredes del tubo. Para ello se controla que la velocidad del agua sea inferior a 2 m/s.

Por indicaciones del fabricante, los diámetros aconsejados para este tipo de viviendas son:

$$16 \times 1,8 \rightarrow V = 0,12 \text{ l/m.}$$



$$20 \times 1,9 \rightarrow V = 0,2 \text{ l/m.}$$

Debido al poco caudal que hace falta en cada habitación, el diámetro de las tuberías elegidas es de 16\*1,8 sabiendo además, que la velocidad del agua en todos los circuitos será inferior a 0,2 m/s (como se indica en el documento cálculos).

### 2.7.9.- PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN LOS CIRCUITOS.

En todo circuito hidráulico existen unas pérdidas de presión por la fricción que experimenta el agua con las paredes de la tubería. Esta caída de carga, depende de la dimensión y material de la tubería, del caudal que circula por ella y de la longitud de la tubería.

En este caso, se han utilizado tuberías de polietileno reticulado de 16 x 1,8.

Los caudales, se recogen del apartado anterior analizado, que expone los resultados acerca de éstos.

En primer lugar, para obtener los valores de pérdidas de presión en los circuitos, necesitamos saber la longitud de cada tubería. La longitud se puede dividir en dos partes: la parte desde el circuito propiamente dicho y la parte que une a la primera y el colector de distribución.

Para el cálculo de la primera parate, se realiza una aproximación que facilita el fabricante, la cual, se basa en asociar unos metros lineales de longitud para un metro cuadrado según el paso del circuito.

Para ello utilizamos una fórmula facilitada por el fabricante.

$$L = A / e + 2 \cdot I$$

Siendo:

L: Longitud de cada circuito (m).



A: Area del espacio a calefactar (m<sup>2</sup>).

e: Distancia entre tubos (m).

I: Distancia entre el colector y el área a calefactar (m).

### 2.7.10.- EQUILIBRADO DE CADA COLECTOR DE DISTRIBUCIÓN.

Para que una instalación hidráulica funcione correctamente, es necesario que el circuito este equilibrado. Es decir, tienen que existir las mismas pérdidas de presión para cualquiera que sea el recorrido del agua, porque sino, el agua solo realizará el recorrido con menos pérdidas de presión, ya que le resulta más fácil.

En este apartado, se igualan las pérdidas de presión por cada colector, es decir, todos los circuitos que abastece un mismo colector tienen la misma pérdida. Para conseguir esto, se instalan unas válvulas detentoras, que conforme se cierran impiden que el agua circule de forma normal y crea unas pérdidas.

El primer cálculo que se realiza, es para conocer las pérdidas que tienen que provocar cada válvula para su circuito. Se utiliza la siguiente expresión.

$$D = \Delta P \text{ max} - \Delta P \text{ circuito}$$

Donde:

D: Pérdida de presión que debe provocar la válvula.

$\Delta P$  max: Máxima pérdida de presión de un circuito en cada colector.

$\Delta P$  circuito: Pérdida de presión de cada circuito.

Tras realizar esta operación, solo falta por asociar la pérdida de presión con las vueltas de abertura de la válvula. Para ello, el fabricante facilitará una gráfica.

Tras esta forma de equilibrado, se debe comprobar el buen funcionamiento del sistema. Para ello, una vez que el sistema funciona a régimen estacionario, se comprueban las



temperaturas de retorno y los caudalímetros. Si cualquiera de estas dos variables, se diferencia de las de diseño, se deberán cerrar o abrir algo más las válvulas. Este procedimiento se repetirá las veces que haga falta hasta conseguir los valores de diseño.

### 2.7.11.- PÉRDIDA DE PRESIÓN EN LA RED.

Tal y como se analiza en el apartado 2.7.9. Pérdida de presión en los circuitos, en este apartado, se realiza el análisis de las pérdidas de estos tramos.

Como en el apartado antes estudiado, en primer lugar, se calcula la longitud de estas instalaciones. Al contrario que en aquella parte de la calefacción, en esta, se utilizan accesorios a la tubería como codos, curvas, tes, etc. Estas piezas, también ejercen una pérdida de presión del agua. Para su cálculo, utilizamos tablas del fabricante de dichas piezas, donde se equipara la pérdida que existe en cada pieza por una longitud de tubería recta.

En este caso, habrá que obtener la longitud total sumando la longitud de la tubería y las longitudes equivalentes por cada pieza que va colocada, siguiendo la siguiente expresión:

$$\text{Longitud total} = \text{Longitud tubería} + \text{Longitud equivalente}$$

El siguiente paso es igual al tomado anteriormente, es decir, con la ayuda de una gráfica, se determinará la pérdida de carga por metro lineal:

$$\Delta P = \Delta P/m \cdot L$$

Donde:

$\Delta P$ : Pérdida de presión total.

$\Delta P/m$ : Pérdida de presión por metro lineal.

L: Longitud.

Este proceso se realizará para cada uno de los circuitos que puede realizar el agua,



según sea al colector que vaya.

Después, se deben sumar todos los factores de pérdida de presión.

Se realizará también para los dos colectores y una vez realizado este cálculo, se deben equilibrar los tramos de la red de impulsión, para que a cada colector se le abastezca el agua de diseño.

### **2.7.12.- EQUILIBRADO DE LA INSTALACIÓN.**

El equilibrado consiste en la igualación de las pérdidas de presión de todos los circuitos independientes que forman parte de la red de tuberías, ya que de no poseer la misma caída de presión, el fluido caloportador tenderá a circular por aquel circuito que posea menor pérdida de carga, circulando por él, mayor cantidad de fluido de la necesaria.

Para comenzar con el equilibrado se seleccionará el circuito de menor longitud y se sumarán las pérdidas totales de cada uno de los tramos que lo integran. La caída de presión entre los distintos circuitos, no deberá variar más de un 15% de la pérdida total obtenida para el circuito más corto. El equilibrado consistirá en tomar los distintos circuitos que no cumplan esta condición y modificar el diámetro de sus tramos hasta conseguir que la caída de presión no varíe más del 15% de la pérdida total del circuito más corto.

Hay que tener en cuenta, que no se puede modificar el diámetro de tramos ya equilibrados.

Como cada colector esta equilibrado a diferente presión, se colocan unas válvulas detentoras igual que se ha realizado en el equilibrado de cada colector que se calibrarán de la misma forma. Con este sistema se consigue el buen funcionamiento de la calefacción.

### **2.7.13.- BOMBA CIRCULADORA.**

En este caso, para el abastecimiento del agua para calefacción es necesaria la utilización de una bomba.



Hay que señalar, que la bomba tendrá que suplir la caída de presión total en el circuito de calefacción. Dicha pérdida es la suma de todos los factores comentados en apartados anteriores.

$$\text{Pérdida total (kPa)} = \Delta P \text{ impulsión-retorno} + \Delta P \text{ colectores} + \Delta P \text{ circuitos.}$$

Se coloca una bomba circulatoria de la potencia obtenida en los cálculos oportunos del Documento Cálculos, a la salida del depósito de acumulación.

## 2.8.- VASO DE EXPANSIÓN.

En esta instalación, al existir una variación de temperatura importante, va a dar lugar a una dilatación del agua. Para absorber este cambio de volumen, se instala un vaso de expansión que en su interior contenga los aumentos y disminuciones de volumen del agua.

Para ello, se calcula el volumen total de agua que existe en la instalación de calefacción, tanto en las tuberías como en la caldera.

Se estudian todas las tuberías de las que consta la instalación, con sus diferentes diámetros y longitudes, y se obtiene el volumen de agua que existe en las tuberías mediante la siguiente expresión:

$$\text{Volumen de tuberías} = \sum(\text{volumen/m} \cdot \text{longitud})$$

Donde:

- Volumen de tuberías: Volumen total de las tuberías (litros).
- Volumen/m: Volumen en un metro lineal para cada dimensión de tubería (l/s).
- Longitud: Longitud de cada tipo de tubería (m).

Para obtener el volumen total de la instalación de calefacción, hay que sumar el volumen de la caldera al de las tuberías:



$$V_i = \text{Volumen tuberías} + \text{Volumen caldera}$$

Una vez conocido el volumen total de la instalación, la siguiente expresión muestra como se realiza el cálculo del volumen del vaso:

$$V_u = V_i \cdot a$$

Donde:

- $V_i$ : Volumen de agua de la instalación (litros).
- $A$ : Coeficiente de dilatación del agua. Para una temperatura media del agua de 80°C,  $a = 2,9 \%$ .

También, es necesario determinar el coeficiente de utilización ( $\eta$ ) que depende de la altura manométrica de la instalación  $P_i$  y de la presión máxima de trabajo  $P_f$ .

$$\eta = P_f + P_i/P_f$$

Por lo tanto, la capacidad total del depósito de expansión en litros es:

$$V_v = V_u / \eta$$

## 2.9.- CALDERA.

La caldera es el aparato integrado en la calefacción donde se quema un combustible, cuya energía calorífica desprendida se transmite a un fluido, generalmente en estado líquido, denominado fluido caloportador, que será posteriormente distribuidor a través de la red de tuberías a los locales a calefactar.

En este caso, el fluido caloportador será agua y el combustible empleado será líquido y más concretamente gasóleo C.

De forma esquemática, el agua caliente sale de la caldera a una temperatura de 50°C y



es impulsada a través de una bomba que hace que distribuya el fluido a todos los radiadores de la vivienda, de donde retorna hasta la caldera a una temperatura de 35°C.

Al encontrarse la caldera en el interior de un local, se cumplirá lo establecido en el I.T.E.02.15.5, que dice, que 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.

Tanto a la entrada como a la salida del fluido de la caldera, se instalarán llaves de corte del tipo esfera, asiento o cilíndrico que permitan aislar la caldera del resto de la instalación de calefacción.

La potencia de la caldera, tendrá que ser capaz de cubrir las necesidades caloríficas para la calefacción, así como las necesidades caloríficas para el agua caliente sanitaria, cuando éstas no puedan ser suministradas por los colectores solares. La potencia total mínima que debe suministrar la caldera es de 17212,2325 W.

El modelo de caldera escogida es LIDIA 20 GTA de la marca BAXI ROCA, que tiene las siguientes características técnicas:

- Potencia mínima útil: 17,4 kW.
- Potencia máxima útil: 20,9 kW.
- Rendimiento: 90,6 %.
- Longitud: 660 mm.
- Anchura: 550 mm.
- Altura: 1587 mm.

La caldera cumple con lo establecido en el I.T.E. 04.9.1, es decir, con el Real Decreto 275/1995, del 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 y 400kW.

El modelo de caldera escogido es un grupo térmico, por lo que además de la caldera,



incorpora el quemador, el circulador y el cuadro de mandos. El quemador que incorpora es el Newtronic 2RS y el circulador es el modelo MYL-30.

El resto de características de la caldera puede verse en el Documento Bibliografía.



### **3.- INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA.**

#### **3.1.- INTRODUCCIÓN.**

La utilización de agua caliente para el aseo personal y la limpieza de utensilios o locales, ocasionan unos consumos relativamente importantes. El objeto principal de la instalación de A.C.S. es que cada punto de consumo, disponga en cualquier momento del caudal necesario de agua caliente a la temperatura adecuada.

#### **3.2.- CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

Se exponen a continuación, las distintas clasificaciones de instalaciones de A.C.S. siguiendo diferentes criterios.

##### **3.2.1.- SEGÚN EL NÚMERO DE UNIDADES DE CONSUMO.**

###### **- Unitarias**

Se atienden a una sola unidad de consumo, como por ejemplo una bañera o fregadero.

###### **- Individuales**

Si atienden a diversas unidades de consumo pertenecientes a un mismo usuario.

###### **- Colectivas**

Si atienden a la demanda originada por varios usuarios distintos.



### 3.2.2.- SEGÚN SISTEMA DE PREPARACIÓN DE ACS.

#### - Instantáneas

Cuando se prepara solamente el caudal demandado al instante.

#### - Con acumulación

Se prepara una determinada cantidad de A.C.S. previo al consumo, la cuál es acumulada en un depósito de acumulación, y posteriormente distribuida atendiendo la demanda.

### 3.2.3.- SEGÚN EL ORIGEN DE LA ENERGÍA PARA PREPARAR ACS.

#### - Combustible.

Sólido, líquido o gas.

#### - Electricidad.

Basadas en el efecto Joule.

#### - Bomba de calor.

Consiste en la captación de energía de bajo nivel térmico, para elevar posteriormente su temperatura mediante la utilización de ciclos termodinámicos.

#### - Energía solar.

El origen de la energía es la radiación procedente del Sol, que llega a la superficie terrestre.

#### - Aprovechamiento de energías residuales.



### 3.2.4.- SEGÚN EL TIPO DE CALENTAMIENTO.

Para instalaciones de ACS que emplean generadores de calor por combustión. El calentamiento puede ser:

#### - Directo

La conducción por la que circula el ACS está sometida directamente a la acción de la llama.

#### - Indirecto

Se emplea como fluido caloportador intermedio, agua caliente, sobrecalentada, vapor o aceite térmico.

### 3.3.- SOLUCIÓN ADOPTADA.

La solución adoptada para la obtención de agua caliente sanitaria es una instalación individual, que empleará como sistema de preparación un depósito acumulador y como origen de la energía la radiación solar.

La energía solar, no es capaz de cubrir por si sola el cien por cien de las necesidades energéticas requeridas, ya que se trata de una energía difusa e intermitente. Por este motivo, si se desea asegurar la continuidad en la disponibilidad de agua caliente durante los periodos sin sol, especialmente en invierno, es preciso disponer de una fuente de energía auxiliar.

La misma caldera empleada en la instalación de calefacción será el apoyo necesario, la energía auxiliar, a la instalación solar. Por lo tanto, se recuerda una vez más, que la potencia de la caldera, será tal que pueda cubrir la carga térmica de la instalación de calefacción y las necesidades energéticas debidas al consumo de A.C.S.

Se puede resumir brevemente a partir de dos circuitos como será la instalación de A.C.S.



- El circuito primario: es el que está formado por los colectores solares, dispositivos que reciben la energía procedente del sol y la transmiten a un fluido caloportador, las tuberías que transportan este fluido y el serpentín que está dentro del acumulador, que cede calor al agua de la red.

- El circuito secundario: está formado por la caldera, las tuberías que llevan el agua calentada en ésta y el otro serpentín del acumulador.

## **4.- INSTALACIÓN SOLAR.**

### **4.1.- INTRODUCCIÓN.**

La energía solar es una energía garantizada para los próximos 6000 millones de años. El Sol, ha brillado en el cielo desde hace unos 5000 millones de años y se calcula que todavía no ha llegado a la mitad de su existencia. Es fuente de vida y origen de las demás formas de energía que el hombre ha utilizado desde los albores de la historia y pueden satisfacer todas sus necesidades si se aprende como aprovechar de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta. Es una fuente de energía inagotable, por su magnitud y porque su fin será el fin de la vida en la Tierra.

El Sol arroja sobre la Tierra en un año 4000 veces más energía que la que se va a consumir. No sería racional no intentar aprovecharla, por todos los medios técnicamente posibles, esta fuente de energía gratuita, no contaminante e inagotable, que puede liberar definitivamente de la dependencia del petróleo o de otras energías alternativas poco seguras, o simplemente, contaminantes.

Además la energía solar presenta dos grandes ventajas:

- Se produce en el mismo lugar donde se consume. No necesita transformadores, ni canalizaciones subterráneas, ni redes de distribución a través de las calles.

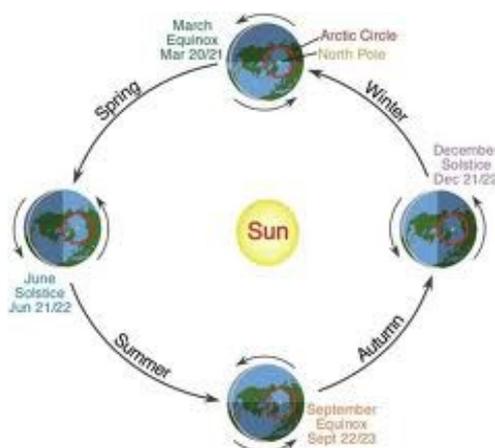
- El impacto medioambiental es nulo. La energía solar no produce desechos ni residuos, basura, humos, polvos, vapores, ruidos, olores, etc.

Por otra parte, la energía solar, tiene el inconveniente de tratarse de una energía difusa e intermitente y no está igualmente repartida ni en el espacio ni en el tiempo.

## 4.2.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RADIACIÓN SOLAR.

### 4.2.1.- POSICIÓN DE LA TIERRA RESPECTO AL SOL.

Debido a la inclinación del eje de rotación de la Tierra con respecto al plano de su órbita alrededor del Sol y su forma esférica, un mismo punto de la superficie terrestre, recibe según la época del año, los rayos con una inclinación diferente, y por tanto, la energía efectiva que incide en un metro cuadrado de superficie horizontal varía considerablemente.



En invierno los rayos de Sol, caen con un ángulo pequeño respecto a la horizontal, lo contrario que en verano, en que el ángulo es mucho mayor, llegando a alcanzar la perpendicularidad en las zonas cercanas al Ecuador y en los momentos centrales del día. Por esa razón, la energía total incidente es mucho mayor en verano que en invierno, y se considera la energía incidente en un determinado periodo de tiempo, por ejemplo en una hora, también es mucho mayor en las horas centrales del día (alrededor del mediodía) que en las horas cercanas al amanecer o a la puesta de Sol.

Aunque se sabe que es la Tierra la que gira alrededor del Sol, y no al revés, a efectos prácticos todavía resulta útil, y conduce a los mismos resultados, suponer que es el Sol el que gira alrededor del planeta, describiendo una órbita aproximadamente circular.



Con este modelo ficticio, el Sol se comporta como una luminaria que se eleva todos los días desde el Este y hacia el Oeste, describiendo en el cielo un arco más o menos amplio, según la época del año.

En primavera y en verano, el arco de la trayectoria solar es más grande, el Sol se eleva más sobre el horizonte, y permanece más tiempo brillando en el cielo. Por el contrario, en invierno los puntos del horizonte por donde sale y se oculta, están más próximos entre sí, la trayectoria es más corta y menos elevada, y el tiempo (duración del día solar) que transcurre entre el amanecer y la puesta de Sol es mucho menor.

Lógicamente cuanto mayor es la duración del día solar, más cantidad de energía se podrá recoger a lo largo del día.

Además, otro factor incluso más importante que el de duración del día, es el hecho de que cuanto menos elevada sea la trayectoria solar, con menor ángulo incidirán los rayos con respecto al suelo horizontal y, según se ha dicho, la intensidad será menor, al tener que repartirse la energía en un área mayor.

#### 4.2.2.- LA ATMÓSFERA.

La energía solar incidente en una superficie terrestre se manifiesta de tres maneras diferentes.

##### - Radiación directa:

Es aquella que llega directamente del Sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Este tipo de radiación se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.

##### - Radiación difusa:

Parte de la radiación que atraviesa la atmósfera es reflejada por las nubes o absorbida por éstas. Esta radiación, que se denomina difusa, va en todas direcciones, como



consecuencia de las reflexiones y absorciones, no sólo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios, el propio suelo, etc. Este tipo de radiación se caracteriza por no producir sombra alguna respecto a los objetos opacos interpuestos.

### **- Radiación refleja:**

La radiación reflejada es, como su nombre indica, aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no ven ninguna superficie terrestre y las superficies verticales son las que más radiación reflejada reciben.

La radiación solar que llega a la tierra lo hará de las 3 formas descritas en mayor o menor proporción siendo conocida también y dentro de éste contexto como “radiación global” si bien fuera de él se entiende que cuando nos refiramos en adelante a la radiación solar estaremos refiriendo, por defecto, a la radiación global.

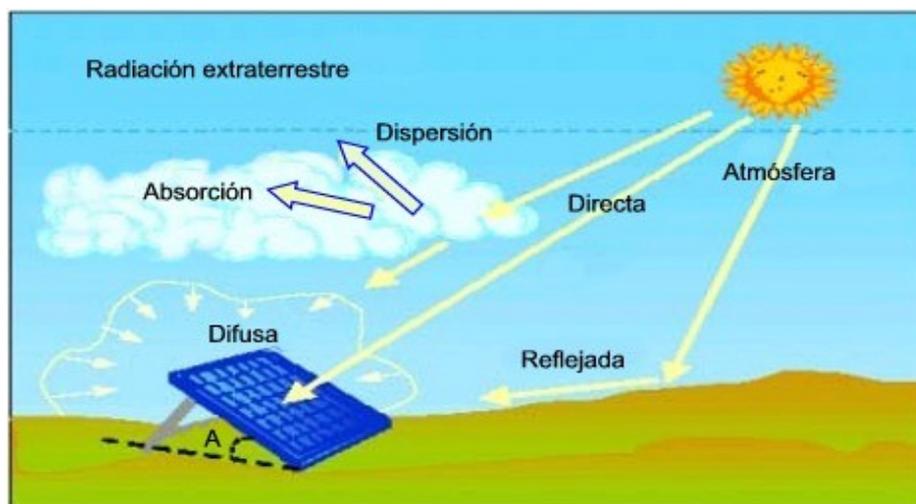
El aprovechamiento de la radiación solar presenta como principal dificultad su carácter fuertemente variable lo que hace complejo cuando no imposible un dimensionado exacto de la instalación de captación de energía solar, pudiéndonos quedamos cortos y dejar de aprovechar energía rentable o sobredimensionando la instalación en base a unos datos optimistas de radiación solar haciendo imposible su rentabilidad.

En cualquier caso y para evitar un indeseable sobredimensionado se establecerán criterios conservadores en cuanto a radiación solar disponible a la hora de acometer la instalación.

En el dimensionado de los sistemas de captación existe siempre una incertidumbre debido al carácter estadístico de los datos que sirven como base para el mismo. Tal incertidumbre es insalvable dada la imprevisible variabilidad del tiempo atmosférico y es inherente al dimensionado de estos sistemas, si bien se procura hacer acopio del mayor número de datos atmosféricos antes de iniciar un cálculo de

dimensionado.

Se recomienda por tanto contar con el número de horas de sol y frecuencias de tantos años como sea posible de la localidad en que vaya a ser instalado un sistema de aprovechamiento solar para el éxito rentable del mismo.



#### 4.2.3.- EL CLIMA.

Otro factor que determina la menor o mayor cantidad de energía que llega a la superficie es la mayor o menor nubosidad de la zona. Las nubes, absorben la mayoría de la energía solar, reflejándola por su parte superior y devolviéndola al espacio. En un típico día cubierto, la energía que logra pasar la capa de nubes es solamente una pequeña fracción de la que llegaría a la superficie si el cielo estuviera despejado.

Adicionalmente, si los rayos tienen que atravesar la capa de aire atmosférico, cuanto menos perpendicular lo hagan más largo será el camino y mayor será la masa de aire que hayan de superar para llegar al suelo, atenuándose su intensidad por este efecto de la absorción.

Esto hace que la energía solar recogida a lo largo de un día de finales de otoño o principios de invierno, sea mucho menor que en un día de finales de primavera o principio



de verano. Si a esto se añade que la nubosidad es mayor en invierno, fácilmente se comprende la escasa energía que se puede aprovechar en este periodo de tiempo.

También, la temperatura media del aire y la velocidad del viento influyen, aunque en menor cuantía que la nubosidad, sobre todo en los colectores planos destinados a calentar agua.

Las condiciones climáticas son pues el factor más importante a la hora de evaluar las posibilidades prácticas de una instalación solar.

#### **4.3.- RADIACIÓN SOLAR SOBRE LA SUPERFICIE PLANA.**

La radiación solar incidente sobre una superficie plana, depende de los siguientes parámetros:

- Orientación de la superficie.
- Inclinación de la superficie.
- Latitud del lugar.
- Días del año.
- Hora del día.
- Estado climatológico.

Los tres últimos parámetros, han sido descritos detalladamente en el apartado anterior.

Los colectores han de orientarse hacia el Ecuador (hacia el Sur en el hemisferio Norte y hacia el Norte en el hemisferio Sur), porque de esta forma se aprovecha el máximo de horas de Sol. Desviaciones de 20° respecto a la orientación Sur no afectan sensiblemente al rendimiento y a la energía térmica aportada por el equipo solar.

La inclinación está íntimamente ligada con la latitud del lugar. La experiencia ha demostrado, que es aconsejable una inclinación aproximadamente de unos 10° mayor que la latitud del lugar, tolerándose unos márgenes de  $\pm 10^\circ$ , en función de la época del año en que deseemos favorecer la captación. Así, una inclinación mayor, favorecería la incidencia



de los rayos en los meses de invernales y una menor, aumentaría la energía recibida en primavera y verano.

Actualmente, se disponen los datos de radiación solar global sobre superficies horizontales para diversas latitudes. En el desarrollo del proyecto se han empleado las tablas proporcionadas por el “Curso programado de instalaciones de energía solar (Censolar)”. Se han estudiado también, los datos obtenidos de la estación meteorológica del carrascal, situada a unos 15 km de distancia de la localidad.

#### **4.4.- SISTEMAS DE CAPTACIÓN SOLAR: COLECTOR SOLAR.**

Los sistemas de captación y aprovechamiento solar son todos aquellos dispositivos destinados a convertir la energía proveniente del Sol en energía útil.

##### **- Colector solar:**

El elemento principal de una instalación solar es el colector. Éste se encarga de captar la radiación solar incidente, y transformarla en calor, el cual, es cedido al fluido caloportador.

##### **4.4.1.- CLASIFICACIÓN.**

Los colectores solares, se clasifican en dos grandes grupos:

##### **- Colectores solares con concentración.**

Son aquellos que aumentan la intensidad de la radiación solar incidente, mediante la concentración previa de los rayos solares. Estos colectores requieren una orientación permanente hacia la posición del Sol, y por tanto, deben de estar dotados de un mecanismo de movimiento automático preciso. Únicamente se utilizan cuando se requiere obtener temperaturas relativamente altas, a partir de los 70°C, por ejemplo para la producción central de energía y calor a nivel industrial y para producir electricidad.



### - Colectores solares sin concentración.

Son aquellos que utilizan la radiación solar con la misma intensidad con la que ésta naturalmente incide. En general, no superan los 70°C aproximadamente, por lo que son usados en las aplicaciones de la energía solar térmica de baja temperatura.

Estos colectores se caracterizan por no poseer métodos de concentración, por lo que la relación entre la superficie del colector y la superficie de absorción es prácticamente la unidad.

Entre los colectores sin concentración podemos hacer otra clasificación:

**Colectores sin vidrio:** Son los que no tienen una cubierta que aisle del exterior. Por lo tanto las pérdidas son elevadas. Su uso está indicado para instalaciones de baja temperatura (30°C). Como el calentamiento de piscinas.

**Colectores con vidrio:** Tienen una cubierta acristalada que proporciona en su interior el efecto invernadero. Son aptos para una temperatura de trabajo que oscila entre los 30 y 90°C. En este grupo, hay que destacar los colectores de placa plana, que se caracterizan por emplear como elemento receptor de energía, una placa plana y los colectores de vacío en los que el receptor está formado por unos tubos de vidrio de los que se ha extraído el aire. Este tipo de colector, es el único capaz de proporcionar, sin concentración, temperatura relativamente elevada (70°C o más). Son dispositivos caros y su aplicación queda restringida a aquellos casos en que sean necesarias temperaturas de más de 60°C.

Para la obtención de agua caliente sanitaria, objeto de este proyecto, se emplearán colectores sin concentración y de placa plana.

#### 4.4.2.- COMPONENTES PRINCIPALES DEL COLECTOR.

Estos colectores de placa plana se componen de cuatro elementos principales: la cubierta transparente (vidrio o similar), la placa captadora (superficie negra que va



absorber la luz solar), el aislante y la carcasa (contenedor de todo lo anterior).

#### **- Cubierta transparente:**

Es la encargada de dejar pasar la radiación solar, evitar que el calor emitido por la placa captadora se vaya del sistema y reducir las pérdidas por convección. Estamos logrando el efecto invernadero con una cubierta de vidrio o plástico y de esta forma aumentando la eficiencia del colector.

Protege el absorbedor y el aislamiento térmico dentro de la carcasa contra todo efecto nocivo del medio ambiente.

Los principales materiales empleados para cubiertas son el vidrio, simple o doble y el plástico transparente.

#### **- Placa captadora:**

Tiene por misión absorber de la forma más eficientemente posible la radiación solar y transformarla en energía térmica utilizable mediante su transferencia al fluido caloportador (agua, aceite, aire, etc.). Existen diferentes modelos, siendo los más usuales:

- a) Dos placas metálicas separadas unos milímetros entre las cuales circula el fluido caloportador.
- b) Placa metálica sobre la cual están soldados o embutidos los tubos por los que circula el fluido caloportador. En lugar de una placa metálica se puede dotar de unas aletas de aluminio a los tubos de cobre.
- c) Dos láminas de metal unidas a gran presión excepto en los lugares que forman el circuito del fluido caloportador.
- d) Placas de plásticos, usadas exclusivamente en climatización de piscinas.

El material más utilizado es el cobre, por sus características de conductividad térmica y durabilidad, aunque también se utilizan en algunos casos otros metales como el aluminio.



Es conveniente que la cara del receptor expuesta al Sol esté recubierta de un revestimiento especialmente elegido, para absorber bien los rayos solares.

Un receptor eficaz es aquel en el que se combine una absorbencia alta para la radiación solar, con una ermitancia baja.

#### **- Aislamiento:**

El aislamiento es esencial para los captadores planos porque por medio de él se logra una reducción de las pérdidas de calor por los laterales y el fondo del colector.

Las características de estos aislantes han de ser:

- Resistir altas temperaturas sin deteriorarse, lo que muchas veces se consigue colocando entre la placa y el aislante, una capa reflectante, que impida que el aislante reciba directamente la radiación.
- Desprender pocos vapores al descomponerse por el calor y en caso de ocurrir que no se adhieran a la cubierta.
- No degradarse por el envejecimiento u otro fenómeno a la temperatura habitual de trabajo.
- Soportar la humedad que se pueda producir en el interior de los paneles sin perder sus cualidades.

Los materiales más usados son lana de vidrio, espuma rígida de poliuretano y poliestireno expandido.

#### **- Carcasa:**

Es la encargada de proteger y soportar los elementos que constituyen el colector solar, además de servir de enlace con el edificio por medio de los soportes.

Debe cumplir los siguientes requisitos:



- Rigidez y resistencia estructural que asegure la estabilidad. Estas cualidades son de suma importancia ya que debe resistir la presión del viento.
- Resistencia de los elementos de fijación: mecánica para los esfuerzos a transmitir, y química para soportar la corrosión.
- Resistencia a la intemperie, a los efectos corrosivos de la atmósfera y a la inestabilidad química debido a las inclemencias del tiempo.
- Aireación del interior del colector para evitar que allí se condense el agua. Se realiza por medio de dos técnicas:
  - Vacío en el interior del colector cuando éste está frío, para que la carcasa no esté sometida a una presión muy alta cuando el aire en su interior se caliente.
  - Practicar unos orificios en la carcasa para permitir la aireación del colector así como la evacuación de la condensación. Los orificios se localizan en la parte posterior para evitar la entrada del agua de lluvia y la pérdida de aire caliente del interior del colector.
  - Evitar toda geometría que permita la acumulación de agua hielo o nieve en el exterior del colector.
  - Facilitar el desmontaje de la cubierta para poder tener fácil acceso a la placa captadora.

#### 4.4.3.- FUNCIONAMIENTO.

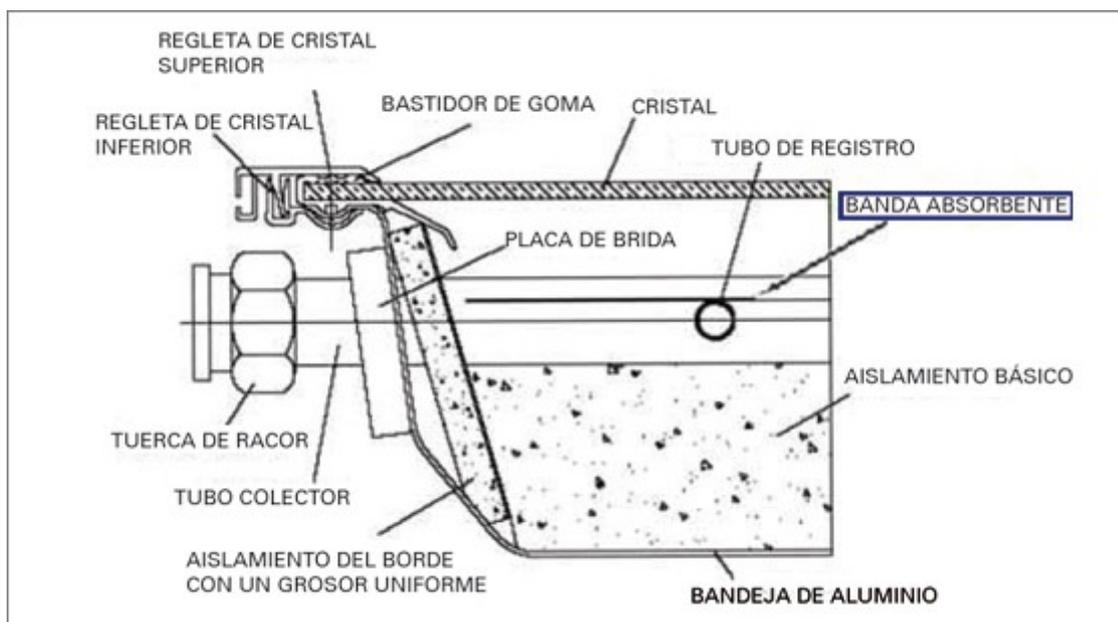
Los colectores solares planos funcionan aprovechando el “*efecto invernadero*” - el mismo principio que se puede experimentar al entrar en un coche aparcado al sol en verano-. El vidrio actúa como filtro para ciertas longitudes de onda de la luz solar: deja pasar fundamentalmente la luz visible, y es menos transparente con las ondas infrarrojas de menor energía.

El sol incide sobre el vidrio del colector, que siendo muy transparente a la longitud de onda de la radiación visible, deja pasar la mayor parte de la energía. Ésta calienta entonces

la placa colectora que, a su vez, se convierte en emisora de radiación en onda larga o (infrarrojos), menos energética. Pero como el vidrio es muy opaco para esas longitudes de onda, a pesar de las pérdidas por transmisión, (el vidrio es un mal aislante térmico), el recinto de la caja se calienta por encima de la temperatura exterior.

Al paso por la caja, el fluido caloportador que circula por los conductos se calienta, y transporta esa energía térmica a donde se desee.

El rendimiento de los colectores mejora cuanto menor sea la temperatura de trabajo, puesto que a mayor temperatura dentro de la caja (en relación con la exterior), mayores serán las pérdidas por transmisión en el vidrio. También, a mayor temperatura de la placa captadora, más energética será su radiación, y más transparencia tendrá el vidrio a ella, disminuyendo por tanto la eficiencia del colector.



#### 4.4.4.- RECOMENDACIONES DE UTILIZACIÓN.

Como normas de carácter general deberá evitarse un posible funcionamiento del colector en ausencia del líquido caloportador, situación posible tras el vaciado del sistema para labores de mantenimiento. Como norma preventiva se evitará su funcionamiento en dicho caso sin más que interponer un material opaco sobre los colectores de la instalación,



aislándolos de la radiación solar y privándolos temporalmente de su función. El material de interposición debe ser tal que no dañe la superficie del mismo ni por supuesto la ensucie.

De esta manera se evitaría la sobreexposición radiactiva de la cubierta que conllevaría a un deterioro y pérdida de eficacia de la misma.

De igual manera deberá considerarse la posibilidad de heladas siendo recomendable el uso de anticongelantes ya que de suceder una congelación del fluido de trabajo podría resultar dañado parte del sistema.

#### **4.5.- CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES BÁSICAS.**

Las instalaciones solares se pueden clasificar atendiendo a diversos criterios como son:

- Por el principio de circulación.
- Por el sistema de expansión.
- Por el sistema de intercambio.
- Por el sistema de energía auxiliar.
- Según su aplicación.

##### **- Por el principio de circulación.**

Según el principio de circulación empleado para mover el fluido a través del circuito se clasifican en:

- Instalaciones por termosifón o circulación natural.

Son aquellas en las que el fluido de trabajo circula por convección libre. En estos casos, el depósito de acumulación debe situarse a una cota más alta que los colectores. Carece de bomba de circulación y regulación. Cubre fundamentalmente pequeñas demandas de A.C.S.



- Instalaciones por circulación forzada.

Son instalaciones equipadas con dispositivos que provocan la circulación forzada del fluido de trabajo.

#### **- Por el sistema de expansión.**

En función del sistema de expansión, las instalaciones solares pueden ser:

- Sistema abierto.

El circuito primario está comunicado permanentemente con la atmósfera.

- Sistema cerrado.

El circuito primario no tiene comunicación directa con la atmósfera.

#### **- Por el sistema de intercambio.**

Pueden clasificarse en:

- Sistemas directos.

El agua que circula por los colectores es usada directamente para consumo. No dispone de intercambiador y su uso está condicionado fundamentalmente por la calidad del agua y el tipo de colector. Se suele emplear en zonas donde no se esperan heladas.

- Sistemas indirectos.

Cuando el fluido de trabajo se mantiene en un circuito separado, sin posibilidad de contacto con el circuito de consumo. En este tipo de instalaciones el intercambio de calor, se produce a través de un intercambiador de calor que puede formar parte del acumulador, siendo sumergido o envolvente (interacumulador), o ser independiente.



**- Según la aplicación.**

La energía solar captada por los colectores se puede aplicar en:

- El calentamiento del agua sanitaria.
- Usos industriales.
- Calefacción.
- Refrigeración.
- Climatización de piscinas.
- Usos combinados.
- Precalentamiento.

**4.6.- SOLUCIÓN ADOPTADA.**

Para satisfacer la demanda de A.C.S. se ha optado por proyectar una instalación indirecta, es decir, aquella que utiliza como fluido de trabajo una mezcla de agua con anticongelante, debido a las bajas temperaturas que se registran en la zona durante la época invernal.

La transferencia de calor del fluido de trabajo al circuito de consumo se realizará a través de un intercambiador de calor en forma de serpentín, sumergido en un depósito acumulador. Dicho depósito incorporará un segundo serpentín que estará conectado a la caldera y servirá como apoyo a la instalación, en los casos en que la instalación solar no pueda satisfacer la demanda de A.C.S. de los usuarios.

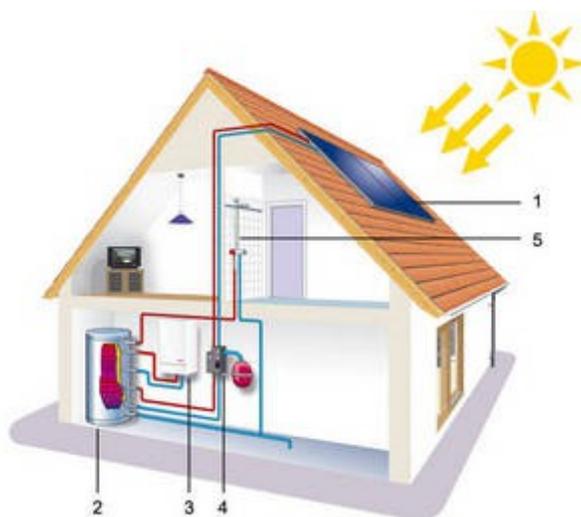
La circulación del fluido de trabajo a través de los colectores solares será forzada e impulsada por una bomba.

El sistema de expansión de la instalación será cerrado.

La totalidad de la energía captada por los colectores se empleará en calentar el agua de

red para el consumo de agua caliente sanitaria.

A continuación se puede ver una imagen a modo de ejemplo de la instalación que se desea instalar.



#### 4.7.- ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE COLECTORES NECESARIOS.

##### 4.7.1.- DATOS DE PARTIDA.

La unidad familiar, está compuesta por cinco miembros. Se considerará una ocupación de la vivienda del 100 % a lo largo del año.

Los calores más aceptados por el dimensionado de las instalaciones solares térmicas en España, son las del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA) que estima un consumo de 30 litros por persona y día, tomando como temperatura de consumo 60°C. Además estos valores coinciden con los indicados en la UNE 94002.

##### 4.7.2.- NECESIDADES ENERGÉTICAS MENSUALES.

Una vez establecido el consumo de agua por persona y día hay que obtener el consumo de agua mensual (m) en litros.



Para cada mes del año, tendremos una variación en la temperatura del agua de la red y puesto que la temperatura de suministro del A.C.S. se ha fijado en 60°C, se tendrá un salto térmico  $\Delta t$  a considerar.

De esta forma, la necesidad energética en Mega Julios viene dada por la expresión:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Siendo  $c$  el calor específico del agua.

La necesidad energética anual será la suma de las necesidades energéticas mensuales. Las necesidades energéticas mensuales quedan reflejadas en la columna nº 1 de la tabla que se adjunta más adelante.

#### **4.7.3.- ENERGÍA TOTAL TEÓRICA INCIDENTE EN UNA SUPERFICIE INCLINADA.**

A través de tablas (ver Documento Cálculos) puede reconocerse la energía  $H$ , en Mega Julios, que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes.

La localización del municipio hace que el mayor aprovechamiento de la energía solar se obtenga a través de colectores inclinados. Para conocer la energía total teórica  $E$  en Mega Julios, que incide en un día medio de cada mes sobre un metro cuadrado de superficie inclinada se empleará la fórmula siguiente:

$$E = k \cdot H \cdot 0,94$$

Siendo  $k$  un factor de corrección en función de la inclinación de los colectores y de la latitud de la localidad en que se dispondrá la instalación de energía solar y 0,94, es un factor de aplicación para obtener el valor efectivo de la energía útil o aprovechable. Los valores de  $E$  pueden verse en la columna nº 2 de la tabla que se adjunta .

En este caso, para Orisoain, la latitud es aproximadamente igual a 42° 36'. Como se



mencionó en apartados anteriores es aconsejable una inclinación de  $\pm 10^\circ$ . Se realizaron pruebas con el fin de encontrar la inclinación que mejor se adaptase a las necesidades de los propietarios de la vivienda. Valores de inclinación menores a la latitud producían bastante déficit energético en los meses invernales, es decir, el porcentaje de necesidades que se conseguía cubrir con la instalación solar era muy bajo. Sin embargo, valores de inclinación mayores, mejoraban considerablemente estos porcentajes. De estos valores, el de mayor aprovechamiento posible es el de una inclinación de colectores de  $50^\circ$  (aproximadamente  $10^\circ$  más que la latitud).

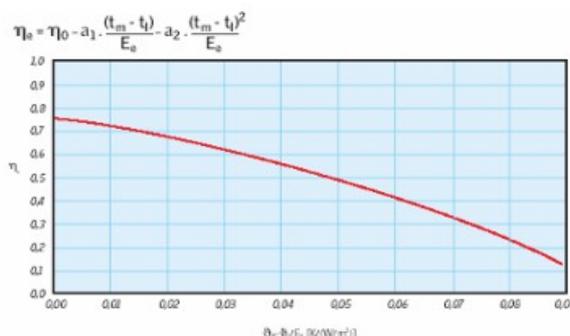
#### 4.7.4.- RENDIMIENTO DEL COLECTOR.

En general, son los fabricante los que proporcionan la ecuación o la gráfica del rendimiento del colector. En general la ecuación depende de unos parámetros, tales como:

- Factor de eficiencia del colector.
- Coeficiente de pérdida de calor en  $W/m^2K$ .
- Radiación  $I$  en  $W/m^2$  siendo  $I = E (J) / n^\circ$  de horas de sol útiles al día (seg.).
- Temperatura promedio del fluido que circula por el colector ( $t_m$ ).
- Temperatura ambiente media ( $t_a$ ).

El valor del rendimiento de un colector puede variar considerablemente dependiendo del fabricante. Por ello también se han hecho pruebas con diferentes modelos de colectores. Más adelante, se justificara la elección del colector.

A continuación, se presenta a modo de ejemplo la gráfica genérica de un colector solar.



#### 4.7.5.- ENERGÍA NETA DISPONIBLE POR m<sup>2</sup> DE COLECTOR.

Se puede obtener el valor de la aportación solar por m<sup>2</sup> en MJ, simplemente multiplicando la energía total teórica (E) por el rendimiento del colector.

Sin embargo, la energía neta diaria se ve reducida por diversos factores, tales como pérdidas de calor en las conducciones y acumulación y características de consumo. Ello implica la aplicación de un factor de reducción de valor 0,85 a la aportación solar por m<sup>2</sup>.

Una vez conocida la energía neta diaria que se obtiene por cada m<sup>2</sup> de colector, se puede obtener la energía neta mensual, simplemente multiplicando por los días que tiene cada mes. La energía total neta anual será la suma de las energías netas mensuales. Estos datos pueden verse en la columna nº 4 de la tabla que se adjunta.

La tabla siguiente expresa los datos obtenidos del cálculo del número de colectores necesarios:



	<b>NECESIDAD ENERGÉTICA (MJ)</b>	<b>E (MJ)</b>	<b>RENDITO. %</b>	<b>ENERGÍA NETA POR m<sup>2</sup> (MJ)</b>
Enero	1070,57	6,77	29,67	52,91
Febrero	949,38	9,11	38,6	83,71
Marzo	1012,17	13,41	56,4	199,32
Abril	941,85	13,63	57,02	198,18
Mayo	953,78	14,31	60,71	228,85
Junio	904,18	15,28	65,2	254,02
Julio	914,85	17,34	68,76	314,22
Agosto	934,32	17,45	69,51	319,62
Septiembre	923,01	18,43	69,23	325,28
Octubre	973,25	13,81	60,35	219,56
Noviembre	979,52	8,97	46,23	105,72
Diciembre	1070,57	6,6	33,13	57,61
<b>TOTAL</b>	<b>11627,45</b>		<b>TOTAL</b>	<b>2359,01</b>

#### 4.7.6.- SUPERFICIE COLECTORA NECESARIA: NÚMERO DE COLECTORES.

La superficie colectora necesaria, se obtiene simplemente dividiendo la necesidad energética anual de A.C.S. entre la energía total neta anual que se obtiene por cada m<sup>2</sup> de colector. El resultado del cálculo da una superficie colectora de 4,929 m<sup>2</sup>.

El modelo de colector elegido para la instalación es el VITOSOL 200-F de VIESSMANN, el cual tiene una superficie de absorción de 2,3 m<sup>2</sup>, por lo que el número de colectores necesarios se calcula dividiendo la superficie colectora necesaria entre la superficie de absorción del colector. El resultado del cálculo son 3 colectores solares, los cuales dan una superficie colectora de 6,9 m<sup>2</sup>.

Las características más importantes de este modelo de colector son:



- Cubierta de vidrio de 3,2 mm.
- Absorvedor de cobre.
- Aislamiento lateral celular de resina de melamina.
- Aislamiento posterior de fibra mineral.
- Carcasa de aluminio-zinc .
- Tubos de cobre en forma de serpentín.
- Dimensiones:
  - + Anchura: 1056 mm.
  - + Altura: 2380 mm.
  - + Profundidad: 90 mm.

#### **4.7.7.- PORCENTAJE DE SUSTITUCIÓN.**

Una vez analizada la superficie colectora que se requiere, y por tanto el número de colectores necesarios, se determinará el porcentaje de sustitución de energía que se consigue mes a mes.

Para obtener la energía total aportada por los colectores en MJ, se multiplica la energía neta que aporta cada m<sup>2</sup> de colector, por la superficie colectora total instalada. Si se comparan estos datos con la necesidad energética mensual para agua caliente, se obtiene el porcentaje de sustitución, el cual indica el porcentaje de consumo de A.C.S. que se conseguirá cubrir en cada mes a través de la instalación de energía solar.

Como se observa, las necesidades de A.C.S. quedan totalmente cubiertas en los meses de Marzo a Octubre. Sin embargo el porcentaje de sustitución en los meses más fríos, es decir de Noviembre a Febrero, es menor, entorno al 40%. Estos datos son y eran previsibles, ya que la energía total incidente en la superficie terrestre es mucho mayor en verano que en invierno.



Igualmente, se podría haber representado el déficit energético, el cual representa la energía auxiliar que hay que aportar los meses en los que la energía solar no es suficiente para cubrir el 100% de las necesidades.

En conclusión, con la instalación de tres colectores solares se obtiene un porcentaje de sustitución medio anual del 79,66%.

Aunque aumentando el número de colectores y por consiguiente el volumen del acumulador, pueden obtenerse mayores porcentajes de sustitución, no es rentable hacerlo, pues a partir de un cierto valor, un pequeño aumento en la aportación solar requiere un aumento de la inversión, no justificado por el mayor ahorro que se puede esperar obtener.

#### **4.8.- INSTALACIÓN DE LOS COLECTORES SOLARES.**

##### **4.8.1.- ORIENTACIÓN.**

Como ya se ha mencionado en apartados anteriores, la orientación más favorable es la Sur.

La vivienda consta de una cubierta con una inclinaciones, la cual tiene orientación Sur, por lo tanto, ahí será donde se instalen los colectores.

##### **4.8.2.- INCLINACIÓN.**

Como ya se ha mencionado con anterioridad, la inclinación de los colectores será de 50°, aproximadamente unos 10° más de la latitud de la localidad. De esta forma, se favorece la incidencia de los rayos en los meses invernales.

##### **4.8.3.- CONEXIÓN.**

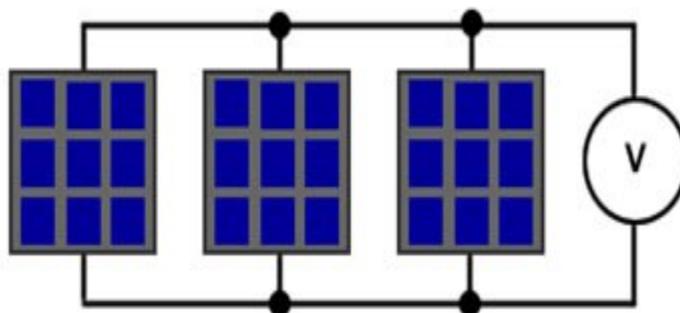
Los colectores, se dispondrán en una única fila, bien alineada, constituida por los tres colectores.

Los colectores para conexionarse entre sí, pueden realizarse en paralelo, en serie o realizando un conexionado mixto.

La conexión de los colectores en paralelo proporciona un mayor rendimiento, un incremento de la longitud y diámetro de las tuberías, aumenta el número de accesorios y todo esto trae como consecuencia un incremento en el coste de la instalación.

La conexión de los colectores en serie reduce las secciones de las tuberías y los recorridos por lo tanto también se reduce el coste de la instalación. Como inconveniente se encuentra que al ir pasando el fluido de un colector a otro entonces la temperatura de entrada en cada uno va aumentando y por tanto disminuye la eficacia del mismo.

En el montaje de los colectores en paralelo la temperatura que alcanza el agua es menor que en serie y esta temperatura relativamente baja implica una disminución de las pérdidas de calor y un mejor rendimiento respecto a un montaje análogo de los colectores en serie. También en el montaje en paralelo la resistencia que ha de vencer el agua es menor que en el montaje en serie, debido a que en el montaje en serie el agua tiene que atravesar todos los colectores incrementándose de esta manera la pérdida de carga.



Conexión en paralelo:

Los colectores solares se van a colocar mediante una conexión en paralelo. Dentro de cada fila la conexión será con retorno invertido para facilitar el equilibrado del circuito. En cada una de las filas de los colectores nos encontramos con un purgador.



La conexión de la batería de colectores con las tuberías del circuito primario se realizan por medio de uniones de anillos opresores, suministrados también por el fabricante, con un diámetro de 22 mm.

Se instalarán válvulas de cierre en la entrada y salida de la batería de captadores, de manera que puedan utilizarse para el aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

#### **4.9.- DEPÓSITO ACUMULADOR.**

Es el elemento de la instalación encargado de almacenar energía calorífica en forma de agua caliente. Una de las grandes ventajas del agua es su capacidad para retener el calor, lo que la hace especialmente interesante para su uso en una instalación de acumulación de energía calorífica o de depósito acumulador.

El sistema de acumulación solar es el encargado de almacenar el calor transferido desde los colectores térmicos al agua caliente en espera de ser consumida. Su empleo se debe a que la necesidad de energía no siempre coincide en el tiempo con la captación obtenida por el sol. Por ello, es imprescindible disponer de un sistema de almacenamiento que haga frente a la demanda en momentos de poca o nula insolación.

La energía térmica se podría almacenar de distintos modos y utilizando diferentes medios. En el caso de usos para A.C.S. se almacena en forma de agua caliente por ser el agua un medio barato, fácil de manejar, con una alta capacidad calorífica y ser al mismo tiempo el elemento de consumo.

Las temperaturas que alcanzará el agua contenida en el depósito de acumulación no serán tan altas como las requeridas para el consumo, sino que vendrán limitadas por la radiación incidente sobre los colectores. En esos casos la instalación solar servirá para efectuar un primer calentamiento en espera de que el sistema de calentamiento auxiliar lleve el agua a las temperaturas necesarias para su utilización y exigidas para la prevención de la legionelosis. Por lo tanto, el agua del acumulador solar pasará por el interacumulador



de energía convencional (que será el que eleve su temperatura hasta 60 °C y habrá de ser capaz de, eventualmente, llevarla hasta 70 °C) antes de poder ser consumida.

La toma de agua caliente hacia el circuito de consumo se sitúa en la parte superior del depósito para asegurar el aprovechamiento calorífico óptimo en todo momento.

La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador se realizará a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del depósito.

La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador se realizará por la parte inferior de éste. De esta forma se asegurará que el agua que irá a recibir el calor en el intercambiador sea la de menor temperatura, favoreciendo un mayor rendimiento.

La alimentación de agua fría de red al depósito se realizará por la parte inferior. La extracción de agua caliente del depósito se realizará por la parte superior.

En cuanto al material constitutivo de los depósitos existe una nutrida oferta de mercado entre la cual elegir. Los hay de acero inoxidable, de hierro galvanizado, aluminio, plástico, fibra de vidrio, etc.

Los depósitos de acero galvanizado se descartan por su fácil degradación.

Los de material plástico tienen la desventaja la baja temperatura que soportan (alrededor de 60 °C) y su escasa resistencia física .

El uso del aluminio aplicado a depósitos de acumulación es poco recomendable debido a la fuerte corrosión del mismo.

Los depósitos de acero inoxidable son siempre una buena opción aunque resultan algo caros.

La forma más utilizada es la cilíndrica ya que presenta indudables ventajas de fabricación y es el elegido en este proyecto. Deberá cuidarse de que la dimensión vertical



(altura) sea superior a su dimensión horizontal (diámetro) para facilitar la estratificación.

El acumulador solar elegido es de la casa Vitocell 100-B de 500 litros de la casa Viessmann, con dos serpentines, siendo el intercambiador de calor inferior el que realiza el calentamiento mediante la caldera, cuando ésta se precise.

En cada una de las tuberías de entrada y salida 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 de agua visible.

#### **4.10.- LEGIONELOSIS.**

La Legionella es un género de bacteria del que se han identificado hasta 48 especies, entre las que cabe destacar la Legionella Pneumophila, por ser la causante del 85% de las infecciones.

Ésta bacteria, se halla ampliamente extendida en ambientes acuáticos naturales (ríos, lagos, aguas termales, etc), encontrándose en ellos pequeñas concentraciones, pudiendo sobrevivir a condiciones ambientales muy diversas. Para que su concentración aumente, entrañando un riesgo para las personas, debe pasar a coloniza, fundamentalmente a través de las redes de distribución de agua potable, sistemas de distribución de agua sanitaria caliente y fría, donde se encuentre en condiciones de temperatura idóneas para su multiplicación, entre 20°C y 45°C, destruyéndose a 70°C, aunque su temperatura óptima de crecimiento es entre 35°C y 37°C.

La Legionella puede infectar a las personas si el agua es pulverizada en forma de aerosoles, de manera que la bacteria pueda ser transportada por el aire en pequeñas gotas, e inhalada por las personas, es decir, la vía de transmisión de la Legionella es aérea y no se ha demostrado que exista riesgo alguno de enfermedad al beber agua contaminada por la Legionella.

El Real Decreto 865/2003, del 4 de Julio, por el que se establecen los criterios



higienico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, tiene como objeto la prevención y control de la legionelosis mediante la adopción de medidas higienico-sanitarias en aquellas instalaciones en las que la Legionella es capaz de proliferar y diseminarse.

Las medidas preventivas se basarán en la aplicación de dos principios fundamentales. Primero, la eliminación o reducción de zonas sucias mediante un buen diseño y el mantenimiento de las instalaciones y Segundo, evitando las condiciones que favorecen la supervivencia y multiplicación de la Legionella, mediante el control de la temperatura del agua y la desinfección continua de la misma.

Algunas de las medidas preventivas específicas de las instalaciones son:

- Mantener la temperatura del agua en el circuito de agua fría lo más baja posible, procurando, donde las condiciones climatológicas lo permitan, una temperatura inferior a 20°C (temperatura a la que la bacteria empieza a multiplicarse), para lo cual las tuberías estarán suficientemente alejadas de las de agua caliente o en su defecto aisladas térmicamente.

- Asegurar, en todo el agua almacenada en los acumuladores de agua caliente finales, es decir, inmediatamente anteriores a consumo, una temperatura homogénea y evitar el enfriamiento de zonas interiores que propicien la formación y proliferación de la flora bacteriana.

- Mantener la temperatura del agua, en el circuito de agua caliente, por encima de 50°C en el punto más alejado del circuito o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70°C.

#### **4.11.- CIRCUITO PRIMARIO.**

El circuito primario de la instalación solar, es la red de tuberías y aparatos que hacen posible el transporte del fluido de trabajo desde la salida del colector hasta el retorno al mismo, tras haber cedido la energía calorífica que portaba, en un depósito acumulador de



agua de red.

#### 4.11.1.- FLUIDO CALOPORTADOR.

El fluido que debe circular por la red de tuberías debe ser una mezcla de agua con anticongelante, para evitar la congelación de éste durante los meses más fríos del año.

En este caso, es el propio fabricante de los colectores solares el que suministra este fluido caloportador. La característica más importante que debe cumplir, es la de tener un bajo punto de congelación, en este caso el fluido que suministra, tiene un punto de congelación de hasta  $-28^{\circ}\text{C}$ , temperatura que cumple de sobra los requisitos necesarios. El fluido es una mezcla de agua con propilenglicol, a la cual se le ha añadido inhibidores eficientes de la corrosión, haciendo que el fluido sea tóxico para la instalación solar. El resto de características pueden verse en el Documento Bibliográfica.

#### 4.11.2.- TUBERÍAS.

El material empleado par las tuberías es el cobre, por ser el más ampliamente utilizado en instalaciones, y el más aconsejable para las instalaciones solares. Se han escogido por se un material dúctil y maleable que facilita el montaje y es muy competitivo desde el punto de vista económico, además, tiene una gran facilidad para la soldadura, método de unión a emplear.

Para el cálculo del diámetro de tubería, es necesario estimar el caudal al que trabaja la instalación. El fabricante de los colectores solares, recomienda para el dimensionado de las tuberías en instalaciones de energía solar de hasta  $20\text{ m}^2$  de superficie de absorción, el funcionamiento con caudal elevado. Siendo este caudal aproximadamente 40 litros/h y  $4,62\text{ m}^2$  de superficie de absorción.

La pérdida de carga, por lo general, no debe superar los 40 mm.c.a. por metro lineal de tubería, por lo que se ha fijado una pérdida de carga de 20 mm.c.a/m y la velocidad máxima recomendada con la que tiene que circular el fluido, no debe llegar a 2 m/s.



Los datos obtenidos de caudal y de pérdida de carga, se introducen en un gráfico para tuberías de cobre, obteniéndose un diámetro interior de 13 mm.

#### 4.11.3.- AISLAMIENTO.

A fin de transportar el calor generado en los captadores con el mayor rendimiento posible hacia el acumulador, es indispensable que se instale un aislamiento térmico ininterrumpido en todo el circuito primario.

En cumplimiento de la I.T.E. 03.12, apéndice 03.1, las tuberías llevarán aislamiento de caucho sintético expandido de 20 mm de espesor en forma de coquilla de conductividad térmica igual a 0,40 W/m.K a 20°C cuando discurra por el interior, y se incrementará este valor a 10 mm, como mínimo, cuando esté instalada en el exterior.

El espesor mínimo de aislamiento térmico lo establece el Apéndice 03.1 del RITE, y son los detallados a continuación:

<b>Dext (mm)</b>	<b>Tª fluido 40°C-65°C</b>	<b>Tª fluido 66°C-100°C</b>
<b>D&lt;35</b>	20	20
<b>35&lt;D&lt;60</b>	20	30
<b>60&lt;D&lt;90</b>	30	30
<b>90&lt;D&lt;140</b>	60	50
<b>140&lt;D</b>	30	40

El aislamiento de las tuberías exteriores debe tolerar los efectos del medio ambiente, como contaminantes en el aire o la radiación ultravioleta, así como ofrecer protección contra daños producidos por animales, por ejemplo el picoteo de aves, ratones, etc. Actualmente no existe en el mercado un aislante capaz de cumplir todas estas funciones, por lo que se ha optado por proteger al aislante con una chapa metálica galvanizada.

Tanto los colectores como el depósito acumulador traen de fábrica su propio aislante.

El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de



los componentes, tales como, instrumentos de medida y de control, válvulas de desagües, volantes, etc.

#### **4.11.4.- BOMBA DE CIRCULACIÓN.**

La función de la bomba es la de producir la circulación del fluido de trabajo en el circuito primario.

Para el cálculo de la bomba de circulación, es necesario conocer las pérdidas de carga producidas en los colectores, en el intercambiador de calor y la pérdida de carga total en la red de tuberías, además del caudal. Con los datos de partida total de carga y caudal, se selecciona la bomba cuyas curvas características se adapten a las necesidades. El fabricante de los colectores da la posibilidad de instalar un conjunto llamado Solar Divicon, en el que se incluyen además de la bomba, en este caso una Grundfos UPS-2560, dos llaves de paso con válvula anti-retorno, dos termómetros, un caudalímetro, un manómetro y una válvula de seguridad, todo ello protegido por un aislante.

Debido a las menores cargas térmicas, la bomba irá colocada en el circuito de ida a los colectores solares.

#### **4.11.5.- VASO DE EXPANSIÓN.**

El agua al calentarse se dilata aumentando su volumen, lo que podrá provocar una situación peligrosa para la instalación.

Para solucionar este problema, las instalaciones deben ir dotadas de lo que se denomina vaso de expansión que absorbe el correspondiente aumento de volumen.

Existen dos tipos de vasos de expansión: abiertos y cerrados.

En la primera solución (vasos de Expansión Abiertos), el circuito queda abierto al estar en contacto con el aire y, por tanto, el agua no puede superar los 95°C, so pena de correr el riesgo de que pueda empezar a hervir.



Los vasos de expansión abiertos están cada vez más en desuso a favor de los cerrados. Las razones son:

- a) Dificultad de montaje frente a los cerrados, cuya instalación puede hacerse en la propia sala de calderas.
- b) Pérdidas de agua por evaporación, lo que favorece incrustaciones y corrosión por la cal y el oxígeno disuelto en el agua de reposición.
- c) Necesidad de aislamiento frente al peligro de heladas.
- d) Necesidad de colocar largos conductos entre la caldera y el depósito, cuya altura habrá de estar, necesariamente, por encima de los radiadores más altos.

En el caso de situar el V.E.A. entre el generador y la bomba, como es recomendable, la altura mínima entre el punto más alto del circuito y el nivel mínimo del V.E.A. Será de 0,5 m.

En el caso de estar conectado en la impulsión de la bomba esta diferencia habrá de ser como mínimo igual a la altura manométrica de impulsión de la mencionada bomba.

Sin embargo a favor del uso del Vaso de expansión abierto está mayor grado de seguridad que un circuito abierto representa. La colocación de un segundo tubo de conexión o tubo de seguridad sustituye ventajosamente a la válvula de seguridad, imprescindible con circuitos y vasos de expansión cerrados. Incluso, cuando la presión hidrostática sobre la caldera sea inferior a 35 m.c.a. no es necesario el tubo de seguridad, confiando esta función al propio tubo principal del vaso de expansión abierto. Esta seguridad adicional puede ser muy a tener en cuenta con calderas de combustible sólido.

Para el cálculo del vaso de expansión se ha tenido en cuenta la fórmula recomendada por el fabricante de los colectores y el depósito acumulador.

El vaso de expansión escogido es el VASOFLEX SOLAR N 25 / 2,5l de la marca BAXI ROCA, con capacidad de 25 litros y apta para presión máxima de 8 bar.



#### 4.11.6.- OTROS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.

##### 4.11.6.1.- VÁLVULAS.

La válvula es el elemento de regulación del caudal en el circuito hidráulico. De su acción dependerá en buena medida la eficacia de un sistema hidráulico. En la actualidad existen multitud de válvulas pero sólo serán de interés en el presente proyecto las de seguridad, anti-retorno, de vaciado, de paso y mezcladoras.

###### - Válvulas de seguridad

Son las encargadas de limitar la presión máxima del circuito al cual protegen, de manera que, justo antes de que la presión del circuito supere a la de tarado de la válvula ésta se abrirá protegiendo al circuito de sobrepresiones que podría dañarlo.

La presión de tarado de la válvula corresponde a la máxima soportable por el vaso de expansión que es el elemento más delicado del circuito.

Por lo dispuesto en la ITE 02.15.3 del RITE, en todo circuito cerrado de líquidos se dispondrá de al menos una válvula de seguridad que impedirá el aumento de la presión interior por encima de la de timbre.

El circuito de calefacción y el de A.C.S. solar (circuito entre colectores e intercambiador) dispondrán de su correspondiente válvula de seguridad en sus correspondientes vasos de expansión. La descarga de estas válvulas será visible y se conducirá a un lugar seguro.

La presión de tarado de las válvulas de seguridad será igual a la presión de la columna de agua que gravite sobre ellas más la altura manométrica de la bomba, más la sobrepresión debida a la dilatación del agua del circuito.

El cálculo del diámetro de la tubería de desagüe de las válvulas de seguridad se hace conforme a la UNE 100157:

$$D= 15+1.5*\sqrt{P}$$

Donde:

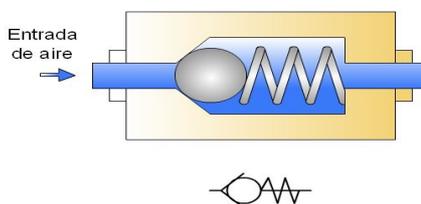
D: es el diámetro nominal, en mm.

P: es la potencia térmica nominal de los generadores de la instalación, en kW.

Las normas indican la obligatoriedad de uso en todo circuito sometido a presión o a variación de temperatura.

#### - Válvulas anti-retorno

Estas válvulas tienen una acción reguladora del caudal muy simple que consiste en imposibilitar el retorno del fluido por el circuito por el cual discurre. La acción de estas válvulas se limita a no permitir un cambio de sentido contrario al de diseño. Así se evita la posibilidad de que en un momento dado el fluido retorne por donde vino. Se coloca una en la salida de cada bomba.



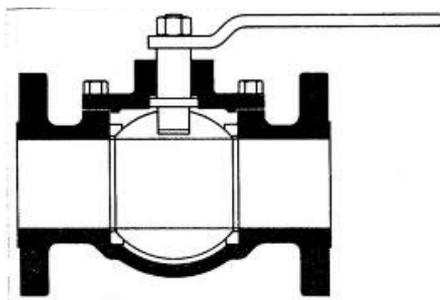
#### - Válvulas de paso o corte

Son usadas para impedir parcial o totalmente el paso de fluido por las tuberías.

Las válvulas de paso o corte pueden ser de varios tipos:

- Válvula de compuerta. Esta constituida por una cuña que se mueve perpendicularmente a la dirección del fluido; el cierre se produce al encajarse la cuña en dos anillos. Producen pocas perdidas de carga y sirven únicamente para cierre total.
- Válvula de asiento. En esta válvula la soleta o el cono de cierre son

perpendiculares al husillo. El cierre se produce por apriete de la soleta sobre un anillo. Pueden ser de asiento recto o inclinado, siendo estas las que menor pérdida de carga producen. Sirven para cierre total o parcial.

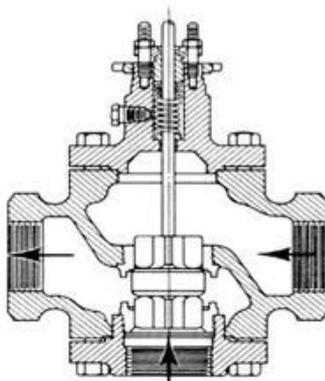


- Válvula de bola o macho. Consisten en una bola o un cono (en las de macho) que gira sobre un eje perpendicular a la dirección del fluido hasta que un taladro circular en la bola (o en el macho) coinciden con los del cuerpo de la válvula. El accionamiento se hace con un cuarto de vuelta; tiene mínima pérdidas de carga y sirve únicamente para cierre total.

- Válvulas mezcladoras.

En las instalaciones de producción centralizadas de agua caliente, para prevenir la peligrosa enfermedad infecciosa denominada Legionelosis, es necesario acumular agua caliente a una temperatura no inferior a 60°C. A esta temperatura tendrá la seguridad de inhibir totalmente el crecimiento de la bacteria que causa esta infección. Pero estas temperaturas resultan demasiado elevadas para ser utilizadas directamente por el usuario, a estos valores de agua caliente, puede provocar graves quemaduras. Por lo tanto es necesario bajar la temperatura del agua caliente suministrada al usuario a un valor inferior y compatible con el uso.

Por eso es aconsejable instalar un mezclador electrónico que pueda bajar la temperatura del agua suministrada a un valor preajustable inferior respecto al de acumulación. Las válvulas se colocan automatizadas, de manera que una señal eléctrica, procedente de un termostato, activa el servomotor, abriendo las vías correspondientes.



#### 4.11.6.2.- MANÓMETROS.

El manómetro es un elemento de control. Indica la presión instantánea de la red en el punto en el que se ubica.

Se instalarán uno por bomba a fin de tenerlas controladas. Dado que no suele ser habitual una presión de red superior a 6 bar se suelen diseñar para poder medir hasta esa presión, siendo la máxima visible en la esfera del mismo.

#### 4.11.6.3.- PURGADORES.

El aire en disolución provoca efectos indeseables cuando se separa del agua llenando la parte superior de los conductos por los que circula formando bolsas y provocando corrosiones en tuberías y colectores.

Los purgadores de aire son dispositivos que sirven para eliminar ese aire que pueda quedar en el circuito de calefacción por agua caliente. Debe existir uno en todos los puntos donde pueda acumularse el aire, es decir, en los puntos altos. Hay tipos manuales y automáticos.

Se instalará un sistema de purga en el punto más alto de la tubería de retorno del campo de colectores solares. Este punto coincide con el punto más elevado de la instalación,



donde se alcanza la temperatura mas alta y la presión es baja, lo que hace que el agua tenga su menor capacidad de disolución de aire y aparecen las burbujas. De esta manera se evitara la acumulación de aire en la instalación.

También se colocarán en la parte más alta de las columnas de distribución de calefacción y de A.C.S.

#### **4.12.- CIRCUITO SECUNDARIO.**

Debido a que la energía solar es una fuente de energía intermitente, habrá ocasiones en que no exista radiación solar, o ésta no sea suficiente para calentar el volumen de agua caliente sanitaria demandada, a la temperatura fijada.

Por este motivo, es imprescindible contar con una energía auxiliar de apoyo que entre en funcionamiento automáticamente cuando la instalación solar no pueda cubrir la demanda de agua caliente de los usuarios.

Como ya se ha mencionado, la energía auxiliar utilizada va a ser la caldera empleada para la instalación de calefacción de la vivienda, la cual ya fue dimensionada para considerar el servicio de calentamiento de agua para el consumo en periodos de insuficiencia o nula radiación.

En resumen, el circuito secundario, es el conjunto de tuberías que transportan la energía térmica generada en la caldera hasta el depósito acumulador, donde la transfieren a través de un intercambiador de calor interior, al agua de red, gracias a la impulsión de una bomba.

##### **4.12.1.- INTERCAMBIADOR DE CALOR.**

Este intercambiador de calor es el encargado de transmitir la potencia calorífica del fluido caloportador del circuito auxiliar, al agua fría que proviene de la red general y que posteriormente será de consumo en la vivienda.

Como ya se mencionó en el apartado 4.9.- Depósito acumulador, el intercambiador de



calor tiene forma de serpentín y está incorporado dentro del depósito, más concretamente se trata del serpentín superior, ya que recordemos, que el serpentín inferior irá conectado al circuito de los colectores solares.

#### **4.12.2.- BOMBA DE CIRCULACIÓN.**

El caudal necesario que tiene que suministrar la bomba, es el caudal que circula por el interior del intercambiador de calor, dicho dato es facilitado por el fabricante del depósito acumulador a través de la potencia de éste.

Como el acumulador y la caldera se encuentran separados por una distancia muy pequeña, las pérdidas de carga que se producen en el tramo de tuberías es insignificante.

Por todo ello el modelo de bomba escogido es UPS-2540 de la marca GRUNDFOS.

#### **4.12.3.- TUBERÍAS.**

El material empleado para este tramo de tuberías es el cobre, los diámetros interiores de estas, se detallan en el documento Cálculos. Las tuberías estarán aisladas térmicamente. El espesor del aislante será de 20 mm como mínimo y el material será a base de caucho sintético expandido en forma de coquilla de color negro cuya conductividad es de 0,040 W/m.K a 20°C.

Se colocan a la entrada y a la salida de la caldera, sendas válvulas de interceptación de tipo bola, cilíndrica o esférica.

### **4.13.- CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA.**

#### **4.13.1.- CIRCUITO DE AGUA FRÍA.**

El primer paso que se debe dar para el dimensionado de la instalación de agua fría es determinar los puntos de consumo, y realizar el diseño de la red de tuberías que lleve el



fluido a cada uno de ellos. De esta manera, una vez realizado el diseño para el agua fría se podrá diseñar la red de agua caliente tomando como guía la de agua fría.

El material de las conducciones será el cobre.

El dimensionado del circuito consiste en el cálculo del diámetro de las tuberías de acuerdo a la Norma Tecnológica de la Edificación para el Agua Fría (NTE-IFF) en su apartado de cálculo, la cual establece el calor de éste en función del número de grifos que suministra cada tramo de la red de tuberías. La tabla necesaria para el cálculo puede verse en los resultado obtenidos.

A pesar de que el lavavajillas y la lavadora funcionan con agua a temperatura, no se considerarán como tomas de agua caliente ya que ambos electrodomésticos poseen su propia resistencia que calienta el agua de la red. Por lo tanto, estas tomas se considerarán como grifos para el dimensionado del circuito de agua fría.

#### **4.13.2.- CIRCUITO DE AGUA CALIENTE.**

El material de las conducciones será el cobre. Las tuberías estarán aisladas térmicamente cuando discurran por locales no calefactados. El espesor del aislamiento será de 20 mm como mínimo y el material será a base de caucho sintético expandido en forma de coquilla de color negro cuya conductividad es de 0,040 W/m.K a 20°C.

El dimensionado del circuito consiste en el cálculo del diámetro de las tuberías de acuerdo a la Norma Tecnológica de la Edificación para el Agua Fría (NTE-IFF) en su apartado de cálculo, la cual establece el calor de éste en función del número de grifos que suministra cada tramo de la red de tuberías. La tabla necesaria para el cálculo puede verse en los resultado obtenidos.

##### **4.13.2.1.- RECIRCULACIÓN.**

El circuito de recirculación, consiste en una red de tuberías de retorno desde la tubería



de consumo de agua caliente sanitaria, hasta el depósito acumulador. Este circuito tiene la función de mantener constante la temperatura del agua en la red de distribución. De esta forma se evita que los usuarios tengan que esperar la aparición de agua caliente.

Cuando el termostato incorporado a la bomba detecta que la temperatura del agua ha descendido por debajo de 45°, pone en marcha automáticamente la bomba, de manera que ésta hace recircular el agua de la red de distribución hasta el orificio de entrada para la recirculación del depósito acumulador. El funcionamiento de esta bomba puede verse más detallado en el apartado siguiente.

Las tuberías serán de cobre y cuando discurran por locales no calefactados. El espesor del aislante será de 20 mm como mínimo y el material será a base de caucho sintético expandido en forma de coquilla de color negro, cuya conductividad es de 0,040 W/mK a 20 °C.

El modelo de bomba escogido que satisface estas necesidades es la UPS 25-50 de la marca GRUNDFOS.

#### **4.14.- FUNCIONAMIENTO Y SISTEMA DE CONTROL DE LA INSTALACIÓN SOLAR.**

El diseño del sistema de control, asegura el correcto funcionamiento de la instalación para obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y un buen uso de la energía auxiliar.

El sistema de control esta regulado por unidades de regulación eléctricas, de manera que el control de funcionamiento normal de las bombas y las válvulas será siempre de tipo diferencial y debe actuar en función de la diferencia de temperatura de los distintos fluidos que componen la instalación.

El control de la temperatura se realizará mediante sensores, éstos pueden ser de inmersión o de contacto. Las primeras, se introducen en el colector o en el acumulador con ayuda de una vaina, y las otras, se sujetan en estrecho contacto en la parte exterior de los



elementos de los cuales se quiere conocer la temperatura. Las de inmersión, son preferibles sobre todo en el colector y el acumulador, ya que son más precisas y seguras. Las sondas se instalarán en las siguientes zonas de la instalación.

- T1: Temperatura del fluido caloportador a la salida de la tubería de colectores (circuito primario).
- T2: Temperatura del fluido caloportador del intercambiador de calor del circuito primario (serpentin inferior).
- T3: Temperatura del agua del intercambiador de calor del circuito secundario, caldera (serpentin superior).
- T4: Temperatura de seguridad a la salida de agua caliente del depósito acumulador.
- T5: Temperatura del agua de consumo real.
- TR: Sensor de temperatura instalado en la bomba del circuito de recirculación.

Se considera T6 como la temperatura ideal de consumo (45 °C).

A continuación, se asigna un nombre a las bombas que controlan la unidad de regulación:

- B1: La bomba que impulsa el fluido caloportador a través de la red de tuberías que circulan por el circuito primario (colectores).
- B2: La bomba que impulsa el agua a través de la red de tuberías que circulan por el circuito secundario (caldera).
- B3: La bomba que recircula el agua caliente sanitaria al depósito acumulador.

Además, se instalará válvula mezcladora termostática de 3 vías, ésta se colocará automatizada, de manera que una señal eléctrica procedente de un sensor incorporado,



activará el servomotor, abriendo y cerrando las vías correspondientes. La válvula instalada, es la siguiente.

- V1: Válvula mezcladora para la mezcla de agua caliente sanitaria con agua de red.

El funcionamiento y el control de la instalación de colectores solares actuará de la siguiente manera:

- Si se cumple que  $(T1 - T2) > 7 \text{ }^\circ\text{C}$ , entonces se activará el funcionamiento de la bomba B1, produciéndose el calentamiento del interacumulador solar. El A.C.S. precalentada con energía solar en este interacumulador ascenderá a medida que se produzca el consumo a la parte superior del interacumulador, donde va incorporado el serpentín conectado a la caldera. En caso necesario, la caldera se encargará de elevar la temperatura del A.C.S. hasta la de consigna. Al mismo tiempo, el limitador electrónico de la temperatura (medido por sonda de temperatura T2) instalado e la regulación o el termostato de seguridad (T4) limitan, si procede, la temperatura del interacumulador de A.C.S. Al sobrepasar la temperatura ajustada, en este caso  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ , éstos desconectan la bomba B1. Esta bomba dejará de funcionar también cuando  $(T1 - T2) < 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Siempre que la temperatura T1 sea mayor o igual de  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  la bomba B1 funcionará, con el fin de evitar que el fluido caloportador que circula por el circuito primario se caliente demasiado y entre en ebullición.

De esta forma, se cumple lo establecido en la I.T.E. 10.1.5, que dice: el sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperatura entre el fluido caloportador en la salida de la batería del colector y la del depósito de acumulación, sea menor que  $2 \text{ }^\circ\text{C}$  y no están paradas cuando la diferencia sea mayor que  $7 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- Cuando los colectores solares no puedan consumir la energía térmica para el calentamiento del agua de la red, es decir, cuando la bomba B1 esté parada, será la caldera quien suministre esta energía a través de la actividad de la bomba B2. Si la temperatura de T3 es menor de  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ , entonces se activará el funcionamiento de la bomba B2. Esta bomba



dejará de funcionar cuando T3 alcance una temperatura superior a 50 °C.

- Como se mencionó en el apartado 1.4.10. Legionelosis, para evitar el crecimiento de la bacteria de la legionella, el depósito acumulador tiene que ser capaz de alcanzar la temperatura de 60 °C y ocasionalmente los 70 °C para pasteurizar. De manera que si los usuarios demandan agua caliente, éstos, la reciban a una temperatura excesivamente elevada, corriendo el riesgo de sufrir quemaduras. Para estos casos se empleará una válvula mezcladora termostática de 3 vías. Ésta válvula V1, se activará cuando la temperatura T5 sea mayor de 50 °C, haciendo que el agua caliente sanitaria se mezcle con agua fría de red, hasta alcanzar la temperatura óptima de consumo (T6).

- El fluido que queda retenido en las tuberías de distribución de agua caliente, una vez el o los usuarios hayan consumido ésta, puede enfriarse hasta alcanzar valores por debajo de la temperatura de consumo, haciendo que cuando el usuario demande de nuevo agua caliente, tenga que desperdiciar una cantidad de agua considerable. Para evitar esta pérdida y además tiempo de espera para obtener agua caliente, se emplea la bomba B3. Ésta bomba, incorpora una sonda que indica que cuando la temperatura del agua baje de 45 °C se active la bomba B3, recirculando el fluido hasta el depósito acumulador para un nuevo calentamiento.

El funcionamiento de las bombas de circulación, se resume brevemente en el cuadro siguiente:

	ON	OFF
B1 CIRCUITO PRIMARIO (COLECTORES)	(T1 - T2) > 7°C T1 > 90°C	(T1 - T2) < 2°C ó T3 > 75°C ó T4 > 80°C
B2 CIRCUITO SECUNDARIO (CALDERA)	B1 OFF T3 < 50°C	T3 > 50°C
B3 CIRCUITO RECIRCULACIÓN	TR < 45°C	TR > 45°C



Durante la época estival, la cantidad de radiación que requieren los colectores, es muchísimo más elevada de la que reciben durante la época invernal. Esto implica que el valor de la energía térmica aprovechable es mayor, obteniéndose por lo tanto mayores temperaturas en la instalación. Es frecuente, que los usuarios de la vivienda la abandonen durante unos días para disfrutar de las vacaciones de verano, esto implica que durante ese periodo no va a haber consumo. Para evitar que la instalación alcance temperaturas demasiado elevadas y se genere vapor, se ha previsto que durante la ausencia de los propietarios de la vivienda, se coloquen en los colectores solares unas cubiertas de lona.

### 5.- PRESUPUESTO.

El presupuesto contratado asciende a la cantidad de **TREINTA Y UN MIL QUINIENTOS CUARENTA Y UNO CON VEINTINUEVE CENTIMOS.**

### 6.- MANTENIMIENTO.

En la tabla siguiente, se expone un plan tipo de trabajo para el mantenimiento preventivo de la instalación solar, destacar que se trata de un plan tipo y que en ningún caso será de obligado cumplimiento, salvo en los casos mencionados en el Documento Pliego de Condiciones.

Operación	Observaciones	Frecuencia
Colector	Inspección visual.	Trimestral
Placa Absorbedora	Comprobación de aparición de manchas, deformaciones o existencia de fugas.	
Cristal	Inspección visual.	Trimestral
Caja	Inspección visual. Comprobación del estado de la pintura protectora y deformación de la caja.	Trimestral
Conexiones	Inspección visual de la posible aparición de fugas.	Trimestral
Limpieza	Limpieza del cristal en horas de baja insolación, al atardecer o amanecer.	Trimestral
Estructura	Lijar o reparar con pintura aquellas partes de la estructura soporte que presenten corrosión. Comprobar el apriete de los tornillos.	Semestral



Válvulas de seguridad	Accionamiento manual, con comprobación del correcto funcionamiento.	Trimestral
Válvulas de corte	Abrir y cerrar varias veces con el fin de evitar agarrotamiento.	
Tubería	Comprobación visual de fugas.	Semestral
Aislamiento	Comprobación visual del estado del mismo.	Semestral
Circuito primario	Comprobación de la presión de trabajo (durante todo el año, aunque la instalación este parada).	Semanal
Vaso de expansión	Comprobación de la presión de llenado.	Semanal
Intercambiador de calor	Inspección y en su caso limpieza, al comprobar la variación de los saltos térmicos establecidos.	Mensual
Fluido colector	Análisis de las características químicas del fluido.	Anual
Bomba	Estanqueidad.	Semestral
Termostato diferencial	Comprobación visual de correcto funcionamiento.	Mensual
Sondas Temperatura	Comprobación visual del correcto alojamiento del elemento sensor.	Semanal
Cuadro eléctrico	Verificación del correcto funcionamiento de interruptor magnetotérmicos, diferenciales, guardamotores, cableado, etc.	Anual

A continuación se da una tabla meramente indicativa para que el usuario conozca un poco más la instalación y poco a poco se vaya familiarizando con ella y aprenda a conocer las causas que provocan un fallo en la instalación.



La tabla ha sido facilitada por CENSOLAR, Centro de Estudios de la Energía Solar.

DEFECTO	CAUSA 1	CAUSA 2	CAUSA 3	CAUSA 4
Bomba no funciona (aunque haya sol y el acumulador esté frío).	Bomba defectuosa	Control mal ajustado o sensor defectuoso	Sensor mal posicionado	Que no haya corriente eléctrica en la bomba
Bomba trabaja con interrupciones.	Es normal si el tiempo cambia	Se ha confundido la ida con el retorno	Ajuste del intervalo entre diferencias de temperatura (arranque parada) demasiado pequeñas	Sensor captador mal posicionado
Presión del sistema demasiado alta	Vaso de expansión demasiado pequeño	Presión de llenado demasiado alta	Presión inicial demasiado alta	
Presión del sistema demasiado baja	Pérdidas por fugas en algún punto de la instalación	Vaso de expansión demasiado pequeño	Recipiente de agua demasiado pequeño	Control mal ajustado o sensor defectuoso
Diferencia de temperatura entre captadores y sensor demasiado alta	Boba defectuosa o potencia demasiado baja	Aire o ensuciamiento del sistema	Sensor mal puesto o defectuoso	Control mal ajustado o defectuoso
Bomba trabaja de noche	Normal en noches muy frías	Válvula anti-retorno abierta	Control defectuoso	
Acumulador se enfría muy pronto	Aislamiento térmico defectuoso o insuficiente	Válvula anti-retorno abierta o sucia	Consumo mucho mayor que el diseñado	
El agua no se calienta lo suficiente	Sistema auxiliar o su control defectuoso	Dimensionado inadecuado frente al consumo		



## **7.-RECOMENDACIONES PARA EL CONSUMO EFICIENTE Y RESPONSABLE DE LA ENERGÍA.**

La mayor parte de la energía que se usa en las viviendas se dedica al uso de la calefacción y a la producción de agua caliente sanitaria. De hecho, ambas partidas suman el 66% del gasto energético familiar, mientras que el 34% restante se invierte en el uso de los electrodomésticos (16%), de la cocina (10%), la iluminación, (7%) y el aire acondicionado (1%).

La zona climática donde se ubica la vivienda, el régimen de uso que se haga de ella, su calidad constructiva y su nivel de aislamiento, entre otros factores, condicionan el gasto energético familiar. Lo más importante, por tanto, es que tome conciencia de que en todos estos factores, podemos tomar decisiones a favor o en contra de uso eficiente de la energía.

A continuación se dan unos consejo para el uso eficiente de la energía:

- Aunque la sensación de confort sea subjetiva, se puede asegurar que, en invierno, una temperatura de entre 19 °C y 21 °C es suficiente para la mayoría de personas. Por la noche, basta tener una temperatura de 15 °C a 17 °C para sentirse bien.
- En condiciones normales, es suficiente encender la calefacción por la mañana. Por la noche, salvo en zonas muy frías, se debe apagar la calefacción, ya que el calor acumulado en la vivienda suele ser más que suficiente (sobre todo si se cierran persianas y cortinas).
- La temperatura a la que se programa la calefacción, condiciona el consumo de energía del sistema de calefacción. Por cada grado que se aumenta la temperatura, se incrementa el consumo de energía aproximadamente en un 7%.
- Si se ausenta por unas horas, reduzca la posición del termostato a 15 °C ( la posición económica de algunos modelos corresponde a esta temperatura).
- Si se tienen habitaciones vacías o que se usen poco, la temperatura se puede bajar; o incluso se puede apagar el equipo calefactor.
- Apagar completamente la calefacción si va a dejar desocupada la vivienda más de



un día.

- Las calderas deben cometerse a revisiones periódicas. Es aconsejable una revisión anual al inicio de la temporada de calefacción. Una caldera sucia tiene dificultades para la combustión y, por tanto, consume más.
- No esperar a que se estropee el equipo. Un mantenimiento adecuado de la caldera individual puede suponer hasta un ahorro del 15% de energía, lo que representa más de 100 euros anuales en combustible.



TITULO DEL PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. EN UNA  
VIVIENDA RURAL**

AUTOR DEL PROYECTO:

**JAVIER JUSUÉ BIURRUN**

FECHA:

**06/09/2012**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN  
Y A.C.S. EN UNA VIVIENDA RURAL

DOCUMENTO 2  
CÁLCULOS

Javier Jusué Biurrun

Faustino Gimena Ramos

Pamplona, 06/09/2012



## Índice

1.- Instalación de calefacción	4
1.1.- Definición envolvente térmica	4
1.2.- Cumplimiento del código técnico	4
1.3.- Cálculo de la envolvente térmica del edificio.	5
1.3.1.- Cerramientos en contacto con el aire exterior.	5
1.3.1.1.- Cerramientos verticales o inclinados más de 60° con la horizontal	6
1.3.1.2.- Cerramientos horizontales o inclinados menos de 60° con la horizontal	7
1.3.2.- Cerramientos en contacto con el terreno	7
1.3.3.- Huecos y lucernarios	9
1.3.3.1.- Orientación Sur	10
1.3.3.2.- Orientación Este	11
1.3.3.3.- Orientación Oeste	12
1.3.4.- Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	13
1.3.4.1.- Planta baja-garaje	15
1.3.4.2.- Primera planta-desván	16
1.4.- Demanda calorífica del edificio	17
1.4.1.- Cálculo de las pérdidas de calor por transmisión	17
1.4.1.1.- Cálculo de pérdidas de calor por suplementos	19
1.4.1.1.1.- Suptos por interrupción de servicios	19
1.4.1.1.2.- Suplementos por orientación	19
1.5.- Pérdidas por entrada de aire exterior	22
1.5.1.- Pérdidas por renovación	22
1.5.2.- Pérdida por infiltración	24
1.6.- Cálculo del suelo radiante	29
1.6.1.- Temperatura del suelo	30
1.6.2.- Temperatura de impulsión y paso del suelo radiante	31
1.6.3.- Cálculo del caudal del agua	32



1.6.4.- Velocidad del suelo radiante y selección de los diámetros de las tuberías del suelo radiante	33
1.6.5.- Pérdidas de presión en los circuitos	34
1.6.6.- Equilibrado en cada colector	35
1.6.7.- Cálculo de la bomba	38
1.7.- Caldera	40
1.7.1.- Chimenea	41
1.8.- Vaso de expansión	42
1.9.- Deposito acumulador	43
1.9.1.- Vaso de expansión (caldera-intercambiador)	43
1.10.- Depósito de gasóleo	44
2.- Instalación solar	46
2.1.- Estimación del número de colectores	46
2.1.1.- Necesidades energéticas	46
2.1.2.- Energía total teórica incidente en una superficie inclinada	47
2.1.3.- Rendimiento del colector	48
2.1.4.- Energía neta disponible por m <sup>2</sup> de colector	49
2.1.5.- Cálculo del número de colectores y estudio de la cobertura energética solar	50
2.2.- Depósito acumulador	51
2.3.- Circuito primario	53
2.3.1.- Fluido caloportador	53
2.3.2.- Diseño del circuito	53
2.3.3.- Bomba de circulación	54
2.3.4.- Vaso de expansión	56
2.4.- Circuito secundario	59
2.4.1.- Bomba de circulación	59
2.5.- Cálculo de la red de agua caliente	59
2.5.1.- Cálculo de los diámetros de las tuberías	60
2.5.2.- Cálculo de las pérdidas de presión en las tuberías	62



2.5.3.- Cálculo del vaso de expansión	63
2.6.- Cálculo de la red de agua fría	64
2.6.1.- Cálculo del diámetro de las tuberías	64
2.6.2.- Cálculo de las pérdidas de presión en las tuberías	67



## **1.- INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.**

En este apartado se van a exponer los procedimientos empleados para el cálculo de la instalación de calefacción. Como se detalla en la memoria, se opta por una instalación individual con calefacción en la que se utiliza el agua como líquido caloportador, siendo el emisor de tipo suelo radiante.

### **1.1.- DEFINICIÓN ENVOLVENTE TÉRMICA.**

Todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los no habitables y que a su vez están en contacto con el ambiente exterior.

### **1.2.- CUMPLIMIENTO DE CTE.**

Opción simplificada:

Se basa en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica. La comprobación se realiza a través de la comparación de los valores obtenidos en el cálculo con los valores límites permitidos. Esta opción podrá aplicarse a obras de edificación de nueva construcción que cumplan los requisitos expuestos a continuación:

- a) que el porcentaje de huecos en cada fachada sea inferior al 60% de su superficie;
- b) que el porcentaje de lucernarios sea inferior al 5% de la superficie total de la cubierta.



### 1.3.- CÁLCULO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA DEL EDIFICIO.

El primer punto a valorar, es el de cumplir con los requisitos mínimos de aislamiento para la vivienda, que marca el C.T.E. en la zona geográfica en que se localiza esta. (En este caso, la zona geográfica es la D1).

#### ZONA CLIMÁTICA D1

**Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno**  $U_{Mlim}: 0,66 \text{ W/m}^2 \text{ K}$   
**Transmitancia límite de suelos**  $U_{Slim}: 0,49 \text{ W/m}^2 \text{ K}$   
**Transmitancia límite de cubiertas**  $U_{Clim}: 0,38 \text{ W/m}^2 \text{ K}$   
**Factor solar modificado límite de lucernarios**  $F_{Llim}: 0,36$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,54	-	0,58
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	-	-	-	0,45	-	0,49
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	-	-	-	0,40	0,57	0,44

#### 1.3.1- CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIO.

$$U_{Mlim} = 0,66 \text{ W/m}^2 \text{ k}$$

$$U = \frac{1}{R_T}$$

$$R_T = R_{Si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{Se}$$

Siendo:

$R_1, R_2, \dots, R_n$ : Las resistencias térmicas de cada capa.

$R_{si}, R_{se}$ : Las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y al aire exterior. Dependen de la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio.



La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por:

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

$e$ : El espesor de la capa (m).

$\lambda$ : La conductividad térmica del material que compone la capa ( $W/m^2 k$ ), tomada de la norma UNE EN ISO 10 456:2001.

### 1.3.1.1.- CERRAMIENTOS VERTICALES O INCLINADOS MÁS DE 60° CON LA HORIZONTAL.

PAREDES FACHADA	$\lambda$ (W/mk)	e (m)	R ( $m^2k/W$ )
Caliza muy dura	2,3	0,6	0,2609
Poliestireno expandido	0,029	0,06	2,069
Mortero de cemento o cal para enlucido o revoco	1	0,08	0,08

$$U = \frac{1}{0,04 + 0,13 + 0,2609 + 2,069 + 0,08} = 0,3876 \text{ W/m}^2k$$

La transmitancia térmica  $U_{MD}$  ( $W/m^2K$ ) de las medianerías se calculará como un cerramiento en contacto con el exterior pero considerando las resistencias superficiales como interiores.



<b>MEDIANERA</b>	(W/mK)	e(m)	R(m/W)
Enlucido de yeso	0,3	0,005	0,0167
Mortero cemento	1	0,01	0,01
Tabicon LH doble	0,375	0,09	0,24
Poliestireno expandido	0,029	0,03	1,0345
Tabicon LH doble	0,375	0,09	0,24
Mortero cemento	1	0,01	0,01
Enlucido yeso	0,3	0,005	0,0167

$$U = \frac{1}{0,13 + 0,13 + 1,5678} = 0,5470 \text{ W/m}^2\text{k}$$

### 1.3.1.2.- CERRAMIENTOS HORIZONTALES O INCLINADOS MENOS DE 60° CON LA HORIZONTAL.

<b>CUBIERTA</b>	$\lambda$ (W/mk)	e (m)	R (m <sup>2</sup> k/W)
Forjado de hormigón armado	2,3	0,3	0,1304
Poliestireno expandido	0,029	0,08	2,7586
Teja arcilla cocida	1	0,02	0,02

$$U_{MD} = \frac{1}{0,04 + 0,1 + 0,1304 + 2,7586 + 0,02} = 0,3280 \text{ W/m}^2\text{k}$$

### 1.3.2.- CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO.

Para el cálculo de la transmitancia  $U_s$  (W/m<sup>2</sup> k) se considera en este apartado el CASO 1 del apartado E.1.2.1 del CTE en el documento básico HE Ahorro de Energía, soleras o losas apoyadas sobre el nivel del terreno o como máximo 0,50 m por debajo de este.

$$U_{slim} = 0,49 \text{ W/m}^2\text{k}.$$



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

- A: Área de la solera (m<sup>2</sup>).

- P: Longitud del perímetro de la solera (m).

$$B' = \frac{(31,12+10,92+41,57+25,41)}{\frac{1}{2}(4,3+7+3,9+3,5+3,15+4,3+4,25+3,25)} = \frac{109,02}{15,25} = 7,1489 \text{ m}$$

SUELO	$\lambda$ (W/mk)	e (m)	R (m <sup>2</sup> k/W)
Caliza muy dura	2,3	0,3	0,1304
Espuma poliuretano	0,05	0,02	0,4
Capa niveladora de perlita expandida	0,062	0,03	0,4839
Mortero de cemento o cal	1	0,1	0,1
Pavimento cerámico	1	0,01	0,01

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

$$R_{A \text{ TOTAL}} = 1,1243 \text{ m}^2 \text{ k} / \text{ W}$$

Para obtener la transmitancia térmica de la solera, debemos calcularla a través de la tabla E.3 del del CTE en el documento básico HE Ahorro de Energía. Introduciremos como valores de entrada a la tabla, los calculados anteriormente B' y R<sub>A TOTAL</sub>.

Como el aislamiento de la solera es continuo en toda su superficie, tomaremos los valores de la columna D ≥ 1,5 m, como indica la norma.



Tabla E.3 Transmitancia térmica  $U_s$  en  $W/m^2 K$

B'	$R_a$	D = 0.5 m					D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m				
		$R_a$ ( $m^2 K/W$ )					$R_a$ ( $m^2 K/W$ )					$R_a$ ( $m^2 K/W$ )				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

Para precisar el valor de la transmitancia de la solera, iteraremos nuestros valores obtenidos mediante cálculos, con los de la tabla.

El valor obtenido en la tabla es  $U_s = 0,4377 W/m^2 k \leq 0,49 W/m^2 k$ .

### 1.3.3.- HUECOS Y LUCERNARIOS.

Para llevar a cabo la realización de los cálculos de la transmitancia térmica de los huecos, habrá que diferenciar en primer lugar, la orientación de las fachadas en las que se encuentren dichos huecos. El límite de transmitancia, será el marcado en la tabla de zona climática D1 visto anteriormente, según la orientación de los huecos y el tanto por ciento de la superficie de huecos en cada fachada.

La transmitancia térmica de los huecos  $U_H$  ( $W/m^2 K$ ) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$U_H = (1-F_M) \cdot U_{H,V} + F_M \cdot U_{H,M}$$

Siendo:

- $U_{H,V}$ : la transmitancia térmica de la parte semitransparente ( $W/m^2K$ );
- $U_{H,M}$ : la transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario, o puerta ( $W/m^2K$ );
- $F_M$ : la fracción del hueco ocupada por el marco.



### 1.3.3.1.- ORIENTACIÓN SUR.

En la fachada sur, se tienen 7 ventanas. Tres de ellas (Tipo 1), son de  $(0,6 \cdot 1,2)$  m<sup>2</sup> y las cuatro restantes (Tipo 2) son de  $(1,10 \cdot 1,2)$  m<sup>2</sup>, con lo que hay una superficie total de huecos de ventana de 7,44 m<sup>2</sup>, además, hay una puerta de madera de  $(0,85 \cdot 2,15)$  m<sup>2</sup> y otra metálica de  $(2,20 \cdot 2,15)$  m<sup>2</sup>, con lo que el total de huecos de la fachada sur es de 14 m<sup>2</sup>.

El área total de la fachada sur (envolvente térmica) =  $(9,84 \cdot 2,9) + (14,98 \cdot 2,9) = 71,978$  m<sup>2</sup>.

$$\% \text{ Huecos fachada sur} = \frac{\text{Total huecos fachada sur}}{\text{Area total de la fachada}} \cdot 100 = 19,4498 \%$$

La transmitancia límite de huecos, para nuestra zona climática, el porcentaje de huecos de fachada calculado y la orientación sur, corresponde  $U_{H \text{ lim}} = 3,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .

- Ventanas Tipo 1:

$$\text{Área de cada uno de los marcos} = 2(0,1 \cdot 0,6) + 2(0,06 \cdot 1) = 0,24 \text{ m}^2$$

$$\text{Área parte semitransparente} = (0,6 \cdot 1,2) - 0,24 = 0,48 \text{ m}^2$$

$$F_M = 0,24 / (0,6 \cdot 1,2) = 0,333$$

Carpintería madera, acristalamiento doble con cámara de 12 mm.

$$-U_{H,v} = 1,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$-U_{H,m} = 2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$U_H = (1 - 0,333) \cdot 1,6 + 0,333 \cdot 2 = 1,7332 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

- Ventana tipo 2:

$$\text{Área de cada uno de los marcos} = 2(0,1 \cdot 1,1) + 4(0,06 \cdot 1) = 0,46 \text{ m}^2$$

$$\text{Área parte semitransparente} = (1,1 \cdot 1,2) - 0,46 = 0,86 \text{ m}^2$$

$$F_M = 0,46 / (1,1 \cdot 1,2) = 0,3485$$



Carpintería madera, acristalamiento doble con cámara de 12 mm.

$$-U_{H,v} = 1,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$-U_{H,m} = 2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$U_H = (1-0,3485) \cdot 1,6 + 0,3485 \cdot 2 = 1,7394 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

La puerta es de madera (tipo conífera de peso medio) con un espesor de 0,09 m y con una  $\lambda$  de 0,15. Por lo que  $U_H = 1,667 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .

La puerta del garaje, es de madera (tipo tablero contra chapado) con un espesor de 0,05 m y con una  $\lambda$  de 0,17. Por lo que  $U_H = 3,4 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .

### 1.3.3.2.- ORIENTACIÓN ESTE.

En la fachada este, hay 2 ventanas. Una de ellas (Tipo 2) es de  $(1,10 \cdot 1,2) \text{ m}^2$  y la otra (Tipo 3) de  $(0,95 \cdot 0,95) \text{ m}^2$ , por lo que hace un área total de huecos en la fachada de  $2,223 \text{ m}^2$ .

El area total de la fachada este (envolvente térmica) es de  $34,626 \text{ m}^2$ .

$$\% \text{ Huecos fachada sur} = \frac{\text{Total huecos fachada sur}}{\text{Area total de la fachada}} \cdot 100 = 6,42 \%$$

La transmitancia límite de huecos, para nuestra zona climática, el porcentaje de huecos de fachada calculado y la orientación este, corresponde  $U_{H \text{ lim}} = 3,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .

- Ventana tipo 2:

$$\text{Área de cada uno de los marcos} = 2(0,1 \cdot 1,1) + 4(0,06 \cdot 1) = 0,46 \text{ m}^2$$

$$\text{Área parte semitransparente} = (1,1 \cdot 1,2) - 0,46 = 0,86 \text{ m}^2$$

$$F_M = 0,46 / (1,1 \cdot 1,2) = 0,3485$$

Carpintería madera, acristalamiento doble con cámara de 12 mm.



$$-U_{H,v} = 1,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$-U_{H,m} = 2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$U_H = (1-0,3485) \cdot 1,6 + 0,3485 \cdot 2 = 1,7394 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

- Ventana tipo 3:

$$\text{Área de cada uno de los marcos} = 2(0,1 \cdot 0,95) + 4(0,06 \cdot 0,75) = 0,37 \text{ m}^2$$

$$\text{Área parte semitransparente} = 0,95^2 - 0,37 = 0,5325 \text{ m}^2$$

$$F_M = 0,37 / 0,95^2 = 0,4099$$

Carpintería madera, acristalamiento doble con cámara de 12 mm.

$$-U_{H,v} = 1,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$-U_{H,m} = 2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$U_H = (1-0,4099) \cdot 1,6 + 0,4099 \cdot 2 = 1,764 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

### 1.3.3.3.- ORIENTACIÓN OESTE.

En la fachada oeste, se tiene una puerta acristalada de  $(1,85 \cdot 1,1) \text{ m}^2$ , dando un área total de huecos en esta fachada de  $2,035 \text{ m}^2$ .

El área total de la fachada (envolvente térmica) =  $17,313 \text{ m}^2$ .

$$\% \text{ Huecos fachada sur} = \frac{\text{Total huecos fachada sur}}{\text{Área total de la fachada}} \cdot 100 = 11,7542 \%$$

La transmitancia límite de huecos, para nuestra zona climática, el porcentaje de huecos de fachada calculado y la orientación sur, corresponde  $U_{H \text{ lim}} = 3,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .

$$\text{Área de cada uno de los marcos} = 0,88 + 0,462 = 1,342 \text{ m}^2$$



$$\text{Área parte semitransparente} = (1,1 \cdot 1,85) - 1,342 = 0,693 \text{ m}^2$$

$$F_M = 1,342 / (1,1 \cdot 1,85) = 0,659$$

Carpintería madera, acristalamiento doble con cámara de 12 mm.

$$- U_{H,v} = 1,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$- U_{H,m} = 2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$U_H = (1 - 0,659) \cdot 1,6 + 0,659 \cdot 2 = 1,864 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

### 1.3.4.- PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES.

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

$$U = U_p \cdot b$$

$U_p$ : la transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable.

$b$ : el coeficiente de reducción de temperatura (relacionado al espacio no habitable) obtenido por la tabla E.7 del C.T.E.



**Tabla E.6 Resistencias térmicas superficiales de *particiones interiores* en m<sup>2</sup>K/W**

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	R <sub>se</sub>	R <sub>si</sub>
<i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal	0,13	0,13
<i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente	0,10	0,10
<i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente	0,17	0,17

NOTA: El subíndice *ue* se refiere al cerramiento entre el *espacio no habitable* y el exterior;

El subíndice *iu* se refiere a la *partición interior* entre el espacio habitable y el espacio no habitable.

El coeficiente de reducción de temperatura *b* para espacios adyacentes *no habitables* (trasteros, despensas, garajes) y espacios no acondicionados bajo cubierta inclinada se podrá obtener de la tabla E.7 del C.T.E. en función de la situación del aislamiento térmico, del grado de ventilación del espacio y de la relación de áreas entre la *partición interior* y el *cerramiento* ( $A_{iu}/A_{ue}$ ).

$$U = U_p \cdot b$$

Siendo

-  $U_p$ : la transmitancia térmica de la *partición interior* en contacto con el *espacio no habitable*.

- *b*: el coeficiente de reducción de temperatura obtenido por la tabla para los casos concretos que se citan o mediante el procedimiento descrito.

-  $A_{ue}$ : el área del cerramiento del *espacio no habitable* en contacto con el ambiente exterior.

-  $A_{iu}$ : el área del cerramiento del *espacio habitable* en contacto con el *no habitable*.



### 1.3.4.1.- PLANTA BAJA – GARAJE.

PARTICIONES INTERIORES	$\lambda$ (W/mk)	e (m)	R (m <sup>2</sup> k/W)
Enlucido de yeso	0,3	0,005	0,0167
Mortero cemento	1	0,01	0,01
Tabicon LH doble	0,375	0,09	0,24
Poliestireno expandido	0,029	0,02	0,6897
Tabicon LH doble	0,375	0,09	0,24
Mortero cemento	1	0,01	0,01
Enlucido yeso	0,3	0,005	0,0167

$$U_p = \frac{1}{0,13 + 0,13 + 1,5678} = 0,5470 \text{ W/m}^2\text{k}$$

$$A_{uc} = (5 \cdot 2,9) + (4,4 \cdot 2,9) = 27,26 \text{ m}^2$$

$$A_{iu} = (2,6 \cdot 2,9) + (1,8 \cdot 2,9) + (1,4 \cdot 2,9) = 16,82 \text{ m}^2$$

$$\frac{A_{ui}}{A_{uc}} = 0,6170$$

Con el valor de las áreas y la tabla anteriormente mencionada, se obtiene el valor de b. Para obtenerlo de manera exacta, habrá que interpolar linealmente si el valor no aparece de manera exacta en la tabla. En este caso, el valor de  $b = 0,96532$ , con lo que la transmitancia térmica obtenida es:

$$U = U_p \cdot b = 0,5470 \cdot 0,96532 = 0,528 \text{ W/m}^2\text{K}.$$



### 1.3.4.2.- PRIMERA PLANTA – DESVAN.

ENTRE PLANTAS	$\lambda$ (W/mk)	e (m)	R (m <sup>2</sup> k/W)
Bovedilla hormigón H= 0.25	1,63	0,3	0,184
Poliestireno expandido	0,029	0,02	0,6897
Enlucido yeso	0,3	0,02	0,0667
Pavimento cerámico	1	0,01	0,01

$$U_P = \frac{1}{0,1 + 0,1 + 0,9504} = 0,8693 \quad W/m^2k$$

$$A_{ue} = (14,98 \cdot 6,44) = 96,47 \text{ m}^2$$

$$A_{ui} = (5 \cdot 13,5) = 67,5 \text{ m}^2$$

$$\frac{A_{ui}}{A_{ue}} = 0,70$$

Con el valor de las áreas y la tabla anteriormente mencionada, se obtiene el valor de b. Para obtenerlo de manera exacta, habrá que interpolar linealmente si el valor no aparece de manera exacta en la tabla. En este caso, el valor de  $b = 0,962$ , con lo que la transmitancia térmica obtenida es:

$$U = U_P \cdot b = 0,8693 \cdot 0,962 = 0,8363 \quad W/m^2K.$$



## 1.4.- DEMANDA CALORÍFICA DEL EDIFICIO.

Si se quiere calefactar la vivienda, se necesita conocer las pérdidas caloríficas que se producen en cada habitación y habitáculo para que se puedan elegir los emisores que calienten dicho habitáculo.

Estas pérdidas de calor son debidas principalmente a la transmisión de calor a través de los cerramientos verticales y horizontales, así como a la infiltración de aire debida a las rendijas de algún cerramiento particular y como por las renovaciones de aire. Por último, habrá que aplicar un factor corrector debido a características propias como orientación e intermitencia.

De esta manera, se tiene que, la cantidad de calor que es necesario suministrar a un habitáculo en particular para mantener la temperatura objeto constante viene dada por la siguiente fórmula.

$$Q_O = Q_T + Q_R + Q_S$$

Donde:

$Q_O$ : Demanda calorífica total (W).

$Q_T$ : Pérdidas de calor por transmisión (W).

$Q_R$ : Pérdidas de calor por infiltración y renovación (W).

$Q_S$ : Pérdidas de calor por Suplementos por orientación (W).

### 1.4.1- CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CALOR POR TRANSMISIÓN.

Las pérdidas de calor por transmisión, son las debidas a la diferencia de temperatura existente entre el local calefactado objeto del cálculo y el exterior, o bien entre el local calefactado y otro no calefactado.



Las pérdidas por transmisión dependen de la calidad del cerramiento (dada por el coeficiente  $U$  de transmisión), de su espesor, de la superficie que ocupa y de la diferencia de temperatura o salto térmico entre el exterior y el interior.

Estos parámetros se relacionan por medio de la siguiente expresión, ecuación para las pérdidas caloríficas por conducción:

$$Q_T = U \cdot A \cdot \Delta t$$

Donde:

- $Q_T$ : Calor cedido por cada cerramiento o por el total de la habitación (W).
- $U$ : Transmitancia térmica de cada cerramiento de la habitación (W/m<sup>2</sup>K).
- $A$ : Área del cerramiento (m<sup>2</sup>).
- $\Delta t$ : Incremento de temperatura (K).

En los cálculos posteriores habrán de tenerse en cuenta las características geométricas de cada uno de los habitáculos a estudiar, así como todos los elementos constructivos que separan este con el exterior o locales no calefactados.

Como temperatura de referencia interior de la vivienda, se valoran diferentes temperaturas y se elige la temperatura de 20°C. La temperatura exterior de referencia es de -4°C.

La temperatura exterior de referencia entre un local calefactado y otro local no calefactado es de 8°C, mientras que la temperatura exterior entre el suelo y un local calefactado es de 6°C.



### 1.4.1.1.- CALCULO DE PÉRDIDAS DE CALOR POR SUPLEMENTOS.

#### 1.4.1.1.1.- SUPLEMENTOS POR INTERRUPCIÓN DE SERVICIOS ( $Z_{is}$ ).

Para el cálculo de la envolvente térmica, se han aislado de igual forma las tres fachadas del edificio (S,E,O), con lo que el  $Z_{is}$  de cada fachada, será el mismo, ya que depende de los elementos de construcción. Lo única posible variación, es la superficie de cada fachada, que se introduce en la ecuación final del cálculo de  $Z_{is}$ .

Elementos de construcción	Espesor (m)	Valor $X_i$
Muro de piedra	0,6	35
Aislamiento	0,06	5

$$Z_{is} = \frac{Z_{is1} \cdot S_1 + Z_{is2} \cdot S_2 + Z_{is3} \cdot S_3}{S_1 + S_2 + S_3}$$

$$S_{Sur} = 71,978 \text{ m}^2.$$

$$S_{Este} = 34,626 \text{ m}^2.$$

$$Z_{is} = \frac{\sum e_j \cdot x_j}{\sum e_j} = 33,125$$

$$S_{Oeste} = 17,313 \text{ m}^2.$$

$$Z_{is \text{ TOTAL}} = 33,125$$

#### 1.4.1.1.2.- SUPLEMENTOS POR ORIENTACIÓN ( $Z_o$ ).

Este suplemento, será el resultado de sumar a las pérdidas obtenidas a través de los cerramientos una cantidad que se obtiene de multiplicar las citadas pérdidas en cada cerramiento por un valor que varía según la orientación del local objeto de estudio. Los valores, son los dados en la siguiente tabla.



Orientación	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE
$Z_o$	0,05	0,025	0	0,025	0,1	0,025	0	0,025

A continuación se exponen todos los cálculos completos de las pérdidas por transmisión de todos los departamentos a calefactar del edificio, por medio de las siguientes tablas:

### PLANTA BAJA

VESTÍBULO	A(m <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> k)	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>e</sub> (°C)	Q <sub>T</sub> (W)	Z <sub>is</sub>	Z <sub>o</sub>	Q(W)
Muro exterior	10,73	0,3876	20	-4	99,8148	0,33125	0,05	137,869
Puerta exterior	1,8275	1,667	20	-4	73,1146	0,33125	0,05	100,99
Marco	0,24	2	20	-4	11,52	0,33125	0,05	15,912
Cristal	0,48	1,6	20	-4	18,432	0,33125	0,05	25,459
Suelo	4,44	0,4377	20	6	27,2074	0,33125	0,05	37,58
							$Q_o$	317,81

SALÓN	A(m <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> k)	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>e</sub> (°C)	Q <sub>T</sub> (W)	Z <sub>is</sub>	Z <sub>o</sub>	Q(W)
Muro exterior	10,73	0,3876	20	-4	99,8148	0,33125	0	132,8784
Marco	0,46	2	20	-4	22,08	0,33125	0	29,394
Cristal	0,86	1,6	20	-4	33,024	0,33125	0	43,9632
Suelo	18,5	0,4377	20	6	113,3643	0,33125	0	150,9162
							$Q_o$	357,15

HABITACIÓN 3	A(m <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> k)	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>e</sub> (°C)	Q <sub>T</sub> (W)	Z <sub>is</sub>	Z <sub>o</sub>	Q(W)
Muro exterior	8,12	0,3876	20	-4	75,5355	0,33125	0,05	104,3334
Marco	0,46	2	20	-4	22,08	0,33125	0,05	30,498
Cristal	0,86	1,6	20	-4	33,024	0,33125	0,05	45,6144
Local no cale	7,54	0,528	20	8	47,7734	0,33125	0,05	65,9871
Suelo	7,28	0,4377	20	6	44,6104	0,33125	0,05	61,6181
							$Q_o$	308,05



BAÑO 2	A(m <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> k)	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>e</sub> (°C)	Q <sub>T</sub> (W)	Z <sub>is</sub>	Z <sub>o</sub>	Q(W)	
Local no cale	4,06	0,528	20	8	25,7242	0	0	25,7242	
Suelo	2,94	0,4377	20	6	18,0157	0	0	18,0157	
								<b>Q<sub>o</sub></b>	43,74

DISTRIBUIDOR 2	A(m <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> k)	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>e</sub> (°C)	Q <sub>T</sub> (W)	Z <sub>is</sub>	Z <sub>o</sub>	Q(W)	
Local no cale	2,9	0,528	20	8	18,3744	0	0	18,3744	
Puerta no cale	1,4544	2,25	20	8	39,2688	0	0	39,2688	
Suelo	2,1	0,4377	20	6	12,8684	0	0	12,8684	
								<b>Q<sub>o</sub></b>	70,51

### PRIMERA PLANTA

HABITACIÓN 1	A(m <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> k)	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>e</sub> (°C)	Q <sub>T</sub> (W)	Z <sub>is</sub>	Z <sub>o</sub>	Q(W)	
Muro exterior	23,2	0,3876	20	-4	215,8157	0,33125	0,05	298,0954	
Marco	1,802	2	20	-4	86,496	0,33125	0,05	119,4726	
Cristal	1,553	1,6	20	-4	59,6352	0,33125	0,05	82,3711	
Local no cale	15	0,8363	20	8	150,534	0,33125	0,05	207,9251	
Suelo no cale	15	0,7749	20	8	139,482	0,33125	0,05	192,6595	
								<b>Q<sub>o</sub></b>	900,52

HABITACIÓN 2	A(m <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> k)	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>e</sub> (°C)	Q <sub>T</sub> (W)	Z <sub>is</sub>	Z <sub>o</sub>	Q(W)	
Muro exterior	7,83	0,3876	20	-4	72,8378	0,33125	0,05	100,6072	
Marco	0,46	2	20	-4	22,08	0,33125	0,05	30,498	
Cristal	0,86	1,6	20	-4	33,024	0,33125	0,05	45,6144	
Local no cale	10,8	0,8363	20	8	108,3845	0,33125	0,05	149,7061	
Suelo no cale	5,2	0,7749	20	8	48,3538	0,33125	0,05	66,7886	
								<b>Q<sub>o</sub></b>	393,21



BAÑO 1	A(m <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> k)	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>e</sub> (°C)	Q <sub>T</sub> (W)	Z <sub>is</sub>	Z <sub>o</sub>	Q(W)	
Muro exterior	4,06	0,3876	20	-4	37,7677	0,33125	0,05	52,1667	
Marco	0,24	2	20	-4	11,52	0,33125	0,05	15,912	
Cristal	0,48	1,6	20	-4	18,432	0,33125	0,05	25,4592	
Local no cale	4,76	0,8363	20	8	47,7695	0,33125	0,05	65,9816	
								<b>Q<sub>o</sub></b>	159,52

COCINA	A(m <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> k)	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>e</sub> (°C)	Q <sub>T</sub> (W)	Z <sub>is</sub>	Z <sub>o</sub>	Q(W)	
Muro exterior	29	0,3876	20	-4	269,7696	0,33125	0,05	372,6193	
Marco	0,83	2	20	-4	39,84	0,33125	0,05	55,029	
Cristal	1,3925	1,6	20	-4	53,472	0,33125	0,05	73,8582	
Local no cale	25	0,8363	20	8	250,89	0,33125	0,05	346,5418	
								<b>Q<sub>o</sub></b>	848,05

DISTRIBUIDOR 1	A(m <sup>2</sup> )	U(W/m <sup>2</sup> k)	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>e</sub> (°C)	Q <sub>T</sub> (W)	Z <sub>is</sub>	Z <sub>o</sub>	Q(W)	
Marco	0,24	2	20	-4	11,52	0,33125	0,05	15,912	
Cristal	0,48	1,6	20	-4	18,432	0,33125	0,05	25,4592	
Local no cale	6,27	0,8363	20	8	62,9232	0,33125	0,05	86,9127	
Suelo no cale	2,7	0,7749	20	8	25,1068	0,33125	0,05	34,6787	
								<b>Q<sub>o</sub></b>	162,96

## 1.5.- PÉRDIDAS POR ENTRADA DE AIRE EXTERIOR.

### 1.5.1.- PÉRDIDAS POR RENOVACIÓN.

Con la finalidad de mantener las debidas condiciones de pureza en el ambiente de un local determinado, es preciso llevar a cabo la ventilación del mismo, sustituyendo el aire interior (con un elevado contenido de humedad, humos, lores, etc...), por aire exterior limpio.

El volumen del aire exterior que entra a un local, debido a la necesidad de ventilación se calculará a partir de la siguiente expresión:



$$V_v = n \cdot V$$

- n: Número de renovaciones por hora.
- V: Volumen del local (m<sup>3</sup>).

Se establecen unas renovaciones dependiendo del tipo de local a estudiar, tal como se expone en la siguiente tabla:

LOCAL	Ren/hora
Habitación	1
Cocina	1,5
Salón	1,25
Vestíbulo	1,25
Distribuidor	1
Baño	3
Escalera	1

A continuación, se exponen los resultados obtenidos de las pérdidas de renovación en cada uno de los locales de la vivienda:

#### PLANTA BAJA

LOCAL	n (Ren/hora)	Vol (m <sup>3</sup> )	V <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /h)
Habitación 3	1	21,112	21,11
Baño 2	3	8,526	25,58
Salón	1,25	53,65	67,06
Vestíbulo	1,25	12,876	16,1
Distribuidor 2	1	6,09	6,09
Escalera	1	8,352	8,35



## PRIMERA PLANTA

LOCAL	n (Ren/hora)	Vol (m <sup>3</sup> )	V <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /h)
Habitación 1	1	43,5	43,5
Habitación 2	1	31,32	31,32
Baño 1	3	13,804	41,41
Cocina	1,25	72,50	90,63
Distribuidor 1	1	18,183	18,18
Escalera	1	9,497	9,5

### 1.5.2.- PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN.

Las pérdidas de calor por infiltración, son debidas a la entrada de aire exterior a través de rendijas de ventanas y puertas. Éstas pérdidas, son obtenidas por el método de las rendijas, el cual se basa en el comportamiento empírico de las ventanas y puertas usualmente empleadas.

La ecuación por la que se rige éste método de cálculo, es el siguiente:

$$V_i = (\sum f_i \cdot L_i) \cdot R \cdot H$$

Donde:

- $f_i$ : Coeficiente de infiltración (tabla). Recordar, que la carpintería exterior es de madera con doble acristalamiento y estanca, con lo que  $f$  tiene el mismo valor para todos los locales a calefactar y es 2 m<sup>3</sup>/h·m.
- $L_i$ : Longitud de las fisuras de cada uno de los huecos (m).
- $R$ : Magnitud característica del local.
- $H$ : Magnitud característica del edificio, en este caso se trata de una vivienda de varias plantas, con una vivienda adosadas (B) y esta ubicada en el núcleo urbano (I), por lo que  $H = 1,14$ .

A continuación se exponen detalladamente las pérdidas por infiltración de cada uno de los locales con ventanas o puertas.



## PLANTA BAJA

- VESTÍBULO:

Área exterior: Una puerta y una ventana  $(2,15 \cdot 0,85) + (1,2 \cdot 0,6) = 2,5475 \text{ m}^2$ .

Área interior: Una puerta  $(2 \cdot 1,4) = 2,8 \text{ m}^2$ .

$$\frac{A_E}{A_I} = \frac{2,5475}{2,8} = 0,9098 \text{ m}^2 \Rightarrow R = 0,9$$

$$L = (2,15 \cdot 2) + 0,85 + (1,2 \cdot 2) + 0,6 = 8,15 \text{ m.}$$

$$V_i = 1,2 \cdot 8,15 \cdot 0,9 \cdot 1,14 = 16,7238 \text{ m}^3 / \text{h.}$$

- SALÓN:

Área exterior: una ventana  $(1,2 \cdot 1,1) = 1,32 \text{ m}^2$ .

Área interior: Dos puertas  $(2 \cdot 1,4) + (2,02 \cdot 0,72) = 4,2544 \text{ m}^2$ .

$$\frac{A_E}{A_I} = \frac{1,32}{4,2544} = 0,3103 \text{ m}^2 \Rightarrow R = 0,9$$

$$L = (1,2 \cdot 3) + (1,1 \cdot 2) = 5,8 \text{ m.}$$

$$V_i = 2 \cdot 5,8 \cdot 0,9 \cdot 1,14 = 11,9016 \text{ m}^3 / \text{h.}$$

- HABITACIÓN 3:

Área exterior: una ventana  $(1,2 \cdot 1,1) = 1,32 \text{ m}^2$ .

Área interior: Una puerta  $(2,02 \cdot 0,72) = 1,4544 \text{ m}^2$ .

$$\frac{A_E}{A_I} = \frac{1,32}{1,4544} = 0,9076 \text{ m}^2 \Rightarrow R = 0,9$$

$$L = (1,2 \cdot 3) + (1,1 \cdot 2) = 5,8 \text{ m.}$$

$$V_i = 2 \cdot 5,8 \cdot 0,9 \cdot 1,14 = 11,9016 \text{ m}^3 / \text{h.}$$



- DISTRIBUIDOR 2:

Área exterior: Una puerta  $(2,02 \cdot 0,72) = 1,4544 \text{ m}^2$ .

Área interior: Cuatro puertas  $(4 \cdot 2,02 \cdot 0,72) = 5,8176 \text{ m}^2$ .

$$\frac{A_E}{A_I} = \frac{1,4544}{5,8176} = 0,2500 \text{ m}^2 \Rightarrow R = 0,9$$

$$L = (2,02 \cdot 2) + 0,72 = 4,76 \text{ m.}$$

$$V_i = 2 \cdot 4,76 \cdot 0,9 \cdot 1,14 = 9,767 \text{ m}^3 / \text{h.}$$

## PRIMERA PLANTA

- HABITACIÓN 1:

Área exterior: Una ventana y una puerta acristalada  $(1,2 \cdot 1,1) + (2,04 \cdot 1,1) = 3,564 \text{ m}^2$ .

Área interior: Una puerta  $(2,02 \cdot 0,72) = 1,4544 \text{ m}^2$ .

$$\frac{A_E}{A_I} = \frac{3,5640}{1,4544} = 2,4505 \text{ m}^2 \Rightarrow R = 0,9$$

$$L = (1,2 \cdot 3) + (1,1 \cdot 2) + (2,04 \cdot 3) + (1,1 \cdot 2) = 14,12 \text{ m.}$$

$$V_i = 2 \cdot 14,12 \cdot 0,9 \cdot 1,14 = 28,974 \text{ m}^3 / \text{h.}$$

- HABITACIÓN 2:

Área exterior: una ventana  $(1,2 \cdot 1,1) = 1,32 \text{ m}^2$ .

Área interior: Una puerta  $(2,02 \cdot 0,72) = 1,4544 \text{ m}^2$ .

$$\frac{A_E}{A_I} = \frac{1,32}{1,4544} = 0,9076 \text{ m}^2 \Rightarrow R = 0,9$$

$$L = (1,2 \cdot 3) + (1,1 \cdot 2) = 5,8 \text{ m.}$$



$$V_i = 2 \cdot 5,8 \cdot 0,9 \cdot 1,14 = 11,9016 \text{ m}^3 / \text{h.}$$

- BAÑO 1:

$$\text{Área exterior: Una ventana } (1,2 \cdot 0,6) = 0,72 \text{ m}^2.$$

$$\text{Área interior: Una puerta } (2,02 \cdot 0,72) = 1,4544 \text{ m}^2.$$

$$\frac{A_E}{A_I} = \frac{0,72}{1,4544} = 0,4950 \text{ m}^2 \Rightarrow R = 0,9$$

$$L = (1,2 \cdot 2) + 0,6 = 3 \text{ m.}$$

$$V_i = 2 \cdot 3 \cdot 0,9 \cdot 1,14 = 6,156 \text{ m}^3 / \text{h.}$$

- COCINA:

$$\text{Área exterior: Dos ventanas } (1,2 \cdot 1,1) + (0,95 \cdot 0,95) = 2,223 \text{ m}^2.$$

$$\text{Área interior: Una puerta } (2,02 \cdot 1) = 2,02 \text{ m}^2.$$

$$\frac{A_E}{A_I} = \frac{2,223}{2,02} = 1,1002 \text{ m}^2 \Rightarrow R = 0,9$$

$$L = (1,2 \cdot 3) + (1,1 \cdot 2) + (0,95 \cdot 3) + (0,95 \cdot 2) = 10,55 \text{ m.}$$

$$V_i = 2 \cdot 10,55 \cdot 0,9 \cdot 1,14 = 21,6486 \text{ m}^3 / \text{h.}$$

- DISTRIBUIDOR 1:

$$\text{Área exterior: Una ventana } (1,2 \cdot 0,6) = 0,72 \text{ m}^2.$$

$$\text{Área interior: Cuatro puertas } (3 \cdot 2,02 \cdot 0,72) + (2,02 \cdot 1) = 6,3832 \text{ m}^2.$$

$$\frac{A_E}{A_I} = \frac{0,72}{6,3832} = 0,1128 \text{ m}^2 \Rightarrow R = 0,9$$

$$L = (1,2 \cdot 2) + 0,6 = 3 \text{ m.}$$

$$V_i = 2 \cdot 3 \cdot 0,9 \cdot 1,14 = 6,156 \text{ m}^3 / \text{h.}$$



Una vez se determina el caudal de aire exterior que entra a la vivienda, se determina la cantidad de calor necesaria para que éste aire se encuentre a la temperatura interior de cálculo. Se determina a partir de la siguiente expresión.

$$Q_R = V_a \cdot \rho_a \cdot C_{p_a} \cdot (T_i - T_e); \quad V_a = V_i + V_v.$$

- $Q_R$ : Cantidad de calor necesario para contrarrestar las pérdidas.
- $V_a$ : Caudal total de aire exterior que entra en la vivienda.
- $\rho_a$ : Densidad del aire.
- $C_{p_a}$ : Calor específico.

A continuación, se exponen en las siguientes tablas los resultados obtenidos por las pérdidas debidas a la entrada de aire exterior en cada uno de los locales a calefactar, de la vivienda.

### PLANTA BAJA

LOCAL	$V_i$	$V_v$	$V_a$	$C_{p_a} \cdot \rho_a$	$T_i$	$T_e$	$Q_R$
Habitación 3	11,902	21,11	33,0116	0,3	20	-4	237,6835
Baño 2	0	25,58	25,58	0,3	20	-4	184,176
Salón	11,902	67,06	78,9616	0,3	20	-4	568,5235
Vestíbulo	16,7238	16,1	32,8238	0,3	20	-4	236,3314
Distribuidor 2	9,767	6,09	15,857	0,3	20	-4	114,1704
Escalera	0	8,35	8,35	0,3	20	-4	60,12
						$Q_t$	<b>1401,0048</b>



## PRIMERA PLANTA

LOCAL	V <sub>i</sub>	V <sub>v</sub>	V <sub>a</sub>	C <sub>p</sub> <sub>a</sub> · ρ <sub>a</sub>	T <sub>i</sub>	T <sub>e</sub>	Q <sub>R</sub>
Habitación 1	38,974	43,5	82,474	0,3	20	-4	593,8128
Habitación 2	11,902	31,2	43,1016	0,3	20	-4	310,3315
Baño 1	6,156	41,41	47,566	0,3	20	-4	342,4752
Cocina	21,649	90,63	112,2786	0,3	20	-4	808,4059
Distribuidor 1	6,156	18,18	24,336	0,3	20	-4	175,2192
Escalera	0	9,5	9,5	0,3	20	-4	68,4
						<b>Q<sub>t</sub></b>	<b>2298,6446</b>

### 1.6.- CÁLCULO DEL SUELO RADIANTE.

Para la realización del cálculo del suelo radiante, se hacen diferente pasos como el cálculo de la temperatura del suelo, la temperatura de impulsión, caudal, velocidad del agua, pérdidas de carga en la instalación y colectores, bomba de expansión, etc.

#### 1.6.1.- TEMPERATURA DEL SUELO.

La norma indica que la temperatura del suelo no debe superar los 29°C ya que implica un malestar en el usuario del suelo radiante. Basándose en el principio de transmisión, sabiendo la temperatura interior y el valor R<sub>se</sub> se realiza la tabla siguiente, para conocer la temperatura necesaria:

$$T_{\text{suelo}} = Q / A \cdot R_{\text{se}} + T_{\text{int}}$$



### PLANTA BAJA

LOCAL	Q (W)	A (m <sup>2</sup> )	q (W/m <sup>2</sup> )	Tsuelo
Habitación 3	545,7335	7,28	74,9634	22,9984
Baño 2	227,9159	2,94	77,5224	23,1008
Salón	925,67	18,5	50,0362	22,0014
Vestíbulo	554,1414	4,44	124,8066	24,992
Distribuidor 2	184,68	2,1	87,9429	23,5176

### PRIMERA PLANTA

LOCAL	Q (W)	A (m <sup>2</sup> )	q (W/m <sup>2</sup> )	Tsuelo
Habitación 1	1494,3328	15	99,6222	23,9847
Habitación 2	703,5415	10,8	65,1427	22,6056
Baño 1	501,9952	4,76	105,4612	24,2183
Cocina	1656,4559	25	66,2582	22,6502
Distribuidor 1	338,1792	6,27	53,9361	22,1573

Como las tuberías de distribución, van lo suficientemente calientes y van a ser circuladas por cada uno de los distribuidores de cada una de las plantas, el calor que pierden los distribuidores se reparte por igual al resto de habitaciones de cada planta ya que los citados distribuidores, estarán lo suficientemente calientes debido a las tuberías de distribución de cada habitación. La nueva distribución queda de la siguiente manera:

### PLANTA BAJA

LOCAL	Q (W)	A (m <sup>2</sup> )	q (W/m <sup>2</sup> )	Tsuelo
Habitación 3	591,9	7,28	81,3049	23,2521
Baño 2	274,086	2,94	93,2265	23,7289
Salón	971,84	18,5	52,5319	22,1012
Vestíbulo	600,31	4,44	135,205	25,408



## PRIMERA PLANTA

LOCAL	Q (W)	A (m <sup>2</sup> )	q (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>suelo</sub>
Habitación 1	1578,87	15	105,258	24,2101
Habitación 2	788,086	10,8	72,9709	22,9187
Baño 1	586,54	4,76	123,2227	24,9287
Cocina	1741	25	69,64	22,7855

### 1.6.2.- TEMPERATURA DE IMPULSIÓN Y PASO DE SUELO RADIANTE.

La temperatura del agua que circula por las tuberías de la calefacción bajo el suelo, viene determinada por el valor de la demanda calorífica, por la temperatura ambiente, por el recubrimiento del suelo y por el espesor del mortero por que se echa por encima del tubo.

Para la elección de esta temperatura, el fabricante aconseja un paso de tuberías de 20 cm, además, nos dice que la temperatura entre el agua de impulsión y de retorno es de 10°C. Para obtener la temperatura de impulsión utilizamos la gráfica proporcionada por el fabricante.

De esta forma, los resultados obtenidos para la temperatura de impulsión (T<sub>a</sub>) son los siguientes.

## PLANTA BAJA

HABITACIÓN	q (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>a</sub> (°C)
Salón	52,532	20	31,2
Habitación 3	81,305	20	34,8
Baño 2	93,227	20	35,3
Vestíbulo	135,205	20	38,3



### PRIMERA PLANTA

HABITACIÓN	q (W/m <sup>2</sup> )	Ti (°C)	Ta (°C)
Habitación 1	105,258	20	36,4
Habitación 2	72,971	20	33,9
Baño	123,223	20	37,9
Cocina	69,640	20	33,3

En esta tabla, que obtiene una temperatura de impulsión de 38,3 °C en la planta baja y de 37,9 °C en la primera planta.

#### 1.6.3.- CALCULO DEL CAUDAL DEL AGUA.

Necesitamos saber la cantidad de agua que será necesaria para calefactar cada una de las estancias de la vivienda. Para ello, nos ayudamos con la siguiente fórmula.

$$Q = C \cdot Ce \cdot \Delta t$$

Q: Necesidades caloríficas de cada habitación (W)

C: Caudal de agua (l/s)

Ce: 1 kCal / kg · °C

$\Delta t$ : Variación de temperatura en grados centígrados de la temperatura del agua entre la ida y el retorno en cada uno de los circuitos. Sabemos por el fabricante que este valor son 10°C.

Así pues, las necesidades de caudal de cada habitación son las que vienen expresadas en la siguientes tablas.



### PLANTA BAJA

HABITACIÓN	Q (W)	$\Delta t$ (°C)	C (l/s)
Salón	591,9	10	0,0141
Habitación 3	274,09	10	0,0065
Baño 2	971,84	10	0,0232
Vestíbulo	600,31	10	0,0143

### PRIMERA PLANTA

HABITACIÓN	Q (W)	$\Delta t$ (°C)	C (l/s)
Habitación 1	1578,87	10	0,0377
Habitación 2	788,09	10	0,0188
Baño	586,54	10	0,0141
Cocina	1741	10	0,0159

#### 1.6.4.- VELOCIDAD DEL SUELO RADIANTE Y SELECCIÓN DE LOS DIÁMETROS DE LAS TUBERÍAS DEL SUELO RADIANTE.

Por indicación del fabricante los diámetros aconsejados para este tipo de viviendas son los siguientes.

16 \* 1,8 – corresponde una velocidad del fluido,  $(V) = 0,12$  l/m.

20 \* 1,9 – corresponde una velocidad del fluido,  $(V) = 0,2$  l/m.

Debido al escaso caudal necesario para calefactar las habitaciones, el diámetro de las tuberías elegido es de 16 \* 1,8. Sabemos además, que la velocidad del agua en todos los circuitos será menor de 0,4 m/s.



### 1.6.5.- PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN LOS CIRCUITOS.

Para calcular los diferentes valores de pérdidas de presión en los circuitos, necesitamos saber la longitud de cada circuito, para ello usamos una fórmula facilitada por el fabricante.

$$L = A / e + 2 \cdot I$$

Siendo:

L: Longitud de cada circuito (m).

A: Área del espacio a calefactar (m<sup>2</sup>).

e: Distancia entre tubos (m).

I: Distancia entre el colector y el área a calefactar (m).

Se debe tener en cuenta, que cada circuito de cada colector, no debe sobrepasar los 100 metros de distancia, algo que ocurre en bastantes circuitos debido a las dimensiones de las viviendas, así que lo que se hace, es calefactar estas habitaciones que sobrepasen la distancia estipulada en dos circuitos iguales, reduciendo así la distancia a la mitad. Como el fabricante indica que cada colector puede tener salida para doce circuitos, se estudia el lugar más adecuado para colocar el colector dentro de cada planta haciendo que cumpla la restricción de los 100 metros por circuito y la de no sobrepasar los doce circuitos por colector.

A su vez, para obtener la pérdida de presión por cada circuito, hay que realizar la siguiente operación.

$$\Delta P = \Delta P/m \cdot \text{Longitud}$$

$\Delta P/m$ : Este dato se obtiene de la tabla del material de las tuberías de los circuitos, en este caso, polietileno reticulado.

Longitud: Es la longitud que corresponde a cada circuito (obtenida en el apartado anterior).



Para calcular la caída total, una vez obtenida la longitud, es necesario conocer la pérdida de presión por metro de longitud que tiene cada circuito. Usando como datos de entrada a la gráfica de pérdidas de presión de las tuberías, el diámetro escogido y el caudal de cada circuito, obtenemos las pérdidas de presión en cada una.

Los datos se reflejan en las siguientes tablas.

### PLANTA BAJA (Colector 1)

HABITACIÓN	LONGITUD (m)	CAUDAL	PÉRDIDA CARGA (Pa/m)	PÉRDIDA CARGA (Pa)
Salón-a	50,6	0,00705	10,5	531,3
Salón-b	50,6	0,00705	10,5	531,3
Habitación 3	39,36	0,0065	8	314,88
Baño 2	18,5	0,0232	13,5	249,75
Vestíbulo	36,68	0,0143	10,7	392,48

### PRIMERA PLANTA (Colector 2)

HABITACIÓN	LONGITUD (m)	CAUDAL	PÉRDIDA CARGA (Pa/m)	PÉRDIDA CARGA (Pa)
Habitación 1	80,8	0,0377	22	1777,6
Habitación 2	58,39	0,0188	13	759,07
Baño 1	29,5	0,0141	10,5	309,75
Cocina-a	66,1	0,00795	8,5	561,85
Cocina-b	66,1	0,00795	8,5	561,85

#### 1.6.6.- EQUILIBRADO EN CADA COLECTOR.

Al estar cada colector a una presión diferente, se debe realizar una compensación de en el caudal del agua para cada colector, cerrando las válvulas de compensación que se



localizan en el colector de retorno. Para ello, realizamos una tabla con la siguiente operación.

$$\Delta P \text{ comp.} = \Delta P \text{ max.} - \Delta P \text{ circuito}$$

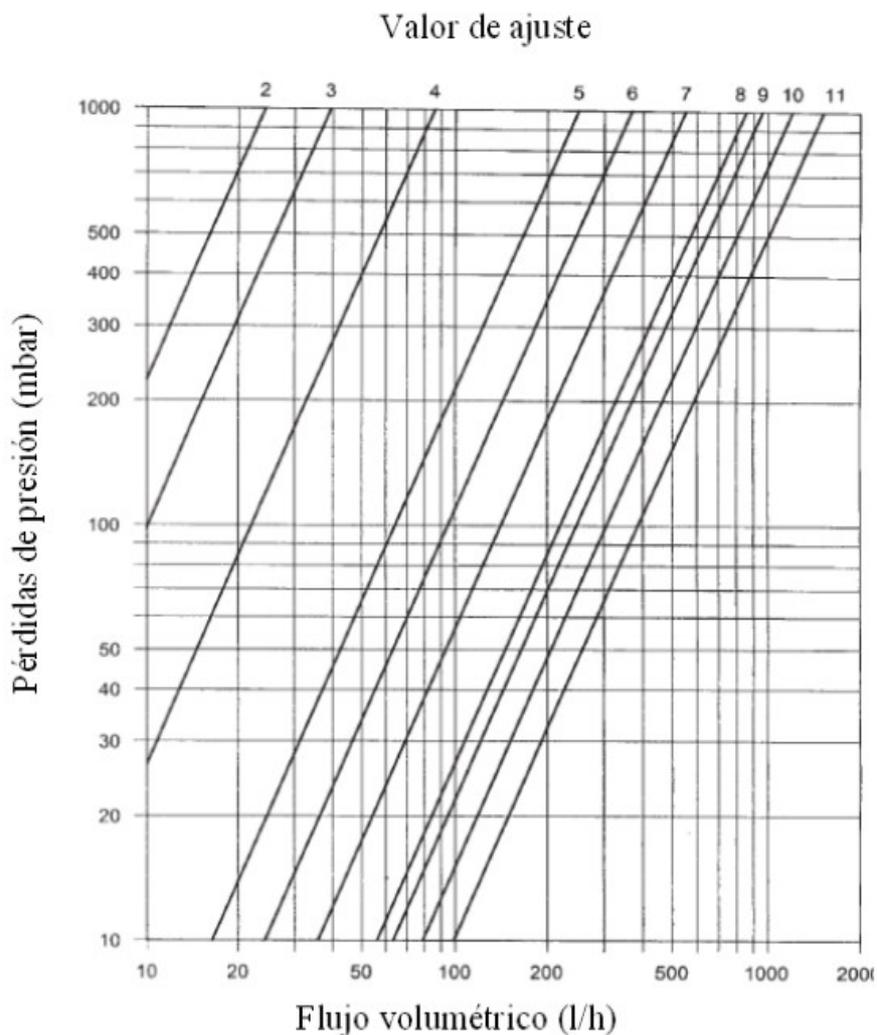
$\Delta P \text{ comp.}$ : Pérdida de carga de cada circuito, respecto a la máxima pérdida del colector.

$\Delta P \text{ max.}$ : Pérdida de carga máxima en el colector.

$\Delta P \text{ circuito}$ : Pérdida de carga de cada circuito.

Observamos, que en el colector 1 (Planta Baja), la pérdida máxima pertenece al salón (0,5313 kPa). En el colector 2 (Primera Planta), la pérdida máxima corresponde a la habitación 1 (1,7776 kPa).

Por medio de la gráfica facilitada por el fabricante, nos guiamos para la apertura de llaves según la diferencia de presión.



Para que las válvulas estén perfectamente calibradas y una vez giradas como indica la siguiente tabla, se hará una prueba de instalación para comprobar si las temperaturas de retorno son las correctas y si no es así, se ajustarán abriendo o cerrando las llaves, dependiendo de si éstas temperaturas son menores o mayores que las teóricas. Se harán las pruebas necesarias para conseguir los parámetros deseados.

Los resultados obtenidos para la apertura de llaves de cada circuito son los reflejados en las siguientes tablas.



### PLANTA BAJA (Colector 1)

HABITACIÓN	$\Delta P$ circuito (kPa)	$\Delta P$ comp (kPa)	Caudal (l/s)	Nº vueltas equilibrado
Salón-a	0,5313	0	0,00705	6
Salón-b	0,5313	0	0,00705	6
Habitación 3	0,31488	0,2164	0,0065	6
Baño 2	0,24975	0,2815	0,0232	T.A. (11)
Vestíbulo	0,39248	0,1388	0,0143	8

### PRIMERA PLANTA (Colector 2)

HABITACIÓN	$\Delta P$ circuito (kPa)	$\Delta P$ comp (kPa)	Caudal (l/s)	Nº vueltas equilibrado
Habitación 1	1,7776	0	0,0377	T.A. (11)
Habitación 2	0,7591	1,0185	0,0188	9
Baño 1	0,3098	1,4679	0,0141	8
Cocina-a	0,5619	1,2158	0,00795	6
Cocina-b	0,5619	1,2158	0,00795	6

#### 1.6.7.- CÁLCULO DE LA BOMBA.

Para el cálculo de la bomba, habrá que tener en cuenta la pérdida en el circuito de impulsión y retorno, la pérdida máxima de los dos colectores y la pérdida máxima de los circuitos de cada colector.

Las pérdidas de los circuitos se han calculado anteriormente, para saber como equilibrar el resto de los circuitos de cada colector.



Las pérdidas de los colectores, se obtienen de la gráfica del equilibrado de los circuitos de cada colector mirando cada circuito en la posición de totalmente abierta. Por lo tanto, los resultados obtenidos para cada colector son los siguientes.

- Colector 1 (Planta baja): Pérdida de 1,18 kPa.
- Colector 2 (Primera planta): Pérdida de 1,41 kPa.

Ahora, únicamente faltaría calcular las pérdidas por cada pieza que aparezca en el recorrido de impulsión y el de retorno. Para contabilizar las pérdidas por cada pieza que aparezca en el recorrido de la instalación se sigue el método de longitudes equivalentes.

La siguiente tabla muestra las longitudes equivalentes para los diámetros utilizados.

DIÁMETRO (mm)	Codo 90°	Te	Llave corte
25	0,76	0,3	4,3
32	1,01	0,4	5,65

De esta forma las longitudes totales de cada tramo son.

TRAMO	LONG.(m)	Codo	L.E.(m)	Te	L.E.(m)	Llave	L.E.(m)	TOTAL (m)
A-B	5,86	2	1,01	1	0,4	1	5,65	12,92
B-C	3,6	1	0,76	0	0	1	4,3	8,66



Los resultados de la caída de presión en el circuito de impulsión y retorno son:

TRAMO	DIAM. (M)	CAUDAL (l/s)	PERDIDA (kPa/m)	LONG. (m)	PERDIDA(kPa)
A-B	32	0,14	0,035	12,92	0,4522
B-C	25	0,0581	0,024	8,66	0,20784

Como se ha mencionado anteriormente, la pérdida total es:

$$\Delta P \text{ total} = \Delta P \text{ impulsión-retorno} + \Delta P \text{ colectores} + \Delta P \text{ circuitos.}$$

En la siguiente tabla, se reflejan los resultados finales totales:

CIRCUITO	IMPULSIÓN-RETORNO	COLECTOR	SUELO MAX.	TOTAL
1	0,9044	1,18	0,5313	2,6157
2	0,41568	1,41	1,7776	3,6033

Se llega a la conclusión de que la bomba tendrá que recircular agua con una caída de presión de 4,1438 kPa. (15% más como margen de seguridad).

### 1.7.- CALDERA.

La potencia calorífica de la caldera tiene que ser tal, que sea capaz de suministrar la potencia necesaria para la instalación de calefacción y para la instalación de A.C.S.

$$\text{Potencia total instalada} = 13132,64 + 637,146 = 13769,786 \text{ W}$$

Teniendo en cuenta un rendimiento de la caldera del 80%, la potencia mínima que deberá suministrar la caldera será de

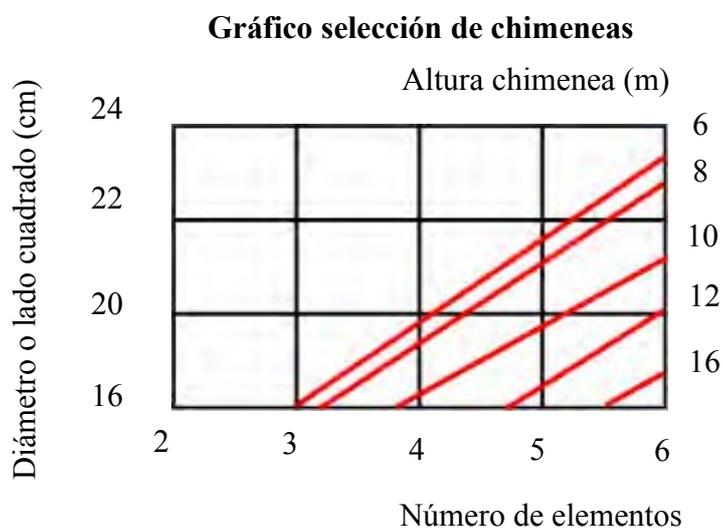
$$P_{\min} = 13769,786 / 0,8 = 17212,2325 \text{ W}$$



La caldera elegida para la instalación es el modelo LIDIA 20 GTA de la marca BAXI ROCA.

### 1.7.1.- CHIMENEA.

El diseño de la chimenea se ha realizado a través del siguiente gráfico que suministra el propio fabricante de la caldera.



Se ha optado por la colocación de una chimenea circular.

Teniendo en cuenta el colocar la chimenea hasta una altura de 1 metro por encima de la altura máxima de la cubierta, se obtiene que la altura desde su aparición en la cubierta es de 3,5 metros, por lo que la altura total de la chimenea es de 9,30.

El número de elementos es un dato facilitado por el fabricante de la caldera y es un total de 3 elementos.

Se obtiene un diámetro de chimenea de 16 centímetros.



## 1.8.- VASO DE EXPANSIÓN.

Las instalaciones de calefacción por agua caliente, se efectúan a circuito cerrado, incorporando depósitos de expansión cerrados.

La capacidad del vaso de expansión ( $V_u$ ) en litros, se determina a partir de la siguiente expresión.

$$V_u = V_i \cdot a$$

Donde:

-  $V_i$ : Volumen de agua de la instalación en litros.

-  $a$ : coeficiente de dilatación del agua. Para una temperatura media del agua de 50°C, le corresponde un  $a = 1,21$  %.

También, es necesario determinar el coeficiente de utilización ( $\eta$ ) que dependerá de la altura manométrica de la instalación ( $P_i$ ) y de la presión máxima de trabajo ( $P_f$ ).

$$\eta = (P_f + P_i) / P_f$$

Por lo tanto la capacidad total del depósito de expansión en litros es:

$$V_v = V_u / \eta$$

El volumen de agua que contiene la instalación ( $V_i$ ) es el resultado de sumar el volumen de agua que contienen las tuberías que conforman el suelo radiante y la caldera.

### TUBERÍAS

DÍAMETRO (mm)	LONGITUD (m)	VOLUMEN (l)
16	496,63	47,196
25	3,6	1,247
32	5,86	3,36
	TOTAL	51,803



Por lo tanto  $V_i = 51,803$  litros y  $V_u = 51,803 \cdot 0,0121 = 0,627$  litros.

Cálculo del coeficiente de utilización:

$$\eta = (4 - 1,6) / 4 = 0,6$$

La capacidad del depósito es:

$$V_v = 0,627 / 0,6 = 1,045 \text{ litros.}$$

Se selecciona el vaso de expansión VASOFLEX de la marca BAXI ROCA con capacidad para ocho litros (el más pequeño), apto para instalaciones de calefacción por agua caliente hasta 110 °C.

## 1.9.- DEPOSITO ACUMULADOR.

Se colocará un pequeño intercambiador de calor para reducir la temperatura del agua, ya que la caldera da una temperatura al agua de 80 °C que es la necesaria para la instalación de A.C.S. y a su vez, tenemos que conseguir una temperatura de 50 °C para la instalación de suelo radiante. Las tuberías que conectan la caldera y el intercambiador serán de 32 mm.

### 1.9.1.- VASO DE EXPANSIÓN (CALDERA-INTERCAMBIADOR).

El volumen de agua que contiene el tramo caldera-intercambiador es el que calculamos ahora.

Tubería de 32 mm de diámetro y 2 metros de longitud, hacen un total de 1,24 litros. La caldera, tiene una capacidad de 18,5 litros y el acumulador de agua 60 litros.

Por lo tanto  $V_i = 60 + 13 + 1,24 = 74,24$  litros.



Coefficiente de dilatación del agua ( $\alpha$ ), para una temperatura media del agua de 80 °C,  $\alpha = 2,96 \%$ .

$$V_u = 79,74 \cdot 0,0296 = 2,19 \text{ litros.}$$

A continuación, calculamos el coeficiente de utilización.

$$\eta = (4 - 1,6) / 4 = 0,6$$

La capacidad del depósito es:  $V_v = 2,19 / 0,6 = 3,67$  litros.

Se escoge el vaso de expansión VASOFLEX de la marca BAXI ROCA con capacidad para 8 litros (el más pequeño), apto para instalaciones de calefacción por agua caliente hasta 110 °C.

Además, el circuito, a pesar de tener pocas pérdidas llevara una pequeña bomba de impulsión, la elegida es la UPS 25-40 de la marca GRUNDFOS.

### 1.10.- DEPÓSITO DE GASÓLEO.

El consumo de combustible o la cantidad necesaria para calefacción y agua caliente anual, se deducirá en función de la potencia calorífica de la vivienda, de la zona climática en que se encuentra ubicada y del uso del edificio.

Se va a utilizar el método de los grados día para conocer la cantidad de litros necesarios al año para cubrir las necesidades energéticas.

De tal manera que sabiendo los grados-día acumulados en el año, que da un total de 1610,8 grados.

$$\text{Potencia de la Instalación de A.C.S.} = 637,146 \text{ W}$$

$$\text{Potencia de la Instalación de calefacción} = 13132,64 \text{ W}$$



Potencia total necesaria de la Instalación = 13769,786 W

Teniendo en cuenta la densidad relativa del Gasóleo C y el poder calorífico, se obtiene que la cantidad necesaria al año para cubrir las necesidades energéticas es de 1665,702 litros de Gasóleo-C.

Se decide instalar un depósito de 400 litro de gasóleo de la casa Roth, modelo Duo System 400.

Se harán cinco llenados al año, tres de los cuales se harán en la parte más fría del año, es decir, invierno, finales de otoño y principios de primavera, ya que serán las épocas del año en las que se va a necesitar más cantidad de combustible, ya que habrá mayor consumo de calefacción y agua caliente, y otros dos llenados en el resto del año (época más cálida del año).



## 2.- INSTALACIÓN SOLAR.

En este apartado tratamos de conseguir el aprovechamiento de la radiación solar para el calentamiento del A.C.S. Al no ser posible, que durante todos los meses del año, sea suficiente con la energía solar, la caldera de gasoil actuará como fuente alternativa de energía cuando se produzca la deficiencia solar.

### 2.1.- ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE COLECTORES.

Para realizar los cálculos del número total de colectores solares necesarios para abastecer la demanda de energía, se deben conocer anteriormente, datos previos como el de la latitud ( $42^{\circ} 36'$ ) y especificar, que los paneles solares, se colocarán a una inclinación de  $50^{\circ}$  para in mejor aprovechamiento solar debido a la zona en la que se va a ejecutar el presente proyecto. También se tomará como indica el C.T.E. un máximo de 5 personas para una vivienda de 3 habitaciones, pudiendo llega a un total de 6 personas.

Además, según indica el C.T.E. el consumo de agua al día por persona en una vivienda unifamiliar, es de 30 litros/día con una temperatura de referencia de  $60^{\circ}\text{C}$ . De esto se obtiene un consumo al día en la vivienda de 150 litros.

#### 2.1.1.- NECESIDADES ENERGÉTICAS.

Para obtener las necesidades energéticas, se sigue la siguiente fórmula

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

m: Consumo (l/día).

c: Calor específico del agua.

$\Delta t$ : Diferencia de temperatura entre la de referencia y la temperatura del agua de la red en cada mes ( $^{\circ}\text{C}$ ).



Los datos de las necesidades energéticas, vienen dados en la siguiente tabla.

	Días	Tm agua red	Litros/mes	Pot. Calor. (MJ)
Enero	31	5	4650	1070,57
Febrero	28	6	4200	949,38
Marzo	31	8	4650	1012,17
Abril	30	10	4500	941,85
Mayo	31	11	4650	953,78
Junio	30	12	4500	904,18
Julio	31	13	4650	914,85
Agosto	31	12	4650	934,32
Septiembre	30	11	4500	923,01
Octubre	31	10	4650	973,25
Noviembre	30	8	4500	979,52
Diciembre	31	5	4650	1070,57
			<b>TOTAL</b>	<b>11627,45</b>

### 2.1.2.- ENERGÍA TOTAL TEÓRICA INCIDENTE EN UNA SUPERFICIE INCLINADA.

Para conocer este valor se utiliza la siguiente expresión.

$$E = k \cdot H \cdot 0,94$$

- k: factor de corrección en función de la inclinación de los colectores y de la latitud de la localidad en que se dispondrá la instalación de energía solar (Latitud 42° 36', Inclinación 50°).

- H: irradiación media que incide sobre un m<sup>2</sup> de superficie horizontal (MJ).



- 0,94: factor de aplicación para obtener el valor efectivo de la energía útil o aprovechable.

Los datos que se obtiene vienen dados en la siguiente tabla.

	H (MJ)	FACTOR K	ENERGÍA TOTAL TEÓRICA (MJ)
Enero	5	1,44	6,768
Febrero	7,4	1,31	9,112
Marzo	12,3	1,16	13,412
Abril	14,5	1	13,630
Mayo	17,1	0,89	14,306
Junio	18,9	0,86	15,279
Julio	20,5	0,9	17,343
Agosto	18,2	1,02	17,450
Septiembre	16,2	1,21	18,426
Octubre	10,2	1,44	13,807
Noviembre	6	1,59	8,968
Diciembre	4,5	1,56	6,599

### 2.1.3.- RENDIMIENTO DEL COLECTOR.

El tipo de colector elegido es el VITOSOL 200-F de VIESSMANN. El fabricante nos da una ecuación del rendimiento del colector.

$$H = 0,84 - 3,36 (t_m - t_a / I)$$

$t_m$ : Temperatura promedio del fluido que circula por el colector (45°C).

$t_a$ : Temperatura media ambiente (°C).



Además de esto, se debe conocer el valor de la radiación (I) que viene medida en  $W / m^2$  y que se obtiene de dividir la energía total teórica (E) entre el número de horas de sol útiles que tienen cada mes al día, expresada en segundos.

Los datos obtenidos del rendimiento del colector respecto a la radiación solar son los siguientes.

	<b>Tª AMBTE. MEDIA</b>	<b>E (J)</b>	<b>Nº HORAS DE SOL ÚTILES</b>	<b>I (W / m²)</b>	<b>RENDITO. %</b>
Enero	7	6768000	8	235	29,67
Febrero	7	9112360	9	281,25	38,6
Marzo	11	13411920	9	413,95	56,4
Abril	13	13630000	9,5	398,54	57,02
Mayo	16	14305860	9,5	418,3	60,71
Junio	20	15278760	9,5	446,75	65,2
Julio	22	17343000	9,5	507,11	68,76
Agosto	23	17450160	9,5	510,24	69,51
Septiembre	20	18425880	9	568,7	69,23
Octubre	15	13806720	9	426,13	60,35
Noviembre	10	8967600	8	311,38	46,23
Diciembre	8	6598800	7,5	244,4	33,13

#### 2.1.4.- ENERGÍA NETA DISPONIBLE POR $m^2$ DE COLECTOR.

Para calcular la energía neta disponible, se realiza una tabla en la que consta de los siguientes. Energía teórica (E) en MJ, Rendimiento del colector correspondiente a cada mes del año (calculado en el apartado anterior), Aportación solar por  $m^2$  que se calculará multiplicando la energía teórica (E) por el rendimiento del colector, Energía neta por  $m^2$  que se obtiene de la siguiente multiplicación.



$$\text{Energía neta por m}^2 = E \cdot 0,85 \cdot \text{n}^\circ \text{ días mes.}$$

De esta forma, los datos obtenidos en la tabla son los siguientes.

	<b>E (MJ)</b>	<b>RENDITO. %</b>	<b>APORTACIÓN SOLAR (m<sup>2</sup>)</b>	<b>ENERGÍA NETA POR m<sup>2</sup> (MJ)</b>
Enero	6,77	29,67	2,01	52,91
Febrero	9,11	38,6	3,52	83,71
Marzo	13,41	56,4	7,56	199,32
Abril	13,63	57,02	7,77	198,18
Mayo	14,31	60,71	8,69	228,85
Junio	15,28	65,2	9,96	254,02
Julio	17,34	68,76	11,93	314,22
Agosto	17,45	69,51	12,13	319,62
Septiembre	18,43	69,23	12,76	325,28
Octubre	13,81	60,35	8,33	219,56
Noviembre	8,97	46,23	4,15	105,72
Diciembre	6,6	33,13	2,19	57,61
			<b>TOTAL</b>	<b>2359,01</b>

### 2.1.5.- CÁLCULO DEL NÚMERO DE COLECTORES Y ESTUDIO DE LA COBERTURA ENERGÉTICA SOLAR.

La superficie necesaria que debe de sumar como mínimo los paneles solares, se obtiene de dividir la energía necesaria por la energía que nos aporta el sol en la localidad en la que está ubicada la vivienda, con lo que el resultado obtenido será el siguiente.

$$\text{Superficie necesaria} = 11627,45 / 2359,01 = 4,929 \text{ m}^2.$$



Por los datos facilitados por el fabricante, se conoce que, el modelo de captador escogido (Vitosol 200-F), le corresponde una superficie de absorción de 2,3 m<sup>2</sup>. Con lo que el número de colectores a instalar, será:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de colectores} = 4,929 / 2,3 = 2,14 \approx 3 \text{ colectores.}$$

La superficie total a instalar, es el producto del número de colectores necesarios por el área de cada colector.

$$\text{Superficie total a instalar} = 3 \cdot 2,3 = 6,9 \text{ m}^2.$$

Mediante la tabla siguiente, se hace un estudio de la energía aportada por cada colector en cada mes, las necesidades energéticas de cada mes y la cantidad de déficit energético que se obtiene en alguno de los meses del año.

	<b>ENERGÍA COLECTORES (MJ)</b>	<b>NECESIDADE S A.C.S. (MJ)</b>	<b>% SUSTITUCIÓN</b>	<b>DÉFICIT ENERGÉTICO (MJ)</b>
Enero	365,1	1070,57	34,1	705,47
Febrero	577,623	949,38	60,84	371,76
Marzo	1375,307	1012,17	100	0
Abril	1367,453	941,85	100	0
Mayo	1579,079	953,78	100	0
Junio	1752,770	904,18	100	0
Julio	2168,152	914,85	100	0
Agosto	2205,344	934,32	100	0
Septiembre	2244,460	923,01	100	0
Octubre	1514,947	973,25	100	0
Noviembre	729,440	979,52	74,47	250,08
Diciembre	397,481	1070,57	37,13	673,09



## 2.2.- DEPOSITO ACUMULADOR.

Para calcular el volumen del deposito acumulador a utilizar, se emplea una fórmula facilitada por el fabricante de los colectores solares.

$$V = \frac{2v_p \cdot p \cdot (t_w - t_k)}{t_{sp} - t_k}$$

Siendo:

V: Volumen mínimo del acumulador (l).

$v_p$ : Demanda de agua caliente (30 litros por persona y día).

P: Número de ocupantes (5 personas).

$T_w$ : Temperatura del agua caliente en la toma (45 °C).

$T_k$ : Temperatura del agua fría (12 °C).

$T_{sp}$ : Temperatura del agua caliente sanitaria en el interacumulador (60 °C).

Sustituyendo los valores, se obtiene que el depósito acumulador que hemos de utilizar, ha de tener como mínimo una capacidad para 206,25 litros.

A su vez, también debe cumplir lo expuesto en el C.T.E.

$$50 < \frac{V}{A} > 180$$

Siendo

A: la suma de las áreas de los captadores [ $m^2$ ];

V: el volumen del depósito de acumulación solar [litros].

Por lo tanto el depósito debe tener una capacidad mínima de 345 litros.



El deposito elegido es Vitocell 100-B de 500 litros y dos serpentines, de la marca Viessmann.



## 2.3.- CIRCUITO PRIMARIO.

### 2.3.1.- FLUIDO CALOPORTADOR.

El fluido que circula a través de las tuberías que unen los colectores con el acumulador, es una mezcla de agua con anticongelantes, para evitar que se produzcan congelaciones en el fluido en el mes más frío del año y cause daños en la instalación.

Una de las propiedades esenciales a cumplir es el de tener un punto de congelación bajo. La instalación debería estar preparada para soportar cinco grados menos que la mínima registrada en la región. En Navarra la mínima histórica es de  $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con lo que la instalación deberá soportar hasta  $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El fabricante de los colectores, que suministra el fluido caloportador, puntualiza que soporta hasta  $-28^{\circ}\text{C}$ .

### 2.3.2.- DISEÑO DEL CIRCUITO.

Tenemos que determinar la sección mínima que deben tener las conducciones para que la pérdida de carga no se sobre pase de un límite razonable, generalmente no debe ser superior a los 40 mm.c.a. por metro lineal de tubería. Así su vez, la velocidad máxima recomendada con que debe circular el fluido no debe llegar a los 2 m/s.

El fabricante de los colectores solares, recomienda para el dimensionado de las tuberías en instalaciones de energía solar de hasta  $20\text{ m}^2$  de superficie de absorción, el funcionamiento con caudal elevado. Siendo este caudal aproximadamente 40 l/h por metro cuadrado de superficie de absorción.

La superficie está formada por tres colectores solares de  $2,3\text{ m}^2$  de superficie absorbidora cada uno, con lo que el caudal total será.

$$40\text{ l/h} \cdot 6,9\text{ m}^2 = 276\text{ l/h} \rightarrow 0,276\text{ m}^3/\text{h}.$$



Fijamos una pérdida de carga en las tuberías de 20 mm.c.a., de tal manera que no superen los 40 mm.c.a. y se comprobará que cumpla también el requerimiento de la velocidad del fluido. Para ello, se comprueba en la gráfica para tuberías de cobre, introduciendo como valores de entrada la pérdida de carga y el caudal y obteniendo los valores del diámetro interior y la velocidad.

El resultado obtenido es una tubería de cobre de 18 mm de diámetro interior y una velocidad de 0,32 m/s, con lo que cumple con las dos especificaciones marcadas.

### 2.3.3.- BOMBA DE CIRCULACIÓN.

La bomba de circulación ha de ser capaz de mover el caudal requerido ( $0,276 \text{ m}^3/\text{h}$ ) y suministrar las pérdidas de carga global de la instalación.

La pérdida global de carga es el resultado de sumar las pérdidas de carga producidas en el colector solar, las pérdidas de carga totales en tuberías y las pérdidas de carga en el intercambiador.

- Pérdidas de carga en el colector.

El fabricante proporciona una gráfica que relaciona el caudal con las pérdidas de carga. Para el modelo Vitosol 200 se obtiene una pérdida de carga de 122 mbar por colector.

$$122 \text{ mbar/colector} \cdot 3 \text{ colectores} = 366 \text{ mbar} = 0,366 \text{ bar} = 3,66 \text{ m.c.a.}$$

- Pérdidas de carga en las tuberías.

Las pérdidas de carga totales, son el resultado de la suma de las pérdidas debidas al rozamiento (pérdidas lineales) y las pérdidas debidas a los accesorios: codos, tes, válvulas, etc (pérdidas singulares).

a) Pérdidas Lineales: como se ha comentado en el apartado anterior, la pérdida de carga es de 20 mm.c.a. por metro de tubería. La longitud total de la tubería es de 37,6613 m.



b) Pérdidas singulares: para calcular estas pérdidas empleamos el Método de la longitud equivalente: este método está basado en la sustitución de cada uno de los accesorios que existan en un tramo de tubería por una longitud ficticia de tramo recto, tal que las pérdidas de carga que se produzcan en dicho tramo sean iguales a las que se producen en el elemento considerado; denominándose esa longitud ficticia con el nombre de longitud equivalente del accesorio considerado. Es el método seleccionado en este proyecto.

SINGULARIDAD	CANTIDAD	LONG. EQUIVALENTE $L_E$ (M)	LONG. TOTAL (m)
Codo de 90°	4	0,2	0,8
Entrada depósito	6	0,5	3
Derivación en Te	1	1	1
Salida depósito	1	1,5	1,5
Llave de corte	10	1	10
		Total	16,3

Entonces se tiene:

$$L_{\text{VIRTUAL}} = L_{\text{TRAMOS RECTOS}} + L_{\text{EQUIVALENTE}} = 37,6613 + 16,3 = 53,9613 \text{ m.}$$

Por lo tanto, las pérdidas de carga que se producen en las tuberías serán:

$$20 \text{ mm.c.a./m} \cdot 53,9613 \text{ m} = 1079,226 \text{ mm.c.a.} \rightarrow 1,079226 \text{ m.c.a.}$$

- Pérdidas de carga en el intercambiador.

El fabricante no nos proporciona un dato preciso de ésta pérdida. En general, se sabe que la pérdida de carga en los intercambiadores de calor incorporados en acumuladores es pequeña. Por lo que se tomará como valor de pérdida de carga 0,5 m.c.a.

La pérdida de carga que deberá suministrar la bomba, sera:

$$3,66 + 1,079226 + 0,5 = 5,239226 \text{ m.c.a.}$$



Se escoge la bomba UPS 25-100, de la marca GRUNDFOS.

### 2.3.4.- VASO DE EXPANSIÓN.

Para calcular el volumen del depósito de expansión se emplea una fórmula recomendada por el fabricante de los colectores solares. Es la siguiente.

$$V_N = \frac{(V_V \cdot V_2 + z \cdot V_k) \cdot (p_e + 1)}{p_e - p_s}$$

Donde.

$V_N$ : Volumen nominal del depósito de expansión (l).

$V_V$ : Interceptor hidráulico (medio portador de calor).

$V_V = 0,005 \cdot V_A$  en litros (mínimo 3 litros), en este caso, al ser menor se tomarán tres litros.

$V_A$ : Volumen del fluido de la instalación (l),  $V_A = 20,836$  litros. Siendo la capacidad del colector 1,83 litros y la del interacumulador 12,5 litros.

$V_2$ : Aumento del volumen con el calentamiento de la instalación:

$$V_2 = \beta \cdot V_A;$$

$$V_2 = 2,70868.$$

$\beta$ : Coeficiente de expansión para el fluido caloportador ( $\beta = 0,13$ ).

$p_e$ : Sobre presión final admisible en bares.

$$p_e = p_{SI} - 0,1 \cdot p_{SI}$$

$p_{SI}$ : Presión de escape de la válvula de seguridad  $\rightarrow 6$  bar.

$p_{ST}$ : Presión inicial del nitrógeno del vaso de expansión en bar.

$$p_{ST} = 1,5 + 0,1 \cdot h$$



h: altura estática de la instalación (m)  $\rightarrow 7,14$  m.

z: número de colectores solares  $\rightarrow z = 3$  colectores.

$V_k$ : Capacidad del colector (litros)  $\rightarrow V_k = 1,83$  litros.

Sustituyendo los datos anteriores, se obtiene:

$V_N = 27,352$  litros.

Se escoge el vaso de expansión VASOFLEX SOLAR N de la marca BAXI ROCA con capacidad para 35 litros.



## **2.4.- CIRCUITO SECUNDARIO.**

Este circuito esta formado por el conjunto de tuberías que conectan la caldera con el depósito acumulador.

### **2.4.1.- BOMBA DE CIRCULACIÓN.**

Como se comentó con anterioridad, el acumulador esta constituido por dos serpentines. El inferior, que se conecta a los colectores solares y el superior, que se conecta a la caldera, de tal forma que, cuando el circuito primario (colectores), no puedan suministrar la energía térmica para el calentamiento del agua de la red, se activará la bomba que transfiere el calor producido en la caldera (energía auxiliar).

La temperatura de entrada del agua de red al acumulador es de unos 10 °C y la temperatura de salida es próxima a los 50 °C.

Teniendo en cuenta que la caldera y el acumulador se encuentran muy próximos uno del otro, las pérdidas serán muy bajas además de que el número de accesorios necesarios en la conexión también será muy bajo.

El modelo de la bomba de circulación elegido es UPS 25-40 de la marca GRUNDFOS.

## **2.5.- CÁLCULO DE LA RED DE AGUA CALIENTE.**

Lo primero que debemos saber es, el gasto de agua que cada grifo o aparato doméstico causa en la vivienda.



APARATO DE CONSUMO	CAUDAL
Lavabo	0,1
Bidé	0,1
Sanitario	0,1
Bañera	0,3
Ducha	0,2
Lavavajillas	0,2
Lavadora	0,2

Según los aparatos de la vivienda, se obtiene que en la planta baja se podrá llegar a tener como máximo un caudal de 0,3 l/s si funcionan todos los aparatos existentes y grifos, mientras que en la primera planta el caudal máximo será de 0,6 l/s. Obtenemos un caudal total máximo de 0,9 l/s.

### 2.5.1.- CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS DE LAS TUBERÍAS.

Para elegir el diámetro adecuado de cada tubería según el caudal, se tiene en cuenta la velocidad del agua, que no debe superar los 2 m/s para que no haya excesivos ruidos y las pérdidas por metro que corresponden a cada diámetro escogido de tubería.

Los diámetros escogidos, vienen dados en las siguientes tablas, junto con la velocidad y las pérdidas de carga por metro.



### PLANTA BAJA

Tramo	Caudal (l/s)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	$\Delta P / m$ (Pa)
A-B	0,9	32	1,119	400
B-C	0,3	20	0,955	500
C-1	0,2	20	0,636	230
C-2	0,1	15	0,566	300
B-A'	0,6	32	0,746	250

### PRIMERA PLANTA

Tramo	Caudal (l/s)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	$\Delta P / m$ (Pa)
A'-B'	0,6	32	0,746	250
B'-C'	0,1	15	0,566	300
C'-1	0,1	15	0,566	300
B'-D'	0,5	25	1,018	460
D'-K'	0,1	15	0,566	300
K'-2	0,1	15	0,566	300
D'-E'	0,4	25	0,815	230
E'-3	0,1	15	0,566	300
E'-F'	0,3	20	0,955	500
K'-I'	0,1	15	0,566	300
C'-I'	0,1	15	0,566	300
I'-J'	0,2	20	0,636	230
J'-L'	0,2	20	0,636	230



## 2.5.2.- CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN LAS TUBERÍAS.

Para realizar el cálculo de la bomba necesaria para contrarrestar las pérdidas de presión que sufre el agua en su discurrir por las tuberías, se deben tener en cuenta las pérdidas primarias (tramos rectos) y las pérdidas secundarias (codos, tes, llaves de paso...).

La fórmula a seguir para el cálculo de la caída de presión es la siguiente:

$$\Delta P = \Delta P/m \cdot [\text{Longitud (m)} + \Sigma (\text{Elementos} \cdot \text{Long. Equiv.})]$$

Para acomodar las pérdidas secundarias a la fórmula anterior, se usa el método de las longitudes equivalentes.

Los resultados vienen expuestos en las siguientes tablas.

### PLANTA BAJA

Tramo	Caudal (l/s)	Longitud (m)	Codos	L.E.	Te	L.E.	Válvulas	L.E.	Pérdidas (Pa)
A-B	0,9	4,617	1	1,01	1	0,4	0	0	2410,72
B-C	0,3	0,214	0	0	1	0,2	1	0,21	312,05
C-1	0,2	2,214	2	0,63	0	0	0	0	799,04
C-2	0,1	1,71	2	0,5	0	0	0	0	813
B-A'	0,6	2,9	0	0	1	4,1	0	0	1750
<b>Total</b>									<b>6084,81</b>



### PRIMERA PLANTA

Tramo	Caudal (l/s)	Longitud (m)	Codos	L.E.	Te	L.E.	Válvulas	L.E.	Pérdidas (Pa)
A'-B'	0,6	0,187	0	0	1	1,01	0	0	299,28
B'-C'	0,1	5,032	1	0,5	1	0,15	1	0,18	1758,54
C'-1	0,1	0,80	1	0,5	0	0	0	0	390
B'-D'	0,5	2,64	0	0	1	3,6	1	0,26	2989,82
D'-K'	0,1	0,10	0	0	1	0,15	0	0	75
K'-2	0,1	0,80	1	0,5	0	0	0	0	390
D'-E'	0,4	1,42	0	0	1	0,3	0	0	395,97
E'-3	0,1	0,50	1	0,5	0	0	0	0	300
E'-F'	0,3	0,92	2	0,63	1	0,2	0	0	1190
K'-I'	0,1	2,59	0	0	0	0	0	0	776,88
C'-I'	0,1	4,983	0	0	0	0	0	0	1494,84
I'-J'	0,2	0,237	0	0	1	3	0	0	744,51
J'-L'	0,2	7,416	3	0,63	0	0	0	0	2140,31
<b>Total</b>									<b>12945,14</b>

La bomba elegida, tendrá que superar una pérdida de presión con recirculación de 14,89 Kpa. (15% más como seguridad). La bomba es una UPS 25-50 de GRUNDFOS.

#### 2.5.3.- CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN.

La instalación de A.C.S. se ha realizado a circuito cerrado con lo que tendrá que contar con un vaso de expansión, que también será cerrado.

Las instalaciones de calefacción por agua caliente se efectúan a circuito cerrado, incorporando depósitos de expansión también cerrados.

La capacidad del vaso de expansión ( $V_u$ ) en litros, se determina a partir de la siguiente expresión:



$$V_u = V_i \cdot a$$

Donde:

-  $V_i$ : Volumen del agua de la instalación (litros).

-  $a$ : Coeficiente de dilatación del agua. Para una temperatura media del agua de 80 °C,  $a = 2,29 \%$ .

También será necesario determinar el coeficiente de utilización ( $\eta$ ) que depende de la altura manométrica de la instalación ( $P_i$ ) y de la presión máxima de trabajo ( $P_f$ ).

$$\eta = (P_f + P_i) / P_f$$

Por lo tanto, la capacidad total del depósito en litros es:

$$V_v = V_u / \eta$$

El volumen de agua que contiene la instalación ( $V_i$ ) es el resultado de sumar el volumen de agua que contienen las tuberías que conforman el circuito de A.C.S. y el depósito de acumulación.

- Tuberías:

DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m)	VOLUMEN (l)
15	16,51	2,918
20	11	3,456
25	4,06	1,993
32	7,704	6,196
	<b>Total</b>	<b>14,563</b>

- Depósito de acumulación: el volumen del depósito es de 345 litros.

Por lo tanto,  $V_i = 359,563$  litros y  $V_u = 359,563 \cdot 0,0229 = 8,234$  litros.



Calculamos el coeficiente de utilización:

$$\eta = (4 - 1,6) / 4 = 0,6$$

La capacidad del depósito es:  $V_v = 8,234 / 0,6 = 13,724$  litros.

Se escoge el vaso de expansión VASOFLEX de la marca BAXI ROCA con capacidad para 18 litros, apto para instalaciones de calefacción por agua caliente hasta 110 °C.

## 2.6.- CÁLCULO DE LA RED DE AGUA FRÍA.

La tabla anteriormente expuesta, para el cálculo de agua caliente sobre el gasto de agua, según sea en grifo o electrodoméstico en la vivienda, es aplicable también para el cálculo del agua fría.

De esta forma, el máximo caudal que puede circular por la planta baja simultáneamente es de 0,4 l/s. En la primera planta el caudal será de 0,9 l/s, teniendo un caudal máximo de 1,3 l/s.

### 2.6.1.- CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS.

Al igual que en el caso anterior de agua caliente, a la hora de elegir el diámetro de las tuberías de agua fría, se va a tener en cuenta la velocidad, que no sea superior a 2 m/s para evitar el exceso de ruidos, y las pérdidas de carga por metro que va a tener el diámetro escogido.

Los resultados obtenidos vienen expuestos en las siguientes tablas:



### PLANTA BAJA

Tramo	Caudal (l/s)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	$\Delta P / m$ (Pa)
A-D	1,3	40	1,04	440
D-E	0,4	25	0,815	310
E-F	0,2	20	0,636	295
E-G	0,2	20	0,636	295
G-H	0,1	15	0,566	350
G-I	0,1	15	0,566	350
D-A'	0,9	32	1,12	465

### PRIMERA PLANTA

Tramo	Caudal (l/s)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	$\Delta P / m$ (Pa)
A'-B'	0,9	32	1,119	465
B'-C'	0,3	20	0,96	480
C'-1	0,1	15	0,566	350
C'-D'	0,2	20	0,636	295
B'-E'	0,6	32	0,746	265
E'-2	0,1	15	0,566	350
E'-F'	0,5	25	1,02	430
F'-3	0,1	15	0,566	350
F'-G'	0,4	25	0,815	310
G'-4	0,1	15	0,566	350
G'-H'	0,3	20	0,96	480



## 2.6.2.- CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN LAS TUBERÍAS.

Generalmente, las pérdidas de presión en la instalación, suelen ser mucho menores que la presión que trae de la red general, por lo que no será necesario colocar una bomba de impulsión. De todas formas, se van a analizar dichas pérdidas para comprobar que no se obtienen una pérdidas de carga excesivas.

Se utiliza el mismo sistema que en el agua caliente, teniendo en cuenta las pérdidas primarias y las secundarias, con la misma fórmula:

$$\Delta P = \Delta P/m \cdot [\text{Longitud (m)} + \Sigma (\text{Elementos} \cdot \text{Long. Equiv.})]$$

Los resultados se ofrecen en las siguientes tablas:

### PLANTA BAJA

Tramo	Caudal (l/s)	Longitud (m)	Codos	L.E.	Te	L.E.	Válvulas	L.E.	Pérdidas (Pa)
A-D	1,3	5,625	0	0	1	0,5	0	0	2695
D-E	0,4	0,336	0	0	1	0,3	1	0,26	277,76
E-F	0,2	2,000	1	0,63	0	0	0	0	775,85
E-G	0,2	0,927	0	0	1	0,2	0	0	332,47
G-H	0,1	0,800	1	0,5	0	0	0	0	455
G-I	0,1	1,082	2	0,5	0	0	0	0	728,7
D-A'	0,9	0,900	0	0	1	4,1	0	0	2325
<b>Total</b>									<b>7589,78</b>



### PRIMERA PLANTA

Tramo	Caudal (l/s)	Longitud (m)	Codos	L.E.	Te	L.E.	Válvulas	L.E.	Pérdidas (Pa)
A'-B'	0,9	0,250	0	0	1	0,4	0	0	302,25
B'-C'	0,3	4,800	0	0	1	0,2	1	0,21	2500,8
C'-1	0,1	0,80	1	0,5	0	0	0	0	455
C'-D'	0,2	1,86	2	0,63	0	0	0	0	919,52
B'-E'	0,6	2,50	0	0	1	0,4	1	0,36	863,9
E'-2	0,1	0,50	1	0,5	0	0	0	0	350
E'-F'	0,5	0,89	0	0	1	0,3	0	0	509,55
F'-3	0,1	0,50	1	0,5	0	0	0	0	350
F'-G'	0,4	0,57	0	0	1	0,3	0	0	269,7
G'-4	0,1	0,50	1	0,5	0	0	0	0	350
G'-H'	0,3	0,84	2	0,63	0	0	0	0	1008
<b>Total</b>									<b>7878,72</b>

Como se puede observar, las pérdidas no son muy grandes, con lo que no será necesaria la colocación de una bomba impulsora.



TITULO DEL PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. EN UNA  
VIVIENDA RURAL**

AUTOR DEL PROYECTO:

**JAVIER JUSUÉ BIURRUN**

FECHA:

**06/09/2012**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN  
Y A.C.S. EN UNA VIVIENDA RURAL

DOCUMENTO 3

PLANOS

Javier Jusué Biurrun

Faustino Gimena Ramos

Pamplona, 06/09/2012



## Índice

- Plano nº 1: Ubicación de la vivienda
- Plano nº 2: Alzado principal
- Plano nº 3: Vistas laterales
- Plano nº 4: Planta baja
- Plano nº 5: Primera planta
- Plano nº 6: Cotas alzado principal
- Plano nº 7: Cotas vistas laterales
- Plano nº 8: Cotas planta baja
- Plano nº 9: Cotas primera planta
- Plano nº 10: Suelo radiante planta baja
- Plano nº 11: Suelo radiante primera planta
- Plano nº 12: A.C.S. planta baja
- Plano nº 13: A.C.S. primera planta
- Plano nº 14: Agua fría planta baja
- Plano nº 15: Agua fría primera planta
- Plano nº 16: Esquema instalación solar
- Plano nº 17: Esquema instalación hidráulica



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN  
Y A.C.S. EN UNA VIVIENDA RURAL

DOCUMENTO 4  
PLIEGO DE CONDICIONES

Javier Jusué Biurrun

Faustino Gimena Ramos

Pamplona, 06/09/2012



## Índice

1.- Definición y objeto del pliego	4
1.1.- Objeto	4
1.2.- Ámbito de aplicación	4
1.3.- Compatibilidad y relación entre los documentos	5
1.4.- Descripción del proyecto	5
1.5.- Normativa	6
2.- Generalidades	8
2.1.- Normas generares	8
2.2.- Condiciones legales	9
2.2.1.- Responsabilidades legales	10
2.2.1.1.- Empresa instaladora	10
2.2.1.2.- Empresa mantenedora	11
2.3.- Condiciones económicas	12
2.4.- Condiciones técnicas de los materiales	15
3.- Instalación de calefacción	17
3.1.- Condiciones técnicas de equipos y materiales	17
3.1.1.- Generalidades	17
3.1.2.- Caldera	17
3.1.3.- Quemadores	19
3.1.4.- Bomba de circulación	20
3.1.5.- Elementos de regulación	21
3.1.6.- Depósito de expansión	21
3.1.7.- Suelo radiante	22
3.1.8.- Otros elementos de la instalación	23
3.1.9.- Aislamiento térmico	25
3.2.- Sala de máquinas	27



3.3.- Combustible	28
3.4.- Condiciones de montaje de los elementos	30
3.4.1.- Instrucción general	30
3.4.2.- Tuberías	33
3.5.- Limpieza y comprobación de la ejecución	38
3.6.- Pruebas, puesta a punto y recepción	39
3.6.1.- Pruebas en tuberías	40
3.6.2.- Pruebas de libre dilatación	41
3.6.3.- Otras pruebas	41
3.7.- Puesta en marcha	41
3.7.1.- Certificado de la instalación	41
3.7.2.- Recepción provisional	42
3.7.3.- Recepción definitiva y garantía	43
3.8.- Mantenimiento	43
3.9.- Protección contra incendios	44
4.- Instalación solar	45
4.1.- Generalidades y descripción general	45
4.2.- Componentes de la instalación	45
4.2.1.- Generalidades	45
4.2.2.- Colectores	46
4.2.3.- Acumuladores	48
4.2.4.- Intercambiadores de calor	51
4.2.5.- Bomba de circulación	52
4.2.6.- Tuberías	54
4.2.7.- Válvulas	56
4.2.8.- Vasos de expansión	57
4.2.9.- Fluido de trabajo	59
4.2.10.- Purga de aire	60
4.2.11.- Aislante	60



4.2.12.- Sistemas de llenado	61
4.2.13.- Sistema eléctrico y de control	62
4.2.14.- Estructura soporte	63
4.3.- Montaje de la instalación	63
4.3.1.- Generalidades	63
4.3.2.- Captadores y soportes	66
4.3.3.- Acumulado	67
4.3.4.- Intercambiador	67
4.3.5.- Bomba	67
4.3.6.- Tuberías y accesorios	68
4.3.7.- Aislante	70
4.4.- Recepción y pruebas del funcionamiento de la instalación	71
4.5.- Mantenimiento	72
4.5.1.- Generalidades	72
4.5.2.- Programa de mantenimiento	73
4.5.3.- Vigilancia	74
4.5.3.1.- Mantenimiento preventivo	74
4.5.3.2.- Mantenimiento correctivo	74
4.5.4.- Operaciones de mantenimiento	75
4.5.4.1.- Comprobaciones mínimas	75
4.5.4.2.- Operación de mantmiento en la instalación solar	75
4.5.5.- Garantías	76



## **1.- DEFINICIÓN Y OBJETO DEL PLIEGO.**

### **1.1.- OBJETO.**

El objeto del presente documento, es el establecimiento y ordenación de las condiciones que han de regir en la contratación y ejecución de las obras de las instalaciones cuya finalidad es atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción individual y solar térmica.

El presente pliego de condiciones, es de aplicación, tanto al suministro, como a la ejecución de todas y cada una de las piezas y unidades de las que se componga la instalación.

Fijará así mismo, la calidad de los materiales, aparatos, equipos y cualquier elemento que deba emplearse para la ejecución de la instalación, así como las requisitos de montaje.

### **1.2.- ÁMBITO DE APLICACIÓN.**

El presente pliego de condiciones, es de aplicación a todos los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de la instalación.

Se indican en el presente pliego los certificados oficiales exigibles previo al suministro y por lo tanto colocación de los materiales, así como los ensayos oficiales o pruebas que la dirección facultativa de la obra, estime oportuno realizar con o sobre los materiales suministrados, para comprobar que la calidad de los mismos, corresponde con la avalada con las certificaciones aportadas por el fabricante en función de las exigencias.

Recoge también, las certificaciones a realizar referentes al funcionamiento de la instalación con los resultados consignados en acta firmada por el director facultativo de la obra, requisito previo a la recepción provisional y liquidación de la obra.



Los gastos de toda índole originados por la realización de ensayos, pruebas, etc., serán a cargo del contratista hasta la cuantía correspondiente al 1% del presupuesto ya incluido.

Se entiende que el contratista conoce y acepta en su totalidad el presente pliego de condiciones antes de comenzar la obra.

### **1.3.- COMPATIVILIDAD Y RELACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS.**

En caso de incompatibilidad o contradicción entre los planos y el pliego, prevalecerá lo escrito en el pliego. En cualquier caso, ambos documentos, tienen preferencia sobre los Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares y omitidos en los planos o viceversa. Habrá de considerarse como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté definida en uno u otro documento y figure en el presupuesto.

### **1.4.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

Las obras que comprenden el proyecto y que por lo tanto, se ajustarán a las condiciones señaladas en este pliego de condiciones, son las que se realicen en relación con la instalación descrita en este proyecto.

La descripción del proyecto y características de la instalación, se detallan en los siguientes Documentos: Memoria, Cálculos y Planos que se adjuntan junto a este documento.

Lo definido en este proyecto, podrá sustituirse por otros similares, con la aprobación del director de obra, siempre que se respete el nivel de calidad de los mismos, sean materiales de garantía y estén homologados cuando esto sea preciso.

- Los componentes de la instalación y sobre los que se aplicarán el presente pliego de condiciones son los siguientes:



- Instalación de calefacción, la cual utilizaremos para calefactar cada uno de los departamentos de la vivienda donde sea necesario, mediante una caldera de gasóleo. Descripción de todos los componentes, materiales y calidades.

- Instalación de un circuito de agua caliente sanitaria en toda la vivienda, mediante energía solar térmica, a través de colectores solares.

### 1.5.- NORMATIVA.

Para la redacción de este proyecto, se han tenido en cuenta varias normas y reglamentos, siendo los siguientes los principales:

- Real Decreto 1218/2002, del 22 de Noviembre, por lo que se modifica el Real Decreto 1751/1998, del 31 de Julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (R.I.T.E.) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (I.T.E.).

- Real Decreto 1751/1998, del 31 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (R.I.T.E.) y las Instrucciones Técnicas Complementarias (I.T.E.).

- Código Técnico de la Edificación. El Código tiene dos partes diferenciadas, en la primera parte se fijan las disposiciones generales y las condiciones técnicas y administrativas que deben cumplir las obras de edificación. Además en esta parte se enuncian las llamadas Exigencias Básicas que desarrollan los Requisitos Básicos, y que en número representan dos para seguridad, seis sobre seguridad en caso de incendio, ocho de seguridad de utilización, cinco de higiene salud y protección del medio ambiente, una de protección frente al ruido y cinco de ahorro de energía. En esta parte el Código define además el proyecto y los llamados ‘Documentos Reconocidos’, estos segundos de singular importancia previsible en este nuevo marco normativo que quiere fomentar la innovación. A continuación, nombramos los cinco referentes al ahorro de energía englobados en el apartado HE.



Documento Básico HE Ahorro de energía

HE 1 Limitación de demanda energética

HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas

HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

- NTE ICC: Norma Tecnológica de Edificación para Calderas.
- NTE IDL: Norma Tecnológica de Edificación para Combustibles.
- NTE IFC: Norma Tecnológica de Edificación para Agua Caliente.
- NTE IFF: Norma Tecnológica de Edificación para las Condiciones de Protección Contra Incendios de los Edificios.
- Ordenanzas Municipales.
- Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.



## **2.- GENERALIDADES.**

### **2.1.- NORMAS GENERALES.**

A continuación se presentan las normas generales de ejecución de obligado cumplimiento:

- El presente Pliego forma parte de la documentación del proyecto que se cita y se utilizará en las obras para la realización del mismo.

- Las dudas que surgieran, así como cualquier variación que se pretendiera realizar sobre la obra proyectada deberá ser puesta en conocimiento del Ingeniero Director de obra, que decidirá sobre ello. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la Contrata y los gremios o subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

- La contrata debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas y realizará todos los trabajos de acuerdo a las condiciones exigidas.

- Cuando el Ingeniero Director de obra advierta defectos en los materiales, trabajos ejecutados, o que los aparatos colocados no reúnan las condiciones requeridas, antes de verificarse la recepción definitiva de la obra podrá disponer que la parte defectuosa sea demolida y reconstruida de acuerdo con lo contratado.

- En cualquiera de los casos anteriormente mencionados, los gastos de demolición, reconstrucción y re-instalación que se ocasionen, serán por cuenta de la contrata, siempre que el incumplimiento de lo contratado o los defectos debidos a la obra exista realmente.

- Cuando los materiales y aparatos no fueran de la calidad requerida en el proyecto, el contratista deberá reemplazarlos por otros que se ajusten a las condiciones requeridas.

- No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos, si antes ser examinados y aceptados por el Ingeniero Director de obra.



La contrata, se hará cargo de grúas, máquinas y demás medios auxiliares para puesta en marcha y ejecución de los trabajos, no siendo en ningún caso responsabilidad alguna del Propietario la ocurrencia de averías o accidentes personales que pudieran suceder.

## **2.2.- CONDICIONES LEGALES.**

La contrata es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto (la memoria no tendrá consideración de documento del proyecto). Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y construcción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el ingeniero director haya examinado y reconocido la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

Son causas suficientes de rescisión del contrato, las acciones que se señalan a continuación:

- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La quiebra de la contrata.
- El no dar la contrata el comienzo a los trabajos en el plazo señalado en las condiciones del proyecto.
- La alteración del proyecto por las siguientes causas:
  - Si la variación de alguna de las unidades de obra varían en más o menos el 40%.
  - Modificaciones fundamentales del proyecto siempre que la variación del Presupuesto varíe, en aproximadamente el 25% de unidades del proyecto modificados.
- El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.



- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a esta.

Una vez terminadas las obras y hallándose al parecer en las condiciones exigidas, se procederá a una recepción provisional dentro del mes siguiente a su finalización. Al acto de recepción concurrirán un representante autorizado por la propiedad contratante, el facultativo encargado de la dirección de la obra y el contratista, levantándose el acta correspondiente.

En caso de que las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar así en el acta y se darán las instrucciones precisas y detalladas por el facultativo al contratista con el fin de remediar los efectos observados, fijándose un plazo para efectuarlo, expirado el cual se hará un nuevo reconocimiento para la recepción provisional de las obras. Si la contrata no hubiera cumplido se declarará resuelto el contrato con pérdida de la fianza por no acatar la obra en el plazo estipulado, a no ser que la propiedad crea procedente fijar un nuevo plazo prorrogable.

El plazo de garantía comenzará a contarse a partir de la fecha de la recepción provisional de la obra. Sin perjuicio de las garantías que expresamente se detallan en el pliego de cláusulas administrativas, el contratista garantiza en general todas las obras que ejecute, así como los materiales empleado en ellas y su buena manipulación.

El plazo de garantía será de 1 año y durante este periodo el contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por dicha causa se produzcan, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización.

## **2.2.1.- RESPONSABILIDADES LEGALES.**

### **2.2.1.1.- EMPRESA INSTALADORA.**

Se considera Empresa Instaladora (EI) aquella legalmente establecida que, incluyendo en su objeto social las actividades de montaje y reparación de instalaciones sujetas a este reglamento y cumpliendo los requisitos mínimos establecidos en esta instrucción, se



encuentre inscrita en el registro correspondiente como Empresa Instaladora y que posea el correspondiente certificado emitido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde radique su sede social.

La ejecución de las instalaciones sujetas a este reglamento solamente puede ser realizada por empresas que estén registradas como empresas instaladoras en la especialidad adecuada a la instalación de que se trate.

Es obligación de la empresa instaladora la correcta ejecución del montaje de las instalaciones y las reparaciones que tuvieran que realizar, atendiéndose al proyecto y siguiendo las directrices y normas del director de obra, no pudiendo sin su autorización, variar trazos, cambiar materiales, introducir modificaciones en el proyecto de la instalación de su conjunto, en especial en su pliego de condiciones técnicas.

La empresa instaladora es responsable de la ejecución de la obra y de las pruebas parciales y totales, del equilibrado y puesta en marcha de cada subsistema de la instalación y del conjunto, hasta alcanzar las condiciones indicadas en el proyecto, así como de la emisión del certificado de la instalación al que se refiere la instalación técnica 06.5.1 del R.I.T.E.

La empresa instaladora deberá entregar al director de la obra la documentación mencionada en la instrucción técnica 06.5.2 del R.I.T.E., al momento de la Recepción Provisional.

#### **2.2.1.2.- EMPRESA MANTENEDORA.**

Se considera Empresa Mantenedora aquella legalmente establecida que incluyendo en su objeto social las actividades de mantenimiento y reparación de las instalaciones sujetas al reglamento actual y cumpliendo los requisitos mínimos indicados en la instrucción, se encuentra inscrita en el registro de Empresas Mantenedoras autorizadas y posea el certificado correspondiente otorgado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde se encuentre su sede social.



La Empresa Mantenedora es responsable de que el mantenimiento de la instalación y de las reparaciones que hubiera que realizar, sean las adecuadas para garantizar el uso racional de la energía y asegurar la duración y seguridad de la instalación, pudiendo modificar, las instrucciones de mantenimiento y manejo de la misma, siempre que se respeten los mínimos requeridos en la Instrucción Técnica I.T.E. 08 (R.I.T.E.).

La Empresa Mantenedora o el mantenedor autorizado, al hacerse cargo de una instalación, recopilarán la información sobre la documentación relacionada en la Instrucción Técnica I.T.E. 06.5.1 del instalador, si se trata de una nueva instalación o de la empresa de mantenimiento si se trata de instalaciones existentes. La reparación de las instalaciones pueden ser llevadas a cabo por cualquier empresa registrada como empresa instaladora o como empresa de mantenimiento en la especialidad adecuada a la instalación de la que se trate.

### **2.3.- CONDICIONES ECONÓMICAS.**

Como base fundamental de estas Condiciones Generales de índole Económica, se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, las ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Propietario.

Los precios de unidades de obra, así como los de materiales o de mano de obra de trabajos, que no figuren en los contratados, se fijaran contradictoriamente entre el Ingeniero Director y el Contratista o su representante expresamente autorizado a estos efectos. El Contratista los presentará descompuestos, siendo condición necesaria la presentación y la



aprobación de estos precios, antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá, bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no ser este documento el que sirva de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las cantidades de obra en su importe, se corregirán de cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del Contrato, señalados en los documentos relativos a las “Condiciones Generales de índole Facultativa” , sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de la adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y cantidad ofrecida.

El Contratista deberá percibir el importe de todas aquella unidades de obra que haya ejecutado, con arreglo a los documentos del Proyecto, a las condiciones de la Contrata y a las ordenes e instrucciones que, por escrito, entregue el Ingeniero Director, y siempre dentro de las cifras a que asciendan los presupuestos aprobados.

Tanto en las certificaciones como en la liquidación final, las obras serán, en todo caso, abonadas a los precios que para cada unidad de la obra figuren en la oferta aceptada, a los precios contradictorios fijados en el transcurso de las obras. De acuerdo con lo previsto en el presente Pliego de Condiciones Generales Económico a estos efectos, así como respecto a las partidas alzadas y obras necesarias complementarias.



En ningún caso, el número de unidades que se consigue en el Proyecto o en el Presupuesto podrá servir de fundamento para reclamaciones de ninguna especie.

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo que el que les corresponda, con arreglo al plazo en que deban terminarse.

No se admitirán mejoras de obra más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en unidades contratadas, salvo caso de error en mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

El Contratista estará obligado a asegurar la instalación contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva, la cuantía del seguro coincidirá, en cada momento, con el valor que tengan, por Contrata, los objetos que tengan asegurados.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la instalación durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que sea preciso para que se atienda al mantenimiento, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

El Ingeniero director se niega, de antemano, al arbitraje de precios, después de ejecutada la obra, en el supuesto que los precios base contratados no sean puestos en su conocimiento previamente a la ejecución de la obra.

La indemnización únicamente se referirá al abono de las unidades de obra ya realizadas o a materiales almacenados a pie de obra. En ningún caso, afectarán a propiedades de la contrata como, medios auxiliares, maquinaria, etc. La contrata está obligada a asegurar la



obra durante el tiempo que dure la ejecución, hasta la recepción definitiva. Los riesgos y condiciones del seguro, se pondrán en conocimiento del propietario antes de contratarlo.

#### **2.4.- CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES.**

Todos los materiales, estén o no mencionados en este Pliego de Condiciones, empleados en la ejecución del proyecto, han de ser de primera calidad y encontrarse en perfecto estado, no admitiéndose la colocación de materiales ya utilizados.

No se instalará ningún material sin la expresa aprobación del director de la obra.

Todos los materiales empleados y los trabajos realizados cumplirán la Resolución general de instrucción para la construcción del 31-10-1966.

Cualquier material empleado en la construcción e instalación de los equipos utilizados en las instalaciones de calefacción y agua caliente sanitaria, deberá ser resistente a las acciones a que este sometido en las condiciones de trabajo de forma que no podrá deteriorarse o envejecer prematuramente, en condiciones normales de utilización y en especial a altas o bajas temperaturas según su respectivo régimen de funcionamiento.

Cuando sea imprescindible utilizar en el mismo circuito, materiales diferentes, especialmente cobre y acero, en ningún caso estarán en contacto, debiendo situar entre ambos juntas o manguitos dieléctricos.

El contratista deberá disponer de la maquinaria y herramientas necesarias para llevar a cabo la obra en las condiciones adecuadas, cumpliendo con las normas generales y en el tiempo señalado.

Adjudicada la obra definitivamente, el contratista deberá presentar ante la dirección facultativa, los prototipos de los materiales a instalar, debiendo ir acompañados de los certificados oficiales que se exigen en este pliego, así como los catálogos, tablas, etc., que se crean necesarios.



Podrán realizarse los ensayos que se estimen oportunos con los prototipos presentados, bien sean destructivos u oficiales en los laboratorios, siendo los gastos ocasionados por cuenta del contratista, debiendo para ello presupuestar una partida del 1% del total del presupuesto para estos gastos.

La aprobación de los presupuestos no presupone una recepción de ningún tipo, pudiendo rechazarse cualquier material incluso después de colocado si no cumple con lo exigido en este Pliego de Condiciones.



### **3.- INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.**

#### **3.1.- CONDICIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES.**

##### **3.1.1.- GENERALIDADES.**

Todos los materiales, equipos y aparatos no tendrán en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras o señales de haber sido sometidos a malos tratos antes o durante la instalación.

Toda la información que acompañe a los equipos necesarios para la instalación deberán expresarse al menos en castellano y en unidades del Sistema Internacional S.I.

##### **3.1.2.- CALDERA.**

Los generadores de calor cumplirán con el Real Decreto 275/1995, del 24 de febrero por el que se dictan normas de aplicación aprobada la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42/CEE del 21 de mayo, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, de una potencia nominal igual o superior a 4kW e igual o inferior a 400kW.

Quedando 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 cuya naturaleza corresponda a subproductos o residuos cuya combustión no se vea afectada por limitaciones relativas al impacto ambiental como gases residuales, biogases, biomasa, etc.

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



- Información sobre rendimiento y potencia requerida por el Real Decreto 275/1195, del 24 de febrero, por el que se dictan medidas de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42/CEE.

- Condiciones de utilización de la caldera y condiciones nominales de salida del fluido portador.

- Dimensiones exteriores máximas de la caldera 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.).

- Dimensiones de la bancada.

- Características del fluido portador.

- Contenido del fluido portador de la caldera.

- Caudal mínimo del fluido portador que debe pasar por la caldera.

- Pesos en transporte y funcionamiento.

- Instrucciones de instalación, mantenimiento y limpieza de la caldera.

- Curvas de potencia-tiro necesarias 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 de las Comunidades Europeas 92/42/CEE.

## ACCESORIOS

Aparte de las exigencias determinadas por el Reglamento de Aparatos a Presión u otros que puedan afectarle, con toda caldera deberán incluirse:

- Aparatos de medida (manómetros, termómetros, etc.)

- Utensilios necesarios para limpieza y conducción si procede.

Los aparatos de medida irán situados en lugar visible y fácilmente accesible para su utilización y recambio, con las escalas adecuadas a la instalación.



Los termómetros medirán la temperatura del fluido portador en un lugar situado cerca de la salida por medio de un bulbo que, con su correspondiente vaina de protección, penetre en el interior de la caldera. No son admitidos en ningún caso los termómetros de contacto.

### **3.1.3.- QUEMADORES.**

#### CONDICIONES GENERALES

Los quemadores deben disponer de una etiqueta de identificación energética en la que se especifiquen los siguientes datos:

- Modelo, tipo de quemador y marca.
- Tipo de combustible.
- Nombre del fabricante e importador en caso necesario.
- Valores límites del gasto horario.
- Presión de alimentación del combustible del quemador.
- Potencias nominales para los valores anteriores del gasto.
- Tensión de alimentación.
- Dimensiones y peso.
- Potencia del motor eléctrico y, en este caso, potencia de la resistencia eléctrica.
- Nivel máximo de potencia acústica ponderado A, determinado según UNE 74105.

Todas las piezas y uniones del quemador serán perfectamente estancas.

La regulación de los quemadores de los generadores alimentados por combustibles sólidos o gaseosos cuya potencia sea menor o igual a 100 kW será de una sola marcha (encendido-apagado).



## DOCUMENTACIÓN

El proveedor aportará la documentación siguiente:

- Dimensiones y características generales.
- Esquema eléctrico y conexiones.
- Instrucciones de puesta en marcha, regulación y mantenimiento.
- Instrucciones de manejo.
- Características técnicas de cada uno de los elementos del quemador.

### 3.1.4.- BOMBA DE CIRCULACIÓN.

Es recomendable montar un manómetro antes y después de cada bomba de circulación para apreciar la diferencia de presiones entre la entrada y la salida.

La bomba deberá ir montada en un punto, tal que, se pueda asegurar que ninguna parte de la instalación quede en depresión con relación a la atmósfera. La presión a la entrada de la bomba deberá ser suficiente para asegurar que no se produzcan fenómenos de cavitación ni a la entrada ni en el interior de la bomba.

El conjunto motor-bomba deberá ser fácilmente desmontable, el eje del motor y de la bomba quedará bien alineado y se montará un acoplamiento elástico si el eje no es común.

Las bombas no ejercerán ningún esfuerzo sobre la red de distribución, salvo en instalaciones con bombas especiales preparadas para ser soportadas por las tuberías.

Las bombas serán resistentes a la presión máxima del circuito.

El motor y la bomba deben estar instalados en una zona con espacio a su alrededor, para facilitar así, la inspección a todas sus partes, en caso de ser necesario. Si existiera agua de goteo, debería ser conducida hasta el desagüe que corresponda.



Las bombas se seleccionaran de forma que el caudal y la pérdida de carga de diseño se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificada por el fabricante.

Las bombas se instalaran en la parte fría del circuito correspondiente y tendrán tomas para la lectura diferencial de la presión entre los puntos de aspiración e impulsión.

### **3.1.5.- ELEMENTOS DE REGULACIÓN.**

Los campos de control y regulación serán los apropiados para ser utilizados en los rangos en que normalmente va a trabajar la instalación tanto de temperatura, humedades, presión, etc.

Los elementos de control y regulación estarán situados en locales o elementos, de forma que, no pueda producirse una variación en la magnitud que debe medir o regular. Para ello, los termómetros y termostatos de ambiente estarán suficientemente alejados de las unidades térmicas, para que la radiación de ellos, no afecte directamente a los elementos sensibles del aparato en cuestión.

Los manómetros, termostatos, termómetros e hidrómetros, estarán situados en un lugar en el que se pueda ver fácilmente la posición de la escala indicadora o la posición de regulación que tiene cada uno. Todos los aparatos de regulación deberán poder estar fuera de servicio o sustituirse con la instalación en funcionamiento.

### **3.1.6.- DEPÓSITO DE EXPANSIÓN.**

Los circuitos de agua caliente deberán equiparse con el correspondiente vaso de expansión, pudiendo ser abierto o cerrado. El vaso de expansión cerrado deberá colocarse de forma correcta en la sala de máquinas y no podrá emplearse con colchón de aire en contacto directo con el agua del vaso. Estos vasos irán calorifugados y no expuestos a congelación y colocados en un lugar accesible en todo momento al personal de



mantenimiento. El dispositivo estará diseñado especialmente para evitar la congelación del agua en su interior cuando exista esta posibilidad por el tipo de clima.

En caso de colocar un vaso de expansión cerrado deberá estar situado perfectamente en la aspiración de la bomba, evitando así la formación de una bolsa de aire en el mismo.

La instalación debe estar equipada con un dispositivo que permita comprobar en cualquier momento el nivel del agua de la instalación.

### **3.1.7.- SUELO RADIANTE.**

Para la instalación empotrada, en tramos horizontales irá bajo el solado (suelo radiante) o suspendida del forjado, evitando atravesar elementos estructurales; en tramos verticales, discurrirán a través de rozas practicadas en los parámetros, que se ejecutarán preferentemente a máquina y una vez guarnecido el tabique. Tendrán una profundidad no mayor de 4 cm cuando sea ladrillo macizo y de 1 canuto para ladrillo hueco, siendo el ancho nunca mayor a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en tres hiladas superiores. Si no es así, tendrá una longitud máxima de 1m. Cuando se practique rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas, será de 50 cm. La separación de las rozas a cercos y premarcos será como mínimo de 20 cm. Las conducciones se fijarán a los parámetros o forjados mediante grapas, interponiendo entre estas y el tubo un anillo elástico.

Cuando se deba atravesar un elemento estructural u obras de albañilería, se hará a través de pasamuros según RITE-ITE 05.2.4.

No se utilizarán los tubos metálicos como tomas de tierra.

Se interpondrá entre los elementos de fijación y las tuberías un anillo elástico y en ningún caso se soldarán al tubo.



Para la fijación de los tubos, se evitará la utilización de acero/mortero de cal (no mu recomendado) y de acero/yeso (incompatible).

Se evitará utilizar materiales diferentes en una misma instalación, y si se hace, se aislarán eléctricamente de manera que no se produzca corrosión, pares galvánicos (por incompatibilidad de materiales: acero galvanizado/cobre).

Se evitarán las instalaciones mixtas cobre/acero galvanizado.

El recorrido de las tuberías no debe atravesar chimeneas ni conductos.

Antes de su instalación, las tuberías deben reconocerse y limpiarse para eliminar los cuerpos extraños.

### **3.1.8.- OTROS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.**

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

- Cualquier tipo de válvula deberá cumplir los requisitos de las normas que correspondan.

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.

Las válvulas y accesorios, deben tener una presión nominal mínima igual o mayor que PN6, salvo casos especiales como válvulas de pie.

- Las bocas de las chimeneas deberán estar por lo menos a un metro por encima de las cumbreas de los tejados, muros o cualquier otro obstáculo o estructura, distante de 10m. La sección del conducto de humos será circular, cuadrada, elíptica o rectangular. En estos dos últimos casos la relación entre los ejes o lados más pequeños y sus correspondientes mayores no será inferior a 2/3.



Se preverá en la parte inferior del tramo vertical del conducto de humos el correspondiente registro de limpieza en fondo de saco y suficientes registros en los tramos no verticales, así mismo, los conductos de unión del tubo de humos a caldera estarán colocados de manera que sean fácilmente desconectables de ésta y preferentemente serán metálicos.

La unión estará soportada rígidamente y las uniones entre diversos trozos de ellas aseguradas mecánicamente, siendo además estancas. Deberá evitarse la formación de bolsas de gas mediante una disposición conveniente de los canales y conductos de humos y se preverá la evacuación de condensados.

El material del conducto de humos será resistente a los humos, al calor y a las posibles corrosiones ácidas que pudieran formarse. Podrán ser de materiales refractarios o de hormigón resistente a los ácidos, de material cerámico o de acero inoxidable u otro material adecuado.

En lo que respecta a la construcción, la chimenea no irá atravesada por elementos ajenos a la misma (elementos resistentes, tuberías de instalaciones, etc.). No podrán utilizarse como elementos constructivos de la chimenea ningún parámetro del edificio.

El conducto de humos estará aislado térmicamente de modo que la resistencia térmica del conjunto, conducto-caja sea tal que la temperatura en la superficie de la pared no sea mayor de 5°C, por encima de la temperatura ambiente de proyecto del local y en ningún caso sea superior a 28°C. La localización de este aislamiento térmico se hará sobre el conducto para evitar el enfriamiento de los gases. Se cuidará la estanqueidad de la caja de humos donde va alojado el conducto o conductos de humos, en especial en los encuentros con forjados, cubiertas, etc.

Los elementos de la combustión producidos en la caldera se evacuarán mediante un conducto vertical que desemboque en la cubierta.



### **3.1.9.- AISLAMIENTO TÉRMICO.**

#### **GENERALIDADES**

Los equipos, aparatos y conducciones de las instalaciones de calefacción 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.

#### **MATERIALES**

El material de aislamiento no contendrá sustancias que se presenten a la formación de microorganismos en él. No desprenderá olores a la temperatura a que va a ser sometido, no sufrirá deformaciones como consecuencia de las temperaturas ni debido a una accidental formación de condensación.

Será compatible con las superficies a las que va a ser aplicado, sin provocar corrosión de las tuberías en las condiciones de uso.

La conductividad térmica del aislamiento será la especificada en la Norma. El aislamiento de las calderas o partes de la instalación que van a estar próximas a focos de fuego, será de materiales incombustibles.

El espesor del aislamiento de las tuberías será la especificada en el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los edificios y sus normas ITE correspondientes.

#### **COLOCACIÓN**

La aplicación del material aislante deberá cumplir las siguientes exigencias:

- Antes de su colocación deberá haberse quitado de la superficie aislada toda materia extraña, herrumbre, etc.



- A continuación se dispondrán dos capas de pintura antioxidante u otra protección similar en todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación.
- El aislamiento se efectuará a base de mantas, filtros, placas, segmentos, coquillas soportadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante, cuidando que haga un asiento compacto y firme en las piezas aislantes y de que se mantenga uniforme el espesor.
- Cuando el espesor del aislamiento exigido requiera varias capas de éste, se procurará que las juntas longitudinales y transversales de las distintas capas no coincidan y que cada capa quede firmemente fijada.
- El aislamiento irá protegido con los materiales necesarios, para que no se deteriore con el paso del tiempo.
- El recubrimiento y aislamiento se realizará de manera que quede firme y lo haga duradero. Se ejecutará disponiendo amplios solapes para evitar pasos de humedad al aislamiento y cuidando que no se aplaste.
- La barrera antivapor, si es necesaria, deberá estar situada en la cara exterior del aislamiento, con el fin de garantizar la ausencia de agua condensada en la masa aislante.
- Todas las piezas de material aislante, así como su recubrimiento protector y demás elementos que entren en este montaje, se representan sin defectos.

## TUBERÍAS Y ACCESORIOS

Las válvulas, bridas y accesorios se aislarán en su totalidad con casquetes aislantes desmontables de varias piezas, con espacio suficiente para que al quitarlos se puedan desmontar. Tuberías de diámetros hasta 150mm, el aislamiento se realizará siempre por coquillas.



### 3.2.- SALA DE MÁQUINAS.

Las salas de máquinas se diseñan 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. Las operaciones de mantenimiento que se pueden destacar son las siguientes:

- La colocación del cuadro eléctrico se realizara lo más próximo posible a la puerta de acceso.
- Entre los elementos situados dentro de la sala, debe haber un espacio mínimo recomendado.
- Tanto los motores como sus transmisores deberán estar protegidos contra accidentes fortuitos del personal que allí pudiera estar.

Las salas deberán ser lo suficientemente grandes como para albergar las condiciones exigidas en el punto anterior y además:

- Tendrá suficiente iluminación para poder realizar una inspección adecuada de los equipos así como las lecturas de los aparatos de regulación y control.
- Tanto las paredes, el suelo y el techo no permitirán filtraciones de humedad.
- La sala estará dotada de dispositivos de seguridad de corte de energía y de protección contra incendios.

En lo relativo a ventilación, nivel de iluminación, seguridad eléctrica, dimensiones mínimas de la sala, separación entre máquinas para facilitar así su mantenimiento, como a la adecuada protección frente a la humedad exterior y la previsión de un eficaz sistema de desagüe, se hará como esté dispuesto en la Norma UNE 100020.



En cualquier caso, las salas de máquinas no pueden utilizarse para fines diferente a los de alojar equipos y aparatos al servicio de la instalación de climatización. En ellas no podrán realizarse trabajos ajenos a los propios de la instalación. En particular, se prohíbe la utilización de las salas de máquinas como almacén, así como la colocación en la misma de depósitos de almacenamiento de combustible, excepto en el caso que lo permita la reglamentación específica que pudiera existir sobre ese combustible.

La sala de máquinas deberá estar dotada de una buena ventilación al exterior. Podrá obtenerse de forma natural, directa o forzada, ya que deberá asegurarse una temperatura para que en el interior de la sala no se superen los 35°C.

- Verificación directa: se realiza mediante aberturas con rejillas de protección a la intemperie. Se recomienda utilizar más de una abertura.
  
- Ventilación natural: si el local no es contiguo a la zona de aire libre, entonces puede comunicarse con ella mediante conductos. También puede realizarse la comunicación directamente con otros locales siempre que estos tengan una ventilación directa, constante y no se utilicen como almacenes de materiales combustibles.
  
- Ventilación forzada: consistirá en un ventilador de impulsión. Para evitar retornos de aire a otros locales, se exige que la ventilación sea cruzada y permita el barrido de la sala de máquinas.

### **3.3.- COMBUSTIBLE.**

Reglamento sobre utilización de productos petrolíferos para calefacción u otros usos no industriales:

- Este reglamento comprende las instalaciones destinadas a servicios de calefacción de edificio, viviendas, locales y las dedicadas para otros usos, siempre que no constituya una actividad industrial. La reglamentación que se establece se aplica en



todas las instalaciones fijas o portátiles que utilicen para quemar un combustible de la clase B o C con objeto de producir calor o luz.

- Depósito de combustibles. Los depósitos que se empleen para el almacenamiento deberán construirse con chapa nueva de acero laminado que cumplan como mínimo lo establecido en la norma UNE 36011. Estas chapas en ningún caso tendrán más de 0,06% de azufre o fósforo en su composición y deberán estar libres de impurezas, segregaciones de cola, escamas y picados de laminación. No deberán ser alisados a mano ni parcheadas por soldadura y no presentarán defectos de fábrica que disminuyan sus características mecánicas. Deberán ser sometidos a una prueba de 2 Kg/cm<sup>2</sup> de presión. La prueba será realizada por el constructor, únicamente cuando el depósito alcance la presión anteriormente indicada deberá mantenerse un periodo de al menos 15 minutos, sin que se produzcan fugas durante toda la prueba.

- Depósitos de superficies interiores. Los depósitos fijos de superficie podrán instalarse en interior de edificaciones cuando sea para contener productos de la clase C.

- Las válvulas deberán situarse en lugares accesibles y de tal manera que siempre sirvan para evitar derrames importantes de combustibles en caso de avería o rotura de tuberías. Inmediata al quemador deberá llevar instalada una válvula, a ser posible automática, que corte el suministro de combustible en caso de incendio. Otra válvula se encontrará a la salida del depósito. En el sistema de circulación deberán preverse las derivaciones convenientes para devolver a la alimentación parte del combustible, evitando sobre presiones.

- Las tuberías serán de hierro, bronce, acero o cobre, pero las instalaciones entre los depósitos y los quemadores no podrán ser de aluminio ni de materiales combustibles. Todas las tuberías de conexión al depósito deberán situarse de manera que no se produzcan acumulaciones de combustible y el que se encuentre en la tubería cuando cese el bombeo, caiga libremente al depósito.



- Las bombas instaladas para la circulación del combustible y que no constituyan una parte del quemador, deberán estar provistas de un depósito de cierre automático del acceso de combustible en el momento que la bomba se pare.

### **3.4.- CONDICIONES DE MONTAJE DE LOS ELEMENTOS.**

#### **3.4.1.- INSTRUCCIÓN GENERAL.**

El montaje de las instalaciones deberán ser efectuadas por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica ITE 11, del R.I.T.E. Es responsabilidad de ésta empresa el cumplimiento de la buena práctica desarrollada en este apartado.

La empresa instaladora seguirá estrictamente los criterios expuestos en los documentos del proyecto de la instalación, así mismo, deberá efectuar dibujos detallados de equipos, aparatos, etc., en los que se indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y toda la información que sea necesaria para su correcta evaluación. Los planos de detalle podrán ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del equipo o plano.

- Acopio de materiales

La empresa instaladora irá almacenando en el lugar establecido de antemano, todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según las necesidades.

Los materiales procederán de fábrica convenientemente embalados, con el objeto de protegerlos de los elementos climatológicos, golpes y mala manipulación durante el transporte, así como durante su permanencia en el lugar de almacenamiento. Cuando el transporte se realice por mar, los materiales llevarán un embalaje especial, así como las protecciones necesarias para evitar toda posibilidad de corrosión marina. Los embalajes de componentes pesados o voluminosos dispondrán de los convenientes refuerzos de protección y elementos de enganche que faciliten las operaciones de carga y descarga, con



la debida seguridad y corrección. Externamente al embalaje y en lugar visible se colocarán etiquetas que indiquen inequívocamente el material contenido en su interior.

A la llegada a obra se comprobará que las características técnicas de todos los materiales corresponden con las especificadas en el proyecto. Antes de comenzar los trabajos de montaje, la empresa instaladora deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación. El replanteo deberá contar con la aprobación del director de la instalación.

La empresa instaladora deberá cooperar plenamente con los otros contratistas, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

#### - Almacenamiento

Durante el almacenamiento y una vez instalados en la obra se deberán proteger todos los materiales de desperfectos y daños, así como de la humedad.

Las conexiones de todos los aparatos y equipos deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, almacenamiento y montaje, hasta que no se proceda a su acople. Las protecciones deberán tener la 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 estas superficies pudieran oxidarse, deberán ser recubiertas con pintura antioxidante, grasas o aceites que deberán ser eliminados en el momento del acoplamiento.

Especial cuidado hacia los materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, aparatos de control y medida, etc., que deberán quedar debidamente protegido.



– 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.

Una vez terminado el montaje se procederá a una limpieza general de todo el equipo, tanto exterior como interiormente, de cualquier suciedad todas las unidades terminales, equipos de salas de máquinas, instrumentos de medida y cuadros eléctricos, etc., dejándolos en perfecto estado. La limpieza de caldera, tuberías, etc., se realizará con disoluciones químicas para limpiar el aceite y la grasa principalmente.

- 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 en este reglamento. Las correcciones que deban introducirse en los equipos para reducir el ruido o vibración deberán adecuarse a las recomendaciones del fabricante del equipo y no deben reducir las necesidades mínimas especificadas en el proyecto.

- 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 cumplan 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 exigibles.

Para aquellos equipos compuestos por válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control, etc., que deban quedar ocultos, se preverá un sistema de acceso fácil



por medio de puertas, mamparas, paneles u otros elementos. Su situación será suministrada durante la fase de montaje y quedará reflejada en los planos finales de la inspección.

#### - Identificación

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 tenerlo de acuerdo con lo indicado en UNE100100.

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.

A la conclusión de la obra, los aparatos, equipos y cuadros eléctricos que no vengan convenientemente identificados con placas de fábrica, deberán marcarse mediante una chapa de identificación, sobre la cual se identificarán el nombre y las características técnicas del elemento. La información contenida en la placa debe escribirse al menos en lengua castellana, y con caracteres endebles y claros, de altura no menos a 5mm. Estarán situadas en un lugar visible y se fijarán mediante remaches, soldadura o material adhesivo resistentes a las condiciones ambientales.

### **3.4.2.- TUBERÍAS.**

Antes del montaje, debe comprobarse que las tuberías no estén rotas, dobladas, aplastadas, oxidadas o dañadas de cualquier manera.

Las tuberías estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas, siempre que sea posible, en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre sí, a excepción de las pendientes que deben darse a los elementos horizontales. Las tuberías horizontales deberán estar colocadas lo más próximas al techo o al suelo, dejando espacio para manipular el aislamiento térmico. En ningún caso, la sección de la tubería en las curvas debe ser inferior a la sección en los tramos rectos.



Las tuberías serán colocadas de tal forma que no se formen en ellas bolsas de aire. Las uniones de tuberías de cobre se realizan mediante manguitos soldados por capilaridad. Los elementos de sujeción y guiado permitirán la libre dilatación de la tubería, y no perjudicaran el aislamiento de la misma.

Las tuberías se instalarán siempre con el menor número posible de uniones. En particular, no se permite el aprovechamiento de recorte de tuberías en tramos rectos. Los tubos tendrán la mayor longitud posible, con el objeto de reducir al mínimo el número de uniones. Cuando las tuberías pasen a través de muros, tabiques, forjados, etc., se dispondrán manguitos protectores que dejen espacio alrededor de la tubería, debiéndose rellenar este espacio de una materia plástica. Si la tubería va aislada no se interrumpirá el aislamiento en el manguito.

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 realizarán sin forzar las tuberías, empleando accesorios o piezas especiales.

Para la realización de cambios de dirección se utilizarán si puede ser piezas especiales, unidas a las tuberías mediante rosca, soldadura, bridas o encolado. 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 realizará en caliente cuando el Diámetro Nominal sea mayor que 50 mm. 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 únicamente cuando por el espacio disponible no hay otra alternativa o cuando se necesite equilibrar un circuito.



Se admiten conexiones roscadas de las tuberías a los equipos o aparatos solamente cuando su Diámetro Nominal sea igual o menor que 50 mm.

Las conexiones, de los equipos y los aparatos, a las tuberías, se realizarán de tal forma que entre la tubería y el aparato, no se transmita ningún esfuerzo, debido al peso propio y las vibraciones. 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, filtros, amortiguadores de vibración, etc., deberán instalarse antes de la parte desmontable de la conexión, con dirección a la red de distribución.

Según el tipo de tubería empleada y la función que esta deba cumplir, las uniones pueden ser realizadas 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.

Previo a la realización de una unión, se repasarán y limpiarán los extremos de los tubos para eliminar las rebabas que se hubieran formado al cortarlos y cualquier otra impureza que pudiera haberse depositado en el interior o en la superficie exterior, utilizando para ello, 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 estanqueidad de la unión. Las tuberías se instalarán siempre con el menor número de uniones posible, no permitiéndose el recorte de tuberías en tramos rectos. Al realizar la unión de dos tuberías, aquellas 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. Entre las dos partes de la unión se interpondrá el material necesario para la obtención de una estanquidad perfecta y duradera, a la temperatura y presión de servicio. No deben 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 plásticos adecuados para la soldadura térmica.

El acoplamiento de tuberías de materiales diferentes se hará por medio de bridas. Si ambos materiales son plásticos, la junta será dieléctrica. Para los circuitos abiertos, el sentido de flujo del agua debe ser siempre desde el tubo de material menos noble hacia el material más noble.

#### - 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 baso de expansión, cuando este sea de tipo abierto. El valor de la pendiente será como mínimo igual al 0,2%, cuando la instalación esté tanto fría como 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.

#### - Purgas

Los purgadores deben estar accesibles y la salida de la mezcla aire-agua debe conducirse, de forma que la descarga sea visible. Sobre la línea de purga se instalará una válvula de interceptación preferentemente de esfera o de cilindro.



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 (conexiones a unidades térmicas, finales de columnas, etc.) o a las pendientes mencionadas anteriormente, se instalarán purgadores que eliminen el aire que allí se acumule, preferentemente de forma automática.

En las salidas 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 lugar de visible y accesible.

- Manguitos pasamuros

Los manguitos pasamuros deben colocarse en la obra de albañilería o de elementos estructurales cuando estas se están ejecutando.

El espacio comprendido entre el manguito y la tubería debe rellenarse con una masilla plástica, que selle totalmente el paso y permita la libre dilatación. En algunos casos, puede ser necesario que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos podrán sobresalir unos 2 cm. por la parte posterior únicamente cuando pasen a través de forjados, en el resto de los casos deben acabarse a la par del elemento de obra.

Se construirán con un material adecuado y con unas dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la tubería con su aislante térmico. La holgura no puede ser mayor que 3 cm.

Cuando el manguito atravesase un elemento al que se le exija una determinada resistencia al fuego, la solución constructiva del conjunto debe mantener, como mínimo, la misma resistencia.



Se considera que los pasos a través de un elemento constructivo no reducen su resistencia al fuego si se cumple alguna de las condiciones establecidas a este respecto en la NBE-CPI Condiciones de protección contra incendios en los edificios.

### **- 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 dice el fabricante de las mismas.

El trazado de tuberías, cualquiera que sea el fluido que transporte, tendrá en cuenta, en cuanto a cruces y paralelismo se refiere, lo exigido por la reglamentación vigente correspondiente a los distintos servicios.

### **3.5.- LIMPIEZA Y COMPROBACIÓN DE LA EJECUCIÓN.**

Las redes de distribución de agua deben ser limpiadas internamente antes de efectuar las pruebas hidrostáticas y la puesta en funcionamiento, para eliminar polvo, cascarilla, aceites y cualquier otro material extraño.

Las tuberías, accesorios y válvulas deben ser examinados antes de su instalación y, cuando sea necesario, limpiarlos.



Las redes de distribución de fluidos portadores deben ser limpiadas interiormente antes de su llenado definitivo para la puesta en funcionamiento para eliminar polvo, cascarilla, 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 inferior a 100° C, se medirá el pH del agua del circuito. Si el pH resulta inferior a 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.

### **3.6.- PRUEBAS, PUESTA APUNTO Y RECEPCIÓN.**

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 de 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 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.

### **3.6.1.- PRUEBAS EN TUBERÍAS.**

Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanqueidad, 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 6 bar, 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 externos.

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 estanqueidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen.

Por último, se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.



### **3.6.2.- PRUEBAS DE LIBRE DILATACIÓN.**

Una vez que las pruebas en las tuberías 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.

### **3.6.3.- OTRAS PRUEBAS.**

Por último, se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de calidad, confortabilidad, seguridad y ahorro de energía de estas instrucciones técnicas.

Particularmente se comprobará el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

## **3.7.- PUESTA EN MARCHA.**

### **3.7.1.- CERTIFICADO DE LA INSTALACIÓN.**

Para la puesta en funcionamiento de la instalación es necesaria la autorización del organismo de control autorizado, para lo que se deberá presentar ante el mismo un certificado suscrito por el director de la instalación, cuando sea preceptiva la presentación de proyecto y por un instalador, que posea carné, de la empresa que ha realizado el montaje.

El certificado de la instalación tendrá, como mínimo, el contenido que se señala en el modelo que se indica en el apéndice de esta instrucción técnica. 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.

### **3.7.2.- RECEPCIÓN PROVISIONAL.**

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios en presencia del director de 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 obra la documentación siguiente:

- Una copia de los planos de la instalación realmente ejecutada, en la que figuren, como mínimo, 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 las que se incluyan las bases del proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- 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.
- 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.
- 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, quién lo presentará a riesgo en el organismo territorial competente.

### **3.7.3.- RECEPCIÓN DEFINITIVA Y GARANTIA.**

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 periodo 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.

Transcurrido el plazo de garantía, que será de un año si en el contrato no se estipula otro de mayor duración, la recepción provisional de 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 produjeran averías o defectos de funcionamiento, éstos deberán ser subsanados gratuitamente por la empresa instaladora, salvo que de demuestre que las averías han sido producidas por falta de mantenimiento o uso incorrecto de la instalación.

### **3.8.- MANTENIMIENTO.**

Para mantener las características funcionales de las instalaciones y su seguridad, y conseguir la máxima eficiencia de sus equipos, es preciso realizar las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo que se incluyen en la presente instrucción técnica.



Las instalaciones cuya potencia térmica instalada sea menor que 100kW deben ser mantenidas de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los equipos competentes.

### **3.9.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.**

En la proyección y ejecución de las instalaciones se cumplirán, las disposiciones específicas de prevención, protección y lucha contra incendios de ámbito nacional o local (NBE-CPI-81) que les sean de aplicación.

En la Instrucción Técnica ITC-022 se especifican las revisiones periódicas requeridas a realizar en los sistemas instalados, con el fin de mantenerlos en adecuadas condiciones de servicio.

En las salas de calderas en las que se utilicen combustibles sólidos, líquidos o gaseosos, deben disponer, al menos, de dos extintores manuales por caldera. Uno será de CO<sub>2</sub> o polvo seco polivalente, con una capacidad mínima de 5 y 6 Kg. respectivamente, y el otro de agua presurizada de capacidad mínima igual a 10 litros.



## **4.- INSTALACIÓN SOLAR.**

### **4.1.- GENERALIDADES Y DESCRIPCIÓN GENERAL.**

El objetivo de este pliego es fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir el diseño, los componentes y el montaje de instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente.

La instalación estará constituida por un conjunto de colectores que capten la radiación solar que incida sobre su superficie y la transforme 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.

En determinados supuestos del proyecto, se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en el Pliego de Condiciones, siempre que quede suficientemente justificado su necesidad y que no implique una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

### **4.2.- COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.**

#### **4.2.1.- GENERALIDADES.**

Los materiales de la instalación deben soportar las máximas temperaturas y presiones que pudieran alcanzar.

Todos los componentes y materiales de la instalación cumplirán lo dispuesto en el Reglamento de Aparatos a Presión que les sea de aplicación.



Cuando sea imprescindible emplear en el mismo circuito, materiales diferentes, especialmente cobre y acero, en ningún caso estarán en contacto, debiendo situar entre ambos, juntas o manguitos dieléctricos.

En todos los casos es aconsejable prever la protección catódica del acero.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

#### **4.2.2.- COLECTORES.**

El captador solar seleccionado deberá estar homologado por el Ministerio de Industria y Energía. La memoria de diseño indicará el modelo y fabricante del captador, así como las fechas y laboratorio de certificación.

Se incluirán los siguientes datos técnicos del captador, proporcionados por el fabricante:

- Dimensiones principales: alto, ancho y largo.
- Área de la superficie transparente.
- Materiales y tratamiento del absorbedor.
- Material de la cubierta transparente.
- Materiales de las juntas de estanqueidad de la cubierta y de las salidas de las conexiones del circuito.
- Materiales aislantes.
- Material de la carcasa.
- Situación y dimensionado de las tomas de entrada y salida.
- Tipo de cierre de la cubierta transparente.
- Situación y configuración de los puntos de amarre.



- Esquema general del captador.

El captador llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y el nombre del fabricante.

Solo se utilizarán colectores que se ajusten a las siguientes características técnicas:

- Material de la cubierta transparente: vidrio normal o templado de espesor no inferior a 3mm. y transmitividad mayor o igual a 0,8. La utilización de un material de otras características requiere el informe de un organismo acreditado que garantice las características funcionales y de durabilidad del captador. Distancia media entre el absorbente y la cubierta transparente no inferior a 2 cm. ni superior a 4 cm.
- En ningún caso el tratamiento del absorbedor se aplicará sobre acero galvanizado.

La pérdida de carga del captador para un caudal de 1 l/min por metro cuadrado será inferior a 1mm.c.a.

El captador llevará un orificio de ventilación de diámetro no inferior a 4 mm., situado en la parte inferior de forma que puedan eliminarse acumulaciones de agua en el captador. El orificio se realizará de forma que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento.

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  $\perp$  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	$(\beta-10)^\circ$

Se admiten en cualquiera de los tres casos desviaciones de  $\pm 10^\circ$  como máximo.

#### 4.2.3.- ACUMULADORES.

Cuando el acumulador lleve incorporada una superficie de intercambio térmico entre el fluido primario y el agua sanitaria en forma de serpentín, se denominará ínter acumulador.

Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de identificación indicará, además, los siguientes datos:

- Superficie de intercambio térmico en  $m^2$ .
- Presión máxima de trabajo del circuito primario.

Cada acumulador vendrá equipado de fábrica con los necesarios manguitos de acoplamiento soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:

- Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario.
- Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida del agua caliente.
- Registro embridado para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín.
- Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato.
- Manguito para el vaciado.



El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante, y es recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástico. Todos los acumuladores irán equipados con la protección catódica establecida por el fabricante para garantizar la durabilidad del acumulador.

No se permitirá la conexión de un sistema auxiliar en el depósito de acumulación solar, ya que esto puede suponer una disminución de las posibilidades de la instalación solar, para proporcionar las prestaciones energéticas que se pretenden obtener con este tipo de instalaciones. Esto obligará a la distinción de dos depósitos acumuladores: acumulador solar e interacumulador para el calentamiento mediante combustible. La capacidad en el secundario del interacumulador deberá ser la suficiente como para suministrar A.C.S en situación de máxima demanda.

El volumen de acumulación del depósito acumulador solar será tal que se encuentre entre 0,8 y 1 veces el volumen previsto de A.C.S. consumida diariamente durante los meses de verano.

Para la aplicación de A.C.S., el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla:

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

Siendo A: suma área captadores (m<sup>2</sup>)

V: volumen depósito acumulación solar (litros)

Situación de las conexiones:

- La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador se realizará preferentemente a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo.



- La conexión de salida de agua fría del acumulador al intercambiador se realizará por la parte inferior de éste.
- La conexión del agua de la red se hará por la parte inferior.
- La extracción de agua caliente del acumulador se hará por la parte superior.

Podrán utilizarse acumuladores de las características y tratamientos descritos a continuación:

- De acero vitrificado de volumen inferior a 1000 litros.
- De acero con tratamiento epoxídico.
- De acero inoxidable.
- De cobre.
- No metálicos que soporten la temperatura máxima del circuito, cumplan las normas UNE que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las Compañías de suministro de agua potable.

De acero negro (sólo en circuito cerrado, sin agua de consumo).

El volumen del acumulador solar seleccionado será el normalizado igual o inmediatamente superior al calculado.

Los acumuladores se dispondrán verticalmente, para favorecer la estratificación.

La alimentación del agua fría al depósito se realizará por la parte inferior y la extracción de agua caliente del depósito se realizará por la parte superior.

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido.

El acumulador solar se colocará preferentemente en zonas interiores.



El sensor de temperatura del acumulador del sistema de control se situará en la parte superior del depósito. El acumulador solar se colocará preferentemente en zonas interiores.

#### **4.2.4.- INTERCAMBIADORES DE CALOR.**

Se indicará el fabricante y modelo del intercambiador de calor, así como datos de sus características de actuación medidos por el propio fabricante o por un laboratorio acreditado.

Resistirá la presión máxima de trabajo de la instalación. En particular se prestará especial atención a los intercambiadores que, como en el caso de los depósitos de doble pared, presentan grandes superficies expuestas por un lado a presión y por otro, a la atmósfera, o bien a fluidos a mayor presión.

En ningún caso se utilizarán ínter acumuladores con envolvente que dificulten la convección natural en el interior del acumulador.

Los materiales del ínter acumulador de calor resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito primario y serán compatibles con el fluido de trabajo.

Los que se utilicen en circuitos de agua caliente sanitaria serán de acero inoxidable o cobre.

El diseño del ínter acumulador permitirá su limpieza utilizando productos líquidos.

El fabricante garantizará un factor de ensuciamiento menor al permitido en diseño, dimensionado y cálculo de Energía Solar Térmica.

Los tubos de calor de tipo serpentín sumergido en el depósito, tendrán diámetros interiores inferiores o iguales a una pulgada, para instalaciones por circulación forzada.

Cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo, no debería reducir la eficiencia del captador debido a un



incremento en la temperatura de funcionamiento de captadores en más de lo que los siguientes criterios especifican:

- Cuando la ganancia solar del captador haya llegado al valor máximo posible, la reducción de la eficiencia del captador debido al intercambiador de calor, no debería exceder el 10% en valor absoluto.
- Si se instala más de un intercambiador de calor, también este valor debería no ser excedido por la suma de las reducciones debidas a cada intercambiador. El criterio se aplica también si existe en el sistema un intercambiador de calor en la parte de consumo.
- Si en una instalación a medida sólo se usa un intercambiador entre el circuito de captadores y el acumulador, la transferencia de calor del intercambiador por unidad de área del captador no deberá ser menor de 40 W/Km<sup>2</sup>.

La pérdida de carga de diseño en el intercambiador no será superior a 3 m c.a., tanto en el circuito primario como en el secundario.

Su factor de ensuciamiento no será inferior al especificado según la dureza del agua utilizada como fluido de trabajo.

#### **4.2.5.- BOMBAS DE CIRCULACIÓN.**

Las bombas podrán ser del tipo en línea, de rotor seco o húmedo o de bancada. Siempre que sea posible se utilizarán bombas tipo circulación en línea.

Los materiales serán resistentes a la corrosión. Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

Serán resistentes a las acerías producidas por efecto de las incrustaciones calizas. También serán resistentes a la presión máxima del circuito.



Se recomienda que antes y después de cada bomba de circulación se monte un manómetro para poder apreciar la presión diferencial. La bomba deberá ir montada en un punto tal que pueda asegurarse que ninguna parte de la instalación quede en depresión con relación a la atmósfera. La presión a la entrada de la bomba deberá ser suficiente para asegurar que no se produzcan fenómenos de cavitación ni a la entrada ni en el interior de la bomba.

Las bombas no ejercerán ningún esfuerzo sobre la red de distribución. La sujeción de la bomba se hará perfectamente al suelo y no a las paredes.

En el circuito de consumo de agua caliente sanitaria, los materiales de la bomba serán resistentes a la corrosión.

Los materiales de la bomba del circuito primario solar, serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado. En instalaciones de más de 50 m<sup>2</sup> se instalarán dos bombas en paralelo dejando una de reserva.

Las bombas serán resistentes a la presión máxima del circuito. Se seleccionarán de forma que el caudal y la pérdida de carga de diseño se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificada por el fabricante. Se situarán en la parte fría del circuito correspondiente y tendrán tomas para la lectura diferencial de la presión entre los puntos de aspiración e impulsión.

Cuando todas las conexiones son en paralelo, el caudal nominal será igual al caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores conectados en paralelo.

La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireo o purga.



#### **4.2.6.- TUBERÍAS.**

En los circuitos de las instalaciones de agua caliente sanitaria proyectadas, las tuberías empleadas serán de cobre. En el circuito de calefacción, también debe ser de cobre. En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales, el acero negro, el cobre y el acero inoxidable, con uniones soldadas, roscadas o embreadas y protección exterior con pintura anticorrosiva. Se admite material plástico acreditado para esta aplicación. Deberán ser resistentes a la corrosión y totalmente estables con el tiempo en sus propiedades físicas (resistencia, rugosidad, etc.). Tampoco deberán alterar ninguna de las características del agua (sabor, olor, potabilidad).

En el circuito de servicio de agua caliente sanitaria, podrá utilizarse cobre y acero inoxidable. Además podrán utilizarse materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito, cumplan las normas UNE que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable.

Las tuberías de cobre serán tubos estirados en frío y uniones por capilaridad (UNE 37153).

No se utilizarán tuberías de acero negro para circuitos de agua sanitaria.

Cuando se utilice el acero, la velocidad del fluido será inferior a 3 m/s en sistemas cerrados y el pH del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9.

El diámetro de las tuberías se seleccionará de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s cuando la tubería discurra por locales habitados y a 3 m/s cuando el trazado sea al exterior o por locales no habitados.

Cuando las tuberías pasen a través de muros, tabiques, forjados, etc., se dispondrán manguitos protectores que dejen espacio libre alrededor de la tubería, debiéndose rellenar



dicho espacio de un material plástico. No se interrumpirá el aislamiento. Se impedirá el contacto directo entre los anclajes y las tuberías para evitar pérdidas térmicas.

La pérdida de carga unitaria en tuberías nunca será superior a 40 mm. de columna de agua por metro lineal.

Para asegurar igual recorrido hidráulico en los captadores solares, el trazado de tuberías del primario se realizará con retorno invertido. Siempre que sea posible este montaje, se realizará de forma que la parte más corta del circuito primario corresponda a los tramos de salida caliente de los captadores.

Los trazados horizontales de tuberías tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de circulación.

El diámetro de las tuberías se seleccionará de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s. estas velocidades en la práctica se verán reducidas hasta valores inferiores a 1,5 m/s.

El dimensionado de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en tuberías nunca sea superior a 40 mm.c.a/m, intentando que no supere 20 mm.c.a/m.

Las tuberías estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre sí. Las tuberías horizontales, en general, deberán estar colocadas lo más próximo posible al techo o al suelo, dejando espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico. En ningún caso, la selección de las tuberías en sus tramos curvos será inferior a la sección en sus tramos rectos.



#### 4.2.7.- VÁLVULAS.

La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñen y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura), siguiendo preferentemente los criterios que a continuación se citan:

- Para aislamiento: válvulas de esfera.
- Para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento.
- Para vaciado: válvulas de esfera o de macho.
- Para llenado: válvulas de esfera.
- Para purga de aire: válvulas de esfera o de macho.
- Para seguridad: válvulas de resorte.
- Para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de clapeta o especiales para sistemas por termosifón.

El acabado de las superficies de asiento y obturador debe asegurar la estanqueidad al cierre de válvulas, para las condiciones de servicio especificadas.

El órgano de mando no deberá interferir con el asiento térmico de la tubería y del cuerpo de válvula.

En el acuerdo de la válvula irán troquelados, la presión nominal, expresada en bar o  $\text{kp/cm}^2$ , y el diámetro nominal, expresado en mm o pulgadas, al menos cuando el diámetro sea igual o superior a 25 mm.

La presión nominal de todo tipo de válvulas y accesorios deberá ser igual o superior a 4  $\text{kg/cm}^2$  y los diámetros libres en los asientos de las válvulas tienen que ser correspondientes con los diámetros nominales de las mismas, y en ningún caso inferior a 12 mm.



Las válvulas de seguridad, por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso se sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Las válvulas de retención se situarán en la tubería de impulsión de la bomba, entre la boca y el manguito antivibratorio, y en cualquier caso, aguas arriba de la válvula de interceptación.

El circuito primario deberá ir provisto de válvulas de seguridad taradas a una presión que garantice que en cualquier punto del circuito no se superara la presión máxima de trabajo de los componentes. La descarga de las válvulas de seguridad debe garantizar que en el caso de apertura no provoquen accidentes o daños. También se colocarán sistemas antirretorno para evitar la circulación inversa, así como la entrada de agua fría del acumulador solar.

Se instalarán válvulas de corte para facilitar la sustitución o reparación de componentes sin necesidad de vaciar completamente la instalación de manera que se independicen los captadores solares, el intercambiador, el acumulador y la bomba. Además se instalarán válvulas de corte a la entrada del agua fría y a la salida del agua caliente del depósito acumulador solar.

#### **4.2.8.- VASOS DE EXPANSIÓN.**

Los vasos de expansión cerrados cumplirán con el Reglamento de Recipientes a Presión y estarán debidamente timbrados.

Su selección se realizará en función de los siguientes datos:

- Volumen de agua total de la instalación.
- Temperatura mínima de funcionamiento, a la que corresponde la máxima densidad.  
Se asume 4°C.



- Temperatura máxima que pueda alcanzar el agua durante el funcionamiento de la instalación, que será como mínimo la temperatura de estancamiento del captador.
- Presiones máxima y mínima de servicio. La presión mínima en frío en el punto más alto del circuito no será inferior a 1,5 kg/cm<sup>2</sup>, y presión máxima en caliente en cualquier punto del mismo no superará la presión máxima de trabajo de los componentes.
- Volumen de expansión calculado. Será como mínimo igual 4,3 % del volumen total del fluido en el circuito primario.

El dispositivo de expansión cerrado del circuito de captadores deberá estar dimensionado de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia está disponible de nuevo.

Deberán absorber las variaciones de volumen del fluido calo-potador, contenido en un circuito cerrado al variar su temperatura, manteniendo la presión entre límites preestablecidos e impidiendo pérdida y reposiciones de la masa del fluido.

Si el medio de transferencia de calor puede evaporarse bajo condiciones de estancamiento, el depósito de expansión deberá ser capaz de compensar el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo, incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores, más de un 10 %.

La tubería de conexión del vaso de expansión no se aislará térmicamente y tendrá volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso.

Si se coloca un vaso de expansión cerrado debe colocarse preferentemente en la aspiración de la bomba evitando la formación de una bolsa de aire en el mismo. La presión mínima en el vaso deberá ser tal, que se eviten los fenómenos de cavitación.



Los circuitos con vaso de expansión cerrado, deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permite llenar el circuito.

#### **4.2.9.- FLUIDO DE TRABAJO.**

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.

La proporción de anticongelante de las mezclas de propilenglicol y agua, en ningún caso será inferior a 10 %. La temperatura de congelación se fijará en 5°C por debajo de la temperatura mínima local registrada.

La mezcla anticongelante, no se degradarán o se separarán los componentes de la mezcla para temperaturas por debajo del punto de ebullición del agua.

El anticongelante deberá estar perfectamente mezclado.

Cuando se utilicen mezclas anticongelantes e inhibidores preparados comercialmente, el fabricante especificará la composición del producto y su duración o tiempo de vida en condiciones estables. Como aditivos podrán utilizarse cualquiera que cumpla la reglamentación vigente.



#### **4.2.10.- PURGA DE AIRE.**

El trazado del circuito evitará los caminos dificultosos, para favorecer el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos más altos. Para ello los trazos horizontales de tubería, tendrán una pendiente mínima del 1 % en el sentido de la circulación.

Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito. Cuando estos se empleen, se construirán con los siguientes materiales:

- Cuerpo y tapa de fundición de hierro o latón.
- Mecanismo de acero inoxidable.
- Flotador y asiento de acero inoxidable.
- Obturador de goma sintética.

En todo caso los purgadores automáticos han de soportar, al menos la temperatura de estancamiento del captador y la temperatura máxima de trabajo del circuito.

En los puntos más altos de la salida de la batería de captadores solares, se colocará un purgador.

#### **4.2.11.- AISLANTE.**

Habrán de cumplirse los espesores mínimos siguientes:

- El aislamiento de los acumuladores tendrá un espesor mínimo de 50 mm que vendrá dispuesto por el fabricante.
- El espesor del aislamiento de intercambiador de calor no será inferior a 20 mm.
- Los espesores de aislamiento de tuberías y accesorios situados al interior no serán inferiores a los siguientes valores:



1. Si el diámetro exterior de la tubería sin aislar es menor de 35 mm entonces los espesores del aislamiento deberán ser de 20 mm.
2. Si el diámetro exterior de la tubería sin aislar está entre 35 y 60 mm entonces los espesores del aislamiento serán de 20 mm para el circuito de agua caliente sanitaria y de 30 mm para los circuitos primarios y de calefacción.
3. Si el diámetro exterior de la tubería sin aislar está entre 60 y 90 mm entonces los espesores del aislamiento serán de 30 mm.

Para tuberías y accesorios situados al exterior, los valores anteriores se incrementaran en 10 mm.

El material aislante se sujetará con medios adecuados de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios. El aislamiento no dejará zonas risibles de tubería o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes. Todas las conducciones de las instalaciones proyectadas irán aisladas, con excepción de los ramales de acometida y retorno, que son las acometidas a cada emisor que parten desde el circuito de calefacción, propio de una vivienda hasta el emisor correspondiente. Esos tramos serán los únicos que quedarán a la vista en el interior de las viviendas.

#### **4.2.12.- SISTEMAS DE LLENADO.**

El circuito deberá incorporar un sistema manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. En general es recomendable la adopción del sistema automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo, de forma que nunca se utilice un fluido para el circuito primario cuyas características no se adecuen a lo indicado en este pliego de condiciones técnicas. Será obligatorio cuando exista riesgo de heladas o cuando la fuente habitual de agua incumpla las condiciones de pH y pureza establecidas en el presente pliego.



Si la instalación requiere anticongelante deberá incluir un sistema que permita el relleno manual o automático del mismo.

#### **4.2.13.- SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL.**

El sistema eléctrico y de control deberá cumplir con el Reglamento Electrónico para Baja Tensión (REBT) en todos aquellos puntos que sean de aplicación. Los cuadros estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para baja tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

El tiempo mínimo entre fallos especificados por el fabricante del sistema de control diferencial no será inferior a 7000 horas.

En cualquier caso, el usuario estará protegido contra posibles contactos directos e indirectos.

Los sensores de temperaturas, soportarán las temperaturas máximas en el lugar en que se ubiquen, soportando sin alteraciones de más de 1°C, las temperaturas correspondientes a cada aplicación.

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberán asegurar un buen contacto térmico, con la parte en la cual, hay que medir la misma. Los sensores por inmersión se instalarán en contracorriente con el fluido y, en general, todos estarán aislados de la influencia de las condiciones ambientales que les rodeen.

Las sondas llevarán los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos y serán preferentemente de inmersión.

El control de funcionamiento normal de las bombas será siempre de tipo diferencial.



El sistema de control estará ajustado y actuará, de manera que las bombas no estén en marcha 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.

#### **4.2.14.- ESTRUCTURA SOPORTE.**

La estructura de captadores se calculará para resistir con los colectores instalados, las sobrecargas de viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE-AE-88 “Acciones en la Edificación”.

El diseño y 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 el circuito hidráulico.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. Las estructuras de acero podrán protegerse mediante galvanizado por inmersión, pintura orgánica de zinc o tratamientos anticorrosivos equivalentes.

El diseño de la estructura tendrá en cuenta el ángulo de inclinación especificado para el captador, su orientación y la facilidad de montaje, desmontaje y acceso de los captadores. La estructura, se diseña y construye de forma que los apoyos de sujeción del captador sean suficientes en número y tengan el apoyo y posición relativa adecuada de forma que no se produzcan flexiones del captador superior a las permitidas por el fabricante.

### **4.3.- MONTAJE DE LA INSTALACIÓN.**

#### **4.3.1.- GENERALIDADES.**

La instalación se realizará teniendo en cuenta la práctica normal conducente a obtener un buen funcionamiento durante el periodo de vida que se le puede atribuir, siguiendo en general las instrucciones de los fabricantes de la maquinaria. La instalación será especialmente cuidada en aquellas zonas en que, una vez montados los aparatos, sea de



difícil reparación cualquier error cometido en el montaje, o en las zonas en que las reparaciones obligasen a realizar trabajos de albañilería.

A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, éstas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes que tengan competencia en el caso y con las recomendaciones de montaje de los fabricantes de los componentes.

Es responsabilidad del suministrador comprobar que el edificio reúne las condiciones necesarias para soportar la instalación, indicándolo expresamente en la documentación. También será responsable de la comprobación de las calidades de los materiales y del agua, utilizados, cuidando que se ajusten a lo descrito en este pliego de condiciones. El suministrador se hará cargo igualmente de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.

El montaje de la instalación, se ajustará a los planos y condiciones del proyecto. Cuando durante la obra, sea necesario hacer modificaciones en estos planos o condiciones se solicitará el permiso del director de la obra. Igualmente, la sustitución por otros de los aparatos indicados en el proyecto y oferta, deberá ser aprobada por el director de obra.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deben estar convenientemente protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, hasta tanto no se proceda a su unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuadas para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato.

La instalación de los equipos, válvulas y purgadores se harán en lugares visibles y permitirá su posterior acceso a las mismas, a efectos de mantenimiento, reparación y desmontaje, sin necesidad de desmontar ninguna parte de la instalación. Esto será de especial importancia en los aparatos que cumplan funciones de seguridad. Como requerimientos de accesibilidad se tomarán los más exigentes entre los marcados por la reglamentación vigente y las recomendaciones del fabricante.



Durante el montaje se deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular los retales de construcción y cables. Asimismo, al final de la obra, se limpiarán perfectamente todos los equipos de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección se realizará con los correspondientes accesorios y/o cajas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que forzar la tubería.

Una vez instalados, se procurará que las placas de características de los equipos sean visibles. Los equipos que no vengan identificados se marcarán con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán en caracteres de altura no menor que 5 mm el nombre y las características técnicas del elemento.

Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante.

Durante la instalación de la maquinaria, el instalador protegerá todos los aparatos y accesorios, colocando tapones o cubiertas en las tuberías que vayan a quedar abiertas durante algún tiempo. Una vez terminado el montaje se procederá a una limpieza general de todo el equipo, tanto exterior como interiormente. La limpieza de caldera, tuberías, etc., se realizará con disoluciones químicas para limpiar el aceite y la grasa principalmente.

Los circuitos de agua caliente sanitaria se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

Todos los equipos y circuitos podrán vaciarse total o parcialmente, realizándose esto desde los puntos más bajos de la instalación. Las conexiones entre los puntos de vaciado y desagües se realizarán de forma que el paso del agua sea perfectamente visible.



Los botellines de purga se colocarán siempre en lugares accesibles, y cuando sea posible, visible.

#### **4.3.2.- CAPTADORES Y SOPORTES.**

Se asegura la estanqueidad de los puntos de anclaje de los captadores.

La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

La conexión sobre colectores, podrá realizarse con accesorios metálicos o manguitos flexibles o tubería flexible. Las tuberías flexibles se conectarán a los captadores solares utilizando preferentemente accesorios para mangueras flexibles.

El montaje de las tuberías flexibles, evitará que la tubería quede retorcida y que se produzcan radios de cobertura superior a las especificadas por el fabricante.

El suministrador evitará que los captadores queden expuestos al sol por periodos prolongados durante el montaje. En este período, las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

Terminado el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, se se prevé que éste pueda prolongarse, el suministrador procederá a tapar los captadores.

La estructura soporte, se fijará al edificio de forma que resista las cargas. La sujeción de los captadores a la estructura, resistirá las cargas del viento y nieve, pero el sistema de fijación permitirá, si fuese necesario, el movimiento del captador de forma que no se transmitan esfuerzos de dilatación.



#### **4.3.3.- ACUMULADOR.**

La estructura soporte para depósitos y su fijación, se realizará según la normativa vigente.

La ubicación de los acumuladores y sus estructuras de sujeción, cuando se sitúen en cubierta de piso, tendrá en cuenta las características de la edificación, y requerirá para depósitos de más de 300 litros el diseño de un profesional competente.

Las conexiones cumplirán con lo siguiente:

- La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador al acumulador se realizara por el lateral superior de este.
- La conexión de salida de agua fría de acumulador hacia el intercambiador se realizara por el lateral inferior de este.
- La alimentación de agua de retomo de consumo al depósito se realizará por la parte inferior.
- La extracción de agua caliente del depósito se realizará por la parte superior.

#### **4.3.4.- INTERCAMBIADOR.**

Se tendrá en cuenta la accesibilidad del intercambiador para operaciones de sustitución o reparación. Al igual que en el resto de equipos, tendrá válvulas de corte a la entrada y a la salida tanto del circuito primario como del secundario para poder aislar este equipo del resto de la instalación a la hora de llevar a cabo dichas operaciones.

#### **4.3.5.- BOMBA.**

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación en posición horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda se fácilmente desmontado. El



acoplamiento de una bomba en línea con las tuberías podrá ser de tipo roscado hasta diámetro DN 32.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos (se utilizan manguitos antivibratorios, cuando la potencia de accionamiento es superior a 700 W).

Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro o malla o tela metálica.

#### **4.3.6.- TUBERÍAS Y ACCESORIOS.**

Antes del montaje, deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o de cualquier manera dañadas.

Se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres, que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anticorrosión.

Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanqueidad, etc. se guardarán en locales cerrados.

Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando preferentemente tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deban darse.

Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o concurren paralelamente, con una distancia en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento, y la del cable o tubo protector que no debe ser inferior a las siguientes:



- 5 cm para cables bajo tubo con tensión inferior a 1000 V.
- 30 cm para cables si protección con tensión inferior a 1000 V.
- 50 cm para cables con tensión superior a 1000 V.

Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos como cuadros o motores.

Las conexiones de las tuberías a los componentes, se realizarán de manera que no transmitan esfuerzos mecánicos.

Las conexiones de componentes al circuito, deben ser fácilmente desmontables por bridas o racores, con el fin de facilitar su sustitución o reparación.

Los cambios de sección en tuberías horizontales, se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas.

Para evitar la formación de bolsas de aire, los tramos horizontales de tuberías se montarán siempre con una pendiente ascendente, en el sentido de la circulación, del 1 %.

Se facilitarán las dilataciones de tuberías utilizando los cambios de dirección o dilatadores axiales.

Las uniones de tuberías de cobre, se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad.

El dimensionado, distancia y disposición de los soportes de tubería, se realizarán de acuerdo con las prescripciones de UNE 100.152.

Durante el montaje de las tuberías, se evitarán en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.



En las ramificaciones soldadas, el final del tubo ramificado, no debe proyectarse en el interior del tubo principal.

Los sistemas de seguridad y expansión, se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o impurezas.

Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido, deben compensarse al fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción.

En las salas de máquinas, se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección, para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar las variaciones de longitud.

En los trazados de tuberías de gran longitud horizontal o vertical, se compensarán los movimientos de tuberías mediante dilatadores axiales.

#### **4.3.7.- AISLANTE.**

El aislamiento no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio.

El manguito pasamuros, deberá tener las dimensiones para que pase la conducción con su aislamiento, con una holgura de 3 cm.

Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos en material aislante.

Después de la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y control, así como las válvulas de desagües, volante, etc., deberán quedar visibles y accesibles.



Las franjas y flechas que distinguen el tipo de fluido transportado en el interior de las conducciones, se pintarán o se pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de su protección.

El material aislante, se sujetará con medios adecuados de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorio.

El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

#### **4.4.- RECEPCIÓN Y PRUEBAS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.**

El instalador se responsabilizará de la ejecución de las pruebas funcionales, del buen funcionamiento de la instalación y del estado de la misma en el momento de su entrega a la propiedad. El instalador, salvo orden expresa, entregará la instalación llena y en funcionamiento.

Con el fin de probar su estanqueidad, todas las redes de tuberías deben ser probadas hidrostáticamente antes de quedar ocultas por obras de albañilería o por el material aislante. De igual forma, se probarán hidrostáticamente los equipos y el circuito de energía auxiliar cuando corresponda.

Se comprobará que las válvulas de seguridad funcionan y que las tuberías de descarga de las mismas no están obstruidas y en conexión con la atmósfera. La prueba se realizará incrementando hasta un valor 1,1 veces el de tarado y comprobando que se produce la apertura de la válvula.

Se comprobará la correcta actuación de las válvulas de corte, llenado y vaciado y purga de la instalación.



Al objeto de recepción de la instalación, se entenderá que el funcionamiento de las mismas sea correcto, cuando la instalación satisfaga las pruebas parciales. Se comprobará que alimentado (eléctricamente) las bombas del circuito, entran en funcionamiento y el incremento de presión indicado con los manómetros, se corresponden en la curva con el caudal de diseño del circuito.

Se comprobará la actuación del sistema de control y el comportamiento global de la instalación, realizando una prueba de funcionamiento diario, consistente en verificar, que en un día claro, las bombas arrancan por la mañana, en un tiempo prudencial, y paran al atardecer, detectándose en el depósito saltos de temperatura significativos.

#### **4.5.- MANTENIMIENTO.**

##### **4.5.1.- GENERALIDADES.**

Uno de los factores más importantes de ahorro de energía es el mantenimiento constante a lo largo del año de todo el funcionamiento de las características técnicas de la instalación y los equipos que forman. De aquí la necesidad de que las instalaciones sean objeto de una buena atención para obtener de ellas el mejor rendimiento energético posible, observando la seguridad y máxima efectividad de sus prestaciones.

Una instalación bien proyectada y ejecutada sólo conseguirá los ahorros energéticos previstos a través de un correcto mantenimiento, de ahí lo importante de este punto. Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo) por un período de tiempo como mínimo igual que el de la garantía.

Desde el momento en que se realiza la recepción provisional de la instalación, el titular de ésta debe realizar las funciones de mantenimiento, sin que éstas puedan ser sustituidas por la garantía de la empresa instaladora.

El mantenimiento será efectuado por empresas mantenedoras o por mantenedores debidamente autorizados por la correspondiente Comunidad Autónoma. El mantenimiento



ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

El mantenedor deberá llevar un registro de las operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas. El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o mediante mecanizado. En cualquiera de los casos, se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación, debiendo figurar la siguiente información, como mínimo:

- El titular de la instalación y la ubicación de ésta.
- El titular del mantenimiento.
- El número de orden de la operación en la instalación.
- La fecha de ejecución.
- La lista de materiales sustituidos o repuestos cuando se hayan efectuado operaciones de este tipo.
- Las operaciones realizadas y el personal que las realizó.
- Las observaciones que se crean oportunas.

#### **4.5.2.- PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.**

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones. 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.



### **4.5.3.- VIGILANCIA.**

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permitan 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, habitualmente, por el usuario, que asesorado por el instalador, observará el correcto funcionamiento y estado de los elementos.

#### **4.5.3.1.- 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 y protección y durabilidad de la misma.

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 funcione correctamente durante su vida útil.

#### **4.5.3.2.- 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 bien en el mantenimiento preventivo.

Incluye la visita a la instalación cada vez que el usuario así lo requiera por averías grave de la instalación, así como el análisis y presupuestación 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.



#### **4.5.4.- OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.**

El mantenimiento de la instalación será en todo caso el adecuado para asegurar que las características de las variables de funcionamiento sean tales que se mantengan dentro de unos límites.

##### **4.5.4.1.- COMPROBACIONES MÍNIMAS.**

- Control de consumo de energía en relación con la potencia del equipo.
- Control de la temperatura de distribución de agua caliente sanitaria y de calefacción.
- Medida de la temperatura de la bomba de calor.
- Tolerancia de las variables que controlan los termómetros.
- Limpieza de filtros y batería de equipos unitarios.
- Comprobación del tarado de todos los elementos de seguridad.

##### **4.5.4.2.-OPERACIONES DE MANTENIMIENTO EN LA INSTALACIÓN SOLAR.**

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie útil homologada inferior o igual a 20 m<sup>2</sup>, y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficies superiores a 20 m<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 circulación nocturna del circuito primario.

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.

#### **4.5.5.- GARANTÍAS.**

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para 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 las 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.



Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempo 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 u 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 al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará el fabricante.



TITULO DEL PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. EN UNA  
VIVIENDA RURAL**

AUTOR DEL PROYECTO:

**JAVIER JUSÚ BIURRÚN**

FECHA:

**06/09/2012**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN  
Y A.C.S. EN UNA VIVIENDA RURAL

DOCUMENTO 5  
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALÚD

Javier Jusué Biurrun

Faustino Gimena Ramos

Pamplona, 06/09/2012



## Índice

1.- Objeto plan de seguridad y salud	3
2.- Datos de la obra	5
2.1.- Descripción de la obra y situación	5
2.2.- Título del proyecto	5
2.3.- Redactor del proyecto de ejecución	5
2.4.- Promotor	5
2.5.- Redactor del plan de seguridad	6
2.6.- Situación de la obra	6
2.7.- Accesos	6
2.8.- Plan de ejecución de la obra	6
3.- Descripción de la obra	7
3.1.- Tipo de obra	7
3.2.- Descripción de las fases de obra	7
3.3.- Servicios afectados	8
3.4.- Circulación de personas ajenas a la obra	8
3.5.- Suministro de energía eléctrica	9
3.6.- Suministro de agua	9
4.- Memoria descriptiva	10
4.1.- Trabajos previos de carácter general	10
4.2.- Localización e identificación de las zonas con riesgos especiales	12
4.3.- Orden de ejecución de los trabajos	12
5.- Riesgos, normas de seguridad y sistema de protección colectivos y personales según distintas fases de los trabajos	13
5.1.- Trabajos previos al inicio de las obras	13
5.2.- Normas sobre maniobras de izado de cargas	13
5.3.- Montaje de las instalaciones	15
5.3.1.- Riesgos no eliminables	15



5.3.2.- Medidas preventivas	16
5.3.3.- Protecciones personales	18
5.3.4.- Notas suplementarias	19
6.- Máquinas herramientas y medios auxiliares	20
6.1.- Máquinas herramientas	20
6.1.1.- Normas de carácter específico	20
6.1.2.- Manejo de herramientas punzantes	21
6.1.3.- Máquinas eléctricas portátiles	22
6.2.- Soldadura eléctrica	24
6.3.- Manipulación de sustancias químicas	25
6.4.- Medios auxiliares	26
6.4.1.- Andamios	26
6.4.2.- Andamios transportables y giratorios	27
6.4.3.- Escaleras	27
6.4.4.- Protecciones colectivas	28
7.- Instalaciones provisionales	29
7.1.- Instalaciones de higiene y bienestar	29
7.2.- Instalaciones eléctricas	30
7.3.- Instalaciones contra incendios	31
8.- Condiciones de seguridad	33
8.1.- Del personal de la obra	33
8.2.- Del instalador	33
8.3.- Del propietario	33
8.4.- Del presente pliego	33
9.- Sistemas de evacuación	34



## **1.- OBJETO PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.**

El objeto de este estudio básico de seguridad y salud, es el de identificar los riesgos existentes durante los trabajos correspondientes al proyecto “Diseño de una instalación de calefacción y agua caliente sanitaria en una vivienda rural”, que se va a ejecutar en la localidad de Orisoain, en la Comunidad Foral de Navarra. Además de la identificación de los riesgos, y con objeto de que éstos no se materialicen en accidentes, el presente estudio establece las medidas y recursos preventivos que deben adoptarse, de acuerdo con el criterio general de eliminar las operaciones y situaciones peligrosas y en el caso de no ser ello posible, reducir el riesgo en la mayor medida posible. Si a pesar de las medidas tomadas ocurriese un accidente, en este estudio se establecen las medidas a aplicar en casos de emergencia.

Mediante la redacción del presente estudio básico se da cumplimiento a lo establecido en el artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, del 24 de octubre, (B.O.E de 25/10/97), por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo, en los Proyectos de Edificaciones.

Este documento debe formar parte del proyecto de la obra y servirá de base para la elaboración de los planes de seguridad y salud en el trabajo.

Los objetivos que se pretenden lograr mediante este documento son los siguientes:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores.
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la problemática de la obra.
- Definir las medidas de protección a emplear para eliminar posibles situaciones peligrosas.
- En el caso de que no se pueda eliminar, se aplicarán técnicas que reduzcan los riesgos en la medida de lo posible.
- Determinar los costos de las medidas de protección y prevención.



- Delimitar atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad, a las personas que intervienen en el proceso constructivo.



## **2.- DATOS DE LA OBRA.**

### **2.1- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.**

La obra que se va a acometer, se realizará en dos fases.

En la primera fase, se procederá a la instalación para la calefacción de la vivienda. Supone la instalación de la caldera y demás componentes necesarios para calefactar la vivienda.

La segunda supondrá la instalación del circuito de A.C.S. y agua fría de la vivienda. Consisten en la colocación de paneles solares en la cubierta de la casa, la colocación del sistema de almacenaje y distribución de agua caliente por las zonas necesarias de la vivienda.

Los trabajos que deberán realizarse, serán básicamente la colocación de los equipos sobre soportes, la interconexión de los elementos necesarios para el funcionamiento de los equipos utilizando tuberías, válvulas, bombas, etc, conductos de distribución de agua, la instalación eléctrica correspondiente y las pruebas de funcionamiento pertinentes.

### **2.2.- TÍTULO DEL PROYECTO.**

Diseño de una instalación de calefacción y agua caliente sanitaria en una vivienda rural.

### **2.3.- REDACTOR DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN.**

Javier Jusú Biurrun.

### **2.4.- PROMOTOR.**

Construcciones ACR.



## **2.5.- REDACTOR DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.**

Javier Jusú Biurrun.

## **2.6.- SITUACIÓN DE LA OBRA.**

La obra del edificio en donde se va a proceder a la instalación de los diferentes equipos, está situada en la localidad de Orisoain en la Comunidad Foral de Navarra.

## **2.7.- ACCESOS.**

A la obra se accede directamente por la calle Mayor.

El acceso, tanto para el personal de obra como para los vehículos y transportes, se realizará por dicha calle.

## **2.8.- PLAN DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.**

El plan de ejecución de obra previsto es de dos meses y medio, a partir de la fecha de comienzo de las obras, incluidas la fase de pruebas y la puesta en marcha.



### **3.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.**

#### **3.1.- TIPO DE OBRA.**

La obra a realizar es de promoción privada. Tiene como finalidad la colocación de los elementos necesarios para el tratamiento y climatización del aire del edificio.

#### **3.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DE OBRA.**

La obra se divide en las siguientes fases:

1.- Transporte de materiales hasta la instalación y descarga..

2.- Trabajos en el interior de la vivienda

- Instalación de A.C.S.

- Colocación del depósito de A.C.S.
- Instalación del circuito hidráulico de A.C.S.

- Instalación de calefacción.

- Colocación de colectores de impulsión y retorno.
- Instalación de los circuitos de suelo radiante.
- Instalación de la red de distribución (tubería, bomba de circulación, vaso de expansión) del sistema de calefacción.

- Instalación de la caldera gasoil.

- Colocación de la caldera
- Colocación del sistema de alimentación.



- Instalación del circuito hidráulico y otros elementos (bomba de circulación, vaso de expansión).

- Instalación del sistema solar.

- Colocación del depósito de acumulación solar.
- Instalación del circuito hidráulico y otros elementos.

### 3.- Trabajos en la cubierta.

- Montaje de estructura soporte para colectores.

- Colocación de colectores.

- Instalación del circuito hidráulico en cubierta.

### 4.- Instalación eléctrica y de control.

### 5.- Pruebas y puesta en marcha.

Los trabajos en cubierta se compaginarán con algunos trabajos interiores.

## 3.3.- SERVICIOS AFECTADOS.

Se encuentran a pie de solar, todas las instalaciones necesarias para la realización de la obra. Se prevé la realización de acometidas de todas ellas acomodándolas a las necesidades de ejecución.

## 3.4.- CIRCULACIÓN DE PERSONAS AJENAS A LA OBRA.

Está totalmente prohibido el paso a la obra de personas ajenas a la misma, lo cual se regulará con la señalización correspondiente en todos los accesos a la misma.



### **3.5.- SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

El suministro eléctrico, tanto de las instalaciones de mando y control de las unidades a instalar, como las correspondientes a tomas auxiliares para la realización de la obra, se efectuarán desde las líneas de distribución y de los cuadros correspondientes instalados cerca de los puntos de consumo.

### **3.6.- SUMINISTRO DE AGUA.**

La toma de agua para el llenado de las instalaciones se realizará de las canalizaciones de agua fría que la localidad disponga.



## **4.- MEMORIA DESCRIPTIVA.**

### **4.1.- TRABAJOS PREVIOS DE CARÁCTER GENERAL.**

Las zonas de trabajo ha de permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas. Las herramientas y máquinas estarán en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, siendo utilizadas por personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra.

Las conexiones se realizan sin tensión eléctrica. Las pruebas que se tengan que realizar con tensión, se harán después de comprobar el acabado de la instalación eléctrica. Para evitar contactos eléctricos directos e indirectos, se dotará al personal de herramientas con aislamiento.

La empresa o empresas encargadas de las diversas instalaciones deberán asegurarse de que sus operarios están capacitado para realizar todas y cada una de las labores a desempeñar, de no ser así, la empresa correspondiente deberá relevar dicho operario de su puesto o dotarle de pertinente información.

Los elementos de protección colectiva, permanecerán en todo momento instalados y en perfecto estado de mantenimiento. En caso de rotura o deterioro, se deberá reponer con la mayor diligencia y siempre que sea posible por uno similar. Los elementos empleados normalmente son:

- Vallas: en el caso de utilizarse equipos de elevaciones móviles se señalarán adecuadamente las zonas de riesgo y se colocarán vallas que impidan el paso a terceras personas. Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas con tubos metálicos. Dispondrán de paras para mantener su verticalidad. Las patas serán tales que en caso de caída de la valla, no supongan un peligro en si mismas al colocarse en posición aproximadamente vertical.
- Redes: se deberán instalar redes de seguridad horizontal, para proteger posibles caídas a distintos nivel, tanto de materiales como de los propios operarios y



verticales para asegurar que si se producen caídas de materiales lo hagan a una zona segura por la que no transiten personas.

- Líneas de vida: cuando se realicen trabajos en cubierta, en los que exista peligro de caídas, se instalará una línea de vida a la cual puedan asegurarse los trabajadores mediante arneses para minimizar el riesgo de accidentes.
- Extintores: se emplearán como medida preventiva contra posibles incendios. Éstos, serán adecuados en agente extintor tamaño, al tipo de incendio previsible y se revisarán cada seis meses como máximo.
- Señalización: los accesos al centro de trabajo, deberán estar convenientemente señalizados de acuerdo con el Real Decreto 485 1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. La señalización será revisada a diario, de forma que en todo momento pertenezca a las condiciones reales de trabajo.

La señalización de Seguridad y Salud, deberá emplearse cuando sea necesario:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzcan situaciones de emergencia.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de los medios e instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen maniobras peligrosas.



## **4.2.- LOCALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS CON RIESGOS ESPECIALES.**

A medida que se van sucediendo los trabajos y las diferentes fases de la obra, también se irán modificando las zonas de prevención de riesgos.

No obstante, se pueden señalar algunas zonas en las que los riesgos pueden ser ciertos si no se toman las debidas medidas de protección personal o colectiva, que se especifica más adelante.

Entre las citadas zonas, cabe destacar, los alrededores de las zonas en donde se realicen operaciones de montaje con riesgo de caída de objetos, atropellos de maquinaria, generación de polvo, etc.

## **4.3.- ORDEN DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.**

En primer lugar, se procederá a la inspección visual de la obra, para comprobar que no existen riesgos generales, tales como escaleras o huecos mal protegidos, que las vías de acceso a los trabajos están libres de obstáculos y que las tomas tanto eléctricas como de agua que debe suministrar el Contratista principal, se encuentran perfectamente definidas y protegidas.

Utilizando medios auxiliares de montaje (grúa sobre camión), se construirá el edificio anexo donde se situarán las calderas, bombas de circulación, tuberías, etc. que serán necesarias en la cubierta y en la sala de calderas.

Se procederá a la instalación eléctrica correspondiente, colocando los cuadros de maniobra y control necesarios y finalizando con el tendido del cableado y la conexión de los distintos equipos.

Por último, se procederá a las pruebas de presión y de funcionamiento, haciendo especial atención a las relacionadas con la seguridad de las instalaciones.



## **5.- RIESGOS, NORMAS DE SEGURIDAD Y SISTEMA DE PROTECCIÓN COLECTIVOS Y PERSONALES SEGÚN DISTINTAS FASES DE LOS TRABAJOS.**

### **5.1.- TRABAJOS PREVIOS AL INICIO DE LAS OBRAS.**

Se comprobarán que las zonas de trabajo se encuentran limpias y ordenadas.

Se comprobará que las instalaciones auxiliares se encuentran en perfecto estado y que las zonas de trabajo se corresponden con lo especificado en el correspondiente Plan General de Seguridad de la obra.

Se comprobará que existen señalizaciones informativas y de seguridad en las distintas fases de la ejecución de los trabajos y que se delimitaran las zonas de paso, para que no existan interferencias con los demás gremios que actúan en la obra.

### **5.2.- NORMAS SOBRE MANIOBRAS DE IZADO DE CARGAS.**

Comprende las operaciones de carga, descarga y colocación de elementos pesado desde el camión, hasta el lugar donde se deben colocar, realizada con grúa automóvil o camión grúa. Para ello habrá que tener en cuenta las siguientes normas de seguridad.

- Tómense todas las precauciones, con el fin de evitar la caída de objetos durante el transporte.
- Tensar los cables una vez enganchada la carga.
- Elevar cuidadosamente y suavemente para permitir que la carga adopte su posición de equilibrio.



- Asegurarse de que los cables no patinan y que los ramales están tendidos por igual.
- Si la carga está mal amarrada o mal equilibrada, deposítase en el suelo y vuélvase a efectuar las maniobras indicadas anteriormente. Si el despegue de la carga, presenta una resistencia anormal, suspende la maniobra de izado y comprobar el motivo de dicha resistencia, precediéndose a corregir el defecto.
- No sujetar nunca los cables en el momento de ponerlos en tensión, con el fin de evitar que las manos queden atrapadas entre la carga y el cable. Debe realizarse el desplazamiento de la carga cuando ésta esté suficientemente elevada y no se corre peligro de chocar con obstáculo alguno.
- Si el recorrido es elevado, debe realizarse a velocidad moderada y a la menor altura posible.
- Debe efectuarse el desplazamiento de la carga, teniendo a la vista al maquinista de la grúa.
- El movimiento de izado debe realizarlo solo.
- Asegurarse de que la carga no golpea ningún obstáculo al adquirir su posición de equilibrio.
- Deténgase la carga mediante cuerdas o cables.
- Hágase levantar el gancho de la grúa para que ningún obstáculo golpee con el mismo o se enganchen los cables suspendidos.
- No dejar la carga suspendida encima de un paso.
- Procúrese no depositar las cargas en pasillos con circulación.
- Deposítense las cargas sobre calzos y en lugares suficientemente resistentes, evitando tapas de bocas o alcantarillas.



- No aprisionar los cables al depositar las cargas.
- Comprobar la estabilidad de la carga en el suelo al aflojar un poco los cables.
- Cálcese la carga que pueda rodar, utilizando calzos cuyo espesor sea 1/10 el diámetro de la carga.

Para la utilización de la grúa automóvil, se hará hincapié en los siguientes aspectos.

- El área de trabajo estará perfectamente delimitada y señalizada.
- Se comprobará la resistencia del terreno, por responsables de la obra en los lugares donde se vaya a apoyar la grúa.
- Manejo exclusivo por persona responsable y especializada.
- En la proximidad de taludes, zanjas, etc., no se ubicará la grúa si permiso del responsable de la obra, que autorizará en su caso las distancias más adecuadas.

### **5.3.- MONTAJE DE LAS INSTALACIONES.**

#### **5.3.1.- RIESGOS NO ELIMINABLES.**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos deprendidos.
- Proyección de fragmentos o partículas.



- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos.
- Exposición a temperaturas extremas.
- Contactos eléctricos.
- Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Agentes físicos.
- Agentes químicos.

### **5.3.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS.**

- Los huecos que queden en el forjado, siempre estarán bien protegidos y con los medios que ofrezcan garantías de solidez y estabilidad (barandillas bien ancladas al forjado, anejo exclusivo por persona responsable y especializada, mallazo embutido en el hormigón, etc.)
- No se usarán nunca como barandillas cuerdas, cadenas o materiales elásticos en forma de red.
- Se emplearán medios auxiliares en perfecto estado de uso.
- Instalación correcta.
- Pasarela con anchura mínima de 60 cm.
- Uso acorde a las instrucciones de trabajo correspondientes (ver ITE correspondiente a escaleras, andamios y plataformas elevadoras).
- Los elementos que la componen no se podrán separar entre sí.
- Mantener limpia la zona de trabajo.



- Montaje correcto de los andamios perfectamente arriostrados.
- En sus lados abiertos, se colocarán barandillas de 90 cm de altura y rodapiés de 20 m.
- Correcto acopio de materiales en la obra.
- Obligatorio calzado de seguridad en la obra.
- Utilización de guantes para el traslado de material.
- Nunca permanecerá ningún operario bajo cargas suspendidas aún cuando sea en ayuda de la maniobra.
- No se dejarán los aparatos de izar con cargas suspendidas.
- Los cables y ganchos cumplirán las especificaciones contempladas en su correspondiente instrucción técnica.
- Importante la utilización de casco homologado.
- Las barandillas, tanto de andamios, como de plataformas elevadoras, como de las protecciones de huecos, dispondrán de rodapiés para la evitar la caída de objetos.
- Si existen trabajadores realizando trabajos en altura, es importante acotar la zona inferior y señalar las zonas de paso.
- Calzado de seguridad con plantilla resistente a la perforación.
- Orden y limpieza en la zona de trabajo y circulación. Deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas.
- Correcto mantenimiento y utilización de las herramientas manuales. Utilizar las herramientas de acuerdo con la especificación técnica correspondiente.
- Utilizar gafas de seguridad.



- Las transmisiones por poleas, serán protegidas mediante carcasa que impidan el acceso directo a los órganos en rotación.
- Los tubos en rotación, quedarán protegidos mediante carcasas antigolpes o atrapamientos.
- Toda pieza en la que se trabaje, debe amarrarse con firmeza y seguridad en la mesa de la máquina antes de ponerla en marcha.
- Las herramientas y máquinas estarán en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para casa uso, siendo utilizadas por personal experto.

### **5.3.3.- PROTECCIONES PERSONALES.**

- Casco homologado en todo momento.
- Guantes de cuero para el manejo de materiales.
- Uso de cinturón portaherramientas.
- Mono de trabajo y trajes de agua.
- Botas de goma con suela antideslizante.
- Calzado con suela reforzada anticlavo.
- Los trabajadores cometidos a nivel de ruido continuado que supere los límites legales, deberán estar provistos de tapones o auriculares.
- Cinturón de seguridad para los trabajos en altura.
- Gafas de protección contra proyecciones de partículas o polvo.
- Gafas de protección para los trabajos de soldadura.
- Peto para los trabajos de soldadura.
- Mascarillas de filtro mecánico en trabajos con polvo y pintura.



- Guantes dieléctricos para los trabajos en tensión.

#### **5.3.4.- NOTAS SUPLEMENTARIAS.**

Toda fase de trabajo, partida o elemento que se modifique durante la ejecución de los trabajos, se estudiará en un anexo Plan de Seguridad y Salud y se indicará en el Libro de incidencias.

Cualquier duda por parte de un gremio sobre la forma de realizar una fase del trabajo, o sobre la correcta utilización de elementos auxiliares o maquinaria, será consultada a la Dirección Facultativa.



## 6.- MÁQUINAS HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES.

### 6.1.- MÁQUINAS HERRAMIENTAS.

#### 6.1.1.- NORMAS DE CARÁCTER ESPECÍFICO.

Causas de los Riesgos.

- Negligencia del operario.
- Herramientas con mangos sueltos o rajados.
- Destornilladores improvisados, fabricados “in situ” con materiales y procedimientos inadecuados.
- Utilización inadecuada como herramienta de golpeo sin serlo.
- Utilización de herramientas manuales como palanca sin ser esa su función.
- Prolongar los brazos de palanca utilizando tubos.

Medidas de Prevención.

- No llevar llaves y destornilladores en los bolsillos, sino en fundas adecuadas sujetas al cinturón.
- No sujetar con la pieza en la que se va a atornillar.
- No se emplearán cuchillos o medios improvisados para sacar tornillos.
- Las llaves se utilizarán limpias y sin grasa.
- No utilizar las llaves para martillar, remachar o como palanca.
- No empujar nunca una llave, sino tirar de ella.
- Emplear la llave adecuada a cada tuerca.



### **6.1.2.- MANEJO DE HERRAMIENTAS PUNZANTES.**

- Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas.
- Uso prolongado sin adecuado mantenimiento.
- Material de calidad deficiente.
- Inadecuada fijación al mango de la herramienta.
- Desconocimiento o imprudencia del operario.
- Utilización inadecuada por negligencia o comodidad.

#### Medidas de prevención.

- No mover la broca o cincel para agrandar agujeros, se pueden proyectar esquinas.
- No cincelar, taladrar o marcar nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia fuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en mano. Para un buen funcionamiento, deberán estar perfectamente afiladas.
- En cinceles y punteros, comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajaduras o fisuras.
- No se emplearán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas.
- El vástago será suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano.
- Por tratarse de herramientas templadas, no conviene que cojan temperatura con el trabajo, ya que se tornan quebradizas y frágiles.



Medidas de protección.

- Se dispondrá de pantallas faciales con protectores abatibles, si se trabaja en la proximidad de otros operarios.
- Deben emplearse gafas anti-impacto de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material puedan dañar la vista.

### 6.1.3.- MÁQUINAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES.

Taladro.

- Utilizar gafas anti-impacto o pantalla facial.
- En caso de producir polvo, utilizar mascarillas.
- La ropa de trabajo no presentará partes sueltas colgantes.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta, esta estará apoyada y sujeta.
- No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento.
- Para fijar las brocas, utilizar la llave adecuada para ese uso.
- No frenar el taladro con la mano.
- Al terminar el trabajo no dejar la broca en el suelo.

Esmeriladora circular.

- Se selecciona el disco adecuado al trabajo a realizar, el material y la máquina.
- El operario irá equipado con gafas antipartículas, herméticas, ajustables mediante goma elástica, protección auditiva y guantes de seguridad.



- No utilizar muelas que no lleven las indicaciones obligatorias, tales como tipo de grano, grado, velocidad máxima de trabajo, diámetro máximo y mínimo, etc.
- No atacar bruscamente a la pieza a amolar.
- Poner cuidado en que ningún cuerpo extraño, se introduzca entre la muela y el protector.
- No trabajar con las caras de una muela plana.
- No trabajar con la ropa floja o suelta.
- Fijar los discos con la llave especial preparada al efecto.
- Las muelas abrasivas, deberán estar protegidas en la mitad del diámetro del disco como mínimo.
- El cambio de disco se realizará siempre con la máquina parada.
- Vigilar el desgaste del disco para evitar que casque.
- Se recomienda la colocación de mamparas para evitar daños a terceros.
- Para pasar herramientas de un operario a otro, realizarlo siempre con la máquina parada y a ser posible, dejarla en el suelo para que el otro la coja.
- Los cables eléctricos deberán estar en perfecto estado.

Riesgos.

De forma genérica, las medidas de seguridad a adoptar al utilizar máquinas eléctricas portátiles, son las siguientes:

- Asegurarse de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras o cualquier otro defecto.



- Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuado a la potencia de la máquina.
- Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina empleada no es de doble aislamiento.
- Al terminar, se dejará limpia y desconectada de la corriente.

El operario debe estar adiestrado en su uso y conocer las presentes normas.

## 6.2.- SOLDADURA ELÉCTRICA.

En previsión de contactos eléctricos respecto al circuito de alimentación se deberán adoptar las siguientes medidas:

- Adecuado aislamiento de bornes.
- Que la pinza se encuentre aislada.
- Conexión y perfecto funcionamiento de la toma de tierra.
- Revisar periódicamente el buen estado del cable de alimentación.
- El operario, deberá utilizar careta de soldador de características filtrantes SIN 12.

En previsión de proyecciones de partículas incandescentes se adoptarán las siguientes previsiones:

- El operario utilizará guantes de soldador, pantalla facial, chaqueta de cuero, mandil, polainas y botas de soldador.
- Se colocarán adecuadamente mantas ignífugas y las mamparas opacas para resguardar de rebotes al personal próximo.
- Se adoptarán precauciones para que la soldadura no dañe:



- Redes y cuerdas de seguridad al entrar en contacto con el calor, chispa, escoria, etc.
- Provocar incendios al entrar en contacto con materiales combustibles.
- Provocar deflagraciones al entrar en contacto con vapores y sustancias inflamables.
- Los soldadores deberán tomar precauciones para impedir que cualquier parte del cuerpo o ropa, de protección húmeda sierra un circuito eléctrico o con el elemento expuesto del electrodo o porta-electrodo cuando esté en contacto con la pieza a soldar.

### 6.3.- MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS.

En los trabajos de montaje, se pueden emplear sustancias químicas perjudiciales para la salud, sobretodo decapantes, desengrasantes, limpiadores, desoxidantes, pegamentos, etc.

Cuando se utilicen, se deberán tomar las siguientes medidas:

- Los recipientes que contengan estas sustancias, estarán etiquetadas indicando, el nombre comercial, composición, peligros derivados de su manipulación, normas de actuación.
- Se seguirán fielmente las indicaciones del fabricante.
- No se rellenarán envases de bebidas comerciales con estos productos.
- Se utilizarán en lugares ventilados, haciendo uso de gafas panorámicas o pantalla facial, guantes resistentes a los productos y mandil igualmente resistente.



- En el caso de tener que utilizarse en lugares cerrados o mal ventilados, se emplearán mascarillas con filtro químico adecuado a las sustancias manipuladas.
- Al hacer disoluciones con agua, se verterá el producto químico sobre el agua con el objeto de que las salpicaduras estén más rebajadas.
- No se mezclarán productos de distinta naturaleza.

## 6.4.- MEDIOS AUXILIARES.

### 6.4.1.- ANDAMIOS.

Riesgos.

Caídas a distintos niveles de personas, materiales y herramientas. Las causas pueden más frecuentes por las que se pueden dar caídas son, deslizamiento, basculamiento, rotura de tablones, rotura de andamios, golpes, cortes, etc.

Normas de seguridad.

- Los elementos de unión de las distintas piezas, han de cumplir su función con la permanencia y fijeza debidas.
- Tiene que asegurarse tanto a los trabajadores que han de trabajar en el andamio como a los demás.
- Los reconocimientos deben repetirse diariamente.
- Todos los andamios, antes de su primera utilización, deben someterse a un reconocimiento y a una prueba de carga por personal competente.
- Deben tenerse en cuenta dentro de las cargas de trabajo, el peso del material que provisionalmente se acumulará en el andamio, así como los mecanismos o aparejos que puedan situarse sobre ellos.



#### **6.4.2.- ANDAMIOS TRANSPORTABLES Y GIRATORIOS.**

- Ha de vigilarse la completa solidaridad de todos los elementos fijos y móviles del conjunto.
- La altura no podrá ser superior a cuatro veces su lado menor.
- El desplazamiento del andamio, se deberá realizar sin personas en él.
- Las ruedas dispondrán de dispositivos de bloqueo o en caso contrario, se deberán acuñar por ambos lados.
- En los metálicos, se determinarán el número de perfiles o tubos que los constituyen, su sección, disposición y separación entre ellos, piezas de unión arriostamientos, anclajes, etc., de forma que pueda cumplirse la perfecta estabilidad y seguridad de los trabajadores.

#### **6.4.3.- ESCALERAS.**

Utilización de escaleras.

- El acceso y descenso de la escalera, se realizará siempre de frente a la misma.
- No se transportarán pesos de más de 25 Kg sobre la misma.
- No se utilizarán por más de un trabajador.
- Se llevarán las manos libres.
- No se colocará la escalera detrás de puertas móviles.
- No se trabajará fuera de la vertical de la escalera.

Uso de escaleras portátiles de mano.

- Los largueros serán de una sola pieza.



- Los peldaños estarán ensamblados.
- No existirán empalmes en los largueros de las escaleras.
- La inclinación de la escalera será aproximadamente de 75°.
- Superarán len la medida de lo posible en un metro el punto superior de apoyo.
- Dispondrán de ganchos de sujeción o anclaje en su parte superior.
- Dispondrán de zapatas antideslizantes en su extremo inferior.

Uso de escaleras de tijera.

- Dispondrán de topes de seguridad en su articulación superior.
- Estarán provistas de cable o cadena que impida su abertura.

#### **6.4.4.- PROTECCIONES COLECTIVAS.**

- No puede almacenarse en los andamios más material que el necesario para la continuación de los trabajos.
- Todo el contorno de los andamios tienen que estar protegidos por barandillas sólidas y rígidas de 90 cm de altura y por rodapiés que eviten el deslizamiento de los trabajadores, materiales y herramientas.
- Los obreros deberán estar dotados de casco de seguridad, cinturón de seguridad, guantes y botas deslizantes.
- Los tablonos serán antideslizantes y se mantendrán libres de obstáculos.



## **7.- INSTALACIONES PROVISIONALES.**

Las instalaciones provisionales de la obra, estarán instaladas por el contratista principal de la misma y no son responsabilidad de esta subcontrata, sin embargo se comprobarán los apartados siguientes.

### **7.1.- INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.**

Las instalaciones provisionales de la obra, en lo relativo a elementos, dimensiones y características a lo especificado en los Artículos 39, 40, 41 y 42 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene y 335, 336 y 337 de la Ordenanza Laboral de la Construcción.

En cumplimiento de los citados artículos, la obra dispondrá de locales para vestuario, servicios higiénicos y comedor, debidamente dotados.

Los vestuarios tendrán unas dimensiones de 2 metros cuadrados por cada trabajador que haya de utilizarlos, con una altura de 2,3 metros. Dispondrá de iluminación y calefacción, y estarán equipados con asientos y taquillas individuales con llave. Los aseos, dispondrán de un lavabo con espejo y ducha, con agua caliente y fría, por cada 10 trabajadores, así como un WC por cada 25 trabajadores, con unas dimensiones mínimas de 1\*1,2 metros de superficie y 2,3 metros de altura. Estarán debidamente ventilados y dispondrán de iluminación y calefacción.

Para la limpieza y conservación de los locales, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.



## **7.2.- INSTALACIONES ELÉCTRICA.**

La instalación eléctrica debe adaptarse en todos sus elementos a lo especificado en el “Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión”, instrucciones MI-BT-027(2). Instalación en locales mojados y MI-BT-028 (4). Instalaciones temporales. Obras.

Se realizará el suministro eléctrico para la obra a través de un cuadro que cumpla las normas de la compañía suministradora. Estará dotado de seccionador general de corte automático; estará construido de modo que se evite el contacto con los elementos bajo tensión y dispondrá de protecciones contra fugas a tierra, cortocircuitos y sobrecargas mediante interruptores magnetotérmicos y diferenciales de 300 mA de sensibilidad.

De este cuadro, podrán salir circuitos de alimentación a los cuadros secundarios, que podrán ser móviles y estarán dotados de interruptor general magnetotérmico, y diferenciales de 30 mA de sensibilidad.

Los riesgos más frecuentes son las descargas eléctricas de origen directo e indirecto y el mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.

Las derivaciones de conexión de cuadros secundarios a grupos de soldadura y máquinas herramientas se realizarán con terminal de presión, disponiendo las mismas, de mando de marcha y parada. Estas derivaciones al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que originen su rotura.

Se evitará que los conductos vayan por el suelo, o en caso necesario, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos al atravesar zonas de paso, estando protegidas adecuadamente.

Los aparatos portátiles que sean necesarios para los trabajos, serán estancos de agua y estarán aislados.



Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la cara aislante de protección. Los empalmes entre mangueras estarán siempre elevados y se realizará un mantenimiento periódico del estado de las mangueras, tomas de tierra, enchufes, cuadros, distribución, etc.

Riesgos más frecuentes.

- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Los derivados de caídas de tensión en la instalación por sobrecarga.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Mal comportamiento de las tomas de tierra (incorrecta instalación, picas que anulan los sistemas de protección del cuadro general).
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

### **7.3.- INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS.**

Las fuentes de calor susceptibles de provocar un incendio, pueden ser hogueras, braseros, rayos solares, trabajos de soldadura, cigarrillos, conexiones eléctricas y los posibles combustibles, las maderas, carburantes de maquinaria, pinturas.

Los riesgos más comunes son las quemaduras corporales en mayor o menor grado y la intoxicación por humos y gases.



Se realizarán revisiones de la instalación eléctrica provisional, así como el correcto acopio de sustancias, alejadas de todo posible foco de calor, situando éstas en almacenes creados al efecto o en zonas acotadas.

Deberá señalarse perfectamente la existencia de los productos que estarán almacenados en un lugar diferente al de trabajo, con envases perfectamente cerrados e identificados. Si fuese necesario, se almacenarán en un recinto único donde se depositará la cantidad estrictamente necesaria.

La prevención contra incendios durante el desarrollo de las obras se realizará por medio de extintores.

Se deberá disponer de al menos, un extintor 21 MI3 B de 6 Kg de capacidad, de polvo polivalente.

Las zonas de trabajo deberán estar limpias y ordenadas para facilitar la rápida evacuación del personal de la zona del incendio.

Se señalarán la situación de extintores.



## **8.- CONDICIONES DE SEGURIDAD.**

### **8.1.- DEL PERSONAL DE LA OBRA.**

Todo operario que por razón de su oficio, haya de intervenir en la instalación, tiene derecho a reclamar de su dirección todos aquellos elementos que de acuerdo con la legislación vigente, garanticen su seguridad personal durante la preparación y ejecución de los trabajos.

El instalador exigirá de sus operarios el empleo de los elementos de seguridad.

### **8.2.- DEL INSTALADOR.**

Es obligación del instalador, dar cumplimiento a lo legislado y vigente, respecto de honorarios, jornales y seguros, siendo únicamente él, responsable de las sanciones que de su incumplimiento pudieran derivarse.

### **8.3.- DEL PROPIETARIO.**

El propietario o contratista tiene la obligación de facilitar al instalador un ejemplar completo del presente Proyecto, a fin de que pueda hacerse cargo de todas y cada una de las obligaciones que se especifican en este Pliego.

### **8.4.- DEL PRESENTE PLIEGO.**

El presente Pliego de Condiciones Técnicas de Seguridad, tiene el carácter de órdenes fehacientes comunitarias al instalador, el cual antes de dar comienzo, deberá leerlo completo, no pudiendo luego alegarse ignorancia, por se parte importante del Proyecto.



## 9.- SISTEMAS DE EVALUACIÓN.

El criterio observado para la evaluación de los riesgos es el indicado en la N.T.P.330-193 editada por el I.N.S.H.T. en la que se describe un sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidentes.

A continuación, se indica brevemente el método de evaluación de riesgos elegido

### NIVEL DE EFICIENCIA.

<b>NIVEL DE EFICIENCIA</b>	<b>ND</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
<b>Muy deficiente (MD)</b>	10	Se han detectado factores de riesgo significativos que determinan como muy posible la generación de fallos. El conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo resulta ineficaz.
<b>Deficiente (D)</b>	6	Se ha detectado algún factor de riesgo significativo que precisa ser corregido. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes se ve reducida de forma apreciable.
<b>Mejorable (M)</b>	2	Se ha detectado factores de riesgo de menor importancia. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo no se ve reducida de forma apreciable.
<b>Aceptable (B)</b>	-	No se ha detectado ninguna anomalía destacable, El riesgo esta controlado. No se valora.



NIVEL DE EXPOSICIÓN.

NIVEL DE EXPOSICIÓN	NE	SIGNIFICADO
<b>Continuada (EC)</b>	4	Continuadamente. Varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado.
<b>Frecuente (EF)</b>	3	Varias veces en su jornada laboral con tiempos cortos.
<b>Ocasional (EO)</b>	2	Alguna vez en su jornada laboral y con periodo corto de tiempo.
<b>Esporádica (EE)</b>	1	Irregularmente.

NIVEL DE PROBABILIDAD.

NIVEL DE PROBABILIDAD	ND	SIGNIFICADO
<b>Muy alta (MA)</b>	40 - 24	Situación deficiente con exposición continua, o con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
<b>Alta (A)</b>	20 - 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible varias veces en el ciclo laboral.
<b>Media (M)</b>	8 - 6	Situación deficiente con exposición esporádica, situación mejorable con exposición continua o frecuente. La materialización del riesgo es posible que suceda alguna vez..
<b>Baja (B)</b>	4 - 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.



NIVEL DE CONSECUENCIAS

NIVEL DE CONSECUENCIAS	NC	SIGNIFICADO	
		DAÑOS PERSONALES	DAÑOS MATERIALES
<b>Mortal o catastrófico (M)</b>	100	Un muerto o más.	Dstrucción total de sistema, difícil renovarlo.
<b>Muy grave (MG)</b>	60	Lesiones graves, pueden ser irreparables.	Dstrucción parcial del sistema. Compleja reparación.
<b>Grave (G)</b>	25	Lesión con incapacidad laboral.	Se requiere paro de proceso para efectuar la reparación.
<b>Leve (L)</b>	10	Pequeñas lesiones sin hospitalización	Reparable sin necesidad de paro de proceso.

NIVEL DE RIESGO: NP x NC.

		NIVEL DE PROBABILIDAD			
		40 – 24	20 – 10	8 – 6	4 – 2
NIVEL DE CONSECUENCIA	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	III 240-120
	25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	I 400-240	II 200-120	III 80-60	IV 40-20



NIVEL DE INTERVENCIÓN.

<b>NIVEL DE INTERVENCIÓN</b>	<b>NR</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
<b>I</b>	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
<b>II</b>	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
<b>III</b>	120-40	Mejorar si es posible, justificar intervención y rentabilidad.
<b>IV</b>	20	No intervenir, salvo que in análisis más preciso lo justifique.



TITULO DEL PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. EN UNA  
VIVIENDA RURAL**

AUTOR DEL PROYECTO:

**JAVIER JUSUÉ BIURRUN**

FECHA:

**06/09/2012**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN  
Y A.C.S. EN UNA VIVIENDA RURAL

DOCUMENTO 6  
PRESUPUESTO

Javier Jusué Biurrun

Faustino Gimena Ramos

Pamplona, 06/09/2012



## Índice

1.- Capitulo 1: Instalación de calefacción	2
2.- Capitulo 2: Instalación de A.C.S. y agua fría	4
3.- Capitulo 3: Instalación solar	6
4.- Resumen del presupuesto	8



## - CAPITULO 1: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIDAD	TOTAL (€)
1410	Tubería 16 · 1,8 Uponor para suelo radiante. Uponor PRO evalPEX	2,03 €/m	2.862,30 €
4	Colector de distribución Uponor con 12 salidas, con caudalímetro	178,19 €/ud	712,76 €
40	Uponor curvatubo 16	1,90 €/ud	76,00 €
40	Adaptador para tubo Uponor	3,50 €/ud	140,00 €
2	Caja y tapa para colectores Uponor	183,75 €/ud	367,50 €
1	Uponor unidad base Evolution C56	430,15 €/ud	430,15 €
8	Termostato transmisor Uponor	108,73 €/ud	869,84 €
1	Uponor grupo de impulsión 23 A	723,6 €/ud	723,60 €
293	Uponor moldeado de tetones	7,23 €/ud	2.118,39 €
293	Uponor film de polietileno	0,87 €/m	254,91 €
15	Tubería de 32 mm. de cobre, para red de distribución de calefacción con p.p. de accesorios, soldadura, pequeño material y aislamiento térmico.	13,5 €/m	202,50 €
20	Cabezal electrotérmico Uponor	45,89 €/ud	917,80 €



UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIDAD	TOTAL (€)
10	Tubería de 25 mm. de cobre, para red de distribución de calefacción con p.p. de accesorios, soldadura, pequeño material y aislamiento térmico.	8,45 €/m	84,50 €
1	Te igual 32 · 25	17,05 €/ud	17,05 €
3	Codo 90° 32 · 32	13,01 €/ud	39,03 €
1	Caldera Lidia 20 GTA	1148 €/ud	1.148,00 €
1	Bomba UPS 25-40 GRUNDFOS	145,81 €/ud	145,81 €
2	Vaso de expansión Vasoflex de la marca BAXI ROCA	35 €/ud	70,00 €
1	Chimenea Inox-Inox Modelo P16 de diámetro 16 mm	480 €/ud	480,00 €
	Valvulería		410,00 €
1	Depósito gasóleo Duo System 400 ROTH	523,6 €/ud	523,60 €
1	Depósito acumulador de agua 60 litros de la marca BAXI ROCA	819 €/ud	819,00 €

**TOTAL = 13412,74 €**



## - CAPITULO 2: INSTALACIÓN DE A.C.S. Y AGUA FRÍA.

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIDAD	TOTAL (€)
23	Tubería de 32 mm. de cobre, para red de distribución de calefacción con p.p. de accesorios, soldadura, pequeño material y aislamiento térmico.	13,5 €/m	310,50 €
9	Tubería de 25 mm. de cobre, para red de distribución de calefacción con p.p. de accesorios, soldadura, pequeño material y aislamiento térmico.	8,45 €/m	76,05 €
25	Tubería de 20 mm. de cobre, para red de distribución de calefacción con p.p. de accesorios, soldadura, pequeño material y aislamiento térmico.	7,8 €/m	195,00 €
9	Tubería de 40 mm. de cobre, para red de distribución de calefacción con p.p. de accesorios, soldadura, pequeño material y aislamiento térmico.	10,2 €/m	91,80 €
40	Tubería de 15 mm. de cobre, para red de distribución de calefacción con p.p. de accesorios, soldadura, pequeño material y aislamiento térmico.	6,36 €/m	254,40 €
1	Te 40	18,4 €/ud	18,40 €
6	Te 32	17,06 €/ud	102,36 €
5	Te 25	10,5 €/ud	52,50 €
5	Te 20	6,15 €/ud	30,75 €
2	Te 15	4,52 €/ud	9,04 €



UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIDAD	TOTAL (€)
1	Codo 32	12,9 €/ud	12,90 €
12	Codo 20	4,03 €/ud	48,36 €
13	Codo 15	3,52 €/ud	45,76 €
	Valvulería		40,00 €
1	Bomba UPS 25-50 GRUNDFOS	160,32 €/ud	160,32 €
1	Vaso de expansión Vasoflex 18 litros BAXI ROCA	40 €/ud	40,00 €
1	Válvula mezcladora	358,15 €/ud	358,15 €

**TOTAL = 1846,29 €**



### - CAPITULO 3: INSTALACIÓN SOLAR.

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIDAD	TOTAL (€)
3	Colector solar Vitosol 200 F 2,3 de la casa Viessmann	720 €/ud	2.160,00 €
1	Accesorios colectores	134 €/ud	134,00 €
1	Depósito acumulador Vitocell 100-B de la casa Viessmann	1290 €/ud	1.290,00 €
54	Tubería de 18 mm. de cobre, pared de distribución de calefacción con p.p. de accesorios, soldadura, pequeño material y aislamiento térmico	6,83 €/m	368,82 €
4	Te 18 mm.	4,5 €/ud	18,00 €
6	Codo 18 mm.	3,7 €/ud	22,20 €
1	Vaso de expansión Vasoflex Solar N 35L	92 €/ud	92,00 €
2	Te 25 mm.	10,85 €/ud	21,70 €
1	Bomba circuito primario UPS 25-100 GRUNDFOS	490,85 €/ud	490,85 €
1	Bomba circuito secundario UPS 25-40 GRUNDFOS	145,90 €/ud	145,90 €
1	Regulación electrónica	340 €/ud	340,00 €
1	Purgador	45 €/ud	45,00 €
3	Bidón fluido caloportador	125,80 €/ud	377,40 €



UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIDAD	TOTAL (€)
1	Manta cubre colectores	18 €/ud	18,00 €
	Valvulería dos circuitos		72,00 €
1	Separador de aire	73 €/m	73,00 €
1	Dispositivo de llenado	42 €/m	42,00 €
1	Termostato de seguridad	132 €/ud	132,00 €

**TOTAL = 5842,87 €**



- RESUMEN DEL PRESUPUESTO.

- MATERIAL

- CAPITULO 1: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN = 13412,74 €.

- CAPITULO 2: INSTALACIÓN DE A.C.S. Y AGUA FRÍA = 1846,29 €.

- CAPITULO 3: INSTALACIÓN SOLAR = 5842,87 €.

**TOTAL MATERIAL = 21101,9 €.**

- EJECUCIÓN MATERIAL.

- MANO DE OBRA = 1800 €.

- GASTOS GENERALES Y  
BENEFICIO INDUSTRIAL (15%) = 3165,285 €.

**TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL = 4965,285 €.**

**TOTAL = 26067,185 €.**

I.V.A. (21%) = 5474,109 €.

**TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA = 31541,29 €.**

El presupuesto contrata, asciende a la cantidad de **TREINTA Y UN MIL QUINIENTOS CUARENTA Y UNO CON VEINTINUEVE CENTIMOS.**



- HONORARIOS:

- HONORARIOS REALIZACIÓN DE PROYECTO (6%) = 1892,47 €.

- HONORARIOS DIRECCIÓN DE OBRAS (6%) = 1892,47 €.

TOTAL = 3784,95 €.

I.V.A. (16%) = 794,84 €.

**TOTAL HONORARIOS = 4579,79 €.**



TITULO DEL PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S EN UNA  
VIVIENDA RURAL**

AUTOR DEL PROYECTO:

**JAVIER JUSUÉ BIURRUN**

FECHA:

**06/09/2012**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN  
Y A.C.S. EN UNA VIVIENDA RURAL

DOCUMENTO 7

BIBLIOGRAFÍA

Javier Jusué Biurrun

Faustino Gimena Ramos

Pamplona, 06/09/2012



## Índice

1.- Normativa	2
2.- Libros	3
3.- Catálogos	4



## 1.- NORMATIVA.

- Código Técnico de la Edificación (CTE)
  - DB SH: Salubridad
  - DB HE: Ahorro de energía
- Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE)
- Normas UNE
  - UNE EN 12975-1: 2001: Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores.
  - UNE EN 100 155: Cálculo de vasos de expansión.
  - UNE EN 1264: Cálculo por suelo radiante. Sistemas y componentes.
  - Legionella UNE 1000030 IN: Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de la Legionella en instalaciones.



## 2.- LIBROS.

### - NUEVA ENCICLOPEDIA DE LA CLIMATIZACIÓN, CALEFACCIÓN

Autor: Martín Llorens.

### - MANUAL DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE.

Autor: Francisco Martín Sanchez.

### - REGLAMENTO DE PUBLICACIONES DE CALEFACCIÓN, CLIMATIZACIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA.

Edita Centro de publicaciones, secretaría general técnica, Ministerio de obras públicas y urbanismo.

### - INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.

Autor: Martí rosas Casals.



### **3.- CATÁLOGOS**



TITULO DEL PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y A.C.S. EN UNA  
VIVIENDA RURAL**

AUTOR DEL PROYECTO:

**JAVIER JUSÚ BIURRÚN**

FECHA:

**06/09/2012**

# Complementos y accesorios

## Depósitos de expansión VASOFLEX y VASOFLEX/S

### VASOFLEX

Depósitos de expansión cerrados, para instalaciones de Calefacción por agua caliente hasta 110°C.

### VASOFLEX/S

Depósitos de expansión cerrados, para circuitos de Agua Caliente Sanitaria hasta 70°C.

#### Características principales

##### VASOFLEX

- Depósito cerrado de acero de alta calidad, pintado exteriormente y provisto de membrana elástica especial.
- Cámara de gas conteniendo nitrógeno a presión.
- Instalación en circuito cerrado. Evita la entrada de aire en el interior de la tuberías y en consecuencia la corrosión de las mismas.
- Sustituye el depósito de expansión abierto, evitando la colocación de los conductos de seguridad hasta el punto más alto de la instalación.
- Elimina las pérdidas de agua por evaporación.
- Facilidad de montaje.
- No precisa ningún servicio de mantenimiento.

#### Característica principales

##### VASOFLEX/S

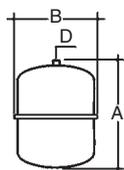
- Depósito cerrado de acero de alta calidad, pintado exteriormente y provisto de membrana elástica especial.
- Recubrimiento interior sintético anticorrosión.
- Membrana especial para el contacto con agua potable evitando que afecte al sabor de la misma.
- Facilidad de montaje.
- No precisa ningún servicio de mantenimiento.

#### Forma de suministro

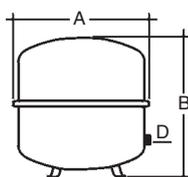
- Se expiden embalados en cajas individuales. En el interior se adjuntan las instrucciones de montaje.
- Indicar: Modelo y presión de llenado.



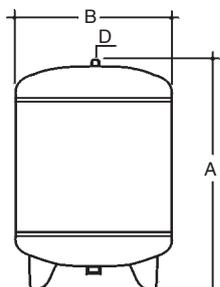
#### Dimensiones y características técnicas



8-12-18 y 25



35-50 y 80



140-200-300-425 y 600

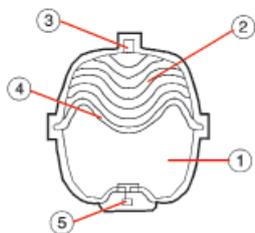
#### VASOFLEX

Capacidades litros	8	12	18	25	35	50	80	140	200	300	425	600
A mm	285	319	405	423	412	473	540	952	1.296	1.328	1.180	1.508
B Ø mm	245	286	286	327	396	437	519	484	484	600	790	790
D Ø orificio conexión	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	1"	1"	1"	1"	1"	1"
Peso Kg	2,2	2,7	3,7	4,5	6,5	14,1	20,2	33,5	41	56,1	76,4	92,9
Presión máxima de trabajo en bar	3	3	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6

#### VASOFLEX/S

Capacidades litros	8	12	18	25	35	50
A mm	308	341	333	385	444	437
B Ø mm	245	286	328	358	396	490
D Ø orificio conexión	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	1"
Peso Kg	3,8	5,1	6,4	7,6	10,9	15,8
Presión máxima de trabajo en bar	10	10	10	8	8	8
Presión de llenado en bar	4	4	4	4	4	4
Para acumulador ACS	150	200	300	500	800	1000

#### Componentes principales



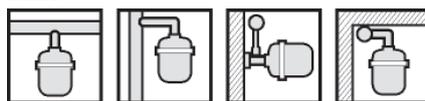
1. Cámara de nitrógeno.
2. Cámara expansión de agua.
3. Orificio conexión a la instalación.
4. Membrana especial.
5. Válvula llenado gas precintada.

#### Instalación VASOFLEX y VASOFLEX/S

- Colocar el depósito de expansión en el circuito de retorno (VASOFLEX) y en la tubería de entrada de agua potable (VASOFLEX/S).

- Evitar radiaciones cerca del depósito de expansión para proteger la membrana de posibles excesos de temperatura.
- No deben colocarse en el conducto de enlace del depósito, llaves de paso o accesorios que puedan interrumpirlo.

#### BIEN

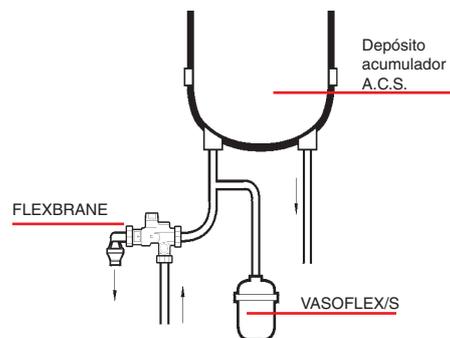


#### MAL



- Debe preverse el enlace del depósito de forma que no puedan crearse en éste bolsas de aire.

Con la instalación de VASOFLEX es imprescindible colocar una válvula de seguridad tarada según la presión máxima de trabajo y un manómetro.



# Complementos y Accesorios

Tabla elección Depósitos de expansión VASOFLEX para temperatura media del agua 70 °C

m.c.a.		Altura manométrica (m.c.a.)													
Modelo Litros/Presión de llenado cámara de gas	Presión máxima válvula seguridad	5		10		15		20		30		40			
		Contenido máximo instalación	Potencia Kcal/h												
		litros	16 lts* 12 lts** (1000 Kcal/h)(1000 Kcal/h)	litros	16 lts* 12 lts** (1000 Kcal/h)(1000 Kcal/h)	litros	16 lts* 12 lts** (1000 Kcal/h)(1000 Kcal/h)	litros	16 lts* 12 lts** (1000 Kcal/h)(1000 Kcal/h)	litros	16 lts* 12 lts** (1000 Kcal/h)(1000 Kcal/h)	litros	16 lts* 12 lts** (1000 Kcal/h)(1000 Kcal/h)		
8 / 0,5	3	220	13.750	18.330											
12 / 0,5	3	330	20.625	27.500											
12 / 1	3			260	16.250	21.660									
18 / 0,5	3	500	31.250	41.660											
18 / 1	3			400	25.000	33.330									
25 / 0,5	3	690	43.125	57.500											
25 / 1	3			550	34.375	45.830									
35 / 0,5	3	970	60.625	80.830											
35 / 1	3			780	48.750	65.000									
35 / 1,5	3						580	36.250	48.330						
50 / 0,5	3	1.390	86.875	115.830											
50 / 1	3			1.110	69.375	92.500									
50 / 1,5	3					830	51.875	69.160							
80 / 0,5	3	2.200	137.500	183.330											
80 / 1	3			1.700	106.250	141.666									
80 / 1,5	3					1.200	750.000	100.000							
140 / 0,5	3	3.900	243.750	325.000											
140 / 1	3			3.120	195.000	260.000									
140 / 1,5	3					2.340	146.250	195.000							
140 / 2	3							1.560	97.500	130.000					
140 / 3	5									2.080	130.000	173.330			
140 / 4	6										1.780	111.250	148.330		
200 / 0,5	3	5.580	348.750	465.000											
200 / 1	3			4.460	278.750	371.660									
200 / 1,5	3					3.340	208.750	278.330							
200 / 2	3							2.230	139.375	185.830					
200 / 3	4									1.780	111.250	148.330			
200 / 4	6										2.550	159.375	212.500		
300 / 0,5	3	8.370	523.125	697.500											
300 / 1	3			6.690	418.125	557.500									
300 / 1,5	3					5.020	313.750	418.330							
300 / 2	3							3.340	208.750	278.330					
300 / 3	4									2.670	166.875	222.500			
300 / 4	6										3.830	239.375	319.660		
425 / 0,5	3	11.850	740.625	987.500											
425 / 1	3			9.480	592.500	790.000									
425 / 1,5	3					7.110	444.375	592.500							
425 / 1	4			11.380	711.250	948.333									
425 / 1,5	4					9.480	592.500	790.000							
425 / 1,5	5					11.060	691.250	921.660							
425 / 2	3							4.740	296.250	395.000					
425 / 2	4							7.580	473.750	631.660					
425 / 2	5							6.310	394.375	525.833					
425 / 3	5									6.310	394.375	525.830			
425 / 4	5											3.160	197.500	263.330	
425 / 4	6											5.420	338.750	451.660	
600 / 1	3			13.390	836.875	1.115.833									
600 / 1,5	3						10.040	627.500	836.666						
600 / 1,5	4						13.390	836.875	1.115.833						
600 / 2	3							6.696	418.500	558.000					
600 / 2	4							10.710	669.375	892.500					
600 / 3	5									8.919	557.437	743.250			
600 / 3	6									11.460	716.250	955.000			
600 / 4	6											7.650	478.125	637.500	

\* Instalación con radiadores de acero: Caldera 2 l / 1.000 kcal/h, Radiadores 12,5 l / 1.000 kcal/h, Tubería 1,5 l / 1.000 kcal/h, TOTAL = 16 l / 1.000 kcal/h.

\*\* Instalación con radiadores de hierro fundido, de aluminio o paneles: Caldera 2 l / 1.000 kcal/h, Radiadores 8,5 l / 1.000 kcal/h, Tubería 1,5 l / 1.000 kcal/h, TOTAL: 12 l / 1.000 kcal/h.

## Utilización de la tabla

### Conociendo la capacidad en litros de la instalación

Ejemplo:

- Capacidad: 2.000 litros
- Altura manométrica: 5 m.c.a.
- Temperatura media del agua: 70 °C

Hay que utilizar la columna correspondiente a 5 m.c.a. y dentro de ella la correspondiente a litros.

Es adecuado un VASOFLEX 80 / 0,5.

### Conociendo la potencia en kcal/h de la instalación.

Ejemplo:

- Potencia de la instalación: 90.000 kcal/h
- Instalación realizada con radiadores de hierro fundido.
- Altura manométrica: 10 m.c.a.
- Temperatura media del agua: 70 °C

Hay que utilizar la columna correspondiente a 10 m.c.a. y dentro de ella la correspondiente a 12 litros / 1.000 kcal/h.

Es adecuado un VASOFLEX 50 / 1.

### Corrección por temperatura

Para temperaturas medias diferentes a 70 °C, los volúmenes de agua por litros o la potencia en kcal/h de la tabla deben multiplicarse por el factor correspondiente.

Ejemplo:

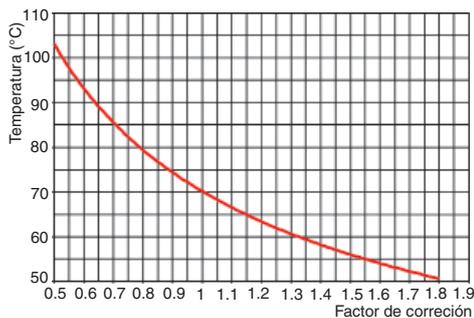
- Capacidad: 550 litros
- Altura manométrica: 15 m.c.a.
- Temperatura media del agua: 80 °C

Modelo elegido:

35 / 1,5 580 x 0,78 = 453 litros INSUFICIENTE  
50 / 1,5 830 x 0,78 = 648 litros ADECUADO

# Complementos y accesorios

## Corrección por altura manométrica



Para alturas manométricas diferentes a las indicadas en las tablas, los volúmenes de agua en litros o la potencia en kcal/h deben multiplicarse por el factor correspondiente.

Exceso m.c.a.	1	2
Factor	0,89	0,79

Cuando este exceso sea superior a 2 m.c.a. la elección del VASOFLEX debe efectuarse a través de la altura manométrica inmediata superior que figure en las tablas (ej: para 8 ó 13 m.c.a. deben escogerse las alturas de 10 ó 15 m.c.a. respectivamente).

Ejemplo:

- Potencia de la instalación: 50.000 kcal/h
- Realizada con radiadores de acero

- Altura manométrica: 6 m.c.a.
  - Temperatura media del agua: 70 °C
- Para 6 m.c.a., o sea un exceso de 1 m.c.a. sobre 5 m.c.a. corresponde un factor de 0,89.

Modelo elegido:

35 / 0,5 60.625 x 0,89 = 53.956 kcal/h  
ADECUADO

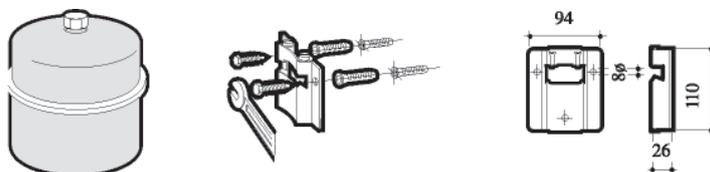
### Importante:

Para instalaciones de gran potencia y VASOFLEX de gran capacidad es importante efectuar el cálculo de forma mas rigurosa (consultar).

## Complementos para Depósitos de Expansión VASOFLEX y VASOFLEX/S.

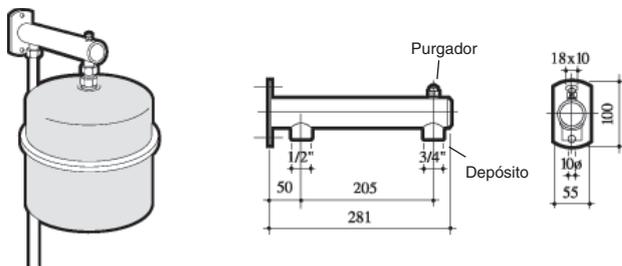
### - VASOFLEX MB2

Soporte mural de acero para Depósito de Expansión, VASOFLEX y VASOFLEX/S de 8 a 25 litros.



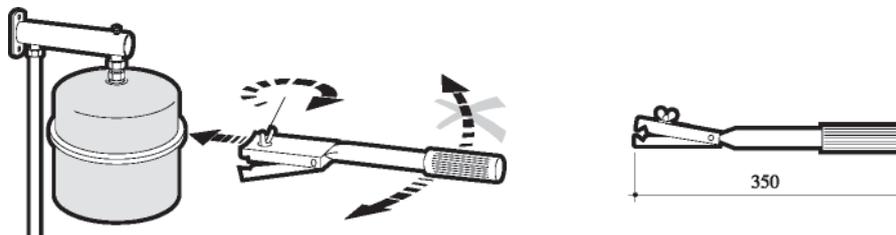
### - FLEXCONSOLE

Soporte mural de acero, con roscas para la conexión de la tubería de la instalación y del depósito de expansión. Incorpora un purgador.



### - VASOFLEX DT

Herramienta para el montaje de los depósitos de expansión.



## Los primeros **junto a ti**

Te ofrecemos soluciones innovadoras  
con las que conseguir el éxito en tu negocio

**Uponor**  
simply more

### Uponor Hispania, S.A.U.

#### Oficinas centrales y Fábrica Uponor

Poligono Industrial N°1 - Calle C. 24  
28938 Móstoles (Madrid)  
Tel.: +34 91 685 36 00  
Fax: +34 91 647 32 45  
e-mail: atencion.cliente@uponor.com

#### Centro Logístico

CLA - Centro Logístico de Abastecimientos  
Calle Rio Zujar, s/n  
28906 Cetafe (Madrid)  
Tel.: +34 91 685 36 00  
Fax: +34 91 647 32 45

### Uponor Portugal, Lda.

#### Oficinas centrales

Rua Central do Olival, 1100  
4415-726 Olival VNG  
Tel.: +351 227 860 200  
Fax: +351 227 829 644  
e-mail: atencao.cliente@uponor.com

[www.uponor.es](http://www.uponor.es)  
902 100 240

# Uponor

APLICACIONES DE FONTANERÍA  
Y CLIMATIZACIÓN

UPONOR QUICK & EASY

Tubería Uponor EvalPEX Q&E Preaislada:  
**ahorro, ahorro, ahorro**



# Tubo Uponor EvalPEX Q&E Preaislado para el transporte de fluidos fríos y calientes

Uponor

## Características

- **Mayor eficiencia energética** en el transporte de fluidos fríos o calientes
- **Espesor de aislamiento conforme al RITE**
- **Clasificación de aislamiento frente al fuego** según el CTE.



## Características del aislamiento

- **Aislamiento térmico de alta calidad** premontado en barras de tubería Uponor EvalPEX Q&E de 5m.
- **Conductividad térmica:**  $\lambda = 0.039 \text{ W/m K}$  a  $10^\circ\text{C}$ , menor a la marcada como referencia por el RITE ( $0.040 \text{ W/m K}$ ).
- **Clasificación al fuego** según las nuevas Euroclases  $B_1s_3d_0$  (antigua M1).
- **Resistencia a difusión de vapor:**  $\mu > 5000$  ( $\mu$  promedio 7000).
- **Temperatura de aplicación:**  $-50$  a  $105^\circ\text{C}$ .

Espesores de aislamiento en cumplimiento del RITE

## Principales ventajas

- Ahorro del **tiempo de colocación del aislamiento**
- Ahorro en el **tiempo de instalación** con el sistema **Uponor Q&E**

## Gama

Ø De 16 a 90 mm.



La tubería Uponor EvalPEX Q&E Preaislada se presenta en barras de 5m:

### Diámetros de 16, 20, 25 y 32 mm

- Tuberías Uponor Q&E EvalPEX con espesores de aislamiento de 20 mm (Tabla 1.2.4.2.3 RITE).
- Tuberías Uponor Q&E EvalPEX con espesores de aislamiento de 25 mm (Tabla 1.2.4.2.1 RITE).

### Diámetros de 40, 50, 63, 75 y 90 mm

- Tuberías Uponor Q&E EvalPEX con espesores de aislamiento de 30 mm (Tabla 1.2.4.2.3 y tabla 1.2.4.2.1 RITE).

TARIFA UPONOR 2010

APLICACIONES DE FONTANERÍA Y CLIMATIZACIÓN  
Soluciones Uponor PEX y EvalPEX Quick & Easy

TUBERÍAS UPONOR EvalPEX Q&E

Tubo Uponor evalPEX Q&E Preaislado	CÓDIGO UPONOR	Dimensión	Uds. Caja	Uds. Palet	PVP/ud.
<b>NOVEDAD</b>	1047732	16x1,8 (20mm)	20m	---	4,92 €
	1047733	20x1,9 (20mm)	15m	---	5,70 €
	1047734	25x2,3 (20mm)	15m	---	7,10 €
	1047735	32x2,9 (20mm)	10m	---	9,70 €
	1047736	16x1,8 (25mm)	15m	---	5,81 €
	1047737	20x1,9 (25mm)	10m	---	6,41 €
	1047738	25x2,3 (25mm)	10m	---	8,05 €
	1047739	32x2,9 (25mm)	5m	---	11,96 €
	1047740	40x3,7 (30mm)	5m	---	16,20 €
1047741	50x4,6 (30mm)	5m	---	22,00 €	
1047742	63x5,8 (30mm)	5m	---	32,00 €	
1047743	75x6,8 (30mm)	5m	---	42,50 €	
1047744	90x8,2 (30mm)	5m	---	56,30 €	



El espesor de aislamiento aparece entre paréntesis. Barras de 5m. Embalaje en bolsa. Plazo de entrega a confirmar.

Tubería Uponor EvalPEX Q&E con certificado de marca de AENOR y de producto certificado CERTIF.

## ROTH DUO SYSTEM®. Para una instalación segura, rápida y de calidad

### Características

#### Envolvente metálico

- El envolvente metálico que ejerce de cubeto y refuerzo, hace que estos depósitos no precisen de cubeto de obra, lo que se traduce en una instalación rápida, cómoda y económica.
- La envolvente ignífuga, fabricada de chapa de acero galvanizado, aporta máxima seguridad para el usuario.
- Excelente resistencia a la corrosión debido al exclusivo sistema de ensamblaje sin soldaduras utilizado por Roth, la altísima calidad de los materiales y el soporte metálico que evita el contacto directo con el suelo.

#### Instalación de calidad

- Máxima fiabilidad del producto gracias a la larga experiencia en Europa y Estados Unidos de más de 30 años.
- Indicador de nivel mecánico e indicador de fugas incluido de serie. Depósito DUO SYSTEM 1.500 con indicador de nivel Rothalert incluido.
- Se pueden instalar de forma unitaria o en batería de hasta 5 unidades, al igual que los depósitos ROTHALEN® y ROTHALEN® PLUS.
- Modelos de 400 y 620 litros aptos para instalación en edificios de uso colectivo, en viviendas en altura.
- **Garantía de 5 años** del fabricante.



### Composición

#### Accesorios de unión

- Accesorios en polietileno o metálicos
- Fácil montaje
- Llenado seguro

#### Indicador de fugas

- Para mayor seguridad del depósito

#### Depósito interior

- Fabricado en polietileno de alta densidad
- Todo depósito es sometido a un exhaustivo control de calidad

#### Juntas moleteadas

- Sistema de moleteado altamente resistente a la corrosión
- Perfecto acabado de los bordes con junta interior resistente al gasóleo

#### Envolvente metálico

- Ejerce la función de refuerzo y cubeto
- Totalmente estanco
- Asas diseñadas para una cómoda manipulación del depósito
- Chapa de acero galvanizado con altísima resistencia a la corrosión

#### Soporte metálico

- Para facilitar la instalación y evitar el contacto con el suelo



## Ventajas en la instalación

### Instalación tradicional en 3 pasos



Paso 1:  
construcción muro



Paso 2:  
impermeabilización



Paso 3:  
colocación depósito

### Instalación todo en 1 con ROTH DUO SYSTEM



Los depósitos ROTH DUO SYSTEM se utilizan en INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN donde se quiera evitar la construcción del cubeto de obra, al tener un envoltente metálico estanco. Dicho envoltente es resistente a la corrosión y sus juntas están moleteadas.

## Instalación todo en 1 en baterías de hasta 5 depósitos

### Sistema de llenado

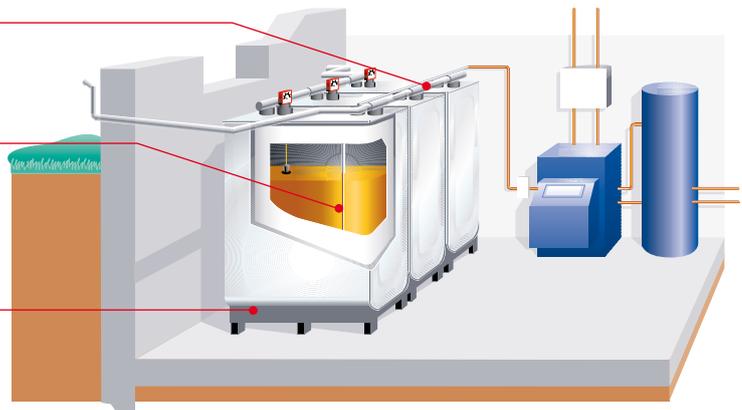
- Resistente a altas presiones
- Montaje rápido y sencillo

### Posibilidad de instalar hasta 5.000 l. en la misma sala de calderas

- Colocación en batería dentro de la misma sala de calderas manteniendo, como mínimo, un metro de distancia de la caldera según exigencias de la reglamentación vigente

### Instalación completa

- Depósito completo que incluye de fábrica un cubeto, un soporte metálico, un indicador de fugas y un indicador de nivel

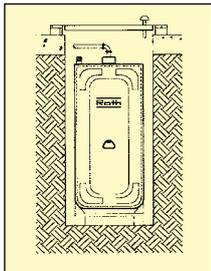


Se pueden instalar los depósitos unitariamente o en batería mediante un sistema fácil y rápido.

## ROTH DUO SYSTEM®. Para una instalación segura, rápida y de calidad

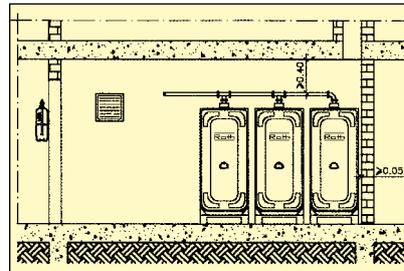
### Posibilidades de instalación

Distancia mínima entre depósito y caldera de 1 m. Puede reducirse la distancia entre depósito y caldera con pared de separación RF-120 y distancia mínima entre pared y depósito de 5 cm.



#### Unitaria

- Para instalaciones enterradas es necesario la construcción de un cubeto de obra.
- Depósito de simple pared en cubetos de obra.
- Depósitos  $\leq 1.000$  l. no precisan cubeto y tendrán bandeja de recogida con capacidad  $\geq 10\%$  del depósito.



#### En batería

- Distancia mínima de 40 cm. entre pared y el frontal del marcado de la batería. Para el resto, distancia mínima de 5 cm.
- Distancia mínima a techo de 40 cm.
- Los depósitos de

#### Almacenamientos no admitidos:

- Zonas de tránsito o paso, huecos de escaleras, vestíbulos o pasillos.
- Zonas sanitarias de hospitales y laboratorios.
- Locales de trabajo, edificios de oficinas y desvanes de viviendas.

#### Almacenamientos admitidos:

- Locales con temperaturas  $\leq 40$  °C cuando el almacenamiento es  $< 5.000$  l.
- En cocinas, terrazas, etc. cuando el almacenamiento sea  $\leq 1.000$  l.

- cada batería serán del mismo fabricante y capacidad, con un máximo de 25 depósitos y 5 unidades por cada fila.
- Capacidad máxima total 25.000 l.
- Prever sistemas de ventilación al exterior en locales con depósitos  $\geq 1.000$  l.
- Para acumulaciones  $\geq 5.000$  l. prever una zona exclusiva para su ubicación.

### Accesorios para la instalación



Instalación Füll-Star

#### Instalaciones unitarias

##### Único depósito

Consta de sistema de aspiración de gasóleo con bridas-conexión, tubo flexible y válvula de cierre manual.



Kit de Aspiración

#### Instalaciones en batería

##### Primer depósito

Consta de sistema de llenado, sistema de aspiración de gasóleo y sistema de aireación.



Unidad Base

##### Segundo y sucesivos

Consta de sistema de llenado, sistema de aspiración de gasóleo y sistema de aireación.



Unidad Fila

Capacidad (l.)	Instalación unitaria	Instalación múltiple				
	Kit de aspiración	1°	2°	3°	4°	5°
400	1063012001	Unidad base	Unidad fila	Unidad fila	Unidad fila	Unidad fila
620	1063012001	1920100001	1920200002	1920200002	1920200002	1920200002
1.000	1063012001	1920100001	1920200002	1920200002	1920200002	1920200002
1.500	1063012001	1920100001	1920200003	1920200003	1920200003	1920200003

## ROTH DUO SYSTEM®. Para una instalación segura, rápida y de calidad

### Normativa y certificaciones

- Los depósitos ROTH DUO SYSTEM se utilizan en **todo tipo de instalaciones de acumulación de gasóleo** donde se quiera evitar la construcción del cubeto de obra, al tener un envolvente metálico estanco. Dicho envolvente es resistente a la corrosión y sus juntas están moleteadas.
- Los depósitos cumplen, en su conjunto, con la norma española UNE 53432/92 partes 1 y 2, y la norma europea EN 13341 la cual requiere el **mercado CE** para este producto de acuerdo a la directiva europea de productos de la construcción **DE 89/106**.
- Así mismo, cumplen con los requisitos establecidos en el Real Decreto, **RD 1523/1999** y sus instrucciones técnicas complementarias **MI IP 03 y MI IP 04**, considerando que la protección secundaria ejerce la función de refuerzo y cubeto.
- Los ensayos que certifican el marcado CE han sido realizados por el laboratorio acreditado AIMPLAS.



### REACCIÓN AL FUEGO

Clasificación de Reacción al Fuego del **CUBETO DE RETENCIÓN, A1** según **UNE EN 13501-1**, (Euroclases).

La más alta clasificación en reacción al fuego, **EQUIVALENTE A LA CLASE M0**, de UNE 23727:1990.

### Modelos y dimensiones



★ El modelo con capacidad para 1.500 litros incluye el indicador de nivel electrónico inalámbrico ROTHALERT®

Capacidad (l)	Longitud (mm)		Anchura (mm)	Altura (mm)*			Peso (kg)
	con asas	sin asas		con palet	sin palet	palet+indicador	
400	750	730	700	1.128	1.082	1.208	48
620	750	730	700	1.615	1.530	1.690	62
1.000	1.225	1.215	700	1.615	1.530	1.690	96
1.500★	1.672	1.627	762	1.861	1.720	1.933	150

(\*) Medidas tomadas incluyendo el soporte metálico.

*Estamos a su disposición,  
no dude en contactarnos.  
Distribuidor:*

**E**  
**Grupos Térmicos**  
Instrucciones de Funcionamiento,  
Limpieza y Mantenimiento  
para el **USUARIO**      Página ..... 5

**GB**  
**Heating Units**  
Operating, Cleaning,  
and Maintenance Instructions  
for the **USER**      Page .....6

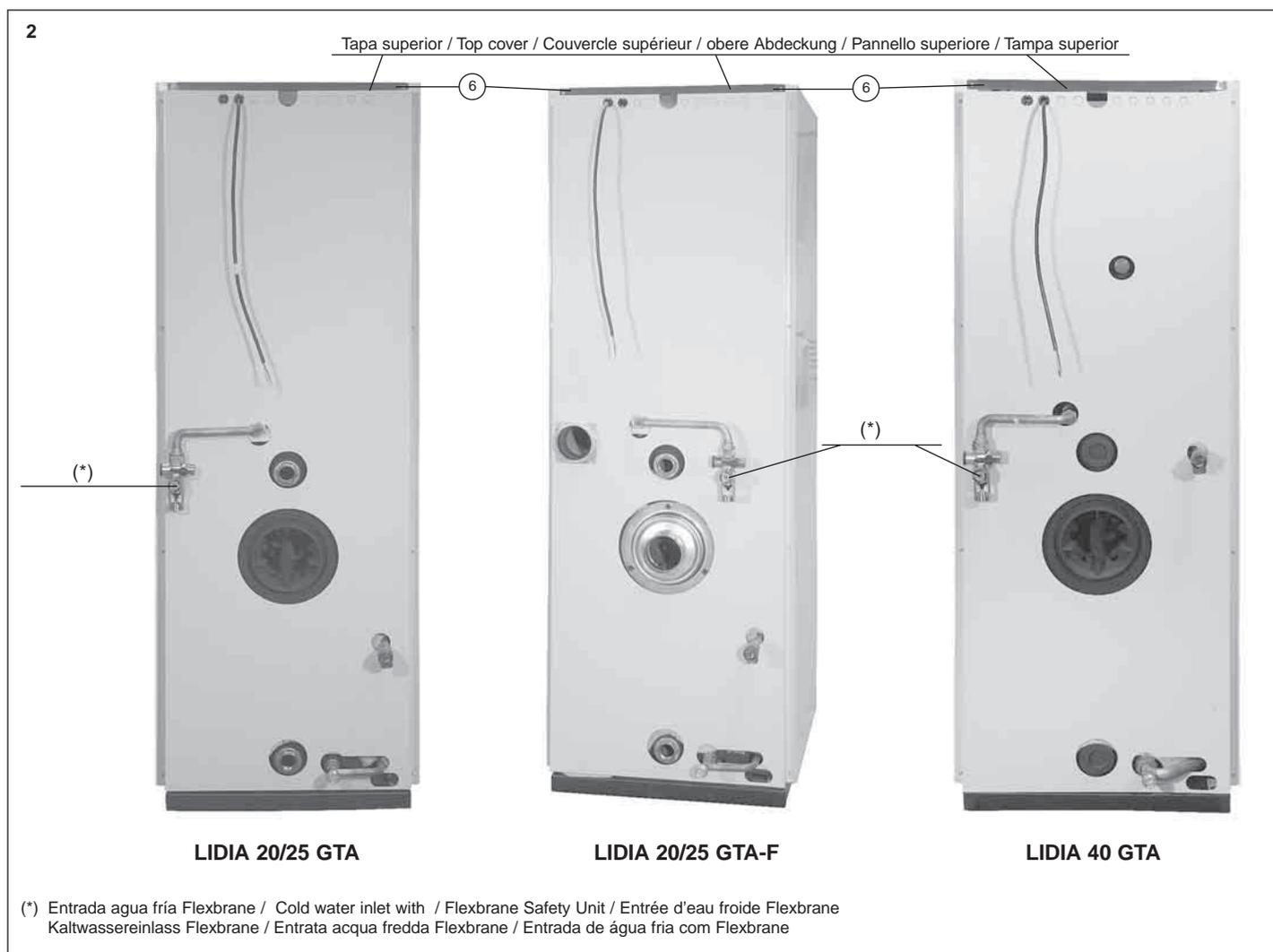
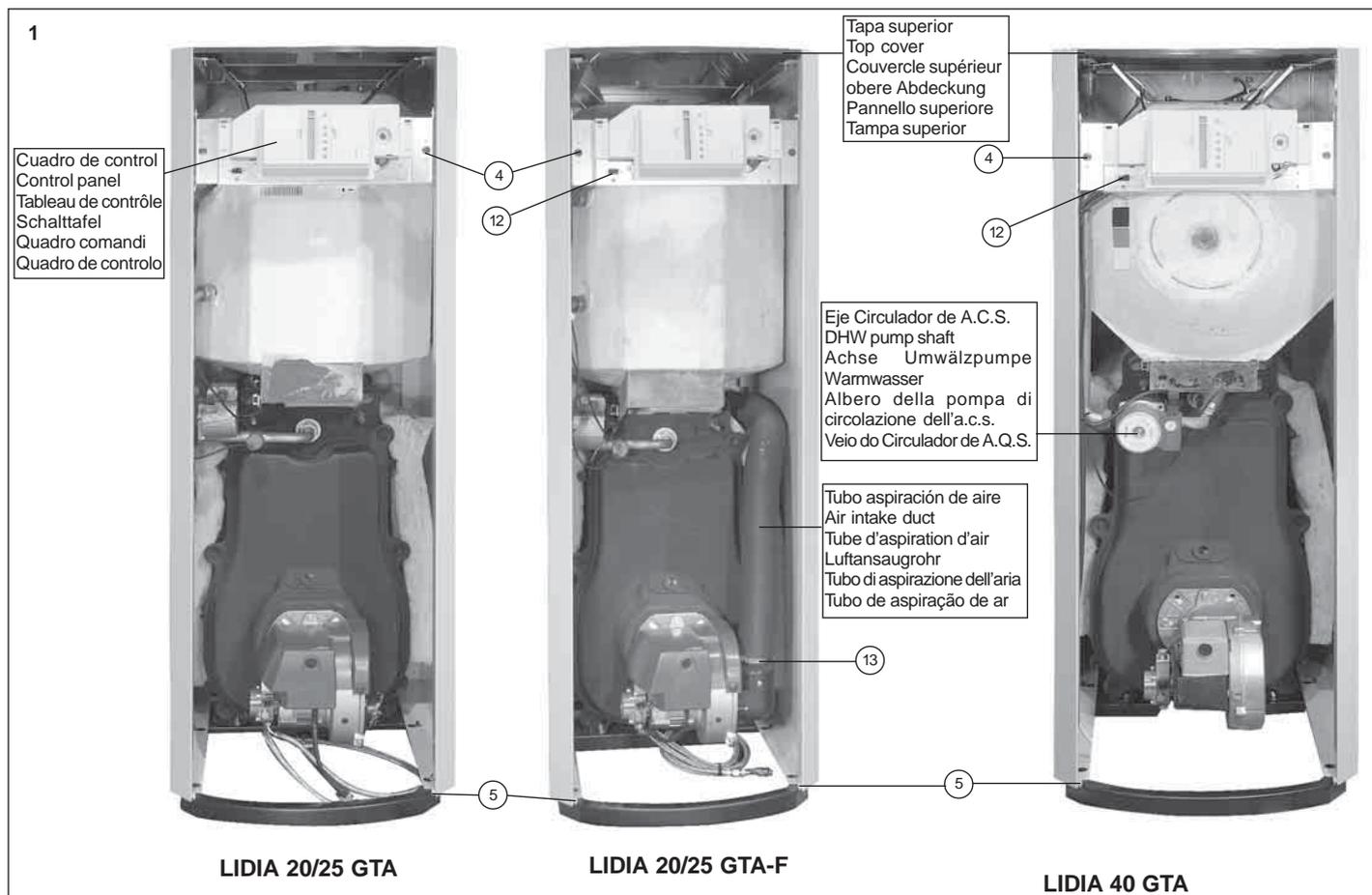
**F**  
**Groupes Thermiques**  
Instructions Fonctionnement,  
de Nettoyage et de Maintenance  
pour l'**UTILISATEUR**      Page .....7

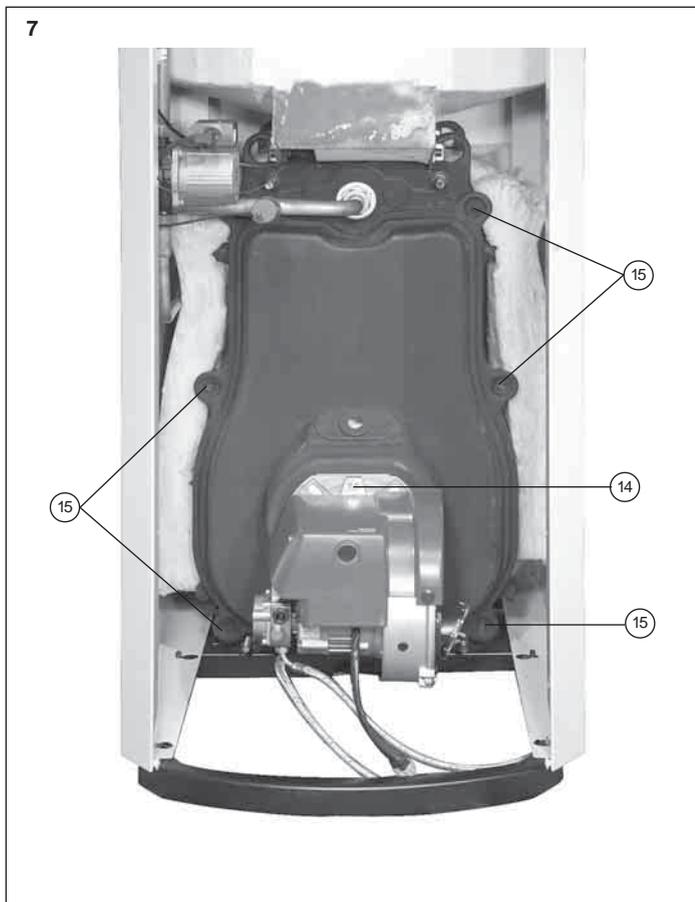
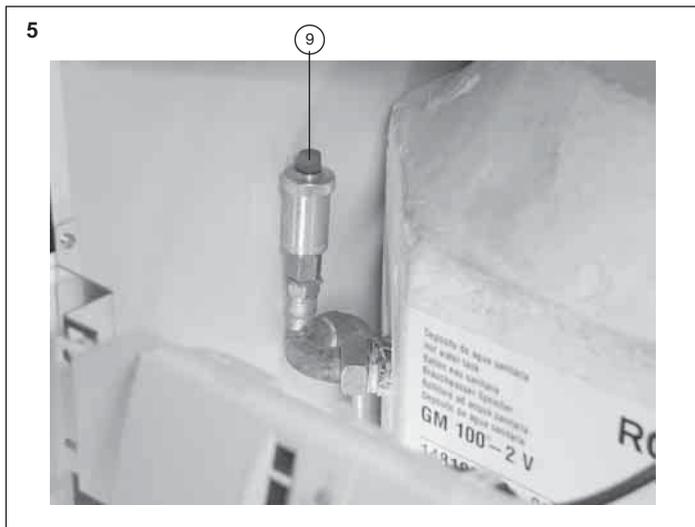
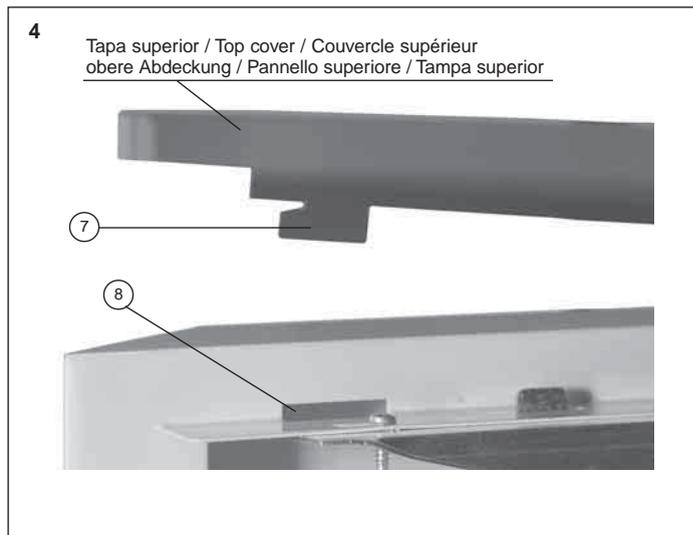
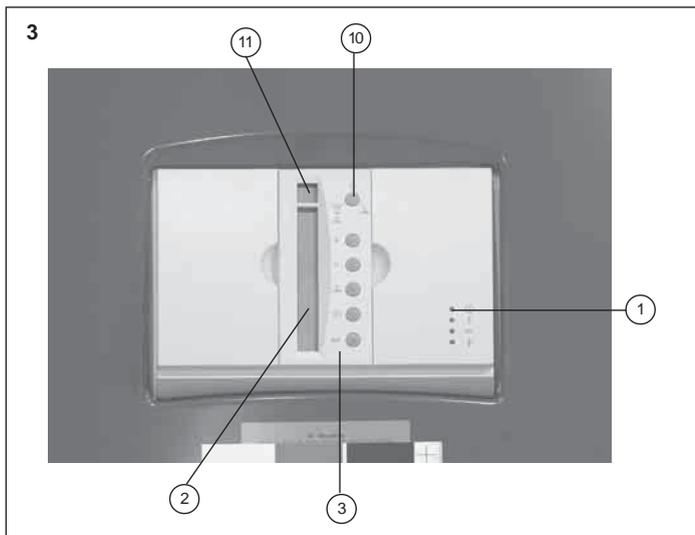
**D**  
**Heizkessel**  
Betriebs-, Reinigungs- und  
Wartungsanleitung  
für den **BENUTZER**      Seite .....8

**I**  
**Gruppi Termici**  
Istruzioni di Funzionamento,  
Pulizia e Manutenzione  
per l'**UTENTE**      Pagina.....9

**P**  
**Grupos Térmicos**  
Instruções de Funcionamento,  
Limpeza e Manutenção  
para o **USUÁRIO**      Página ..... 10







**Características principales / Main Features / Caractéristiques principales / Hauptmerkmale  
Caratteristiche principali / Características principais**

	Nº elementos / No. of sections N. éléments / Anzahl der Heizelemente Nº di elementi / Nº de elementos	Potencia útil / Heat output Puissance utile / Nutzleistung Potenza utile / Potência útil		Rendimiento útil / Net Efficiency Rendement utile / Nutzleistung Resa utile / Rendimento útil (%)
		kcal/h	kW	
LIDIA 20 GTA & GTA-F	2	18.000	20,9	89,7
LIDIA 25 GTA & GTA-F	3	25.000	29,1	90,5
LIDIA 40 GTA	5	41.500	48,3	91,4

Temperatura máxima de trabajo: 100 °C.

Presión máxima de trabajo caldera: 4 bar.

Presión máxima circuito Agua Caliente Sanitaria: 7 bar.

Maximale Betriebstemperatur: 100 °C.

Maximaler Betriebsdruck Heizkessel: 4 bar.

Maximaler Betriebsdruck Heißwasserkreislauf: 7 bar.

Max. Working Temperature: 100 °C

Max. Boiler Working Pressure: 4 bar

Max. Pressure, DHW Circuit: 7 bar

Temperatura massima di esercizio: 100 °C.

Pressione massima di esercizio della caldaia: 4 bar.

Pressione massima circuito acqua calda sanitaria: 7 bar.

Température maximale de travail: 100 °C.

Pression maximale de travail chaudière: 4 bar.

Pression maximale circuit Eau Chaud Sanitaire: 7 bar

Temperatura máxima de trabalho: 100 °C.

Pressão máxima de trabalho da caldeira: 4 bar.

Pressão máx. do circuito de Água Quente Sanitária: 7 bar.

## E

El Grupo Térmico LIDIA GTA o GTA-F elegido para su instalación proporciona los servicios de Calefacción y producción de Agua Caliente Sanitaria por acumulación.

Conviene encomendar a un profesional cualificado su instalación, ajuste y regulación. En esta información se indican sus principales características, así como las operaciones que son necesarias para su correcto funcionamiento y adecuada conservación.

## Funcionamiento

### Operaciones previas al primer encendido

- Si las hubiera, comprobar que las llaves de Ida y Retorno de la instalación de Calefacción están abiertas.
- Verificar que el cuadro de control recibe tensión eléctrica. Si es así, el led del símbolo “tensión” (1) se ilumina en verde. Figuras 1 y 3.
- Analizar el contenido de las Instrucciones facilitadas para el Usuario respecto a los cuadros de control CCE.
- Comprobar en la escala “bar” de la pantalla (2) del Mando caldera (3) del cuadro de control que la presión de llenado ha sido ajustada según la altura de la instalación (1 bar = 10 metros). Figura 3.
- Ante cualquier anomalía consultar el apartado “Bloqueo del cuadro de control” en las mencionadas Instrucciones y proceder según su contenido. Cuando convenga, avisar al servicio de Asistencia Técnica a Clientes (ATC) Roca más cercano.
- Interrumpir el acceso de corriente eléctrica al cuadro de control.
- Retirar la tapa frontal de la envolvente tirando de su parte superior hasta que los clips introducidos a presión salgan de los alojamientos (4) en el soporte del cuadro de control. Por su parte inferior separarla de los soportes (5) incorporados a los laterales envolvente. Figura 1.
- En G. T. LIDIA 40 GTA además, retirar los tornillos (6) que fijan la parte posterior de la tapa superior a los laterales de la envolvente, deslizarla hacia atrás hasta que las pestañas frontal inferiores (7) puedan salir de los alojamientos (8) practicados en los laterales envolvente. Figuras 1, 2, 4 y 6.
- Levantar y retirar la tapa superior envolvente.
- Verificar que el tapón (uno en LIDIA 20 y 25 GTA / GTA-F y dos en LIDIA 40 GTA) del purgador automático (9) está aflojado. Figuras 5 y 6.
- Reponer las tapas a su posición de origen.
- Comprobar que el grifo (manecilla negra) del grupo de seguridad Flexbrane está abierto. Figura 2.
- Comprobar que los parámetros de caldera y de la instalación (servicio, temperaturas, etc.) han sido seleccionados, ajustados y programados de acuerdo con el contenido de las instrucciones facilitadas para el Usuario respecto a los cuadros de control CCE.
- Abrir un grifo de consumo de Agua Caliente Sanitaria para purgar de aire este circuito.

### Primer encendido

#### Atención:

El de los quemadores de LIDIA 20 GTA, LIDIA 20 GTA-F, LIDIA 25 GTA y LIDIA 25 GTA-F se produce 6 minutos después de detectarse la demanda de calor. El de la LIDIA 40 GTA, así como los posteriores encendidos de los de las calderas antes mencionadas, se produce de forma inmediata.

- Comprobar el correcto funcionamiento de los circuladores y, cuando convenga, desbloquearlos presionando en la ranura del eje y, al mismo tiempo, hacerlo girar. Ejemplo figura 1.

### Servicio de solo Agua Caliente Sanitaria

Al seleccionar “grifo”  con la tecla de selección de servicios (10) del cuadro de control este símbolo se muestra fijo en el cuadro superior (11) del Mando caldera (3). Figura 3.

- 1 – Sin producción de Agua Caliente Sanitaria (programa de “no Agua Caliente Sanitaria” o con el depósito ya caliente):
  - El símbolo  se muestra fijo en pantalla.
  - El circulador solo se pone en marcha para la función “Mantenimiento de circuladores”.
- 2 – Con producción de Agua Caliente Sanitaria (programa de “si Agua Caliente Sanitaria” o con el depósito aún no caliente).
  - El símbolo  parpadea lentamente. Se empieza a generar Agua Caliente Sanitaria cuando la temperatura del depósito desciende 2 °C respecto del valor programado (el de origen es 60 °C), y deja de generarse cuando ha alcanzado la temperatura programada.
  - El agua de caldera se autorregula para alcanzar una temperatura de 80 °C.

### Servicio conjunto de Calefacción y Agua Caliente Sanitaria

Los símbolos  y  se muestran en pantalla. Al principio de este funcionamiento el agua del depósito está fría. El símbolo  parpadea y el  está fijo.

Durante una demanda de Agua Caliente Sanitaria el funcionamiento coincidirá con el descrito en el anterior apartado “Servicio de solo Agua Caliente Sanitaria”.

Al cesar la demanda de Agua Caliente Sanitaria pero no la de Calefacción:

- El símbolo  parpadea lentamente y el  está fijo.
  - El quemador funciona hasta que la temperatura de caldera alcanza el valor programado para el servicio de Calefacción.
  - El circulador empieza a funcionar cuando la temperatura de caldera supera la T<sub>mín cal</sub>, y deja de funcionar cuando la temperatura de caldera es 7 °C inferior a T<sub>mín cal</sub>.
- Al cesar la demanda de Calefacción:
- Los símbolos  y  no parpadean.
  - El quemador deja de funcionar pero el circulador sigue funcionando durante un minuto, o bien solo hasta que la temperatura del agua de la caldera sea inferior a T<sub>mín cal</sub>.

### Comprobación del estado del ánodo del depósito acumulador

- Cuando se haya incorporado el indicador opcional en la ventana (12) del soporte cuadro de control, proceder según las Instrucciones que lo acompañan. Figura 1.

### Limpieza

Cuanto más limpia mantenga la caldera menor será el consumo de combustible. Cuando sea necesaria y, al menos, una vez al año, la limpieza general ha de realizarla personal especializado. En este capítulo se relacionan las operaciones que opcionalmente puede realizar.

- Interrumpir el acceso de corriente eléctrica y de combustible a la caldera.
- Retirar la tapa frontal de la envolvente en la forma indicada en “Operaciones previas al primer encendido”.

- En G. T. LIDIA 20/25 GTA-F aflojar el tornillo de apriete de la brida (13) del tubo entre quemador y conducto de aspiración de aire y retirarlo del quemador. Figura 1.
- Retirar el tornillo que fija el quemador a la tapa de caldera. Figura 7.
- Retirar los 6 tornillos (15) que fijan la tapa caldera y separarla de ésta. Figura 7
- Proteger la base del hogar con papel, etc. e introducir el cepillo suministrado en los pasos de humos y en el propio hogar y limpiarlos.
- Retirar de la base del hogar el papel, etc. con los residuos de la limpieza.
- Reponer todos los componentes desmontados.

### Mantenimiento

Cuando sea necesario, pero al menos una vez al año, ha de encomendarse a personal especializado. Comprende, como mínimo la operativa que se indica.

**Atención:** La modificación o sustitución de cables o conexiones, excepto los de la alimentación eléctrica y de un termostato de ambiente opcional, ha de realizarla un servicio de Asistencia Técnica a Clientes (ATC) Roca.

- Limpieza de caldera según el capítulo precedente.
- Medida y corrección, si procede, de los índices de combustión.
- Comprobación del correcto funcionamiento de todos los elementos de regulación, control y seguridad.
- Respecto al quemador, proceder según se indica en las Instrucciones que lo acompañan.
- Limpieza y revisión del estado de la chimenea.

### Recomendaciones importantes

- En las calderas estancas, después de cualquier intervención (Limpieza, Mantenimiento, etc.) que implique haber desmontado aquellos componentes que contribuyen a mantener la estanquidad de la caldera (tapa soporte de quemador, conexiones a los conductos de admisión de aire y evacuación de gases, etc.), es imprescindible que al volver a montarlos se garantice su función. En la tapa soporte quemador deberán atornillarse a tope los tornillos y tuercas que la fijan al cuerpo de caldera, y las conexiones a los conductos mencionados habrán de realizarse con especial cuidado.
- En el caso de paros prolongados de la instalación ésta no ha de vaciarse.
- Solo debe añadirse agua a la instalación cuando sean precisas ineludibles reposiciones. Esta operación sólo ha de realizarse con el agua de la caldera fría.
- Frecuentes reposiciones de agua pueden ocasionar incrustaciones calcáreas en la caldera y dañarla de forma importante, a la vez que pierde rendimiento.

### Atención:

Características y prestaciones susceptibles de variaciones sin previo aviso.

### Mercado CE

Los Grupos Térmicos LIDIA GTA y GTA-F son conformes a las Directivas Europeas 89/336/CEE de Compatibilidad Electromagnética, 73/23/CEE de Baja Tensión, 92/42/CEE de Rendimiento y 97/23/CEE de Equipos a Presión .

# ROCA

Roca Calefacción, S.L.  
Roca Corporación Empresarial  
Avda. Diagonal, 513  
08029 Barcelona  
Teléfono 93 366 1200  
Telefax 93 419 4561  
[www.roca-calefaccion.com](http://www.roca-calefaccion.com)  
[www.roca-heating.com](http://www.roca-heating.com)



**E**

**Indicador del estado del ánodo de magnesio para depósitos acumuladores de Grupos Térmicos LIDIA GTA**

Instrucciones de Montaje y Funcionamiento para el **INSTALADOR** y **USUARIO**

**GB**

**Magnesium Anode Status Indicator for LIDIA GTA Heating Units**

Assembly and Operating Instructions for the **INSTALLER** and **USER**

**F**

**Indicateur de l'état de l'anode de magnésium pour ballons de Groupes Thermiques LIDIA GTA**

Instructions de montage et de fonctionnement pour **l'INSTALLATEUR** et **l'UTILISATEUR**

**D**

**Zustandsanzeige der Magnesiumanode für Speicher der Heizkessel LIDIA GTA**

Montage- und Bedienungsanleitung für **INSTALLATEUR** und **BENUTZER**

**I**

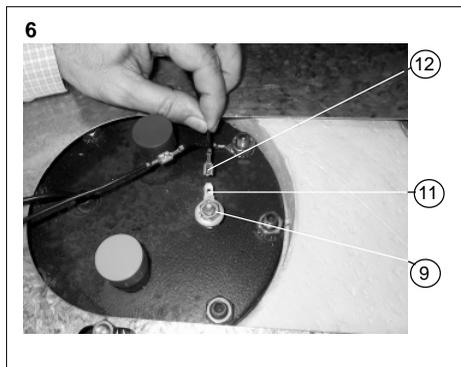
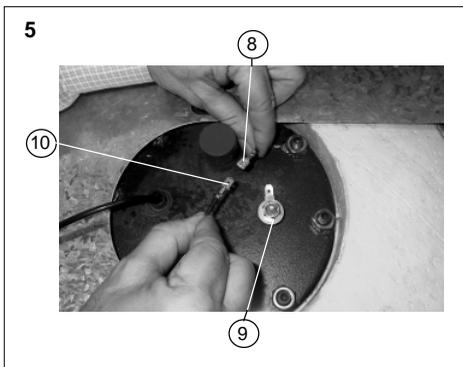
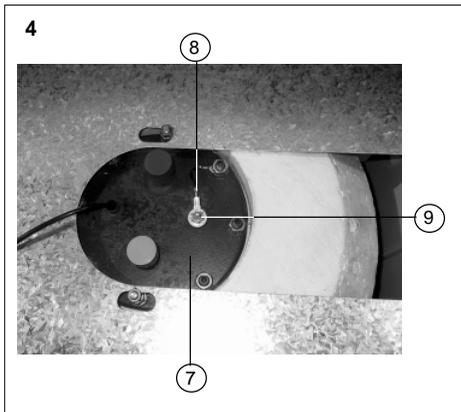
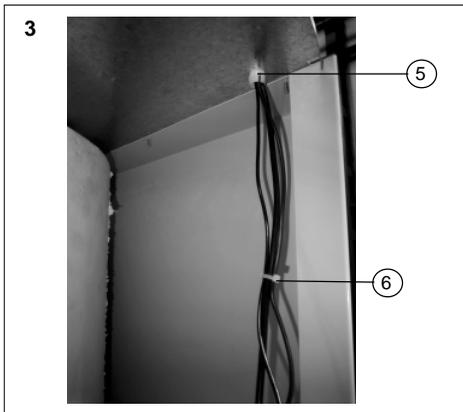
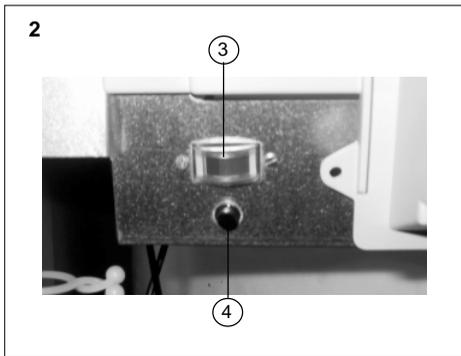
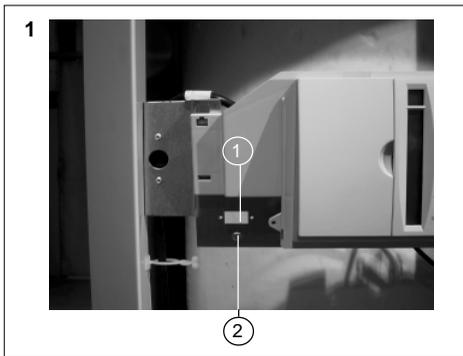
**Indicatore dello stato dell'anodo solubile di magnesio per serbatoi di accumulo di Gruppi Termici LIDIA GTA**

Istruzioni di Montaggio e Funzionamento per **INSTALLATORE** e **UTENTE**

**P**

**Indicador de estado do ânodo demagnésio para depósitos acumuladores de Grupos Térmicos LIDIA GTA**

Instruções de Montagem e Funcionamento para o **INSTALADOR** e **USUÁRIO**



## Montaje

- 1 – El soporte del cuadro de control incorpora una ventana (1) y un orificio circular (2). Fig. 1.
- 2 – Situar en la ventana (1) el Indicador (3), y en el orificio (2) el pulsador (4) del Indicador. Fijar el Indicador con los dos tornillos M2 x 8 y tuercas suministradas. Fig. 2.
- 3 – Fijar el cableado del Indicador a la parte superior posterior del cuadro de control con una de las bridas cremallera suministradas. Conducir el cableado del Indicador junto al de la sonda de ACS e introducir su extremo por el pasacables (5) de la tapa superior de la envolvente. Fijar ambos cableados con la otra brida cremallera (6) suministrada. Fig. 3.
- 4 – En la brida (7) del depósito, desconectar el terminal hembra (8) del terminal incorporado al espárrago (9). Fig. 4.
- 5 – Conectar al terminal hembra (8) el terminal (10) del cable “conexión a masa” del Indicador. Fig. 5.
- 6 – Conectar al terminal (11) del espárrago (9) el terminal hembra (12) del cable “conexión ánodo” del Indicador. Fig. 6.

## Funcionamiento

Para comprobar el estado del ánodo, proceder a:

- 1 – Presionar el pulsador (4)
- 2 – Cuando el índice de Indicador (3) se sitúa en el interior de la zona roja es la indicación de que el ánodo ya gastado no protege el depósito.
- 3 – Sustituir el ánodo de inmediato.



Roca Calefacción, S.L.

Avda. Diagonal, 513  
08029 Barcelona  
Teléfono 93 366 1200  
Telefax 93 419 4561  
www.roca.es

**Cuartos de Baño**  
**Aire Acondicionado**  
**Calefacción**  
**Cerámica**

# RC 12/20-I & RC 13/25-I



ES

**Resistencias calefactoras para Calderas y Grupos Térmicos GTA Confort**  
Instrucciones de Montaje y Regulación para el **INSTALADOR** y **USUARIO**

GB

**Electric Heater Elements for Boilers and GTA Confort Heating Units**  
Assembly and Control Instructions for the **INSTALLER** and the **USER**

FR

**Résistances Électriques de Chauffage pour Chaudières et Groupes Thermiques GTA Confort**  
Instructions de Montage et de Régulation pour l'**INSTALLATEUR** et l'**UTILISATEUR**

DE

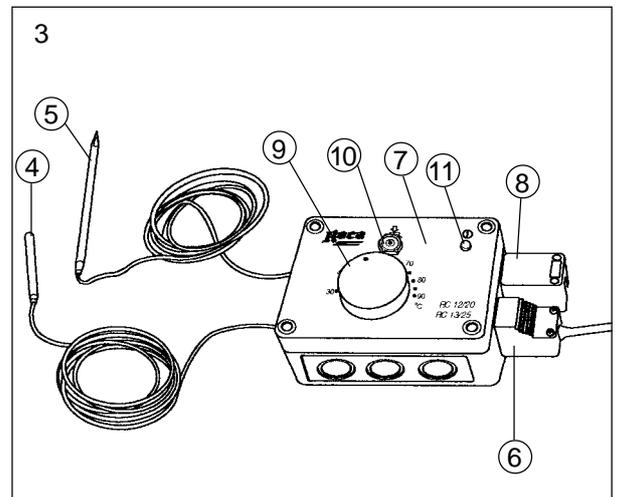
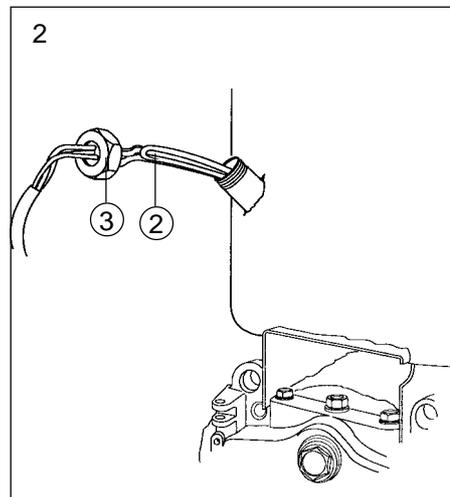
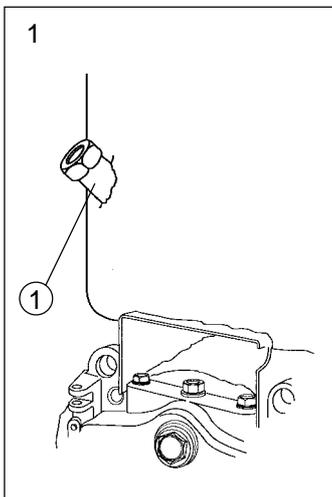
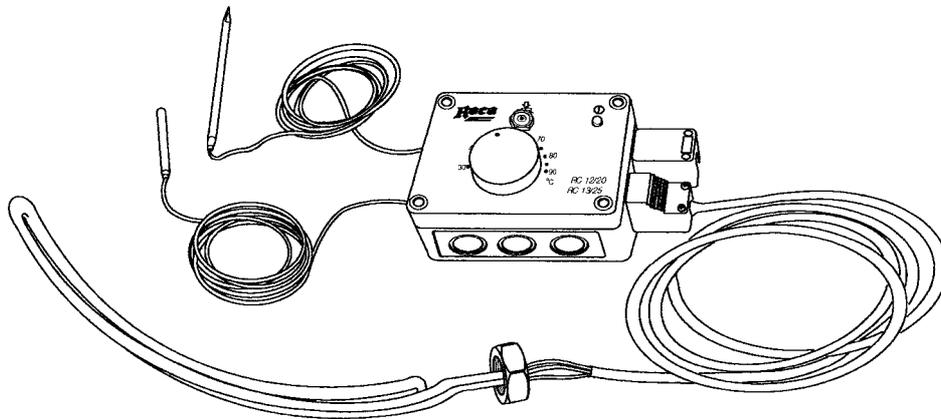
**Heizspiralen für Kessel und Heizanlagen GTA Confort**  
Montage- und Einstellanleitung für den **INSTALLATEUR** und den **BENUTZER**

IT

**Resistenze elettriche per Caldaie e Gruppi Termici GTA Confort**  
Istruzioni di montaggio e regolazione per **INSTALLATORE** e **UTENTE**

PT

**Resistências de aquecimento para Caldeiras e Grupos Térmicos GTA Confort**  
Instruções de montagem e Regulação Para o **INSTALADOR** e **UTILIZADOR**



E

- 1 – Desenroscar del manguito (1) del depósito la tuerca hexagonal y retirarla con junta y tapa.
- 2 – Introducir la resistencia (2) por el manguito y roscar en él la tuerca (3) con junta.
- 3 – Introducir sucesivamente en la vaina del depósito los bulbos del termostato de regulación (4) y del de seguridad (5).
- 4 – Colocar el conector (6) de la resistencia a presión en la caja (7).
- 5 – Realizar la conexión del cable de red eléctrica (H05 VVF 3G x 2,5) al conector (8) y colocarlo a presión en la caja (7).
- 6 – Fijar a la envolvente de la caldera la caja (7) mediante el imán posterior.
- 7 – Regular el volante (9) del termostato de Agua Caliente Sanitaria de 30 °C a 55 °C. En tanto que el termostato de seguridad (10) no haya actuado el led verde (11) permanece iluminado.
- 8 – En caso de actuación del termostato de seguridad esperar a que la temperatura del agua descienda hasta 55 °C y rearmarlo presionando su lengüeta. De ser necesario, avisar al servicio Roca Asistencia Técnica a Clientes más cercano.

FR

- 1 – Dévisser l'écrou hexagonal du manchon (1) du réservoir et l'ôter avec le joint et le couvercle.
- 2 – Introduire la résistance électrique (2) par le manchon et y visser l'écrou (3) avec le joint.
- 3 – Introduire successivement dans la gaine du ballon les bulbes du thermostat de régulation (4) et de celui de sécurité (5).
- 4 – Accoupler le connecteur (6) de la résistance au boîtier (7) en faisant pression dessus.
- 5 – Procéder à la connexion du câblage (H05 VVF 3G x 2,5) d'alimentation du réseau électrique au connecteur (8) et l'accoupler au boîtier (7) en faisant pression dessus.
- 6 – Fixer le boîtier (7) à la jaquette de la chaudière par l'aimant postérieur.
- 7 – Changer la régulation du cadran circulaire (9) du thermostat d'Eau Chaude Sanitaire de 30 °C à 55 °C. Tant que le thermostat de sécurité (10) n'aura pas agit, la LED verte (11) restera allumée.
- 8 – Dans le cas où le thermostat de sécurité agirait, attendre à ce que la température de l'eau descende jusqu'à 55 °C, puis le réarmer en faisant pression sur la languette. Si c'est nécessaire, avertir le service Roca d'Assistance Technique aux Clients le plus proche.

IT

- 1 – Svitare dal manicotto (1) del serbatoio il dado esagonale e toglierlo assieme alla guarnizione e al coperchio.
- 2 – Introdurre la resistenza (2) nel manicotto e avvitare in esso il dado (3) con la guarnizione.
- 3 – Introdurre quindi il bulbo del termostato di regolazione (4) e il bulbo del termostato di sicurezza (5) nella guaina del serbatoio.
- 4 – Collocare a pressione il connettore (6) della resistenza nella scatola (7).
- 5 – Realizzare l'allacciamento del cavo d'alimentazione (H05 VVF 3G x 2,5) nel connettore (8) e collocarlo a pressione nella scatola (7).
- 6 – Mediante la calamita posteriore, fissare la scatola (7) al rivestimento della caldaia.
- 7 – Con la manopola (9), regolare il termostato dell'acqua calda sanitaria su una temperatura compresa tra 30 e 55 °C. Il led verde (11) rimarrà acceso, sempre che non scatti il termostato di sicurezza (10).
- 8 – In caso di scatto del termostato di sicurezza, attendere che la temperatura dell'acqua sia scesa sino a 55 °C prima di premere la linguetta per riarmarlo. Se necessario, rivolgersi al Servizio di Assistenza Tecnica Roca più prossimo.

GB

- 1 – Unscrew the hexagon nut and remove it with washer and cover from the stub pipe (1) in the DHW cylinder.
- 2 – Insert the heater element (2) in the stub pipe and fix it in place with the nut and washer (3) provided.
- 3 – Then introduce both the control thermostat (4) and limit thermostat (5) bulbs in their respective pockets in the cylinder.
- 4 – Next plug the heater's connector (6) into the box (7).
- 5 – Wire the power cable (H05 VVF 3G x 2,5) to the connector (8) and plug it into the box (7).
- 6 – Attach the box (7) to the boiler casing by means of the magnet on the rear of the box.
- 7 – Set the rotary knob (9) of the Domestic Hot Water Thermostat between 30 °C and 55 °C. The green LED (11) will go out when the limit thermostat (10) is activated.
- 8 – Should the limit thermostat trip, wait until the temperature of the water falls to 55 °C and reset it by pressing on its tab. If necessary, call your nearest Roca After-Sales Service.

DE

- 1 – Die Sechskantschraube von der Muffe (1) am Behälter losschrauben und mit Dichtung und Kappe abnehmen.
- 2 – Die Spirale (2) durch die Muffe einführen und die Schraube (3) mit Dichtung auf die Muffe aufschrauben.
- 3 – In den Behältermantel nacheinander die Kolben des Regel- (4) und des Sicherheitsthermostats (5) einführen.
- 4 – Den Heizspiralenstecker (6) in das Gehäuse (7) stecken.
- 5 – Das Netzkabel (H05 VVF 3G x 2,5) am Stecker (8) anschließen, und den Stecker in das Gehäuse (7) stecken.
- 6 – Das Gehäuse (7) mit dem Magnet auf der Rückseite am Kesselmantel befestigen.
- 7 – Das Handrad (9) am Heißwasserthermostat von 30 °C auf 55 °C einstellen. Solange der Sicherheitsthermostat (10) nicht tätig geworden ist, leuchtet die grüne LED (11).
- 8 – Wird der Sicherheitsthermostat tätig, ist abzuwarten bis die Wassertemperatur auf 55 °C gefallen ist und der Thermostat durch Drücken auf seine Zunge zurückzusetzen. Wenn notwendig, ist der nächsten Roca-Kundendienst zu benachrichtigen.

PT

- 1 – Desenroscar do casquilho (1) do depósito a porca hexagonal e retirá-la com a junta e a tampa.
- 2 – Introduzir a resistência (2) pelo casquilho e roscar ali a porca (3) com junta.
- 3 – Introduzir sucessivamente na bainha do depósito os bulbos do termostato de regulação (4) e segurança (5).
- 4 – Colocar, pressionando, o conector (6) da resistência na caixa (7).
- 5 – Efectuar a ligação do cabo de alimentação eléctrica (H05 VVF 3G x 2,5) ao conector (8) e, pressionando, colocá-lo na caixa (7).
- 6 – Fixar a caixa (7) à envolvente da caldeira, através do íman posterior.
- 7 – Regular o volante (9) do termostato de Água Quente Sanitária entre 30° e 55 °C. Enquanto o termostato de segurança (10) não actuar a luz piloto verde (11) permanece acesa.
- 8 – No caso de o termostato de segurança actuar, esperar que a temperatura da água desça aos 55 °C e rearmá-lo pressionando a lingueta. Caso necessário, avise o serviço de Assistência Técnica a Clientes ROCA mais próximo.



Roca Calefacción, S.L.

Avda. Diagonal, 513  
08029 Barcelona  
Teléfono 93 366 1200  
Telefax 93 419 4561  
www.roca.es



Cuartos de Baño  
Aire Acondicionado  
Calefacción  
Cerámica

Programa completo



# Eficiencia Plus

## Programa completo

### 03 Calderas murales a gas de 6,5 a 840 kW



Técnica de condensación

Técnica de baja temperatura

### 04 Calderas de pie a gasóleo de 18 a 100 kW



Técnica de condensación

Técnica de baja temperatura

### 05 Bombas de calor de 1,5 a 14,6 kW



### 06 Calderas medianas y grandes a gas/gasóleo de 87 a 26000 kW



Técnica de condensación

Técnica de baja temperatura

Calderas de agua caliente

Calderas de agua sobrecalentada

Generadores de vapor de baja presión

Generadores de vapor de alta presión

Calderas de recuperación

### 10 Cogeneración de 20 a 401 kW<sub>e</sub>, de 39 a 549 kW<sub>t</sub>



### 11 Biomasa de 4 a 13000 kW



### 12 Tecnología solar



Colectores planos

Colectores de tubos de vacío

### 13 Interacumuladores de A.C.S



### Técnica de condensación



VITODENS 100-W

Caldera mural a gas de condensación  
(Modelo WB1C)  
Para sólo calefacción / Mixta con producción instantánea de A.C.S.  
Margen de potencia nominal: de 6,5 a 35 kW  
Rendimiento estacional: hasta 109%  
Baja emisión NOx, clase 5



VITODENS 200-W

Caldera mural a gas de condensación  
Para calefacción: de 6,5 a 105 kW  
En secuencia: de 17 a 840 kW  
Mixta: de 6,5 a 35 kW  
Rendimiento estacional: hasta 109%  
Baja emisión NOx, clase 5

### Técnica de baja temperatura



VITOPEND 100-W

Caldera mural a gas  
(Modelo WH1D)  
Para sólo calefacción / Mixta con producción instantánea de A.C.S.  
De 10,5 a 30 kW  
Rendimiento estacional: hasta 93 %



VITOPEND 100-W

Caldera mural a gas mixta de microacumulación  
con producción instantánea de A.C.S.  
(Modelo WHKB)  
De 10,5 a 30 kW  
Rendimiento estacional: hasta 91%



VITOPEND 111-W

Caldera mural a gas con interacumulador  
de carga integrado  
(Modelo WHSB)  
De 10,5 a 24 kW  
Rendimiento estacional: hasta 91 % (H<sub>2</sub>)  
Capacidad del interacumulador integrado: 46 l



VITOPEND 200-W

Caldera mural a gas  
Para sólo calefacción / Mixta con producción instantánea de A.C.S.  
(Modelo WH2B)  
De 10,5 a 24 kW  
Rendimiento estacional: hasta 94%  
Bajo NOx, clase 5

# Calderas de pie a gasóleo

## De 18 a 100 kW



### Técnica de condensación



VITORONDENS 222-F

Caldera de fundición de condensación a gasóleo

De 20,2 hasta 28,9 kW

Rendimiento estacional: 103 % (H<sub>i</sub>)

Capacidad del interacumulador integrado:

130 l (20,2 y 24,6 kW)

160 l (28,9 kW)



VITORONDENS 200-T

Caldera de fundición de condensación a gasóleo

De 20,2 hasta 53,7 kW

Rendimiento estacional: 103 % (H<sub>i</sub>)

### Técnica de baja temperatura



VITOLA 222

Caldera de acero de muy baja temperatura

De 18 hasta 27 kW

Rendimiento estacional: 96 % (H<sub>i</sub>)

Capacidad del interacumulador integrado:

150 l



VITOLA 200

Caldera de acero de muy baja temperatura

De 18 hasta 63 kW

Rendimiento estacional: 96 % (H<sub>i</sub>)



VITOROND 111

Caldera de fundición de baja temperatura

De 18 hasta 27 kW

Rendimiento estacional: 94,5 % (H<sub>i</sub>)

Capacidad del interacumulador integrado:

130 l (18 kW)

160 l (22 y 27kW)



VITOROND 100

Caldera de fundición de baja temperatura

De 18 hasta 100 kW

Rendimiento estacional: 94,5 % (H<sub>i</sub>)



## Bombas de calor de aire-agua, split



### VITOCAL 222-S

**Bomba de calor de aire-agua compacta**  
Modelo calefacción-refrigeración / A.C.S.  
De 4,5 a 14,6 kW

Capacidad del interacumulador integrado: 170 l

**Unidad interior** con bomba del circuito de calefacción - refrigeración, intercambiador de calor, válvula de inversión de tres vías, grupo de seguridad y regulación.

**Unidad exterior** resistente a la intemperie con evaporador, compresor, válvula de expansión y ventilador.



### VITOCAL 200-S

**Bomba de calor de aire-agua, split**  
Modelo solo calefacción / A.C.S. o  
calefacción-refrigeración / A.C.S.  
De 4,5 a 14,6 kW

**Unidad interior** con una bomba común para el circuito primario y secundario de alta eficiencia (clasificación energética A), intercambiador de calor, válvula de inversión de tres vías, grupo de seguridad y regulación. En el modelo calefacción-refrigeración / A.C.S. resistencia eléctrica integrada.

**Unidad exterior** resistente a la intemperie con evaporador, compresor, válvula de expansión y ventilador.

## Depósito de A.C.S. con bomba de calor integrada



### VITOCAL 160-A

**Depósito de A.C.S. con bomba de calor integrada**  
Ventilación conducida o ventilación en el mismo local  
Con o sin aprovechamiento solar  
Potencia térmica nominal: 1,52 kW  
Potencia de refrigeración: 1,09 kW  
Caudal volumétrico de aire: hasta 250 m<sup>3</sup>/h  
Capacidad del interacumulador: 285 l

# Calderas medianas y grandes a gas/gasóleo

De 87 a 26000 kW



## Técnica de condensación a gas



VITOCROSSAL 300

Caldera de condensación a gas  
De 187 a 635 kW  
Hasta 314 kW con el quemador de radiación Matrix  
Rendimiento estacional: hasta 109%



VITOCROSSAL 300

Caldera de condensación a gas  
De 787 a 1400 kW  
Rendimiento estacional: hasta 109%



VITOCROSSAL 200

Caldera de condensación a gas  
De 87 a 311 kW  
Rendimiento estacional: hasta 108 %



VITOCROSSAL 200

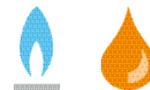
Caldera de condensación a gas  
De 404 a 628 kW  
Rendimiento estacional: hasta 109 %

## Técnica de condensación a gasóleo



VITORADIAL 300-T

Caldera de condensación a gasóleo  
De 101 a 335 kW  
Rendimiento estacional: hasta 103 %



### Técnica de baja temperatura



VITOPLEX 300

Caldera de acero a gas / gasóleo  
De 90 a 500 kW  
De 620 a 2000 kW  
Rendimiento estacional: hasta 96 %



VITOPLEX 200

Caldera de acero a gas / gasóleo  
De 90 a 560 kW  
De 700 a 1950 kW  
Rendimiento estacional: hasta 94 %



VITOROND 200

Caldera de fundición a gas / gasóleo  
De 125 a 270 kW  
De 320 a 1150 kW  
Rendimiento estacional: hasta 94 %

### Intercambiador gases / agua



VITOTRANS 300

Intercambiador gases / agua  
De 90 a 6000 kW  
Técnica de condensación gasóleo / gas natural

# Calderas medianas y grandes a gas/gasóleo

De 87 a 26000 kW



## Calderas de agua caliente



VITOMAX 300-LT

Caldera de baja temperatura,  
de 3 tiros con superficie de transmisión de pared múltiple  
Temperatura de impulsión adm.: 110 °C/120 °C  
Modelo M343  
De 1,86 a 5,9 MW  
Presión de servicio adm.: 6 bar  
Rendimiento estacional: hasta 96 %



VITOMAX 200-LW

Caldera de baja presión, de 3 tiros  
Temperatura de impulsión adm.: 110 °C/120 °C  
Modelo M62A: de 2,3 a 6 MW  
Modelo M64A: de 8 a 20 MW  
Presión de servicio adm.: 6 / 10 / 16 bar  
Rendimiento estacional: 92 %  
(96 % con intercambiador gases / agua)



VITOMAX 200-WS

Caldera de baja presión, de 3 tiros  
Especial para explotaciones hortícolas  
Temperatura de impulsión adm.: 110 °C  
Modelo M250  
De 1,75 a 11,6 MW  
Presión de servicio adm.: 3 bar  
Rendimiento estacional: 94 %



VITOMAX 100-LW

Caldera de baja presión con cámara de combustión de llama invertida  
Temperatura de impulsión adm.: 110 °C  
Modelo M148  
De 0,65 a 6 MW  
Presión de servicio adm.: 6 / 10 bar  
Rendimiento estacional: 91,5 %  
(95,5 % con intercambiador gases / agua)

## Calderas de agua sobrecalentada



VITOMAX 200-HW

Caldera de agua sobrecalentada de alta presión  
Temperatura de impulsión adm.: 205 °C  
Modelo M236: de 0,46 a 2,5 MW  
Modelo M238: de 3,5 a 16,2 MW  
Presión de servicio adm.: 6 hasta 25 bar  
Rendimiento estacional: hasta 96 %  
(con intercambiador gases / agua)



VITOMAX 200-HW

Caldera de agua sobrecalentada de alta presión  
Temperatura de impulsión adm.: 145/150 °C  
Modelo M72A: de 2,3 a 6 MW  
Modelo M74A: de 8 a 16,5 MW  
Presión de servicio adm.: 6 / 10 / 16 bar  
Rendimiento estacional: hasta 96 %  
(con intercambiador gases / agua)



### Generadores de vapor de baja presión



VITOMAX 200-LS

Generador de vapor de baja presión  
Modelo M233  
De 2,9 a 5 t/h  
Presión de servicio adm.: 0,5 hasta 1 bar  
Rendimiento instantáneo: 92 %



VITOPLEX 100-LS

Generador de vapor de baja presión  
Modelo SXD  
De 0,26 a 2,2 t/h  
Presión de servicio adm.: 0,5 hasta 1 bar  
Rendimiento instantáneo: 91 %

### Generadores de vapor de alta presión



VITOMAX 200-HS

Generador de vapor de alta presión con / sin ECO integrado  
Modelo M73A: de 0,5 a 4 t/h  
Modelo M75A: de 5 a 26 t/h  
Presión de servicio adm.: hasta 30 bar  
Rendimiento instantáneo: hasta 96 %  
(con ECO integrado)



VITOMAX 100-HS

Generador de vapor de alta presión con / sin ECO integrado  
Modelo M33A  
De 1 a 6,4 t/h  
Presión de servicio adm.: hasta 16 bar  
Rendimiento instantáneo: hasta 95 %  
(con ECO integrado)

### Calderas de recuperación



VITOMAX 200-RW  
VITOMAX 200-RS

Caldera de recuperación para agua caliente  
Caldera de recuperación para vapor

# Cogeneración

De 20 a 401 kW<sub>e</sub>, de 39 a 549 kW<sub>t</sub>



## Equipos de cogeneración



	VITOBLOC 200	<p><b>Módulo EM-20/39</b>                      Potencias: 20 kW<sub>e</sub>, 39 kW<sub>t</sub>                      Combustible: gas natural                      Motor Otto de gas de 4 cilindros                      Rendimiento: 96,4 % (H<sub>i</sub>)                      – alto rendimiento gracias a técnica de condensación</p>
	VITOBLOC 200	<p><b>Módulo EM-50/81</b>                      Potencias: 50 kW<sub>e</sub>, 81 kW<sub>t</sub>                      Combustible: gas natural (biogás a petición)                      Motor Otto de gas de 4 cilindros                      Rendimiento: 90,3 % (H<sub>i</sub>)</p>
	VITOBLOC 200	<p><b>Módulo EM-70/115</b>                      Potencias: 70 kW<sub>e</sub>, 115 kW<sub>t</sub>                      Combustible: gas natural (biogás a petición)                      Motor Otto de gas de 6 cilindros                      Rendimiento: 90,7 % (H<sub>i</sub>)</p>
	VITOBLOC 200	<p><b>Módulo EM-140/207</b>                      Potencias: 140 kW<sub>e</sub>, 207 kW<sub>t</sub>                      Combustible: gas natural (biogás a petición)                      Motor Otto de gas de 6 cilindros                      Rendimiento: 90,4 % (H<sub>i</sub>)</p>
	VITOBLOC 200	<p><b>Módulo EM-199/263</b>                      Potencias: 199 kW<sub>e</sub>, 263 kW<sub>t</sub>                      Combustible: gas natural (biogás a petición)                      Motor Otto de gas de 6 cilindros con turbocarga                      Rendimiento: 89,6 % (H<sub>i</sub>)                      - alto rendimiento mediante mezcla de refrigeración externa</p>
	VITOBLOC 200	<p><b>Módulo EM-199/293</b>                      Potencias: 199 kW<sub>e</sub>, 293 kW<sub>t</sub>                      Combustible: gas natural (biogás a petición)                      Motor Otto de gas de 6 cilindros con turbocarga                      Rendimiento: 89 % (H<sub>i</sub>)</p>
	VITOBLOC 200	<p><b>Módulo EM-238/363</b>                      Potencias: 238 kW<sub>e</sub>, 363 kW<sub>t</sub>                      Combustible: gas natural (biogás a petición)                      Motor Otto de gas de 12 cilindros                      Rendimiento: 90,1 % (H<sub>i</sub>)</p>
	VITOBLOC 200	<p><b>Módulo EM-363/498</b>                      Potencias: 363 kW<sub>e</sub>, 498 kW<sub>t</sub>                      Combustible: gas natural (biogás a petición)                      Motor Otto de gas de 12 cilindros con turbocarga                      Rendimiento: 89,7 % (H<sub>i</sub>)</p>
	VITOBLOC 200	<p><b>Módulo EM-401/549</b>                      Potencias: 401 kW<sub>e</sub>, 549 kW<sub>t</sub>                      Combustible: gas natural (biogás a petición)                      Motor Otto de gas de 12 cilindros con turbocarga                      Rendimiento: 92,7 % (H<sub>i</sub>)                      - alto rendimiento mediante mezcla de refrigeración externa</p>



## Sistemas de calefacción de biomasa



VITOLIGNO 300-P

Caldera completamente automática para pellets de madera  
De 4 a 48 kW  
Rendimiento: hasta 95 %

**KOB**

VIESSMANN Group



PYROT

Innovadora caldera de biomasa de combustión rotativa  
Para pellets, madera troceada y astillas  
Contenido de humedad: máx. 35 %  
De 90 a 480 kW



PYROTEC

Caldera de biomasa de combustión sobre parrilla  
Para pellets, madera troceada, astillas y madera mixta  
Contenido de humedad: máx. 50 %  
De 390 a 1250 kW

**MAWERA**

VIESSMANN Group



PYROTEC

Caldera de rejilla doble alimentada por empuje  
Combustión automática de pellets, madera troceada y astillas  
Contenido de humedad: máx. 50 %  
De 110 a 4000 kW



PYROFLEX

Caldera de rejilla plana de empuje  
Sistema de suministro de combustible de tornillo, cadena o hidráulico  
Contenido de humedad: máx. 60 %  
De 110 a 13000 kW



PYROVENT

Caldera de combustión directa  
Para la combustión de combustibles en polvo secos  
Contenido de humedad: máx. 15 %  
De 850 a 13000 kW



## Colectores planos

	VITOSOL 300-F	<p>Colector plano de vidrio solar antirreflejante Superficie de absorción: 2,3 m<sup>2</sup> Modelo horizontal o vertical</p>	<p>Colectores planos de alto rendimiento con cristal antirreflejante y aislamiento térmico de alta eficiencia.</p>
	VITOSOL 200-F	<p>Colector plano Superficie de absorción: 2,3 m<sup>2</sup> Modelo horizontal o vertical</p>	<p>Potentes colectores planos provistos de un absorbedor con recubrimiento altamente selectivo</p>
	VITOSOL 200-F	<p>Colector plano de gran superficie Superficie de absorción: 4,6 o 9,2 m<sup>2</sup></p>	<p>Reducción de los trabajos de montaje de tuberías gracias a las grandes superficies de los colectores y a los tubos colectores integrados.</p>
	VITOSOL 100-F	<p>Colector plano Superficie de absorción: 2,3 m<sup>2</sup> Modelo horizontal o vertical</p>	<p>Colector plano de elevada potencia y precio atractivo para la zona del Mediterráneo.</p>

## Colectores de tubos de vacío

	VITOSOL 200-T	<p>Colector de tubos de vacío según el principio Heatpipe Superficie de absorción: 2 o 3 m<sup>2</sup></p>	<p>Diseño universal que se puede montar en cualquier posición, tanto vertical como horizontal, en cubiertas, en fachadas o sobre una estructura de apoyo.</p>
--	---------------	--	---

# Interacumuladores de A.C.S.



	<b>VITOCCELL 360-M</b>	<p>Depósito de compensación de agua de calefacción polivalente con dispositivo de carga estratificada, producción de A.C.S. integrada y serpentín integrado para conectarlo a colectores de energía solar</p>	<p>Capacidad: 750 y 950 l</p>
	<b>VITOCCELL 340-M</b>	<p>Depósito de compensación de agua de calefacción polivalente con producción de A.C.S. integrada y serpentín integrado para conectarlo a colectores de energía solar</p>	<p>Capacidad: 750 y 950 l</p>
	<b>VITOCCELL 300-B</b>	<p>Interacumulador de A.C.S. vertical de acero inoxidable de alta aleación Con dos serpentines</p>	<p>Capacidad: 300 y 500 l</p>
	<b>VITOCCELL 300-V</b>	<p>Interacumulador de A.C.S. vertical de acero inoxidable de alta aleación</p>	<p>Capacidad: 130, 160, 200, 300 y 500 l</p>
	<b>VITOCCELL 300-W</b>	<p>Interacumulador de A.C.S. vertical de acero inoxidable de alta aleación</p>	<p>Capacidad: 160 y 200 l</p>
	<b>VITOCCELL 300-H</b>	<p>Interacumulador de A.C.S. horizontal de acero inoxidable de alta aleación</p>	<p>Capacidad: 160, 200, 350 y 500 l</p>



	<p>VITOCCELL 140-E VITOCCELL 160-E</p>	<p>Acumulador de agua de calefacción, en combinación con sistemas de energía solar, bombas de calor y calderas de combustibles sólidos Modelo 160-E con dispositivo de carga estratificada</p>	<p>Capacidad: 750 y 950 l</p>
	<p>VITOCCELL 100-U VITOCCELL 100-W</p>	<p>Interacumulador de A.C.S. vertical, con dos serpentines y esmaltado de dos capas Ceraprotect Con Solar Divicon y - módulo de regulación de energía solar (Modelo SM1) - o Vitosolic 100 (Modelo SD1)</p>	<p>Capacidad: 300 l</p>
	<p>VITOCCELL 100-B</p>	<p>Interacumulador de A.C.S. vertical, con dos serpentines y esmaltado de dos capas Ceraprotect</p>	<p>Capacidad: 300, 400 y 500 l</p>
	<p>VITOCCELL 100-V</p>	<p>Interacumulador de A.C.S. vertical de acero, con esmaltado de dos capas Ceraprotect</p>	<p>Capacidad: 160, 200, 300, 500, 750, 1000 l</p>
	<p>VITOCCELL 100-W</p>	<p>Interacumulador de A.C.S. vertical de acero, con esmaltado de dos capas Ceraprotect</p>	<p>Capacidad: - Situado bajo la caldera: 120 y 150 l - Situado al lado de la caldera: 160, 200 y 300 l - Con dos serpentines: 300 y 400 l</p>
	<p>VITOCCELL 100-H</p>	<p>Interacumulador de A.C.S. horizontal de acero, con esmaltado de dos capas Ceraprotect</p>	<p>Capacidad: 130, 160 y 200 l</p>
	<p>VITOCCELL 100-L</p>	<p>Interacumulador para instalaciones de producción de A.C.S. en el sistema de carga del interacumulador Vertical de acero, con esmaltado de dos capas Ceraprotect</p>	<p>Capacidad: 500, 750 y 1000 l</p>
	<p>VITOCCELL 100-E</p>	<p>Acumulador de agua de calefacción, en combinación con bombas de calor (Modelo SVW) y con bombas de calor, sistemas de energía solar y calderas de combustibles sólidos (SVP, SVPA)</p>	<p>Capacidad: 200, 400, 750 y 950 l</p>



# Viessmann – climate of innovation

Producir calor de forma cómoda, económica y ecológica y ponerlo a disposición del usuario según sus necesidades es una tarea con la que la empresa familiar Viessmann se siente comprometida desde hace ya tres generaciones.

## Programa completo

El programa completo de Viessmann ofrece soluciones individuales con sistemas eficientes para todo tipo de combustibles y aplicaciones. Como empresa pionera en la protección del medioambiente, Viessmann produce desde hace décadas sistemas de calefacción eficientes y con bajos niveles de emisiones para gas y gasóleo, sistemas solares, bombas de calor y generadores de calor que funcionan con combustibles renovables. Con una alta eficiencia se ahorran costes de calefacción y se apuesta por la conservación del medio ambiente. La protección del medio ambiente y los recursos es uno de los principios más arraigados de Viessmann. Desarrollamos y fabricamos sistemas de calefacción innovadores, que convencen por su altísima calidad, su eficiencia energética y larga vida útil. Muchos de estos productos han transformado la tecnología de calefacción.

## La Academia Viessmann

El cambio estructural en el mercado de la calefacción conlleva una ampliación del espectro tecnológico y una mayor necesidad de cualificación de los socios colaboradores. Todos estos retos los asume la Academia Viessmann, que ofrece un extenso programa de formación continua a instaladores, arquitectos, empresas constructoras, técnicos y a sus propios empleados. 92.000 personas en todo el mundo han asistido a los cursos y jornadas de formación de la Academia Viessmann.

## Sostenibilidad

Como empresa familiar independiente en tercera generación, Viessmann reconoce sus responsabilidades sociales, así como su responsabilidad a la hora de asegurar el futuro de las generaciones venideras.

## Eficiencia Plus

Como eje central de nuestro compromiso con la sostenibilidad tenemos el proyecto „Eficiencia Plus“, que demuestra que los objetivos medioambientales de la Unión Europea para 2020 son realizables a día de hoy.

Nuestro proyecto se basa en un concepto unitario de:

- protección del medioambiente
- eficiencia en la utilización de recursos
- garantía de mantenimiento de sedes.

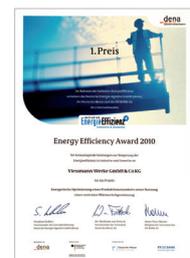
El resultado es un ahorro del 40% en el uso de combustibles fósiles y la reducción de un tercio de las emisiones de CO2.



## Eficiencia Plus



Por su compromiso con la protección medioambiental y su uso eficiente de los recursos, Viessmann obtuvo el premio a la sostenibilidad en Alemania en el año 2009. En el año 2011, recibió el reconocimiento a la empresa más sostenible.



En 2010, Viessmann fue reconocida con el Premio a la eficiencia (Efficiency Award) por el uso de la energía que se realiza en la innovadora central térmica con recuperación de calor que se encuentra en nuestra sede en Allendorf/Eder.

## Viessmann Werke GmbH & Co. KG

### La empresa:

- Año de fundación: 1917
- Empleados: 9.600
- Facturación: 1860 millones de euros
- Exportación: 55 %
- 24 fábricas en 11 países: Alemania, Francia, Canadá, EEUU, Italia, Polonia, Hungría, Austria, Suiza y China
- Ventas en 74 países
- 120 delegaciones en el mundo

### Programa completo: 2 - 26.000 kW

Técnicas de condensación para gas y gasóleo  
 Sistemas solares  
 Bombas de calor  
 Equipos de biomasa  
 Cogeneración  
 Instalaciones de biogás  
 Servicios

**VIESSMANN**

climate of innovation

Viessmann, S.L.  
Área Empresarial Andalucía  
C/ Sierra Nevada, 13  
28320 Pinto (Madrid)  
Teléfono: 902 399 299  
Fax: 916 497 399  
E-mail: [info@viessmann.es](mailto:info@viessmann.es)  
[www.viessmann.es](http://www.viessmann.es)

9448 573 - 4 ES 05/2011

Contenido protegido por copyright.

Copias y otros usos sólo con consentimiento previo.

Se han realizado modificaciones técnicas.