



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

PROYECTO FIN DE GRADO

APLICACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN LA PROVINCIA DE ZAMORA (VILLARALBO)

León, 18 de Junio de 2014

Autor: María Eugenia Martín Vasallo

Tutor: Jaime Cifuentes Rodríguez

El presente proyecto ha sido realizado por Dña. María Eugenia Martín Vasallo, alumna de la Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas de la Universidad de León para la obtención del título de Grado en Ingeniería de la Energía.

La tutoría de este proyecto ha sido llevada a cabo por D. Jaime Cifuentes Rodríguez, profesor del Grado en Ingeniería de la Energía.

Visto Bueno

Fdo.: Dña. María Eugenia Martín Vasallo

El autor del Trabajo Fin de Grado

Fdo.: D. Jaime Cifuentes Rodríguez

El Tutor del Trabajo Fin de Grado

RESUMEN

El presente proyecto se basa en el cálculo de las instalaciones de calefacción y A.C.S. para una vivienda unifamiliar situada en el municipio de Villaralbo, provincia de Zamora.

Uno de los objetivos de este proyecto es la aplicación de energías renovables. Con el fin de establecer un modelo de máxima eficiencia energética, se realizará un estudio sobre la utilización de energía solar térmica en las instalaciones.

Para conseguir nuestro objetivo, se compararán las diferentes tecnologías y productos disponibles en el mercado que pueden ser implantados en cada instalación. Se seleccionan dispositivos para la instalación de agua que minimizan el consumo de agua caliente sanitaria; se avalúan los diferentes sistemas de calefacción: suelo radiante, emisores y bomba de calor.

Finalmente, una vez analizadas todas las alternativas, se selecciona la mejor solución aplicando el criterio de sostenibilidad valorando el ahorro energético y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

The aim of this Project is to show the heating and hot water performance for a family house placed in the town of Villaralbo, Zamora.

One of the most important objectives is the application of the renewable energies, to set a maximum energy efficiency model. For that, a research about the use of thermal solar energy will be shown.

To achieve this objective, a comparison, between different technologies and products available on this sector that can be installed, will be done.

The installation of water devices that minimize the water consumption will be selected. And different heat systems will be evaluated as heated floor, heating units and heat pumps.

Once all the alternatives are analyzed, the best solution will be selected according to the sustainability criteria bearing in mind the energy saving and the reduction on the greenhouse-gas emission.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL

- 1 Memoria
- 2 Planos
- 3 Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura
- 4 Presupuesto
- 5 Anexo A: Estudio Básico de Seguridad y Salud en el trabajo

MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

RESUMEN	4
ÍNDICE GENERAL	I
ÍNDICE DE LA MEMORIA	III
INDICE DE FIGURAS.....	VII
INDICE DE TABLAS.....	VIII
1 Glosario	1
2 Introducción.....	2
3 Descripción del Objeto del Estudio.....	4
4 Instalación de Energía Solar.....	5
4.1 Generalidades	5
4.2 Análisis de alternativas.....	6
4.2.1 Consideraciones previas	6
4.2.2 Tipo de colector solar	6
4.2.3 Sistema de captación	7
4.2.4 Sistema de acumulación	7
4.2.5 Equipo de apoyo	7
4.3 Descripción de la solución adoptada	8
4.4 Protección contra el calentamiento de la Instalación	9
4.4.1 Intercambiador agua-agua.....	10
4.4.2 Intercambiador agua-aire con convección natural.....	11
4.4.3 Intercambiador agua-aire de tiro forzado	11
4.5 Dimensionado de la Instalación	12
4.5.1 Determinación de la demanda de ACS	12
4.5.2 Cálculo de la superficie de captación	13
4.5.3 Cálculo del volumen de acumulación	17
4.5.4 Cálculo del diámetro de la tubería	17
4.5.5 Cálculo del circulador.....	17
4.6 Recomendaciones de instalación.....	18
4.6.1 Disposición de los colectores.....	18
4.6.2 Orientación e inclinación de los colectores	18
4.6.3 Distancia entre filas de colectores y los obstáculos cercanos.....	18
4.6.4 Fluido de trabajo.....	19

4.6.5	Puesta en marcha de la instalación	19
4.7	Operaciones de mantenimiento	20
4.7.1	Personal especializado.....	20
4.7.2	Usuario.....	20
5	Instalación de calefacción.....	21
5.1	Análisis de alternativas.....	21
5.1.1	Calefacción por radiadores	22
5.1.2	Bomba de calor	22
5.1.3	Suelo radiante	23
5.2	Descripción de la solución adoptada	24
5.3	Dimensionado de la instalación	27
5.3.1	Determinación de las cargas térmicas de calefacción.....	27
5.3.2	Selección de generador de calor	30
5.3.3	Cálculo de la temperatura media superficial del pavimento	30
5.3.4	Cálculo de la temperatura del agua de los tubos emisores	31
5.3.5	Cálculo del caudal de agua	32
6	Sistema de regulación.....	33
6.1	Análisis del sistema	33
6.1.1	Elementos	33
6.2	Selección del sistema de regulación	34
6.2.1	Funcionamiento	34
7	Planificación	35
7.1	Cronograma de obra	35
8	Estudio económico.....	36
8.1	Comparativa entre Solar Térmica y Combustión de gas para generación de ACS36	
8.1.1	Método mediante combustión a gas.....	36
8.1.2	Método mediante placas solares.....	37
8.1.3	Ahorro total	38
8.2	Tiempo de amortización	38
9	Normativa	40
9.1	Instalación de Energía Solar	40
9.2	Instalación de calefacción	40

ANEXO I: CÁLCULOS

10	Cálculo de cerramientos	43
10.1	Transmitancias de cerramientos con el exterior	44
10.1.1	Muros exteriores.....	44
10.1.2	Huecos exteriores	44
10.2	Transmitancia de cerramientos interiores	46
10.2.1	Suelo	46
10.2.2	Cubierta.....	47
10.2.3	Tabique escalera	48
10.3	Fichas justificativas del cumplimiento de cerramientos	49
11	Cálculo de la demanda de calefacción.....	52
11.1	Resumen de los coeficientes de transmisión térmica.....	52
11.2	Cargas térmicas de calefacción	52
11.2.1	Carga térmica por transmisión de calor	52
11.2.2	Carga térmica de ventilación	57
11.3	Resumen cargas.....	59
11.4	Selección de la caldera	60
12	Dimensionado de las tuberías de calefacción	61
12.1	Cálculo de la temperatura media superficial del pavimento	61
12.2	Cálculo de la temperatura del agua	62
12.3	Cálculo del caudal del agua	63
13	Cálculo de la Instalación de ACS	65
13.1	Cálculo de necesidades de ACS	65
13.1.1	Características.....	65
13.1.2	Cálculo del sistema de producción	65
13.1.3	Cálculo de la potencia necesaria	66
13.2	Cálculo del circuito Caldera - Interacumulador ACS.....	67
14	Circuito hidráulico.....	68
14.1	Dimensionado de tuberías del circuito solar.....	68
14.2	Circuito primario.....	69
14.3	Circuito secundario.....	69
15	Instalación Solar Térmica	70
15.1	Pérdidas solares.....	70
15.1.1	Pérdidas por orientación e inclinación	70

15.1.2	Pérdidas por sombras	72
16	Dimensionado del vaso de expansión	73
16.1	Dimensionado del vaso de expansión solar	73
16.1.1	Cálculo del volumen de expansión	73
16.2	Dimensionado del vaso de expansión para ACS.....	75
17	Dimensionado Inter-Acumuladores.....	76
17.1	Inter-acumulador solar ACS.....	77
17.2	Inter-Acumulador suelo radiante	79
17.3	Intercambiador piscina	80
 ANEXO II: FICHAS TÉCNICAS		
18	Fichas técnicas: Instalación de energías solar	83
18.1	Colectores solares.....	83
18.2	Sistema de acumulación.....	85
18.3	Intercambiador de placas	88
18.4	Accesorios.....	89
18.4.1	Válvulas multiuso.....	89
18.4.2	Válvulas de seguridad	89
18.4.3	Resto de componentes	90
19	Fichas técnicas: Instalación de calefacción.....	91
19.1	Caldera.....	91
20	Fichas técnicas: Sistema de regulación.....	95
21	Conclusiones	98
	Lista de referencias	100

INDICE DE FIGURAS

Imagen 2.1 Evolución de EERR.....	2
Imagen 5.1 Tipos de calefacción según la curva de la temperatura	22
Imagen 5.2 Partes del Suelo Radiante	25
Imagen 5.3 Espiral de tuberías en Suelo Radiante	26
Imagen 8.1 Tarifas planas Gas Natural	36
Imagen 8.2 Tarifas Gas Natural por kWh.....	37
Imagen 10.1 Cálculo de transmitancia en muro exterior mediante $Ce3x$	44
Imagen 10.2 Coeficientes de transmisión térmica en sistemas ALUCAN.....	45
Imagen 10.3 Cálculo de transmitancia en ventana mediante $Ce3x$	45
Imagen 10.4 Cálculo de transmitancia en suelo 1 mediante hoja de cálculo	46
Imagen 10.5 Cálculo de transmitancia en suelo 2 mediante hoja de cálculo	47
Imagen 10.6 Cálculo de transmitancia en cubierta mediante $Ce3x$	48
Imagen 10.7 Cálculo de transmitancia de tabique de escalera mediante $Ce3x$	48
Imagen 11.1 Caldera THEMA NOx	60
Imagen 15.1 Ángulo de inclinación.....	70
Imagen 15.2 Ángulo acimut	71
Imagen 15.3 Pérdidas por orientación e inclinación	71
Imagen 16.1 Vaso de expansión para energías solar	75
Imagen 17.1 Inter-acumulador Vitocell 100-W	78
Imagen 17.2 Inter-acumulador Vitocell 100-W	79
Imagen 17.3 Intercambiador de placas CIAT	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Distribución de espacios de la vivienda	4
Tabla 4.1 Datos meteorológicos de la provincia de Zamora	12
Tabla 4.2 Demanda de ACS	12
Tabla 4.3 Necesidades y ahorro en primer semestre	14
Tabla 4.4 Necesidades y ahorro en segundo semestre	15
Tabla 4.5 Necesidades y ahorro anual	15
Tabla 4.6 Inclinación colectores según periodo de utilización	18
Tabla 5.1 Cargas térmicas de calefacción en la vivienda	29
Tabla 5.2 Temperatura media superficial del pavimento	31
Tabla 7.1 Planificación de obra	35
Tabla 8.1 Resumen de datos	38
Tabla 11.1 Resumen valores transmitancias	52
Tabla 11.2 Cargas térmicas de transmisión Dormitorio 1	53
Tabla 11.3 Cargas térmicas de transmisión Dormitorio 2	54
Tabla 11.4 Cargas térmicas de transmisión Dormitorio 3	54
Tabla 11.5 Cargas térmicas de transmisión Dormitorio 4	54
Tabla 11.6 Cargas térmicas de transmisión Baño 1	55
Tabla 11.7 Cargas térmicas de transmisión Baño 2	55
Tabla 11.8 Cargas térmicas de transmisión Baño 3	55
Tabla 11.9 Cargas térmicas de transmisión Vestidor	56
Tabla 11.10 Cargas térmicas de transmisión Salón	56
Tabla 11.11 Cargas térmicas de transmisión Cocina	56
Tabla 11.12 Cargas térmicas de transmisión Distribuidor P0	57
Tabla 11.13 Carga térmica de ventilación por habitaciones	58
Tabla 11.14 Resumen de cargas térmicas	59
Tabla 12.1 Temperatura media superficial del pavimento por habitación	61
Tabla 12.2 Temperatura media del agua en cada circuito	63
Tabla 12.3 Caudal de impulsión de agua	64
Tabla 14.1 Diámetros tuberías circuito Instalación Solar	68
Tabla 15.1 Pérdidas máximas	70

1 Glosario

ACS: Agua Caliente Sanitaria

CTE: Código Técnico de Edificación

EERR: Energías Renovables

GEI: Gases de Efecto Invernadero

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía

ITC: Instrucción Técnica Complementaria

RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios

2 Introducción

Hoy en día, la política energética española viene marcada por las directrices europeas.

Las principales medidas tomadas en la política europea es el fomento de las energías renovables y medidas de ahorro y eficiencia energética. Los principales objetivo de esta política es un ahorro del 20% en emisiones de CO₂, que el abastecimiento de energía primaria mediante las energías renovables sea de un 20% y lograr un 20% de ahorro en energía primaria para el 2020. Esto es conocido como el “Green package” de la Unión Europea.

España, es una isla energética, escasamente interconectada con el resto de Europa. Por un lado, tiene uno de los mayores índices de dependencia energética, pero a su vez, uno de los menores en consecución de los objetivos medioambientales.

Por estos motivos, es necesario el desarrollo potencial de las energías renovables y las medidas de ahorro eficiencia energética.

En los últimos veinte años, las energías renovables han sido la energía autóctona que más ha evolucionado. Han pasado de ser el 14% de la energía al 44%.

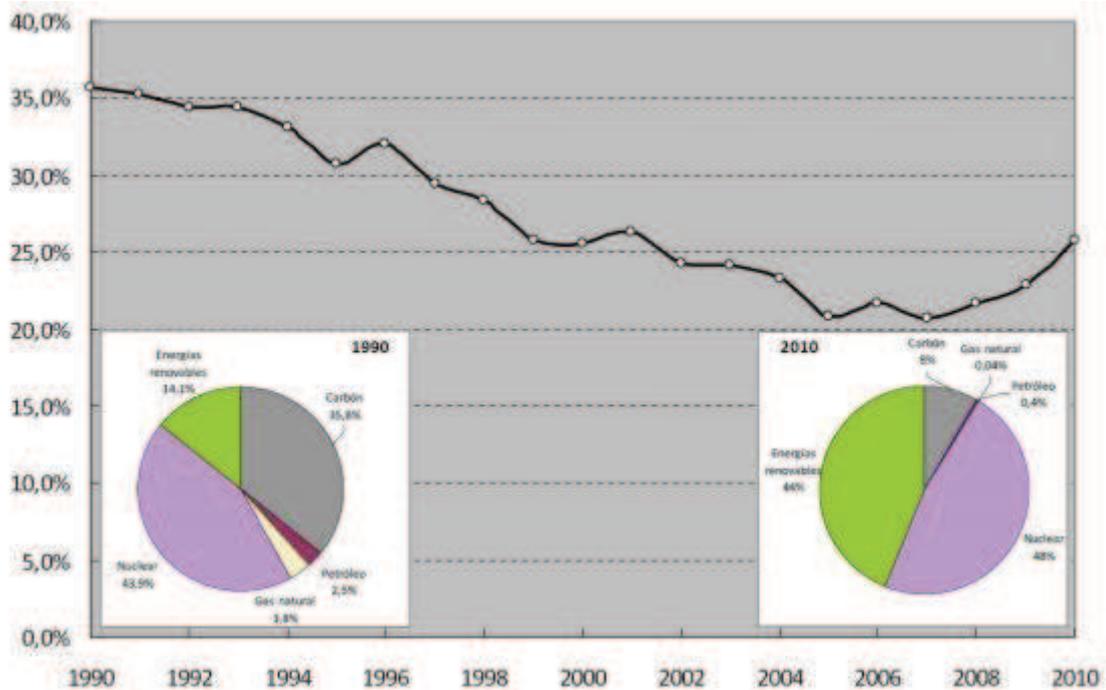


Imagen 2.1 Evolución de EERR

Las EERR destacan por su alto potencial de creación de empleo, tanto en la fase de construcción como en la de explotación y son, con gran diferencia, las tecnologías de producción que más empleos generan por megavatio.

La revisión del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) así como el nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE), no sólo exigen la utilización de energías renovables sino que además penalizarán el uso de energías de origen fósil.

Este proyecto nace para garantizar la calidad de vida de las generaciones futuras, además de controlar las emisiones y el consumo energético a nivel industrial, es cada vez más importante el ahorro y el uso racional de la energía a nivel doméstico.

3 Descripción del Objeto del Estudio

El objetivo del proyecto es el cálculo de la producción de agua caliente sanitaria (ACS) mediante energía solar térmica, así como el diseño y cálculo de calefacción de una vivienda situada en la localidad de Villaralbo (Zamora) de forma que se obtenga una reducción considerable del gasto energético, consiguiendo así una reducción de las emisiones de CO₂.

Se realiza una evaluación detallada de las posibles alternativas, incluyendo las tecnologías más actuales que podrían ser instaladas en cada una de las instalaciones, con el objetivo de elegir aquella con una mayor eficiencia energética sin deteriorar las condiciones de confort de los usuarios.

Ya seleccionada la mejor opción se realiza un completo diseño de la instalación siguiendo y respetando la normativa vigente. Para facilitar su búsqueda, esta normativa se encuentra agrupada en un capítulo independiente a este documento.

La vivienda consta de dos plantas. Los usos de estas son: garaje, vivienda e instalaciones.

En los planos se pueden consultar con detalle el emplazamiento y la distribución de la vivienda.

Tabla 3.1 Distribución de espacios de la vivienda

VIVIENDA (129,3 m²)			
Dormitorio 1	Dormitorio 2	Dormitorio 3	Dormitorio 4
12,10 m ²	11,40 m ²	16,05 m ²	17,65 m ²
Baño 1	Baño 2	Baño 3	Vestidor
5,25 m ²	7,65 m ²	6,50 m ²	4,95 m ²
Salón	Cocina	Distribuidor P0	Distribuidor P1
25,75 m ²	11,20 m ²	4,75 m ²	6,05 m ²

4 Instalación de Energía Solar

En este capítulo se presenta el sistema de aprovechamiento de energía solar para la producción de ACS y apoyo para calefacción.

Se analizan las distintas instalaciones posibles, comparando las ventajas e inconvenientes de cada una y justificando la solución adoptada. Se describen los elementos que componen la instalación, así como el procedimiento de dimensionado.

Finalmente se ofrecen una serie de recomendaciones básicas a tener en cuenta en el proceso de instalación.

4.1 Generalidades

El sol emite cada año 4.000 veces más energía de la que consumimos. Una energía limpia, inagotable y gratuita que podemos aprovechar gracias a los productos que hoy nos ofrece el mercado.

La energía solar es utilizada para el calentamiento de una fracción porcentual de las necesidades de ACS de la vivienda de estudio reduciendo de esta manera el consumo de combustible, y la factura energética del usuario de la instalación.

Para el diseño y dimensionado de la instalación, se siguen las recomendaciones del modelo de ordenanza solar publicado por el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía).

El dimensionado de la instalación debe conseguir un equilibrio entre el ahorro energético y el coste económico. No sería coherente que la inversión en la instalación para conseguir el ahorro de energía fuera desproporcionada y no se amortizara en un periodo de tiempo razonable.

Desafortunadamente, en el dimensionado también hay que tener en cuenta que la época de mayor producción de energía solar (periodo estival o de verano) coincide con la de menor consumo, mientras que durante la época de menor producción, en invierno, las necesidades de ACS y calefacción son máximas.

La instalación diseñada garantizará la producción de una parte de la demanda de ACS y el apoyo a la calefacción cuando la demanda de ACS este cubierta.

Es necesario disponer de un equipo de apoyo, que funcione con un combustible convencional, que garantice la demanda térmica de ACS y calefacción en los días de ausencia o de menor radiación solar.

4.2 Análisis de alternativas

A continuación se desarrolla un completo estudio sobre características que debe tener la instalación. El análisis de alternativas concluye con la determinación de la solución adoptada.

4.2.1 Consideraciones previas

El caso de estudio está formado por una vivienda con garaje y una terraza donde se ubican las instalaciones. Se instalará un sistema de aprovechamiento de energía solar térmica, de gran sencillez y compacidad, que garanticen un máximo aprovechamiento de la energía solar producida.

4.2.2 Tipo de colector solar

Los colectores solares se diferencian por el rango de temperaturas de trabajo en baja, media y alta temperatura.

Los colectores solares de baja temperatura se caracterizan por ser de captación directa y porque la temperatura del fluido de trabajo está por debajo del punto de ebullición.

En el caso de los sistemas de captación de media temperatura, la temperatura del fluido se encuentra por encima de los 100°C.

Finalmente, los sistemas de captación de alta temperatura, colectores de concentración, aumentan la radiación por unidad de superficie con un alto índice de concentración para alcanzar temperaturas superiores a 300°C.

En nuestro caso, el sistema de captación de baja temperatura es el más adecuado ya que para la producción de ACS y calefacción por suelo radiante, siguiendo los criterios de eficiencia energética del IDAE, se considera una temperatura de consumo de 42°C.

Además, económicamente, hay que tener en cuenta que el coste de los colectores aumenta con la temperatura de trabajo.

Dentro de los sistemas de aprovechamiento de energía solar térmica de baja temperatura podemos encontrar colectores solares sin cubierta, que sólo se utilizan para el calentamiento de piscinas descubiertas en épocas estivales debido a su elevado coeficiente de pérdidas, colectores solares planos y colectores solares de vacío.

El funcionamiento de los colectores solares planos está basado en el "efecto invernadero", el vidrio actúa como filtro para ciertas longitudes de onda de la luz solar: deja pasar fundamentalmente la luz visible, y es menos transparente a las ondas infrarrojas de menor energía. El sol incide sobre el vidrio del colector, que siendo 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. 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 colector está además perfectamente aislado para reducir las pérdidas de calor por transmisión, en la parte posterior y lateral del colector. Todas estas características, así como temperatura de trabajo, hacen que sea el más indicado para esta instalación.

Los colectores solares de vacío están compuestos por una doble cubierta envolvente, cerrada herméticamente, en la cual se ha practicado un vacío de entre 10^{-2} y 10^{-4} atm, en función de su calidad, que permite reducir e incluso eliminar las pérdidas por convección y conducción del colector. En cambio, dos aspectos los hacen desaconsejable en este caso, su elevado coste y la pérdida de vacío con el tiempo.

4.2.3 Sistema de captación

En el diseño del sistema de captación de energía solar, se opta por una instalación sencilla, compacta y de bajo consumo energético sometida a las normativas al respecto y a las instrucciones del IDAE (Instituto para la diversidad y el ahorro de energía).

4.2.4 Sistema de acumulación

El problema más importante en sistemas de acumulación es el riesgo de que se produzca un brote de Legionella en el acumulador de ACS. Contra esta bacteria, además de las operaciones sanitarias de mantenimiento determinadas por la normativa, se hace imprescindible la existencia de una caldera que proporcione regularmente el choque térmico que destruye la bacteria.

La instalación es sencilla, compacta y de fácil regulación. Los depósitos de acumulación estarán ubicados en el garaje.

4.2.5 Equipo de apoyo

El equipo de apoyo nunca se debe colocar en paralelo con el equipo de producción de energía solar. Siempre se colocará en serie, de esta forma se garantiza el máximo aprovechamiento de la energía solar producida en el campo de colectores aún en el caso de días de poca radiación solar.

En cuanto al tipo, marca y modelo del equipo, se determinará en el capítulo que describe la instalación de calefacción, que determina cual debe ser empleado.

4.3 Descripción de la solución adoptada

La instalación más adecuada para nuestro caso de estudio está formada por un sistema de captación, un sistema de acumulación para ACS, un sistema de acumulación para calefacción y un equipo de apoyo conectado en serie al depósito acumulador.

El sistema de captación está formado por colectores solares planos modelo Vitosol 200-F del grupo Viessmann S.L dispuestos de forma vertical en una fila de 4 unidades, con una inclinación de 40°.

La conexión de los colectores se realizará en paralelo y en retorno directo ya que debido al número reducido no hay riesgo de un desequilibrado hidráulico de la instalación.

La estructura soporte de los captadores será montada en el exterior y permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Utilizaremos una estructura para superposición con el tejado con una capacidad de 4 captadores. La sujeción de los captadores y la estructura estará colocada de tal forma que no produzcan sombra en los módulos solares.

Los colectores solares y los inter-acumuladores y demás elementos deberán estar homologados según la normativa vigente y deberán disponer de las características de rendimiento, pérdida de carga, superficie útil de captación, superficie de intercambio, peso en vacío, aislamiento, etc.

El sistema de acumulación estará formado por interacumuladores de la marca Viessmann S.L modelo Vitocell 100- W (CVB) de 300L.

Se instalarán interacumuladores para ACS (instalación solar y calefacción).

La regulación se realizará mediante una central electrónica modelo Vitosolic 200, o similar, de la marca Viessmann S.L, para instalaciones con producción bivalente de A.C.S. o producción bivalente de A.C.S. y calentamiento del agua de piscinas, o para la calefacción mediante colectores de energía solar y calderas a gasóleo/gas

Los elementos de seguridad de la instalación serán las válvulas de seguridad y los depósitos de expansión encargados de absorber el vapor producido en la instalación evitando sobrepresiones y, por tanto, fugas de líquido calorportador a través de la válvula. Hay además un sistema excepcional de disipación de energía a través del calentamiento del agua de una piscina, para épocas de gran producción de energía y para cuando, debido a un descenso de la ocupación, el consumo de energía se vea reducido.

El sistema de distribución de la energía estará formado por los conductos, las bombas de circulación y el sistema de regulación que actúa sobre las válvulas de tres vías que determina la aportación de energía en cada uso (ACS, calefacción y piscina).

Se instalará un grupo de bombeo Solar-Divicon de la marca Viessmann. Se trata de un pack solar con bomba de circulación de 3 etapas (Grundfos, Solar 25-60) para una superficie de hasta 30m² de captadores Vitosol 200-F.

Los elementos complementarios a introducir en la instalación solar serán un vaso de expansión de 5 SMF de 5 litros del fabricante Salvador Escoda, válvulas multiusos para llenado, vaciado y purgado del circuito hidráulico y válvulas de seguridad de membrana elastomérica de Salvador Escoda.

La ubicación de todos los elementos será el instalador que decida en última instancia la forma y el lugar más adecuado de colocarlos.

El líquido que circula por el circuito primario de la instalación estará formado por mezcla de agua con propilenglicol en una proporción del 40%.

El aislamiento térmico de todas las tuberías y elementos del circuito primario se llevará a cabo con espuma elastomérica modelo S (HT), o similar, de la marca Armaflex. El espesor del aislamiento según el CTE HE 4 será de 20 mm en tramos interiores y de 30 mm en tramos exteriores. Este tipo de aislamiento soporta temperaturas de hasta 175°C, proporciona una especial protección mecánica y a los rayos UVA y al ser de color blanco mejora la estética de la instalación.

4.4 Protección contra el calentamiento de la Instalación

Resuelve la problemática que presentan este tipo de instalaciones durante el periodo estival.

Durante el verano, mientras el aprovechamiento de la energía solar incidente es máximo, la necesidad de energía es mínima, debido a que disminuye la temperatura de confort del ACS, el uso de la calefacción es nulo o casi nulo y puede producirse una reducción temporal de la ocupación de la vivienda.

Estos factores provocan que una gran parte de la energía producida por los colectores pueda no ser absorbida por los depósitos de acumulación y sea el líquido caloportador quien absorba esa energía aumentando su presión y temperatura.

La instalación deberá cumplir los requisitos de resistencia a presión establecidos por la norma UNE-EN 12976.

El sistema deberá estar diseñado de tal forma que con altas radiaciones solares y sin consumo de ACS no se produzca el sobrecalentamiento.

En sistemas de ACS, donde la temperatura de agua caliente exceda de 60°C, llevará instalado un sistema automático de mezcla que limite la temperatura de suministro a 60°C.

Los elementos de la instalación están protegidos contra el aumento de presión y temperatura con el vaso de expansión y la válvula de seguridad. En cambio, la posibilidad de una fuga de líquido caloportador a través de esta válvula provoca que, cuando la instalación recupere las condiciones normales de trabajo, se haya producido un descenso de presión al haber disminuido la cantidad de líquido solar, haciendo necesario el rellenado de la instalación.

Los colectores solares pueden soportar temperaturas de hasta 230°C, la temperatura del líquido que circula por el interior de los depósitos de acumulación, no debe superar nunca los 110°C, por lo que es necesario un sistema extraordinario para la disipación de la energía sobrante producida.

La instalación de un sistema de control que permite desviar el flujo de calor solar hacia otras aplicaciones, hace que podamos aumentar el número de paneles solares sin riesgos de sobrecalentamientos de la instalación.

En la elaboración de este proyecto se han estudiado tres opciones que se describen a continuación.

4.4.1 Intercambiador agua-agua

El intercambiador de energía agua-agua es un dispositivo que permite ceder la energía sobrante de la instalación a un fluido frío mediante un intercambiador. Esta solución es la más adecuada debido a la presencia de una piscina la cual se empleará como disipador del calor excedente.

Está formado por una sonda de temperatura y un intercambiador de calor, por el interior del cual circula el líquido solar mientras por el exterior circula el fluido frío, que en el caso de estudio es agua de la piscina. Su funcionamiento se basa en que cuando se produce un excedente de calor, después de haber cubierto las necesidades de las aplicaciones para las cuales se ha realizado la instalación, el agua de la piscina que se encuentra a una temperatura inferior a la del fluido solar absorbe la diferencia de temperatura entre ambos fluidos.

Utilizamos un intercambiador de placas de la gama ITEX PWB 8 cuya potencia es 8 kW, de la marca CIAT.

Para que la piscina pueda absorber toda la energía evacuada sin riesgo a superar su temperatura de uso (27°C) y por tanto sin riesgo de sobrecalentamiento de la instalación, está ha de tener una capacidad mínima de 116 m³.

4.4.2 Intercambiador agua-aire con convección natural

Este dispositivo, formado por un tubo aleteado, un termostato y una válvula de tres vías, permite ceder la energía sobrante de la instalación al aire mediante un proceso de convección natural.

El funcionamiento es sencillo. Cuando la temperatura de la instalación medida por el termostato alcanza los 90°C, éste actúa sobre la válvula, que abre la vía hacia el tubo aleteado. La válvula no cierra hasta que la temperatura se encuentra por debajo del valor de tarado del termostato.

Tiene varios inconvenientes que dificultan su implantación. El motivo principal, el alto coste de instalación. Su coste puede alcanzar los 300 €/m en función del diámetro del tubo aleteado. Además, no se encuentra en stock en nuestro país y sólo se suministra bajo pedido. Estos motivos provocan que esta posibilidad sea desestimada.

4.4.3 Intercambiador agua-aire de tiro forzado

Este dispositivo funciona de manera similar al anterior, pero ahora la disipación se realiza mediante circulación forzada, que permite disipar la energía de manera más económica.

El intercambiador está formado por un fancoil o ventiloconvector, un termostato de inmersión y una válvula de tres vías. Este dispositivo, además de disipar el exceso de energía, evita que el líquido circule por el serpentín de los acumuladores cuando la temperatura sea elevada.

Cuando la temperatura de la instalación alcanza los 90°C, el termostato actúa sobre la válvula, abriendo la vía hacia el fancoil, que comenzará a funcionar. La válvula no cierra hasta que la temperatura se encuentra por debajo del valor de tarado del termostato.

4.5 Dimensionado de la Instalación

Se describe el procedimiento de cálculo empleado para calcular la superficie de captación y el volumen de acumulación.

La superficie de captación se determina en función de las necesidades de la vivienda, a partir de datos meteorológicos de la zona geográfica de estudio y considerando el rendimiento de la instalación.

Los datos de radiación solar sobre una superficie inclinada se obtienen del Instituto Nacional de Meteorología mientras que los datos de temperatura media ambiente y temperatura del agua de red provienen de las tablas de CENSOLAR, publicadas también por el IDAE.

En la siguiente tabla se presentan los datos meteorológicos considerados para el cálculo:

Tabla 4.1 Datos meteorológicos de la provincia de Zamora

	Radiación solar (kWh/m ² día)	Temperatura media ambiente (°C)	Temperatura agua de red (°C)
Enero	1,5	6	5
Febrero	2,47	7	6
Marzo	3,67	11	8
Abril	4,81	13	10
Mayo	6,17	16	11
Junio	6	21	12
Julio	6,53	24	13
Agosto	6,11	23	12
Septiembre	4,78	20	11
Octubre	3,08	15	10
Noviembre	1,86	10	8
Diciembre	1,28	6	5

4.5.1 Determinación de la demanda de ACS

En la determinación de las necesidades de ACS se ha respetado el modelo publicado por el IDAE.

Se considera un consumo de ACS de 40 litros por persona y día, estableciéndose la ocupación de la vivienda en 6 personas, ya que consta de 4 dormitorios.

Tabla 4.2 Demanda de ACS

Necesidades	Litros/ocupante	Nº Ocupantes	Consumo (litros)
ACS	40	6	240

4.5.2 Cálculo de la superficie de captación

La determinación de la superficie de captación resulta de aplicar un complejo procedimiento de cálculo cuyo objetivo es determinar, a partir de una superficie de captación dada, la cobertura de un sistema de aprovechamiento de energía solar, es decir, su contribución a la aportación del calor total necesario para la producción de ACS y calefacción.

El método empleado es el cálculo f-chart, un sistema ampliamente aceptado por físicos, ingenieros, arquitectos y recomendado por el IDAE. Es además suficientemente exacto para largas estimaciones aunque no ha de aplicarse a previsiones de tipo semanal y menos aún diario.

El cálculo se ha realizado mediante una hoja de cálculo (Excel) facilitada por la empresa ENERCAS (Energías Naturales de Castilla).

Finalmente, no hay que olvidar comprobar que el resultado de cálculo se encuentra dentro de los límites que fija el CTE HE 4.

$$50 \leq \frac{\text{consumo medio diario } (\frac{l}{\text{dia}})}{\text{Area captadores } (m^2)} \leq 180$$

El número de captadores lo hemos establecido en función de las necesidades de agua caliente sanitaria aumentando este número para sufragar parte de la demanda térmica de calefacción.

Aunque la instalación consta de 4 captadores solares Vitosol 200-F (de 2.32 m² cada uno) con una superficie total de 9.28 m², la superficie empleada para los cálculos de ACS es de 4.64 m². El resto de superficie de captación solar se dedicará para reducir el consumo de calefacción.

Utilizaremos un depósito de 300 l. De esta forma mejoraremos el rendimiento de la instalación, aunque con un encarecimiento de esta.

Así cumplimos con la normativa impuesta por el CTE HE 4 ya que el resultado de la anterior ecuación es:

$$50 \leq \frac{300 \text{ l/dia}}{4.64 \text{ m}^2} \leq 180$$

$$50 \leq 64.66 \leq 180$$

Para realizar una aproximación de la superficie de captadores que necesitaríamos lo calcularemos en función del área de captadores (A), volumen del acumulador (V) y del consumo medio diario (M), según las siguientes limitaciones del IDAE:

$$\frac{V}{A} = \frac{300}{4,64} = 64,66 \rightarrow 50 \leq 64,66 \leq 180 \rightarrow CUMPLE$$

$$\frac{M}{V} = \frac{240}{300} = 0,8 \rightarrow 0,8 = 0,8 < 1 \rightarrow CUMPLE$$

Teniendo en cuenta las pérdidas:

$$\frac{V}{A} = \frac{240}{4,64 - (4,64 \times 0,10)} = \frac{240}{4,18} = 57,42 \rightarrow 50 \leq 57,42 \leq 80 \rightarrow CUMPLE$$

Podemos observar que con dos paneles solares con una superficie total de 4.64m² cumpliríamos con la normativa impuesta para instalaciones de aprovechamiento solar para uso exclusivo de ACS.

A continuación, se muestran las necesidades y el ahorro de ACS:

Tabla 4.3 Necesidades y ahorro en primer semestre

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Q [Kcal·1000]:	409	363	387	360	365	346
Q [Kcal·1000/d]:	13,2	13	12,5	12	11,8	11,5
Q [kWh]:	476	422	450	419	424	402
FQ [Kcal·1000]:	185	233	296	297	319	324
FQ [kWh]	215	271	344	346	372	377
FQ [MJ]:	774	976	1.238	1.243	1.337	1.355
fmedio [%]	45	64	76	82	88	94

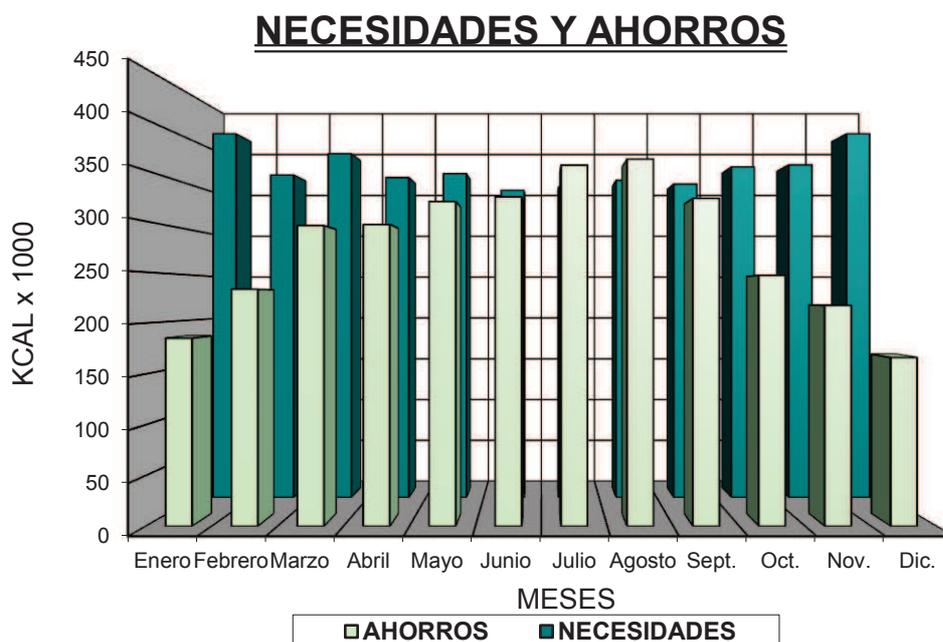
Tabla 4.4 Necesidades y ahorro en segundo semestre

Meses	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Q [Kcal·1000]:	350	357	353	372	374	409
Q [Kcal·1000/d]:	11,3	11,5	11,8	12	12,5	13,2
Q [kWh]:	407	416	411	433	436	476
FQ [Kcal·1000]:	355	361	322	247	217	166
FQ [kWh]	413	420	375	287	253	193
FQ [MJ]:	1.487	1.512	1.350	1.034	909	695
fmedio [%]	102	101	91	66	58	41

Tabla 4.5 Necesidades y ahorro anual

Meses	Anual
Q [Kcal·1000]:	4.444
Q [Kcal·1000/d]:	12
Q [kWh]:	431
FQ [Kcal·1000]:	3.323
FQ [kWh]	5.144
FQ [MJ]:	13.908
fmedio [%]	76

Para nuestro caso de estudio el número de captadores lo aumentamos hasta llegar a 4 unidades con el fin de obtener ahorros energéticos entorno 70% en ACS y un 20% en calefacción.



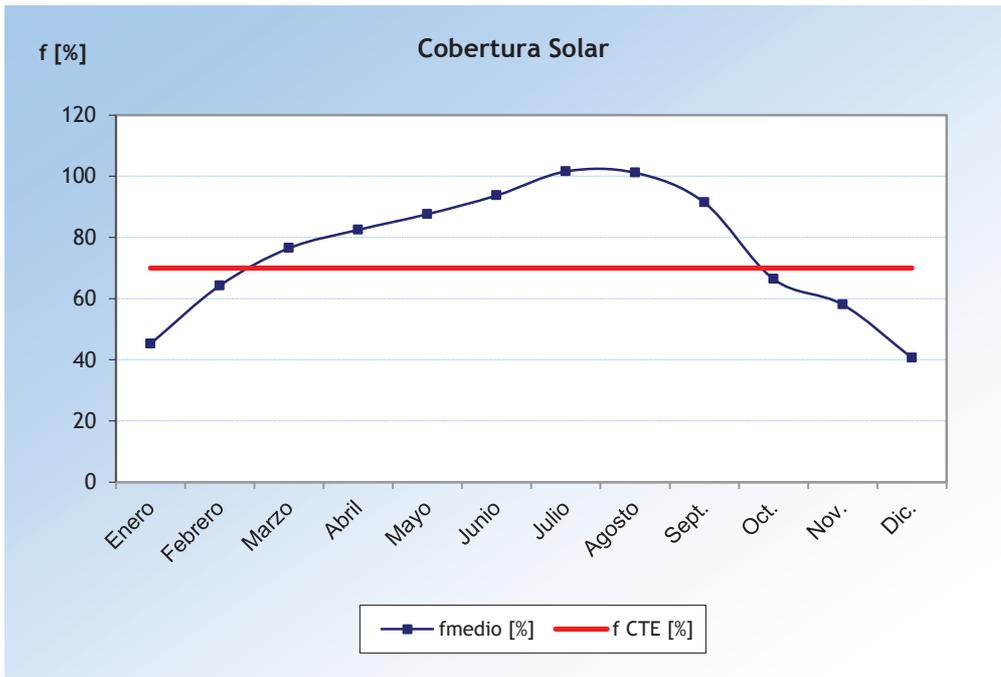


Imagen 4.2 Cobertura Solar

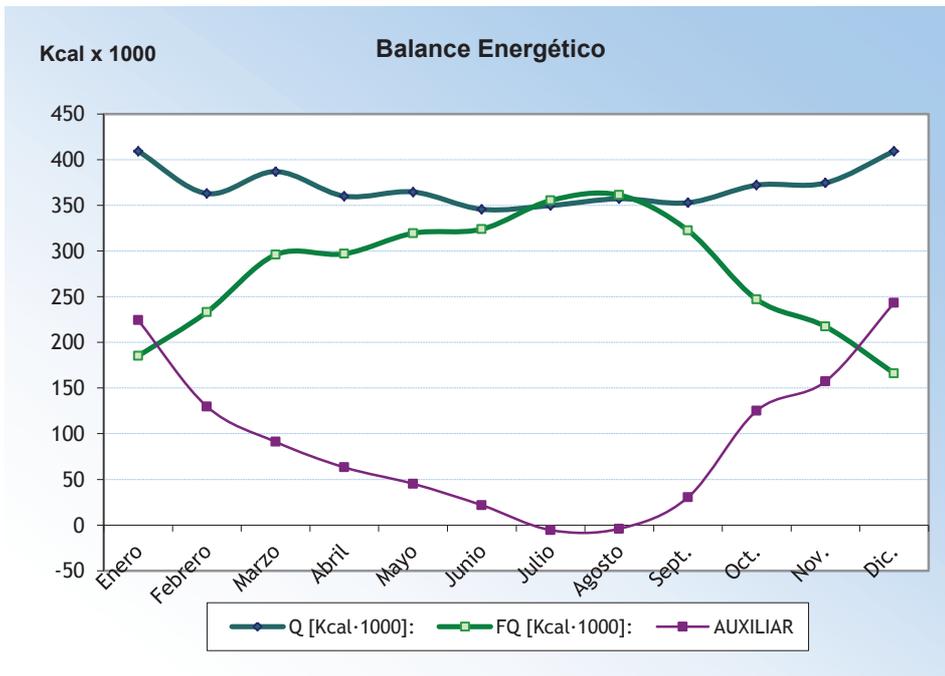


Imagen 4.3 Balance energético

4.5.3 Cálculo del volumen de acumulación

El volumen de acumulación se determina a partir del CTE HE 4 que exige que, en aquellas instalaciones en las que el consumo sea constante a lo largo del año, el volumen de acumulación debe cumplir la siguiente condición:

$$0.8 \times C \leq V \leq C$$

Elegimos el Interacumulador Vitocell 100-W, modelo CVB de 300 L de la marca Viessmann.

4.5.4 Cálculo del diámetro de la tubería

El diámetro de la tubería se determina en función del caudal de fluido solar que circula por la instalación, que debe estar comprendido según las instrucciones del CTE HE 4 entre 43,2 l/h·m² y 72 l/h·m² de superficie de captación instalada, y se diseña para que la velocidad del fluido sea como máximo 1,5 m/s.

4.5.5 Cálculo del circulador

El circulador se dimensiona una vez determinado el diámetro de la tubería y se diseña para que proporcione la presión suficiente para vencer todas las pérdidas de cargas producidas en la instalación. En la determinación de las pérdidas de carga, es importante considerar las variaciones de densidad y viscosidad del fluido solar, producidas por el porcentaje de propilenglicol que se añade al agua de red.

4.6 Recomendaciones de instalación

Se describen las consideraciones a tener en cuenta durante el proceso de instalación y montaje.

4.6.1 Disposición de los colectores

El CTE HE 4 determina que los colectores se dispondrán en filas del mismo número de elementos, no superando en ningún caso la superficie de captación de 10m².

La conexión entre colectores y entre filas se realizará de manera que el circuito quede equilibrado hidráulicamente, en retorno invertido, o bien se instalarán válvulas de equilibrado.

En nuestro caso se podrán conectar en paralelo, ya que se trata de una instalación de pequeño tamaño y en una única fila.

4.6.2 Orientación e inclinación de los colectores

El CTE HE 4 determina que los colectores se orientarán hacia el sur geográfico pudiéndose admitir desviaciones no mayores de 25º respecto a dicha orientación.

En cuanto a la inclinación, el mismo CTE especifica que hay que inclinar los colectores un ángulo sobre el plano horizontal que se determina en función de la latitud geográfica B y el periodo de utilización de la instalación según la siguiente tabla:

Tabla 4.6 Inclinación colectores según periodo de utilización

Periodo de utilización	Inclinación (º)
Anual	B
Invierno	(B+10)º
Verano	(B-10)º

En todos los casos se admiten desviaciones de ±10º.

En nuestra vivienda, los colectores se colocarán con una inclinación de 40º, ya que nuestro consumo anual será constante.

4.6.3 Distancia entre filas de colectores y los obstáculos cercanos

La distancia entre la primera fila de colectores y los obstáculos cercanos (de altura a) que puedan producir sombras sobre las superficies captadoras será mayor que el valor que se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$d = 1.732 * a$$

En nuestro caso no nos afecta.

Si se instalara más de una fila de colectores, la separación entre filas deberá ser mayor o igual a:

$$d = 1.879 * h$$

Considerándose h la altura del colector.

4.6.4 Fluido de trabajo

El fluido caloportador que circula por los circuitos cerrados de la instalación será agua (agua de red o agua desmineralizada) o agua con aditivos, en este caso, propilenglicol (anticongelante e inhibidor de la corrosión no tóxico) en una proporción del 40% determinada en función de la calidad del agua y de las características climatológicas del lugar.

El pH a 20°C del líquido solar estará comprendido entre 5 y 9.

Si no se le añade propilenglicol en el periodo invernal, existe el riesgo de congelación de la instalación. Por ello, el rellenado de un circuito consiste primero en un vaciado completo de la instalación y posteriormente un hinchado con la proporción adecuada de propilenglicol y agua, en función de las condiciones meteorológicas de la zona de estudio.

4.6.5 Puesta en marcha de la instalación

La puesta en marcha de una instalación es un proceso de gran importancia. Con las medidas adecuadas se puede garantizar un eficiente aprovechamiento de la energía solar producida así como una larga vida útil a los elementos que la componen.

En primer lugar, una vez conectados todos los elementos del circuito primario de energía solar, se procede al llenado de la instalación. Se llena la instalación con la presión del agua de red, nunca por encima de 4,5 kg/cm², introduciendo en el circuito el líquido anticongelante y dejando los purgadores automáticos abiertos.

Luego se programa la central electrónica de regulación según las condiciones establecidas por el fabricante.

Finalmente, se regula el caudal circulante por la instalación con el caudalímetro, según las instrucciones proporcionadas por el fabricante, respetando la normativa en vigor. En este caso, el caudal que circule por el circuito primario debe ser de 0,23 l/s.

4.7 Operaciones de mantenimiento

Se especifican las operaciones de mantenimiento y control que se deben llevar a cabo por el personal especializado y los usuarios.

4.7.1 Personal especializado

La empresa responsable del mantenimiento de la instalación deberá realizar anualmente las siguientes operaciones:

- Control anual de anticongelante.
- Comprobación de la presión y llenado del circuito.
- Calibración del sistema de regulación.
- Comprobación del sistema automático de la bomba.
- Purgado del circuito.
- Comprobación de la presión del aire del depósito de expansión.

Además se comprobarán y se inspeccionarán visualmente:

- Los colectores.
- El aislamiento.
- Ruido de la bomba.
- Tuberías.
- Válvulas manuales.

4.7.2 Usuario

El usuario debe realizar las siguientes operaciones de control y mantenimiento al menos una vez al mes:

1. Comprobar la presión del circuito. Esta comprobación ha de realizarse en frío (a primera hora de la mañana preferiblemente). Cuando la presión sea inferior a $1,5 \text{ kg/cm}^2$ se deberá proceder al rellenado del circuito hidráulico.
2. Comprobar que el purgado automático del sistema se ha llevado a cabo eliminando la posible presencia de aire.

Es recomendable que el usuario realice las siguientes operaciones básicas de actuación sobre el sistema:

- Operación sobre la central electrónica de regulación.
- Arranque y parada del sistema.

5 Instalación de calefacción

A continuación se calcula y diseña la instalación de calefacción para la vivienda de nuestro caso.

El objetivo principal es ofrecer al usuario final las condiciones ambientales de confort mediante el sistema de calefacción con mayor eficiencia energética y menor perjuicio con el medio ambiente.

En primer lugar, se describen y analizan los distintos sistemas de calefacción. Con este análisis elegiremos la opción más apropiada. Posteriormente, se describen las características y los elementos que componen la instalación así como su funcionamiento. Por último, se muestra el proceso de dimensionado de la instalación.

La instalación se ha calculado y diseñado respetando la normativa vigente. Toda esta normativa aparece recogida en el capítulo correspondiente de este documento.

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

5.1 Análisis de alternativas

En este apartado se realiza un pequeño análisis de las características de cada una de las posibilidades seleccionadas entre la gran variedad de alternativas del mercado, para poder determinar cuál es la más adecuada desde el punto de vista de la sostenibilidad y la eficiencia energética.

A la hora de seleccionar la alternativa más adecuada, también tendremos en cuenta las temperaturas de operación de los aparatos.

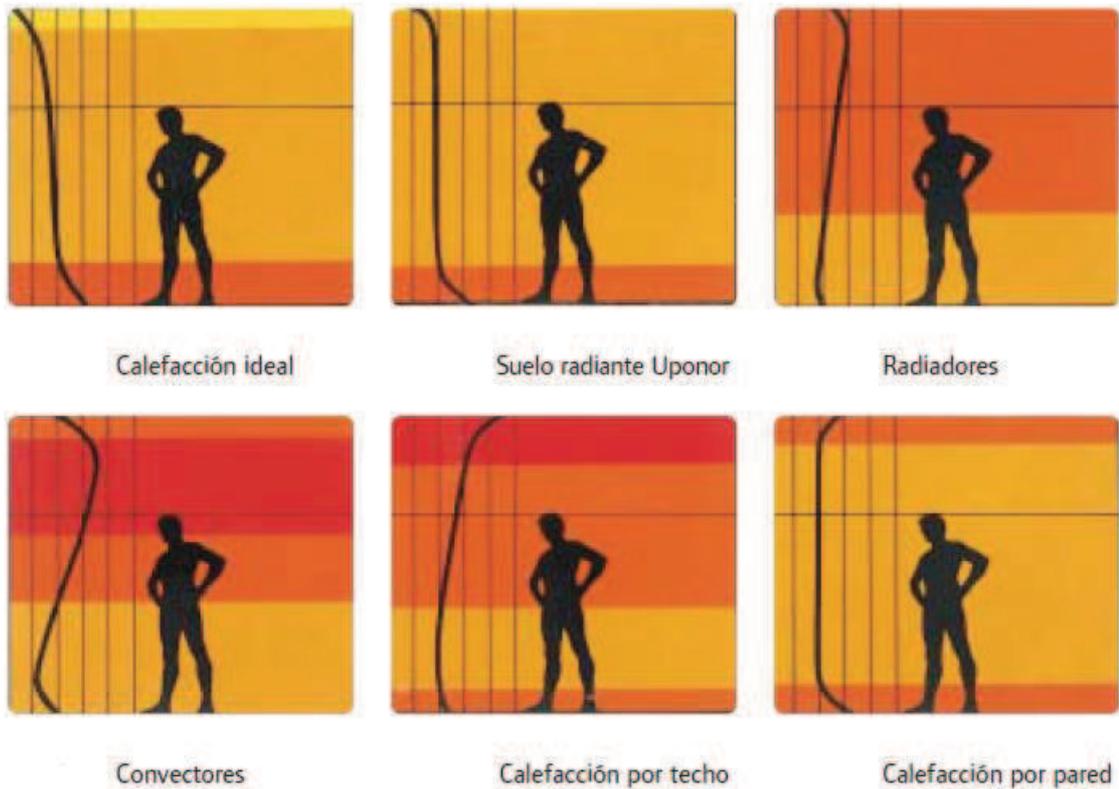


Imagen 5.1 Tipos de calefacción según la curva de la temperatura

5.1.1 Calefacción por radiadores

El sistema de calefacción por radiadores es el instalado en la mayoría de los casos en las viviendas de nuestro país. En zonas con temperaturas mínimas bajas, como en nuestro caso de estudio, es especialmente adecuado, ya que el sistema de calefacción con bomba de calor, tendría un rendimiento bajo desde el punto de vista económico.

Esta alternativa queda descartada para nuestro caso por la temperatura de utilización del agua, que oscila entre 80°C y 90°C y no nos ofrece la posibilidad de instalar un generador de calor de baja temperatura

Estos equipos se caracterizan por su elevado rendimiento y su bajo nivel de emisiones de gases contaminantes para el medio ambiente.

5.1.2 Bomba de calor

Como primera valoración, cabría la posibilidad de instalar un sistema de calefacción con bomba de calor.

Estos equipos, además de servir para calefacción, sirven también para refrigeración y ofrecen un alto rendimiento.

No obstante, sus características desaconsejan su implantación en este caso. Se trata de un sistema que requiere un gran consumo energético. La sensación de confort desaparece al desconectar el equipo.

Por otro lado, el sistema de calefacción mediante bombas de calor, provoca una distribución variable de temperaturas, alterando la sensación de confort del usuario. Se produce el movimiento de las capas de aire caliente, causando un mayor movimiento de las partículas de polvo, creando un entorno menos higiénico que con otros sistemas.

5.1.3 Suelo radiante

Es el sistema que produce al usuario una mayor sensación de confort, ya que el cuerpo humano percibe una temperatura que es la media aritmética entre la temperatura ambiente y la temperatura media de las superficies que le rodean. Además, el suelo radiante no modifica la humedad relativa del aire, ya que no calienta el aire. Esto se traduce en que no reseca el ambiente.

Con este sistema se puede garantizar la sensación de confort con temperaturas inferiores a las de los sistemas tradicionales. Mediante la calefacción de suelo radiante, la temperatura de confort se encuentra en torno a los 18-19°C mientras que con los sistemas tradicionales serían necesarios 20-21°C.

Según datos del IDAE, se produce un ahorro energético del 5% por cada grado de temperatura, se podría alcanzar hasta un 15% de ahorro respecto a otros sistemas de calefacción.

Esta opción, además del ahorro energético provocado por la reducción de pérdidas en la caldera y las conducciones, nos ofrece la posibilidad de instalar un generador de calor de baja temperatura.

Una de las mayores ventajas es que el suelo radiante actúa como un acumulador de calor: permite consumir energía en horas de bajo coste (tarifa nocturna) garantizando una sensación de confort durante las 24 horas del día teniendo el generador en funcionamiento entre 6 y 8 horas.

El suelo disminuye entre 0,5-1°C por hora su temperatura cuando el generador no está en funcionamiento.

Por último, desde el punto de integración en el hogar, este sistema es invisible ya que todos los elementos se encuentran por debajo del suelo.

El único inconveniente de este sistema de calefacción reside en el mantenimiento de la instalación. En el caso de que se produzca cualquier avería en la instalación será necesario levantar el suelo de la zona afectada para proceder a su reparación.

5.2 Descripción de la solución adoptada

La característica principal de la calefacción por suelo radiante es que la totalidad de la superficie del suelo actúa como emisor de calor.

Sobre el forjado se coloca esa capa emisora, formada por los siguientes elementos:

- Film de polietileno. Es una lámina continua de polietileno cuya función es proteger las láminas impermeabilizantes, evitando el ascenso de humedades hacia la capa emisora del suelo radiante.

Se coloca directamente sobre el forjado.

- Zócalo perimetral. Es un elemento para instalaciones de suelo radiante, prescrito por la normativa aplicable. Es situado en el perímetro del suelo radiante, típicamente en la base de paredes, tabiques y columnas, y su función es absorber los pequeños movimientos dilatómétricos que experimenta el mortero cuando aumenta de temperatura.

Consiste en una banda de 150 mm de alto y 8 mm de espesor, fabricada en espuma de polietileno de celda cerrada.

Incluye una película de PE transparente, termosoldada, cuya función es hacer de junta en el contacto con el panel aislante.

- Capa aislante. En la parte superior del film de polietileno se coloca una capa de 1,5 cm de polietileno extrusionado. Encima de esta se situarán paneles moldeados de tetones Wirsbo que además de actuar como aislamiento térmico permiten la perfecta fijación de los tubos de polietileno reticulado. Se utilizarán paneles que permitan un paso entre tubos múltiplos de 8 cm.
- Tubos de polietileno. Se recomienda el uso de tubería de polietileno reticulado con barrera antidifusión de oxígeno que evita la oxidación continuada y el deterioro de las partes metálicas de la instalación.
- Aditivos al mortero de cemento. Una vez se hayan colocado las tuberías, se cubrirá la superficie con una capa de mortero de cemento de 4 cm. Se añadirán unos aditivos, según las recomendaciones del fabricante, imprescindibles para garantizar una correcta transmisión de calor.

Por último, sobre la capa de mortero de cemento se coloca la capa de parquet o azulejo de 1 cm.

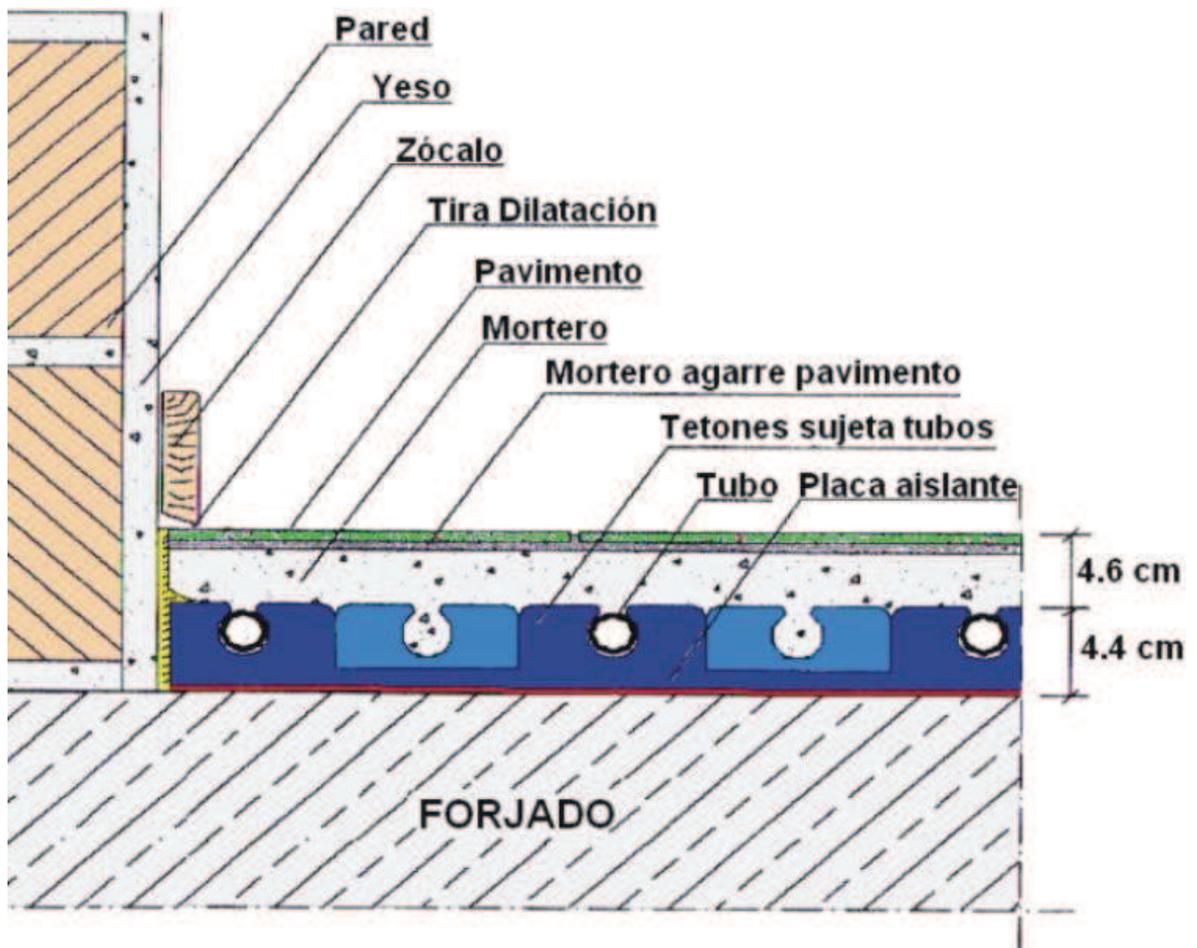


Imagen 5.2 Partes del Suelo Radiante

En el diseño y posterior dimensionado de esta instalación se ha considerado el uso de la gama de producto de calefacción por suelo radiante de Uponor.

En cuanto a los circuitos de tuberías emisoras, se han diseñado de manera que la distancia entre ellas se mantenga siempre constante, siendo de 16 cm en todos los circuitos. Se utilizará el tubo de polietileno reticulado evalPEX de la marca Uponor de diámetro 16x1,8 mm.

El trazado de los circuitos será en espiral de manera que los conductos de ida y retorno se coloquen uno al lado del otro, dirigiendo el caudal de impulsión hacia las paredes exteriores que generalmente estarán más frías, garantizando así un perfil de temperatura superficial del pavimento más homogéneo y unas curvas menos pronunciadas para los conductos.

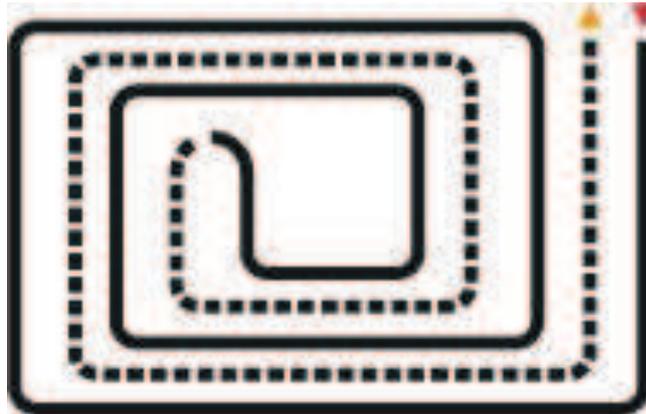


Imagen 5.3 Espiral de tuberías en Suelo Radiante

Las tuberías de ida y retorno de cada circuito estarán conectadas a un colector situado en una caja metálica que estará fijada en una de las paredes de un compartimento del garaje. La caja distribuidora estará formada por dos válvulas de paso, dos termómetros y dos purgadores conectados al colector. En los tubos de ida de cada circuito habrá también una válvula para realizar el equilibrado hidráulico de la instalación. Los tubos de retorno incorporarán electroválvulas gobernadas por el termostato de ambiente de cada recinto encargadas del control de cada circuito.

Cada circuito dispondrá de un termostato independiente colocado a una altura de 1,5m respecto al suelo que enviará los datos de temperatura al módulo de control Uponor Genius, que regulará el funcionamiento del grupo de impulsión del sistema así como la apertura y cierre de las electroválvulas de cada circuito. Este módulo también permite la programación del funcionamiento de la calefacción.

Por último, el grupo de impulsión, formado por una válvula de tres vías encargada de mezclar el agua de la caldera con el que viene del retorno de la calefacción hasta conseguir la temperatura adecuada del agua de impulsión. También disponen de una válvula de by-pass interna para asegurar el suministro constante del circuito de impulsión.

5.3 Dimensionado de la instalación

Se describe el procedimiento de cálculo empleado para determinar las necesidades de la instalación y el cálculo de los elementos que la componen.

Los cálculos detallados se encuentran detallados en el anexo de cálculos de la memoria.

El sistema de distribución va desde la cumbre, donde se encuentra el generador de calor, hasta el garaje, donde está situado el colector.

Las tuberías se distribuyen hacia las distintas habitaciones de la vivienda.

La temperatura de confort considerada es de 20°C, aunque el usuario deberá conocer las sugerencias de ahorro energético indicadas por el IDAE.

5.3.1 Determinación de las cargas térmicas de calefacción

En el cálculo de la instalación, el primer paso es determinar las pérdidas energéticas de cada recinto a calefactar.

Las ecuaciones de cálculo de la carga térmica son:

$$Q = Q_T + Q_V$$

Siendo:

Q = carga térmica de calefacción (en W)

Q_T = carga térmica de transmisión de calor (en W)

Q_V = carga térmica de ventilación (en W)

Dónde la carga térmica de transmisión de calor es:

$$Q_T = Q_{TO}(1 + Z_i + Z_o)$$

Siendo:

Q_{TO} = pérdidas por transmisión sin suplementos (en W)

Z_i = suplemento por interrupción del servicio (en %)

Z_o = suplemento por orientación (en %)

El suplemento por interrupción del servicio considera el incremento que hay que aportar a un local para conseguir las condiciones de confort de diseño después de una interrupción del servicio de calefacción.

El suplemento por orientación tiene en cuenta el incremento energético extra que hay que aportar a un local debido a la orientación de sus paredes exteriores.

Las pérdidas por transmisión sin suplementos se calculan mediante la ecuación:

$$Q_{TO} = \Sigma [U x A (T_i - T_e)]$$

Siendo:

U= coeficiente de transmisión térmica del cerramiento (en W/m².°C)

A= superficie de transmisión de calor del cerramiento (en m²)

T_i = temperatura interior de diseño (en °C)

T_e = temperatura exterior de cálculo (en °C)

Dónde:

$$U = \frac{1}{\Sigma \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}}$$

Siendo:

e= espesor de la capa (en m)

λ= conductividad térmica del material de la capa (en W/m.°C)

h_i= coeficiente superficial de transmisión de calor interno (en W/m².°C)

h_e= coeficiente superficial de transmisión de calor externo (en W/m².°C)

Las cargas térmicas de ventilación se calculan de la siguiente manera:

$$Q = V \times N \times \rho \times C_{e,aire} (T_{int} - T_{ext})$$

Siendo:

V= el volumen del local a calefactar (en m³)

N= nº de renovaciones horarias (1/h)

ρ = densidad del aire (1,18 kg/m³)

$C_{e,aire}$ = Calor específico del aire (0,28 Wh/kgK)

T_{int} = la temperatura proyectada en el local calefactado (en K)

T_{ext} = la temperatura del exterior o local no calefactado (en K)

Los cálculos de las cargas térmicas de calefacción pueden ser consultados en el anexo de la memoria.

El resumen de los resultados de las pérdidas térmicas de la vivienda es el siguiente:

Tabla 5.1 Cargas térmicas de calefacción en la vivienda

Local	Superficie (m ²)	Qt (W)	Qv (W)	Q (W)
Dormitorio 1	12,1	669,28	296,84	966,12
Dormitorio 2	11,4	574,76	279,67	854,43
Dormitorio 3	16,05	888,1	393,79	1281,89
Dormitorio 4	17,65	1153,27	472,41	1625,68
Baño 1	5,25	230,73	161,63	392,36
Baño 2	7,65	486,5	235,50	722,00
Baño 3	6,5	214,06	200,05	414,11
Salón	25,75	1231,01	132,52	1363,53
Cocina	11,2	692,24	861,48	1553,72
Vestidor	4,95	157,62	274,76	432,38
Distribuidor PO	4,75	171,91	50,87	222,78

TOTAL PÉRDIDAS VIVIENDA

9828,99

5.3.2 Selección de generador de calor

Para determinar la potencia útil en la caldera:

$$Q_u = Q_i \cdot \eta_c \cdot \eta_d$$

Siendo:

Q_u = Potencia útil

Q_i = potencia instalada

η_c = rendimiento de la caldera

η_d = rendimiento de distribución (pérdidas en tuberías y por radiación de caldera)

Se utilizará una caldera mural a gas THEMA NO_x de la marca Saunier Duval

5.3.3 Cálculo de la temperatura media superficial del pavimento

La temperatura media superficial del pavimento es función de la demanda térmica (Q) y de la temperatura interior de diseño del local a calefactar.

Es conveniente que esta temperatura no supere los 30°C.

$$Q' = \alpha \cdot (T_{MS} - T_I)$$

Siendo:

Q= carga térmica del local (en W/m²)

α = coeficiente de transmisión térmica del suelo (en W/m².°C)

T_{MS} = temperatura media superficial del pavimento (en °C)

T_I = temperatura interior de diseño (en °C)

En nuestro caso, las temperaturas serán las siguientes:

Tabla 5.2 Temperatura media superficial del pavimento

Local	Superficie (m ²)	Tms (°C)
Dormitorio 1	12,1	27
Dormitorio 2	11,4	26
Dormitorio 3	16,05	27
Dormitorio 4	17,65	28
Baño 1	5,25	24
Baño 2	7,65	26
Baño 3	6,5	23
Salón	25,75	24
Cocina	11,2	32
Vestidor	4,95	27

5.3.4 Cálculo de la temperatura del agua de los tubos emisores

La magnitud de la temperatura media del agua en las tuberías emisoras depende de la demanda térmica del local, la temperatura interior de diseño y del coeficiente de transmisión térmica de la capa sobre los tubos.

Se obtiene mediante la expresión:

$$Q' = U (T_{MA} - T_I)$$

Siendo:

Q= carga térmica del local (en W/m²)

U= coeficiente de transmisión térmica del cerramiento (en W/m² °C)

T_{MA} = temperatura media del agua (en °C)

T_I = temperatura interior de diseño (en °C)

Dónde:

$$U = \frac{1}{\sum \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{\alpha}}$$

Siendo:

e= espesor de la capa (en m)

λ = conductividad térmica del material de la capa (en W/m °C)

α = coeficiente de transmisión térmica del suelo (en W/m²°C)

Cuando se hayan calculado todas las temperaturas del agua, se seleccionará la mayor de ellas para realizar la impulsión. En nuestro caso de estudio, la temperatura de impulsión es de 32,1°C.

El salto térmico entre el agua de impulsión y el retorno es de 10°C. La temperatura de retorno será de 22,1°C.

5.3.5 Cálculo del caudal de agua

Calcularemos el caudal de agua que circula por los circuitos y colectores mediante la siguiente ecuación:

$$Q = \dot{m} \times C_p (T_{imp} - T_{ret})$$

Siendo:

\dot{m} = caudal (kg/h)

C_p = calor específico del agua (1 kcal/kg °C)

$T_{imp} - T_{ret}$ = salto térmico de impulsión-retorno (10°C)

En nuestro caso de estudio, el caudal de la instalación será de 0,230 l/s.

En cuanto al caudal de alimentación de los colectores, teniendo en cuenta la distancia entre el generador de calor y el colector, el tipo de tubería a utilizar y los codos y accesorios existentes, se seleccionará un diámetro del conducto que no genere una pérdida de carga superior a 0,2 kPa/m (valor máximo aceptable para no sobredimensionar las bombas)

6 Sistema de regulación

Para implantar un sistema solar térmico es necesario incorporar un sistema de control. De esta manera, podremos sufragar las necesidades energéticas por encima de los usos para los que el sistema está definido.

Este sistema dará preferencia a la energía aportada por los captadores, aumentando de esta forma la eficiencia de la instalación y evitando averías causadas por un exceso de calor o sobrecalentamiento.

El sistema de regulación está formado por la unidad de control programable que permite dirigir las bombas de impulsión de los circuitos y las válvulas de tres vías. La unidad se programará para poder controlar las tres aplicaciones de las que consta nuestro caso de estudio (ACS, suelo radiante y piscina).

El funcionamiento de este sistema es básico, consiste en dar una serie de respuestas controladas por el software que hayamos introducido a la unidad de control, dependiendo de los datos recibidos de los sensores y termostatos.

6.1 Análisis del sistema

Los captadores solares proporcionan energía para ACS, suelo radiante y piscina (ya establecido el orden de preferencia).

Nuestro caso de estudio está formado por una vivienda con tres instalaciones controladas por el sistema de control, que permite mejorar el rendimiento de la energía solar térmica a través de métodos sencillos de utilización e instalación.

6.1.1 Elementos

Los elementos de los que consta el sistema de control son:

- Sensores (termómetros)
- Unidad de control (autómata programable)
- Bombas comandadas por la unidad de control
- Válvulas de tres vías comandadas por la unidad de control.

Los sensores de temperatura medirán, como mínimo, rangos de temperatura comprendidos entre -10°C y 100°C .

Los cables empleados para conectar la unidad de control con los diferentes elementos son descritos por el fabricante de la unidad de control y será competencia del instalador quien decida por donde discurrirán.

6.2 Selección del sistema de regulación

La regulación se ocupa de que el calor obtenido por medio de los colectores solares se aproveche de la forma más eficaz posible para la producción de A.C.S., el calentamiento del agua de piscinas o el apoyo de la calefacción.

Para ello, elegiremos la regulación Vitosolic 200 de Viessmann.

6.2.1 Funcionamiento

Se comunica con la regulación de caldera y la desconecta tan pronto se disponga de suficiente calor solar. Esto reduce la carga de la caldera y rebaja el gasto en calefacción.

La regulación es electrónica por diferencia de temperatura de hasta cuatro equipos, cada uno con su propio panel de control.

Las funciones que realiza son las siguientes:

- Funcionamiento de varios interacumuladores.
- Calentamiento del agua de piscinas.
- Apoyo de la calefacción.

7 Planificación

El objetivo del siguiente diagrama es mostrar el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.

La posición de cada tarea a lo largo del tiempo hace que se puedan identificar dichas relaciones e interdependencias.

7.1 Cronograma de obra

Tabla 7.1 Planificación de obra

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
INSTALACIÓN SOLAR Y ACS				
Estructura para módulos	■			
Paneles solares	■	■		
Sistema de acumulación		■		
Cableado		■	■	
Conductos, bombas y accesorios		■	■	
Intercambiador de calor			■	
Sistema de control			■	■
INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN				
Suelo radiante			■	■
Caldera				■
Conductos y demás accesorios				■
Puesta en marcha				■
Seguridad y Salud	■	■	■	■

8 Estudio económico

8.1 Comparativa entre Solar Térmica y Combustión de gas para generación de ACS

Como se puede ver en las tablas 4.3 y 4.4, la energía necesaria para producir A.C.S. en un año corresponde a 5172 kWh, según las necesidades requeridas por los habitantes de la vivienda.

Se va a contar como un término fijo el coste de la caldera que servirá como sistema auxiliar de apoyo, tanto para el cálculo mediante las placas solares como mediante la combustión de combustibles fósiles.

El coste de la caldera elegida (THEMA NO_x de Saunier Duval) es de 1221,79€.

Por lo tanto, se trabajará con el diferencial existente entre un método y otro, ya que el coste de la caldera será el mismo para ambos casos. En un caso, debido a que será la unidad principal generadora de calor de la vivienda y en el otro caso, servirá como sistema de apoyo.

8.1.1 Método mediante combustión a gas

Con el dato de la energía citado anteriormente, se va a calcular el coste necesario usando la combustión de gas, para ello se utilizará como referencia los precios proporcionados por la compañía Gas Natural.

Tarifas Planas Gas	Consumo (kWh/año)	Cuota (€/mes)
Micro Gas	hasta 3.000 kWh	16 €
Mini Gas	3.001 kWh - 6.000 kWh	32 €
Media Gas	6.001 kWh - 9.000 kWh	50 €
Maxi Gas	9.001 kWh - 12.000 kWh	66 €
Extra Gas	12.001 kWh - 20.000 kWh	91 €

Imagen 8.1 Tarifas planas Gas Natural

Elegimos la tarifa plana de Mini Gas, ya que nuestro consumo se encuentra entre 3001 y 6000 kWh.

El coste anual será de:

$$Coste_{anual} = 32 \times 12 = 384 \text{ €}$$

A este coste se añade el coste del I.V.A. al 21%.

$$384 \times 1,21 = 464,64 \text{ €}$$

8.1.2 Método mediante placas solares

Gracias al aporte de energía de las placas, se conseguirá ahorrar un porcentaje de la energía necesaria para conseguir A.C.S.

Según los datos obtenidos en la memoria, el porcentaje de fracción solar conseguida es del 76 %.

Por lo tanto, la energía aportada por las placas solares será:

$$E_{aportada} = \text{Fracción solar} \times E_{necesaria ACS}$$

$$E_{aportada} = \frac{76}{100} \times 5172 = 3930,72 \text{ kWh}$$

El ahorro obtenido es de 3930,72 kWh.

Tarifa aconsejada	Consumo kWh/año	Término fijo €/mes	Término variable c€/kWh
Gas Básica	Inferior o igual a 5.000	4,38	5,727308
Gas Óptima	Superior a 5.000 e inferior o igual a 11.500	8,88	5,039908
Gas Negocio	Superior a 11.500 e inferior o igual a 50.000	11,15	4,875812
Plan Energía Gas 3.3'	Superior a 50.000 e inferior o igual a 100.000	54,22	5,277
Plan Energía Gas 3.4²	Superior a 100.000 e inferior o igual a 1 GWh	80,97	4,952

Imagen 8.2 Tarifas Gas Natural por kWh

En términos económicos, este ahorro equivaldría a:

$$\text{Coste Energía ahorrada} = 3930,72 \text{ kWh} \times 0,050 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 196,54 \text{ €}$$

$$196,54 \times 1,21 = 237,82 \text{ €}$$

Una vez obtenidos estos datos, se hallará la cantidad de energía que debería aportar el sistema de apoyo (caldera de gas) que corresponderá a:

$$E_{\text{sistema de apoyo}} = E_{\text{total}} - E_{\text{placas solares}}$$

$$E_{\text{sistema de apoyo}} = 5172 - 3930,72 = 1241,28 \text{ kWh}$$

Transformando este resultado obtenido en términos económicos, se obtendrá una cantidad de:

$$\text{Coste}_{\text{Energía de apoyo}} = 1241,28 \times 0,050 + 8,88 \times 12 = 168,62 \text{ €}$$

$$168,62 \times 1,21 = 204,03 \text{ €}$$

8.1.3 Ahorro total

$$\text{Ahorro total} = \text{Coste anual sist. combustión} - \text{Coste anual sist. placas solares}$$

$$\text{Ahorro total} = 464,64 - 204,03 = 260,61 \text{ €}$$

8.2 Tiempo de amortización

Con los datos obtenidos, se procederá a calcular el tiempo necesario para poder amortizar la inversión llevada a cabo para la instalación de las placas solares, teniendo en cuenta que las condiciones de energía recibida del sol a lo largo de todos los años serán las mismas, y no se tendrá en cuenta tampoco el incremento anual que pudiera producirse en los precios del gas.

Para ello, hay que recordar que la inversión necesaria para adquirir la caldera de gas corresponde a 1221,79 euros. Por lo tanto, esta cantidad habrá que descontarla de la inversión inicial calculada para la instalación de las placas solares, ya que en ambos casos es necesaria e insustituible la instalación de la caldera de gas ya sea como el sistema principal o como sistema de apoyo de generación de calor.

Tabla 8.1 Resumen de datos

	Instalación calefacción	Instalación Solar
Inversión inicial total	13 520,25 €	19 795,59 €
Energía necesaria ACS	5172 kWh	5172 kWh
Energía sistema apoyo	5172 kWh	1241,28 kWh
Energía ahorrada	0	3930,72 kWh
Coste energía necesaria ACS	464,64 €	464,64 €
Coste término fijo (12 meses)	106,56 €	106,56 €
Coste término variable	258,60 €	62,06 €
Coste energía sistema apoyo	464,64 €	204,03 €
Coste energía ahorrada	0	260,61 €

Teniendo en cuenta el ahorro obtenido por las placas, se calculará el tiempo necesario para poder recuperar la inversión inicial realizada gracias al ahorro obtenido por las placas.

$$T_{\text{amortización}} = \frac{\text{Inversión inicial Inst. solar}}{\text{Coste energía ahorrada}}$$
$$T_{\text{amortización}} = \frac{6275,34}{260,61} = 24 \text{ años y } 25 \text{ días}$$

9 Normativa

9.1 Instalación de Energía Solar

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) (Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio de 2007).
- Código Técnico de Edificación (CTE) (Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo de 2006).
- Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la Legionelosis (Real Decreto 865/2003 de 4 de julio de 2003).
- Reglamento de Aparatos a Presión (Real Decreto 1244/1979 de 4 de Abril de 1979).
- Normas UNE para equipos y materiales

9.2 Instalación de calefacción

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)
- Código Técnico de Edificación (CTE- HE1 y HE2)

Normas UNE para equipos, conducciones y materiales

ANEXO DE CÁLCULOS

10 Cálculo de cerramientos

En este capítulo se especifica la composición así como las características de los elementos que forman los diferentes cerramientos de nuestro caso de estudio.

Para el cálculo de las transmitancias existen diversos métodos, uno de los más utilizados es el cálculo del coeficiente de transmisión de calor mediante la siguiente fórmula:

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

Siendo:

R_T = Resistencia térmica total de un componente constructivo (en m^2K/W)

En nuestro caso, para simplificar los cálculos utilizaremos los dos siguientes métodos:

1. Utilizando el software Ce3x, herramienta informática promovida por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del IDAE, y por el Ministerio de Fomento, que permite obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio existente.
2. Siguiendo el método UNE EN 6946. Se calcula mediante una hoja de cálculo basándose en la norma EN ISO 6946 que establece la metodología para realizar este cálculo basándose en las características geométricas (espesor) y térmicas (conductividad) de cada capa. Es un método más detallado. La hoja de cálculo es facilitada por URSA, una empresa perteneciente al grupo Uralita.

La selección del método que utilizamos varía dependiendo los datos y valores que conocemos de los cerramientos, así como la exactitud que necesitemos para nuestro cálculo.

10.1 Transmitancias de cerramientos con el exterior

En este apartado se incluyen aquellos cerramientos que están en contacto con el exterior.

10.1.1 Muros exteriores

En este caso calcularemos la transmitancia mediante el segundo método, con el software Ce3x. Las propiedades térmicas serán estimadas por el software. Constará de un aislamiento térmico de polietileno de 3,5 cm y la cámara de aire será sin ventilar.

La transmitancia calculada es de 0,67 W/m²K.

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas: Estimadas (dropdown) Transmitancia térmica: 0.67 W/m²K

Tipo de fachada: Doble hoja con cámara (dropdown)

Cámara de aire: No ventilada (dropdown)

Tiene aislamiento térmico

Características del aislamiento térmico

Tipo de aislamiento: XPS (dropdown) Espesor: 0.035 m

Ra (dropdown) m²K/W

Imagen 10.1 Cálculo de transmitancia en muro exterior mediante Ce3x

10.1.2 Huecos exteriores

10.1.2.1 Puerta metálica

Según los datos que nos proporciona el software de certificación energética LIDER. La transmitancia para carpintería metálica con rotura del puente térmico de 4 a 12 mm es de 4 W/m²K.

10.1.2.2 Puerta corredera (1,5 x 2,2)

En este caso, consideramos valores predeterminados de transmitancias térmicas en puertas.

$U_{H,M}$ es la transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario, o puerta. Según la siguiente tabla, la transmitancia de la puerta se encuentra entre 1,7 y 3,3 W/m²K, dependiendo los materiales que utilicemos.

Para nuestro estudio tomaremos el valor de 2,8 W/m²K.

Puertas correderas.

(ACRISTALAMIENTO COMÚN / ACRISTALAMIENTO DE BAJA EMBIVIDAD)

SISTEMA ALUCAN	Tamaño del hueco. (m×m)	Trans. Térmica del cristal (W/m ² K).U _{H,v}		Fracción del hueco ocupado por el marco. FM	Trans. Térmica del hueco. (W/m ² K).U _H	
		Cristal común	Cristal Revestido		Cristal común	Cristal Revestido
AL-15	1,5×2,2	3.3	2.5	≤21.9	3.8	3.2
AL-14	1,5×2,2	3.1	2.5	≤25.6	3.8	3.3
	2,0×2,2			≤21.6	3.7	3.2
	3,0×2,2			≤17.6	3.6	3.0
AL-14E AL-126	1,5×2,2	2.8	1.7	≤36.9	3.9	3.2
	2,0×2,2			≤30.9	3.7	2.9
	3,0×2,2			≤25	3.5	2.7

Imagen 10.2 Coeficientes de transmisión térmica en sistemas ALUCAN

10.1.2.3 Ventana (1,5 x 1,2) y (1x1)

Calcularemos la transmitancia de la ventana con el software Ce3x. Las propiedades térmicas para las ventanas de 1,5 x 1,2 y 1x1 serán estimadas por el programa.

La transmitancia de la ventana con doble vidrio es de 3,3 W/m²K

Parámetros característicos del hueco

Propiedades térmicas	Estimadas		
Tipo de vidrio	Doble	U vidrio	3.3 W/m ² K
Tipo de marco	PVC	g vidrio	0.75
		U marco	2.2 W/m ² K

Imagen 10.3 Cálculo de transmitancia en ventana mediante Ce3x

10.2 Transmitancia de cerramientos interiores

En este apartado se incluyen aquellos cerramientos que no están en contacto con el exterior.

10.2.1 Suelo

En este caso, hemos calculado la transmitancia con mayor detalle, utilizando el método UNE EN 6946.

La transmitancia para un suelo de parquet es de $0,53 \text{ Wm}^2/\text{K}$.

El espesor y los tipos de capa están detallados en la siguiente imagen.

CALCULO COEFICIENTE TRANSMISIÓN TERMICA
 Metodo UNE EN 6946

DEFINIR TIPO

- FACHADA
- CUBIERTA
- SUELO
- BUHARDILLA MUY PERMEABLE AL AIRE (Tejas sin tablero ni film de estanqueidad)
- BUHARDILLA RELATIVAMENTE ESTANCA AL AIRE (Con tablero o lamina de estanqueidad)
- BUHARDILLA MUY ESTANCA AL AIRE (Con tablero y lamina de estanqueidad)

CAPAS EXTERIORES

	Espesor (m)	Lambda (W/m·K)	R.Termica	m ² K/W
1 Parquet	0,01		0,21	0,05
2 MORTERO/De 1800 kg/m3	0,04		0,9	0,04
3 Panel moldeado de tetones	0,025		0,031	0,81
4			0	0,00
5			0	0,00
6			0	0,00
7			0	0,00
8			0	0,00
				0,90

CAMARA DE AIRE

Sin camara
 NO Ventilada
 LIGERAMENTE ventilada
 MUY Ventilada

R.Termica
0,00

CAPAS INTERIORES

	Espesor (m)	Lambda (W/m·K)	R.Termica	m ² K/W
1 AISLANTE/URSA XPS N (20 a 60 mm)	0,015		0,034	0,44
2 FORJADO/Bovedilla ceramica 16+4 cm	0,25		0,740740741	0,34
3 MORTERO/De 1800 kg/m3	0,01		0,9	0,01
4			0	0,00
5			0	0,00
6			0	0,00
7			0	0,00
8			0	0,00
				0,79

RESULTADO

COEFICIENTE TRANSMISION TERMICA "U" **0,53** **W/m²K**

© Josep Sole

Imagen 10.4 Cálculo de transmitancia en suelo 1 mediante hoja de cálculo

Para un suelo de azulejos de cerámica la transmitancia será de 0,54 W/m²K.
El espesor y los tipos de capa están detallados en la siguiente imagen.

CALCULO COEFICIENTE TRANSMISION TERMICA
Metodo UNE EN 6946

DEFINIR TIPO

FACHADA
 CUBIERTA
 SUELO
 BUHARILLA MUY PERMEABLE AL AIRE (Tejas sin tablero ni film de estanqueidad)
 BUHARDILLA RELATIVAMENTE ESTANCA AL AIRE (Con tablero o lamina de estanqueidad)
 BUHARDILLA MUY ESTANCA AL AIRE (Con tablero y lamina de estanqueidad)

CAPAS EXTERIORES

	Esesor (m)	Lambda (W/m·K)	R.Termica	m ² K/W
1 Azulejos de Cerámica	0,01		1,3	0,01
2 MORTERO/De 1800 kg/m ³	0,04		0,9	0,04
3 Panel moldeado de tetones	0,025		0,031	0,81
4			0	0,00
5			0	0,00
6			0	0,00
7			0	0,00
8			0	0,00
				0,86

CAMARA DE AIRE

Sin camara R.Termica 0,00

NO Ventilada
 LIGERAMENTE ventilada
 MUY Ventilada

CAPAS INTERIORES

	Esesor (m)	Lambda (W/m·K)	R.Termica	m ² K/W
1 AISLANTE/URSA XPS N (20 a 60 mm)	0,015		0,034	0,44
2 FORJADO/Bovedilla ceramica 16+4 cm	0,25	0,740740741		0,34
3 MORTERO/De 1800 kg/m ³	0,01		0,9	0,01
4			0	0,00
5			0	0,00
6			0	0,00
7			0	0,00
8			0	0,00
				0,79

RESULTADO

COEFICIENTE TRANSMISION TERMICA "U" **0,54** **W/m²K**

© Josep Sole

Imagen 10.5 Cálculo de transmitancia en suelo 2 mediante hoja de cálculo

10.2.2 Cubierta

En este caso calcularemos la transmitancia mediante Ce3x. Las propiedades térmicas serán estimadas por el software. Constará de un aislamiento térmico de polietileno de 4 cm y la cámara de aire será sin ventilar.

La transmitancia calculada es de 0,34 W/m²K.

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas Estimadas Transmitancia térmica 0,34 W/m²K

Clase de cubierta Cubierta inclinada ventilada

Tipo de forjado Unidireccional Cámara de aire Ventilada

Tiene aislamiento térmico

Imagen 10.6 Cálculo de transmitancia en cubierta mediante Ce3x

10.2.3 Tabique escalera

En este caso calculamos la transmitancia a partir de los materiales de construcción del tabique y el espesor de estos. Utilizamos de nuevo el software Ce3x. En nuestro caso tendremos un enlucido de yeso de 0,010m, una capa de ladrillo hueco doble de 0,080m y otra capa de enlucido de yeso igual que la anterior.

Para este caso, la transmitancia es de 0,72 W/m²K.

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas Conocidas Transmitancia térmica 0,72 W/m²K

Transmitancia térmica W/m²K Masa/m² kg/m²

Librería cerramientos Tabique yeso/ladrillo/yeso 

Imagen 10.7 Cálculo de transmitancia de tabique de escalera mediante Ce3x

10.3 Fichas justificativas del cumplimiento de cerramientos

Documento Básico HE Ahorro de Energía

Apéndice H Fichas justificativas de la opción simplificada

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA	III	Zona de baja carga interna <input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna <input type="checkbox"/>
----------------	-----	--	---

MUROS ($U_{m,i}$) y ($U_{t,m}$)					
	Tipos	A (m ²)	U (W/m ² ·K)	A · U (W/K)	Resultados
N	Muro ext	30'36	0'67	20'34	$\Sigma A = 30'36$ $\Sigma A \cdot U = 20'34$ $U_{m,i} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0'67$
E	Muro ext	54'10	0'67	36'25	$\Sigma A = 54'10$ $\Sigma A \cdot U = 36'25$ $U_{m,i} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0'67$
O	Muro ext	21'65	0'67	18'57	$\Sigma A = 21'65$ $\Sigma A \cdot U = 18'53$ $U_{m,i} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0'67$
S	Muro ext	34'4	0'67	23'05	$\Sigma A = 34'4$ $\Sigma A \cdot U = 23'05$ $U_{m,i} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
SE					$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $U_{m,i} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
SO	Muro ext	35'86	0'67	24'03	$\Sigma A = 35'86$ $\Sigma A \cdot U = 24'03$ $U_{m,i} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0'67$
C-TER					$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $U_{t,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$

SUELOS ($U_{s,i}$)					
	Tipos	A (m ²)	U (W/m ² ·K)	A · U (W/K)	Resultados
	Suelo parquet	10'65	0'53	5'387	$\Sigma A = 132'75$ $\Sigma A \cdot U = 20'66$ $U_{s,i} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0'53$
	Suelo baldosa	31'1	0'54	16'79	

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS ($U_{c,i}$, $F_{L,i}$)					
	Tipos	A (m ²)	U (W/m ² ·K)	A · U (W/K)	Resultados
	Cub. inclinada	75'7	0'34	25'74	$\Sigma A = 75'7$ $\Sigma A \cdot U = 25'74$ $U_{c,i} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0'34$

	Tipos	A (m ²)	F	A · F (m ²)	Resultados	Tipos
					$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot F =$ $F_{L,i} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	

Documento Básico HE Ahorro de Energía

ZONA CLIMÁTICA III Zona de baja carga interna Zona de alta carga interna

HUECOS (U_{int} , F_{int})							
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A · U (W°K)	Resultados		
Z	Puerta	3'3	4	13'2	$\Sigma A =$	11'5	
	Ventana 1x1	1	3'3	3'3	$\Sigma A \cdot U =$	40'26	
	Ventana 1'2x1'5	7'2	3'3	23'76	$U_{int} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	3'5	
Tipos	A (m ²)	U	F	A · U	A · F (m ²)	Resultados	Tipos
W						$\Sigma A =$	
						$\Sigma A \cdot U =$	
						$\Sigma A \cdot F =$	
						$U_{int} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
						$F_{int} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	
O						$\Sigma A =$	
						$\Sigma A \cdot U =$	
						$\Sigma A \cdot F =$	
						$U_{int} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
						$F_{int} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	
S	Puerta corr.	3'3	2'8	—	9'24	$\Sigma A =$	11'5
	Ventana 1x1	1	3'3	—	3'3	$\Sigma A \cdot U =$	36'3
	Ventana 1'2x1'5	7'2	3'3	—	23'76	$\Sigma A \cdot F =$	
						$U_{int} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	3'77
						$F_{int} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	
SE						$\Sigma A =$	
						$\Sigma A \cdot U =$	
						$\Sigma A \cdot F =$	
						$U_{int} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
						$F_{int} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	
SO						$\Sigma A =$	
						$\Sigma A \cdot U =$	
						$\Sigma A \cdot F =$	
						$U_{int} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
						$F_{int} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	

FICHA 2 CONFORMIDAD- Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA III Zona de baja carga interna Zona de alta carga interna

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{max(projecto)}^{(1)}$	$U_{max}^{(2)}$
Muros de fachada	0'67	≤ 0'86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno		
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables		
Suelos	0'54	≤ 0'64
Cubiertas	0'34	≤ 0'50
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	3'5	≤ 3'5
Medianerías		≤
Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾		≤ 1,2 W/m ² K

MUROS DE FACHADA		$U_{min}^{(4)}$	$U_{min}^{(5)}$
N	0'67	≤	0'94
E	0'67		
O	0'67		
S	0'67		
SE			
SO	0'67		

HUECOS			
$U_{lim}^{(4)}$	$U_{lim}^{(5)}$	$F_{lim}^{(4)}$	$F_{lim}^{(5)}$
3'5	4'2		
3'7	5'7		

CERR. CONTACTO TERRENO	
$U_{Tr}^{(4)}$	$U_{Tr}^{(5)}$
	≤

SUELOS	
$U_{Sm}^{(4)}$	$U_{Sm}^{(5)}$
0'53	≤ 0'53

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS	
$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Cm}^{(5)}$
0'34	≤ 0'5

LUCERNARIOS	
F_{Lm}	F_{Lm}
	≤

⁽¹⁾ $U_{max(projecto)}$ corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.
⁽²⁾ U_{max} corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.
⁽³⁾ En edificios de viviendas, $U_{max(projecto)}$ de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.
⁽⁴⁾ Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.
⁽⁵⁾ Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

11 Cálculo de la demanda de calefacción

En este apartado se realizan los cálculos necesarios para determinar las pérdidas térmicas de la vivienda a través de cerramientos y de ventilación para poder dimensionar la caldera de nuestra instalación.

Nuestra instalación está ubicada en la localidad de Villaralbo, en la provincia de Zamora.

11.1 Resumen de los coeficientes de transmisión térmica

Las transmitancias calculadas son las siguientes:

Tabla 11.1 Resumen valores transmitancias

Tipo	U (W/m ² K)
Muros exteriores	0,67
Puerta corredera	2,8
Puerta metálica	4
Ventanas	3,3
Suelo (parquet)	0,53
Suelo (azulejos)	0,54
Cubierta	0,71
Tabique escalera	0,72

11.2 Cargas térmicas de calefacción

El método para el cálculo de las necesidades de calefacción utilizado contempla la existencia de dos cargas térmicas:

1. La carga térmica por transmisión de calor a través de los cerramientos hacia los locales no climatizados o el exterior.
2. La carga térmica por enfriamiento de los locales por la ventilación e infiltración de aire exterior en los mismos.

11.2.1 Carga térmica por transmisión de calor

La carga térmica por transmisión se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Q = C_0 \times C_i \times U \times S \times (T_{int} - T_{ext})$$

Siendo:

Q= Carga térmica por transmisión (en W)

C₀= coeficiente de orientación del muro

C_i= coeficiente de intermitencia de la instalación

U= coeficiente de transmisión de calor (en W/m²K)

S = superficie del muro expuesta a la diferencia de temperaturas (en m^2)

T_{int} = la temperatura proyectada en el local calefactado (en K)

T_{ext} = la temperatura del exterior o local no calefactado (en K)

El coeficiente de orientación es un factor adimensional empleado para tener en cuenta la ausencia de radiación solar y la presencia de vientos dominantes sobre los muros, en función de su orientación.

En los muros de separación con otros locales o en los cerramientos no verticales no se tiene en cuenta. Se emplean los siguientes valores para los coeficientes de orientación:

- Norte: 1,15
- Sur: 1,00
- Este: 1,10
- Oeste: 1,05

El coeficiente de intermitencia es un coeficiente de seguridad, se emplea 1,10 como valor.

11.2.1.1 Cargas térmicas por transmisión en cada habitación

Tabla 11.2 Cargas térmicas de transmisión Dormitorio 1

Dormitorio 1							
Cerramientos	A (m^2)	U(W/m^2K)	Ti - Te (K)	Q (W)	Ci	Co	QT (W)
Muros exteriores	16,71	0,67	25	307,88			
Puertas exteriores				0			
Ventanas	1,8	3,3	25	163,35			
Suelo	12,1	0,53	12	84,65			
Techo	12,1	0,71	12	113,40			
					1,1	1	669,28

Tabla 11.3 Cargas térmicas de transmisión Dormitorio 2

Dormitorio 2							
Cerramientos	A (m ²)	U(W/m ² K)	Ti - Te (K)	Q (W)	Ci	Co	QT
Muros exteriores	12,12	0,67	25	223,31			
Puertas exteriores				0			
Ventanas	1,8	3,3	25	163,35			
Suelo	11,4	0,54	12	81,26			
Techo	11,4	0,71	12	106,84			

Tabla 11.4 Cargas térmicas de transmisión Dormitorio 3

Dormitorio 3							
Cerramientos	A (m ²)	U(W/m ² K)	Ti - Te (K)	Q (W)	Ci	Co	QT
Muros exteriores	18,79	0,67	25	398,14			
Puertas exteriores				0			
Ventanas	1,8	3,3	25	187,85			
Suelo	16,05	0,53	12	129,13			
Techo	16,05	0,71	12	172,98			

Tabla 11.5 Cargas térmicas de transmisión Dormitorio 4

Dormitorio 4							
Cerramientos	A (m ²)	U(W/m ² K)	Ti - Te (K)	Q (W)	Ci	Co	QT
Muros exteriores	24,13	0,67	25	444,60			
Puertas exteriores	3,3	2,8	25	254,1			
Ventanas	1,8	3,3	25	163,35			
Suelo	17,65	0,54	12	125,81			
Techo	17,65	0,71	12	165,42			

Tabla 11.6 Cargas térmicas de transmisión Baño 1

Baño 1							
Cerramientos	A (m ²)	U(W/m ² K)	Ti - Te (K)	Q (W)	Ci	Co	QT
Muros exteriores	3,19	0,67	23	59,48			
Puertas exteriores				0			
Ventanas	1	3,3	23	91,84			
Suelo	5,25	0,54	10	34,30			
Techo	5,25	0,71	10	45,10			

Tabla 11.7 Cargas térmicas de transmisión Baño 2

Baño 2							
Cerramientos	A (m ²)	U(W/m ² K)	Ti - Te (K)	Q (W)	Ci	Co	QT
Muros exteriores	11,02	0,67	23	205,48			
Puertas exteriores				0			
Ventanas	1,8	3,3	23	165,31			
Suelo	7,65	0,54	10	49,99			
Techo	7,65	0,71	10	65,72			

Tabla 11.8 Cargas térmicas de transmisión Baño 3

Baño 3							
Cerramientos	A (m ²)	U(W/m ² K)	Ti - Te (K)	Q (W)	Ci	Co	QT
Muros exteriores	2,43	0,67	23	41,19			
Puertas exteriores				0			
Ventanas	1	3,3	23	83,49			
Suelo	6,5	0,54	10	38,61			
Techo	6,5	0,71	10	50,77			

Tabla 11.9 Cargas térmicas de transmisión Vestidor

Vestidor							
Cerramientos	A (m ²)	U(W/m ² K)	Ti - Te (K)	Q (W)	Ci	Co	QT
Muros exteriores	3,75	0,67	25	72,55			
Puertas exteriores				0			
Ventanas				0			
Suelo	4,95	0,53	12	36,36			
Techo	4,95	0,71	12	48,71			

Tabla 11.10 Cargas térmicas de transmisión Salón

Salón							
Cerramientos	A (m ²)	U(W/m ² K)	Ti - Te (K)	Q (W)	Ci	Co	QT
Muros exteriores	21,28	0,67	25	392,08			
Puertas exteriores	3,3	2,8	25	254,1			
Ventanas	1,8	3,3	25	163,35			
Suelo	25,75	0,53	12	180,15			
Techo	25,75	0,71	12	241,33			

Tabla 11.11 Cargas térmicas de transmisión Cocina

Cocina							
Cerramientos	A (m ²)	U(W/m ² K)	Ti - Te (K)	Q (W)	Ci	Co	QT
Muros exteriores	13,85	0,67	25	293,46			
Puertas exteriores				0			
Ventanas	1,8	3,3	25	187,85			
Suelo	11,2	0,54	12	90,11			
Techo	11,2	0,71	12	120,71			

Tabla 11.12 Cargas térmicas de transmisión Distribuidor P0

Distribuidor P0							
Cerramientos	A (m ²)	U(W/m ² K)	Ti - Te (K)	Q (W)	Ci	Co	QT
Tabique escalera	2,97	0,72	10	23,52			
Puertas exteriores	1,9	4	10	83,6			
Ventanas	0	3,3	10	0,00			
Suelo	4,75	0,53	10	27,69			
Techo	4,75	0,71	10	37,10			
					1,1	1,00	171,91

11.2.2 Carga térmica de ventilación

La carga térmica por ventilación se determina de la manera siguiente:

$$Q = V \times N \times \rho \times C_{e,aire} (T_{int} - T_{ext})$$

Siendo:

V= el volumen del local a calefactar (en m³)

N= nº de renovaciones horarias (1/h)

ρ = densidad del aire (1,18 kg/m³)

$C_{e,aire}$ = Calor específico del aire (0,28 Wh/kgK)

T_{int} = la temperatura proyectada en el local calefactado (en K)

T_{ext} = la temperatura del exterior o local no calefactado (en K)

El número de renovaciones horarias a utilizar dependerá de la ventilación del local, como mínimo deberemos emplear una renovación por hora, y en caso de que contemos con ventilación, el valor vendrá condicionado por la superficie o el caudal de dicha ventilación.

En caso de no contar con otros valores utilizaremos los siguientes:

- Cocinas y baños: 1,50
- Locales con puerta al exterior: 1,20
- Resto de los locales: 1,10

11.2.2.1 Cargas térmicas de ventilación por habitaciones

Tabla 11.13 Carga térmica de ventilación por habitaciones

Local	Volumen (m ³)	N	ρ (kg/m ³)	Ce (Wh/kgK)	(Tint - Text)	Qv
Dormitorio 1	32,67	1,1	1,18	0,28	25	296,84
Dormitorio 2	30,78	1,1			25	279,67
Dormitorio 3	43,34	1,1			25	393,79
Dormitorio 4	47,66	1,2			25	472,41
Baño 1	14,18	1,5			23	161,63
Baño 2	20,66	1,5			23	235,50
Baño 3	17,55	1,5			23	200,05
Salón	13,37	1,2			25	132,52
Cocina	69,53	1,5			25	861,48
Vestidor	30,24	1,1			25	274,76
Distribuidor P0	12,83	1,2			10	50,87
Distribuidor P1	16,34	1,1			10	59,39
					1,18	0,28

11.3 Resumen cargas

Ya calculadas las cargas térmicas de transmisión y de ventilación, determinamos las pérdidas totales de nuestra vivienda.

Tabla 11.14 Resumen de cargas térmicas

Local	Superficie (m ²)	Qt (W)	Qv (W)	Q (W)
Dormitorio 1	12,1	669,28	296,84	966,12
Dormitorio 2	11,4	574,76	279,67	854,43
Dormitorio 3	16,05	888,1	393,79	1281,89
Dormitorio 4	17,65	1153,27	472,41	1625,68
Baño 1	5,25	230,73	161,63	392,36
Baño 2	7,65	486,5	235,50	722,00
Baño 3	6,5	214,06	200,05	414,11
Salón	25,75	1231,01	132,52	1363,53
Cocina	11,2	692,24	861,48	1553,72
Vestidor	4,95	157,62	274,76	432,38
Distribuidor PO	4,75	171,91	50,87	222,78

TOTAL PÉRDIDAS VIVIENDA

9828,99

La potencia de la caldera según las necesidades por transmisión térmica de cerramientos y ventilación es de 9828,99 W.

A esta potencia hay que sumarle las pérdidas por tuberías (3%) y las pérdidas por radiación de la propia caldera (2%). Por lo que la potencia total neta de la caldera será la siguiente:

$$P = 9828,99 \times 1,03 \times 1,02 = 10\,326,34 \text{ W}$$

11.4 Selección de la caldera

La caldera que elegida es una caldera de gas con una potencia suficiente para abastecer la demanda térmica de la vivienda. La caldera no es la definitiva ya que no se pueden realizar con precisión los cálculos para hallar las pérdidas de carga del suelo radiante.

La caldera mural de gas elegida es el modelo THEMA NO_x de la marca Saunier Duval de 25 kW.



Imagen 11.1 Caldera THEMA NO_x

12 Dimensionado de las tuberías de calefacción

12.1 Cálculo de la temperatura media superficial del pavimento

La temperatura media superficial del pavimento solamente depende de la demanda térmica y de la temperatura interior de diseño.

Es conveniente que la temperatura media superficial del pavimento no supere los 30°C.

$$Q' = \alpha (T_{MS} - T_I)$$

Siendo:

Q= carga térmica del local (en W/m²)

α = coeficiente de transmisión térmica del suelo (en W/m² °C)

T_{MS} = temperatura media superficial del pavimento (en °C)

T_I = temperatura interior de diseño (en °C)

El coeficiente de transmisión de calor del suelo tiene dos componentes: coeficiente de transmisión por radiación y coeficiente de transmisión por convección. Su valor debido al rango de temperaturas de nuestro caso de estudio oscila entre 10 y 12.

Utilizaremos el valor de 12 (valor establecido por WIRSWO para una distancia entre tuberías c/c 16 cm.)

Los cálculos los realizaremos mediante una hoja de cálculo (Excel).

Tabla 12.1 Temperatura media superficial del pavimento por habitación

Local	Superficie (m ²)	Q (W)	Q' (W/m ²)	Ti (°C)	α	Tms (°C)	
Dormitorio 1	12,1	966,12	79,84	20	12	26,7	
Dormitorio 2	11,4	854,43	74,95	20		26,2	
Dormitorio 3	16,05	1281,89	79,87	20		26,7	
Dormitorio 4	17,65	1625,68	92,11	20		27,7	
Baño 1	5,25	392,36	74,74	18		24,2	
Baño 2	7,65	722,00	94,38	18		25,9	
Baño 3	6,5	414,11	63,71	18		23,3	
Salón	25,75	1363,53	52,95	20		24,4	
Cocina	11,2	1553,72	138,72	20		31,6	
Vestidor	4,95	432,38	87,35	20		27,3	
						12	

12.2 Cálculo de la temperatura del agua

La magnitud de la temperatura media del agua en las tuberías emisoras depende de la demanda térmica del local, la temperatura interior de diseño y del coeficiente de transmisión térmica de la capa sobre los tubos.

Se obtiene mediante la expresión:

$$Q' = U (T_{MA} - T_I)$$

Siendo:

Q= carga térmica del local (en W/m²)

U= coeficiente de transmisión térmica del cerramiento (en W/m²·°C)

T_{MA} = temperatura media del agua (en °C)

T_I = temperatura interior de diseño (en °C)

En primer lugar calculamos el coeficiente de transmisión térmica para los dos tipos de suelo (parquet y azulejos):

$$U = \frac{1}{\sum \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{\alpha}}$$

Siendo:

e= espesor de la capa (en m)

λ= conductividad térmica del material de la capa (en W/m °C)

α= coeficiente de transmisión térmica del suelo (en W/m² °C)

$$U_{parquet} = \frac{1}{\sum \frac{0,01}{0,21} + \frac{1}{12}} = 7,64 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

$$U_{azulejos} = \frac{1}{\sum \frac{0,01}{1,3} + \frac{1}{12}} = 10,99 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

Después, realizamos el cálculo de la temperatura del agua para cada circuito. En este caso también hemos realizado los cálculos mediante hoja de Excel.

El resumen del cálculo es el siguiente:

Tabla 12.2 Temperatura media del agua en cada circuito

Local	Pavimento	U(W/m2K)	Q` (W/m2)	Ti (°C)	Tma (°C)
Dormitorio 1	Parquet	7,64	79,84	20	30,5
Dormitorio 2	Parquet	7,64	74,95	20	29,8
Dormitorio 3	Parquet	7,64	79,87	20	30,5
Dormitorio 4	Parquet	7,64	92,11	20	32,1
Baño 1	Azulejos	10,99	74,74	18	24,8
Baño 2	Azulejos	10,99	94,38	18	26,6
Baño 3	Azulejos	10,99	63,71	18	23,8
Salón	Parquet	7,64	52,95	20	26,9
Cocina	Azulejos	10,99	138,72	20	32,6
Vestidor	Parquet	7,64	87,35	20	31,4

Una vez calculadas las temperaturas seleccionamos la mayor de ellas. En nuestro caso es 32,1 °C.

12.3 Cálculo del caudal del agua

El caudal de agua a través de un circuito de calefacción por suelo radiante es función de la potencia térmica emitida, que suponemos de un valor idéntico a la carga térmica (Q), y del salto térmico entre la impulsión y el retorno.

Para simplificar nuestros cálculos, tomaremos los valores de la carga térmica ya calculada anteriormente como la potencia térmica emitida.

Consideramos un salto térmico constante de 10°C, así pues, el caudal es únicamente función de la carga térmica de cada local.

Calcularemos el caudal de agua que circula por los circuitos y colectores mediante la siguiente ecuación:

$$Q = \dot{m} \times C_p (T_{imp} - T_{ret})$$

Siendo:

m= caudal (kg/h)

C_p= calor específico del agua (1 kcal/kg °C)

T_{imp} – T_{ret} = salto térmico de impulsión-retorno (10°C)

Tendremos en cuenta que:

Densidad del agua = $995,7 \text{ kg/m}^3$ a 30°C

$1 \text{ W} = 0,860 \text{ kcal/h}$

Una vez realizados los cálculos, hemos obtenido los siguientes resultados:

Tabla 12.3 Caudal de impulsión de agua

Local	Q (W)	Q(Kcal/h)	ΔT ($^\circ\text{C}$)	C_p	Caudal (kg/h)	ρ (kg/m ³)	Caudal (l/s)
Dormitorio 1	966,12	830,86	10		83,09	995,7	0,023
Dormitorio 2	854,43	734,81	10		73,48		0,020
Dormitorio 3	1281,89	1102,42	10		110,24		0,031
Dormitorio 4	1625,68	1398,08	10		139,81		0,039
Baño 1	392,36	337,43	10		33,74		0,009
Baño 2	722,00	620,92	10		62,09		0,017
Baño 3	414,11	356,13	10		35,61		0,010
Salón	1363,53	1172,64	10		117,26		0,033
Cocina	1553,72	1336,20	10		133,62		0,037
Vestidor	432,38	371,85	10		37,18		0,010
				1			
Caudal total de impulsión							0,230

13 Cálculo de la Instalación de ACS

13.1 Cálculo de necesidades de ACS

13.1.1 Características

Partimos de los siguientes datos según nuestro caso de estudio para el cálculo de la instalación:

- 6 Usuarios, 1 matrimonio con 4 hijos. (4 habitaciones)
- Vivienda habitual, por lo que se utiliza durante todo el año.
- El nivel de calidad es alto.

Las temperaturas del consumo de ACS, son las siguientes:

- Temperatura de entrada (T_e): 10°C
- Temperatura de preparación (T_p): 50°C
- Temperatura de distribución: 50°C a la salida de caldera.
- Temperatura de uso: 42°C

13.1.2 Cálculo del sistema de producción

Para ello, utilizamos el reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y ACS regulado en sus IT.IC.04.8 e IT.IC.17.5

Se establece que el valor medio de consumo de ACS a 42°C por unidad es de 80 litros/día. En nuestro caso habitan en la vivienda 6 personas, por lo que:

$$\text{Consumo ACS} = 6 \times 80 = 480 \frac{l}{\text{día}}$$

13.1.2.1 Consumo en hora punta

Se considera el consumo en hora punta como un cuarto del consumo diario.

$$C = 0,25 \times C_d$$

Para nuestro caso de estudio, el consumo medio en hora punta es de:

$$C = 0,25 \times 480 = 120 \text{ l/h}$$

El tiempo de consumo punta es de tres horas. Entonces, el consumo medio en el tiempo de consumo punta será:

$$C_{Ht} = Ht \times C$$

$$C_{Ht} = 3 \times 120 = 360 \text{ litros en periodo punta}$$

Ya que tenemos instalado un inter-acumulador de 300 litros y el tiempo de preparación de consumo punta según la IT.IC.04.8 se fija en dos horas, la producción instantánea será:

$$C_{ins} = \frac{C_{Ht} - V_a}{T_p}$$

Dónde:

V_a = volumen del inter-acumulador (en litros)

T_p = tiempo de preparación de consumo punta (en h)

$$C_{ins} = \frac{360 - 300}{2} = 30 \text{ l/h}$$

13.1.3 Cálculo de la potencia necesaria

La caldera debe poder producir 30 l/h con un salto de temperatura de 42°C.

Según las características técnicas de nuestra caldera esta puede producir 13,9 l/min de ACS con una diferencia de temperatura de 25°C.

Calculamos la potencia máxima de nuestra caldera mediante la siguiente ecuación:

$$P = Q \times C_p \times \Delta T$$

Siendo:

Q = caudal (en l/h)

$C_p = 1$

ΔT = diferencia de temperatura (en °C)

$$P = 13,9 \times 60 \times 1 \times 25 = 20\,850 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

La potencia máxima que podrá suministrar nuestra caldera será de 20 850 kcal/h.

Según las características técnicas del inter-acumulador, este es capaz de producir 614 l/h con un salto de $\Delta T = 35 \text{ }^\circ\text{C}$. Por lo tanto, la potencia neta transmitida al ACS será:

$$P = 614 \times 1 \times 35 = 21\,490 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

La potencia mínima que tiene que generar la caldera deberá cubrir la producción instantánea: producir 30 l/h de ACS con un salto de temperatura de 42°C .

La potencia mínima de la caldera necesaria para ACS es de:

$$P = 30 \times 1 \times 42 = 1260 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

13.2 Cálculo del circuito Caldera - Interacumulador ACS

Debido a la dificultad de cálculos utilizamos el diagrama 4 o sino el diagrama 3, para cuya utilización disponemos del caudal de la velocidad máxima (1.5 m/s) y de la caída máxima por metro de tubería (40 mm.c.a./m = 4 kPa/m).

Las tuberías utilizadas tendrán un diámetro exterior de 32mm. Estas tuberías (C7 y F10) tendrán una longitud de 3m.

14 Circuito hidráulico

El circuito hidráulico cumplirá los requisitos contenidos en el apartado 3.3.5 de la sección HE4 del Documento Básico DB HE del CTE. Las redes de tuberías de este circuito cumplirán los requisitos establecidos en las Instrucciones Técnicas del RITE.

14.1 Dimensionado de tuberías del circuito solar

En este apartado pasamos a calcular las características de las tuberías que conforman la instalación solar térmica.

Para realizar los cálculos optamos por la utilización de la hoja de cálculo de Solaris (ACS SOLAR v 1.0).

La hoja de cálculo obtiene los resultados a partir de los valores iniciales conocidos (velocidad máxima del fluido 1.5 m/s, caudal, longitud y pérdida de carga máxima permitida ≤ 40 mm.c.a/m) interpolándolos y obteniendo el diámetro de cada tubería.

El sistema de tuberías y sus materiales se han proyectado de manera que no se produzcan obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo.

Para evitar pérdidas térmicas, se ha tenido en cuenta que la longitud de la tubería del sistema sea tan corta como sea posible, y se ha evitado al máximo los codos y las pérdidas de carga en general.

Los tramos horizontales de tubería tendrán una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación.

Tabla 14.1 Diámetros tuberías circuito Instalación Solar

Nº tramos	Longitud (m)	Nº Paneles	V (m/s)	D ext (mm)
C1	13,5	4	0,46	22
C2	0,8	4	0,46	22
C3	1,01	4	0,46	22
C4	0,85	4	0,46	22
C5	0,95	4	0,46	22
C6	1,9	4	0,46	22
F1	8,25	4	0,46	22
F2	0,55	4	0,46	22
F3	0,74	4	0,46	22
F4	0,24	4	0,46	22
F5	0,9	4	0,46	22
	29,69			

14.2 Circuito primario

El circuito primario une los captadores solares con el sistema de intercambio y está constituido por tuberías de cobre sanitario formando todo ello un circuito cerrado.

Se ha concebido un circuito hidráulico equilibrado en sí mismo.

El caudal del circuito primario se calcula a partir del caudal unitario por m² del captador, de su superficie y del número de ellos. El caudal del fluido portador se determina de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto. En su defecto su valor está comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m² de red de captadores, lo que equivale a 43,2 l/hm² y 72 l/hm², respectivamente.

Para el cálculo se ha considerado un valor medio de 50 l/h por m² de captación solar para captadores solares conectados en paralelo, salvo otra indicación concreta del fabricante acerca del caudal recomendado para su captador.

El caudal que circula por una batería de captadores en paralelo es el resultado de la suma de caudales que circulan por cada uno de los captadores.

El caudal se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N$$

Siendo:

Q = caudal total del circuito primario, en l/h

Q_{captador} = caudal unitario del captador, en l/(hm²)

A = superficie de un captador solar, en m²

N= número de captadores en paralelo, entendiéndose que el caudal de una serie equivale a un único captador

El caudal total del circuito primario es 232,00 l/h.

El dimensionado del circuito primario será el siguiente:

14.3 Circuito secundario

El circuito secundario parte del inter-acumulador a la instalación de apoyo de energía convencional.

Se ha concebido un circuito hidráulico equilibrado en sí mismo.

15 Instalación Solar Térmica

15.1 Pérdidas solares

Las pérdidas son calculadas para determinar los límites de orientación e inclinación de los módulos para que no superen las pérdidas máximas permisibles. Se expresan como porcentaje de la radiación solar que incidiría sobre la superficie de captación orientada al sur, a la inclinación óptima y sin sombras.

En el CTE, en la sección HE 4 sobre la contribución solar mínima para A.C.S, se establecen unas pérdidas máximas de energía solar debidas a la colocación e inclinación de los captadores así como de sombras producidas por obstáculos.

Tabla 15.1 Pérdidas máximas

Caso	Orientación e Inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitect.	40%	20%	50%

15.1.1 Pérdidas por orientación e inclinación

En nuestro caso, instalaremos los captadores en el tejado. Las pérdidas máximas por orientación e inclinación serán de 20% ya que se trata de superposición.

Con estos cálculos, determinaremos los límites en orientación e inclinación para nuestros módulos.

Las pérdidas se calculan en función del ángulo de inclinación (ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal) y el ángulo de acimut (ángulo entre la proyección en el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar).

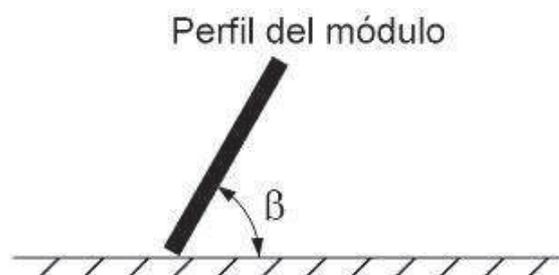


Imagen 15.1 Ángulo de inclinación

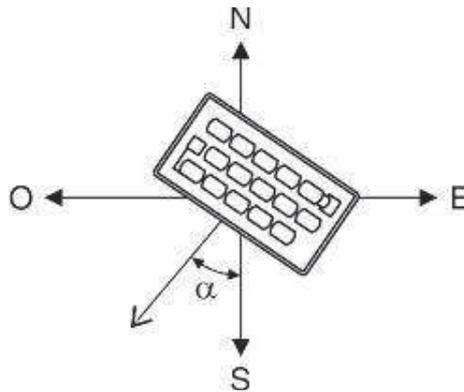


Imagen 15.2 Ángulo acimut

El ángulo acimut será $\alpha=0$, ya que orientaremos los módulos hacia el Sur y la vivienda se sitúa en Zamora.

Nuestros datos de partida son:

- Acimut = 0°
- Latitud = 42°

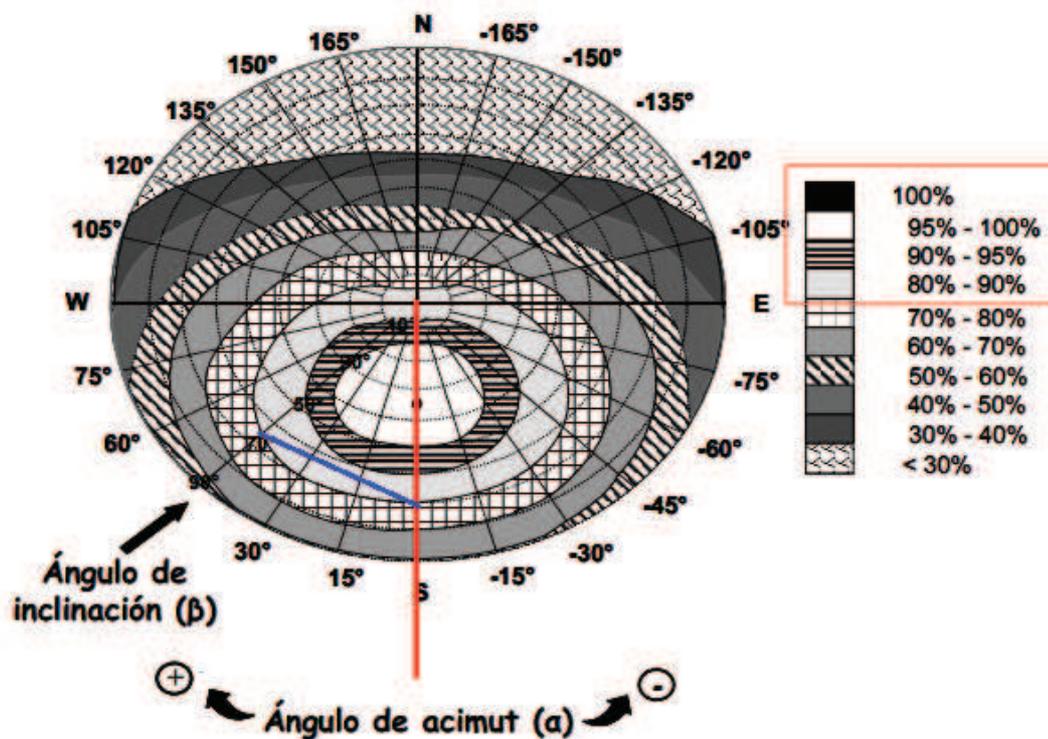


Imagen 15.3 Pérdidas por orientación e inclinación

La inclinación máxima para no sobrepasar las pérdidas admisibles será de 70°. La mínima, según nos indica el CTE HE5 es de 5°. Por lo tanto, nuestro rango de inclinación es:

$$R (5^\circ; 70^\circ)$$

Instalaremos nuestros módulos con una inclinación de 40°. Las pérdidas para esta inclinación serán del 10%, cumpliendo de esta forma la normativa, ya que no superan el 20% de pérdidas.

15.1.2 Pérdidas por sombras

No existe ningún obstáculo, por lo que no hay pérdidas de este tipo.

16 Dimensionado del vaso de expansión

16.1 Dimensionado del vaso de expansión solar

Debido a los cambios de temperatura, que sufre el fluido transmisor de calor, este se ve sometido a contracciones y expansiones. Las expansiones del fluido se traducen en un aumento de presión debido a que circula por un circuito cerrado.

El vaso de expansión, de tipo cerrado, permite absorber el volumen de dilatación del fluido.

16.1.1 Cálculo del volumen de expansión

Para desarrollar el cálculo se ha de tener en cuenta:

1. Capacidad del fluido de la instalación.

Para un colector plano de $2,5\text{m}^2$ se puede considerar entre 2 y 3 litros, dependiendo del modelo y características.

Nuestro volumen de la instalación en litros será:

$$9,28\text{m}^2 \times \frac{3\text{l}}{2,5\text{m}^2} = 11,14\text{l}$$

2. Coeficiente de expansión

En energía solar térmica se ha de considerar la dilatación máxima: 4,34 %.

3. Se aplica:

$$V_u = V_i \times Ce\%$$

Dónde:

V_u = Volumen útil

V_i = Volumen de la instalación en litros

$Ce\%$ = coeficiente de expansión del agua

$$V_u = 11,14 \times \frac{4,34}{100} = 0,483\text{l}$$

Al resultado de este volumen se le multiplica por un coeficiente de 1,2. Este 20% es el volumen que debe tener el vaso antes de comenzar su puesta en marcha.

$$0,483 \times 1,2 = 0,580$$

4. Se ha de elegir el tipo de vaso de expansión.

Se ha de buscar el coeficiente de utilización (η) que depende de la altura manométrica de la instalación. Este valor oscilará entre un 20% y un 40%.

$$V_t = \frac{V_u}{\eta}$$

Tomaremos como coeficiente el 20%. $\eta=0,2$

$$V_t = \frac{0,580}{0,2} = 2,9 \text{ l}$$

Serán necesarios 2,9 litros para el vaso de expansión.

El vaso de expansión seleccionado tiene una capacidad de 5 litros, por lo que garantiza la expansión del fluido sin peligro para la instalación.

Las características del vaso de expansión seleccionado 5 SMF de Salvador Escoda son las siguientes:

Código	Artículo	Capacidad l	Presión máx. bar	Dimensiones D x H	Conex. de agua Ø	Precarga bar
<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura máxima: 130°C • Precarga: 2,5 bar • Apto para el uso hasta 50% anticongelante 						
MEMBRANA FIJA						
SO 09 021	5 SMF	5	10	200x240	3/4"	2,5
SO 09 022	8 SMF	8	10	200x335	3/4"	2,5
SO 09 023	12 SMF	12	10	270x304	3/4"	2,5
SO 09 024	18 SMF	18	10	270x405	3/4"	2,5
SO 09 025	24 SMF	24	8	320x425	3/4"	2,5



Imagen 16.1 Vaso de expansión para energías solar

16.2 Dimensionado del vaso de expansión para ACS

Debido a los cambios de temperatura, que sufre el fluido transmisor de calor, este se ve sometido a contracciones y expansiones. Las expansiones del fluido se traducen en un aumento de presión debido a que circula por un circuito cerrado.

Esta es la razón de incorporar un volumen determinado vaciado de fluido (vaso de expansión) dentro del circuito, capaz de absorber la diferencia de volumen del fluido provocado por un aumento de la temperatura de este.

Ya que nuestro volumen es muy pequeño, utilizaremos un vaso de expansión de similares características al caso anterior.

17 Dimensionado Inter-Acumuladores

Se podrá considerar la incorporación de energía convencional en el acumulador solar, para lo cual será necesaria la presentación de una descripción detallada de todos los sistemas y equipos empleados.

Según el IDAE, se deberá justificar que se produce estratificación y que además se cumplen, como mínimo, todas y cada una de las siguientes condiciones en el acumulador solar:

- Deberá tratarse de un sistema indirecto: acumulación solar en el secundario.
- Volumen total máximo de 2000 litros.
- Configuración vertical con relación entre la altura y el diámetro del acumulador no inferior a 2.
- Calentamiento solar en la parte inferior y calentamiento convencional en la parte superior considerándose el acumulador dividido en dos partes separadas por una de transición de, al menos, 10 centímetros de altura. La parte solar inferior deberá cumplir con los criterios de dimensionado de estas prescripciones y la parte convencional superior deberá cumplir con los criterios y normativas habituales de aplicación.
- La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador solar al acumulador se realizará, preferentemente, a una altura comprendida entre el 50% y el 75 % de la altura total del mismo, y siempre por debajo de la zona de transición. La conexión de salida de agua fría hacia el intercambiador se realizará por la parte inferior del acumulador.
- Las entradas de agua estarán equipadas con una placa deflectora o equivalente, a fin de que la velocidad residual no destruya la estratificación en el acumulador.
- No existirá recirculación del circuito de distribución de consumo de A.C.S.

Por otra parte, las áreas de colectores (m^2) que se puede conectar a los distintos inter-acumuladores para cumplir las especificaciones IDAE son:

- En instalaciones de ACS (exclusivas): $50 < V/A < 180 \text{ l/m}^2$ (Limitación IDAE)
- En instalaciones de Climatización: $25 < V/A < 50 \text{ l/m}^2$ (Recomendación IDAE)
- El área del serpentín ha de ser mayor que el 15% del área de colectores.

17.1 Inter-acumulador solar ACS

Para la elección del inter-acumulador hemos de tener en cuenta las limitaciones establecidas por las normas en función del área de captadores (A), volumen del acumulador (V) y del consumo medio diario (M); además del área del serpentín del intercambiador solar, que ha de ser mayor del 15% del área de captador empleado para ACS.

$$\frac{V}{A} = \frac{300}{4,18} = 71,77 \rightarrow 50 \leq 71,77 \leq 180 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\frac{M}{V} = \frac{240}{300} = 0,8 \rightarrow 0,8 = 0,8 < 1 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\frac{M}{A} = \frac{240}{4,18} = 57,42 \rightarrow 50 \leq 57,42 \leq 80 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Debido a que el sistema también se utiliza para climatización, la superficie total de captadores es 9,28 m². De esta superficie, 4,64 m² son destinados para abastecer al ACS y el resto para climatización.

Ya que el sistema de control conecta o desconecta todo el flujo de calor hacia una utilidad u otra (ACS, suelo radiante o piscina), no podemos instalar un intercambiador que sufrague la potencia de parte de los captadores.

Por lo tanto, la superficie del serpentín solar del acumulador debe de ser mayor del 15% de la superficie total de captadores (9,28 m²):

$$A \times 0,15 = 9,28 \times 0,15 = 1,39 \text{ m}^2$$

La superficie del serpentín debe ser superior a 1,39 m².

Elegimos el inter-acumulador Vitocell 100 – W (modelo CVB).



VITOCELL 100-W

Imagen 17.1 Inter-acumulador Vitocell 100-W

17.2 Inter-Acumulador suelo radiante

Igual que en el caso anterior, para calcular la superficie de intercambio del serpentín debemos tomar la totalidad del área de captadores:

$$A \times 0,15 = 9,28 \times 0,15 = 1,39 \text{ m}^2$$

La superficie del serpentín debe ser superior a $1,39 \text{ m}^2$.

Elegimos el inter-acumulador Vitocell 100 – W (modelo CVB).



Imagen 17.2 Inter-acumulador Vitocell 100-W

17.3 Intercambiador piscina

El intercambiador empleado para la piscina tiene una función de evacuación del calor sobrante de la instalación de ACS y calefacción. Para ello, utilizaremos un intercambiador de placas.

Según la normativa, la potencia deberá cumplir:

$$P \geq 500 \times A_{\text{Captadores}}$$

$$P \geq 500 \times 9,28 = 4640 \text{ W}$$

Utilizamos un intercambiador de placas de la gama ITEX PWB 8 cuya potencia es 8 kW, de la marca CIAT.



Imagen 17.3 Intercambiador de placas CIAT

La relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

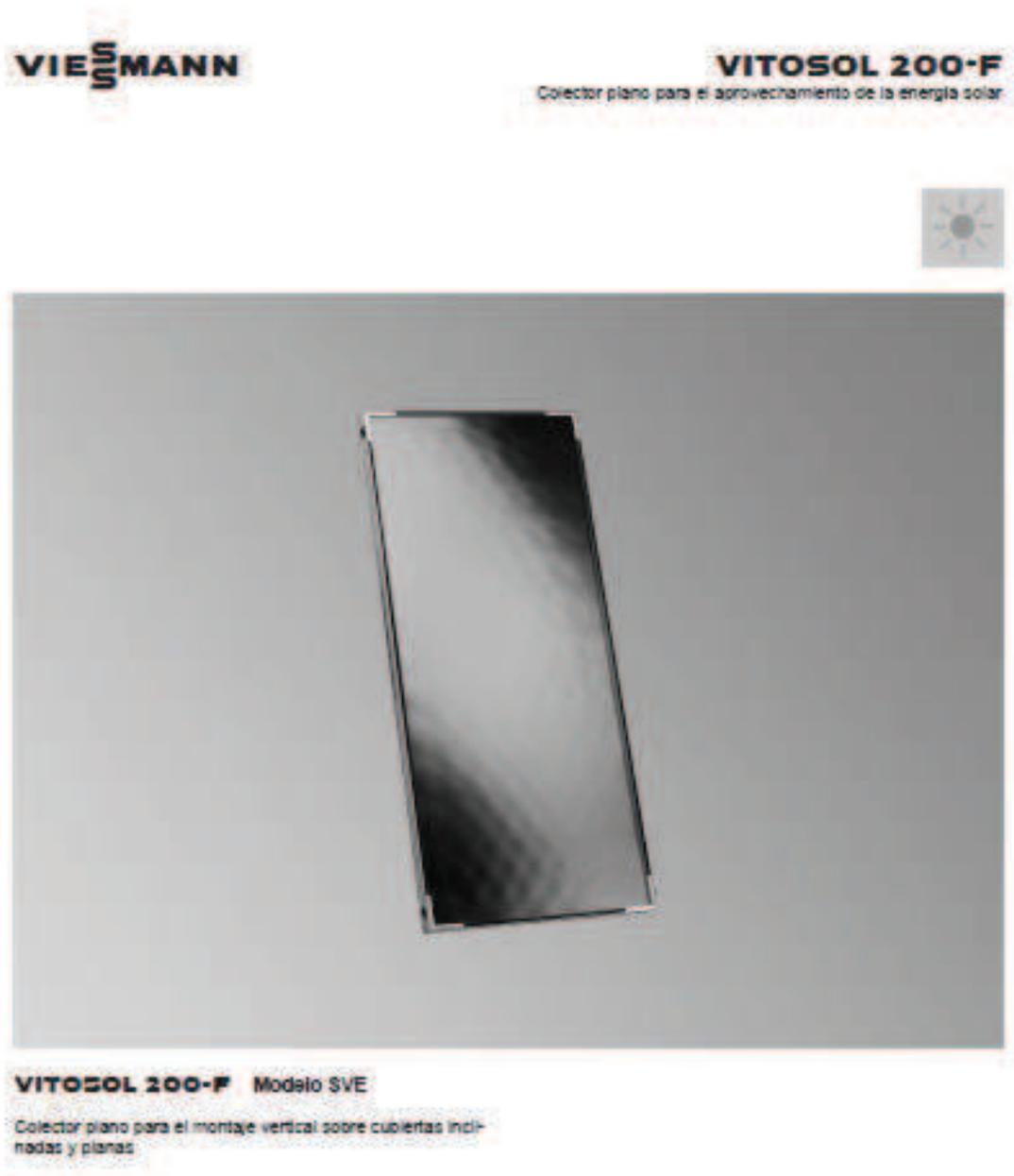
La superficie de intercambio máxima de nuestro intercambiador será de 6m^2 , y la superficie de captación de $9,28\text{m}^2$, por lo tanto, cumplimos la condición.

ANEXO: FICHAS TÉCNICAS

18 Fichas técnicas: Instalación de energías solar

18.1 Colectores solares

La instalación consta de 4 captadores conectados en serie Vitosol 100-F de la marca Viessmann, cuyas características se detallan a continuación:

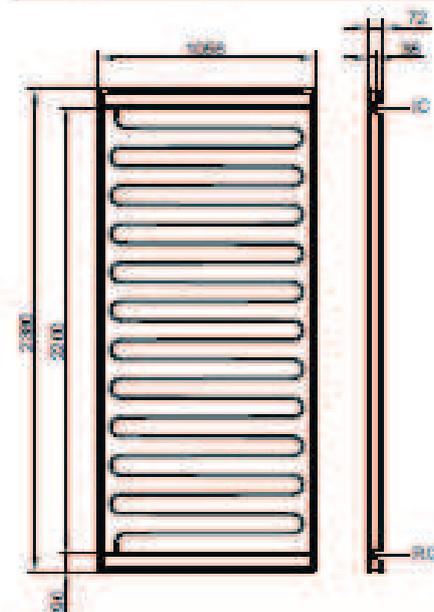
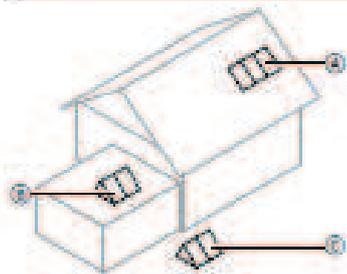


Datos técnicos

Indicación

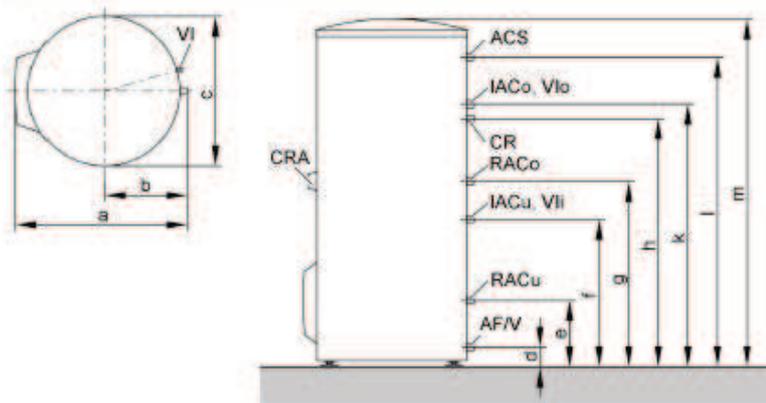
Wattimann no asume ninguna responsabilidad por el uso de colectores en las regiones de costa. Se debe mantener una distancia mínima de 1000 m.

Superficie bruta (dato necesario a la hora de solicitar subvenciones)	m ²	2,5
Superficie de absorción	m ²	2,32
Posición de montaje (consultar la siguiente figura)		(A), (B), (C)
Superficie de apertura	m ²	2,32
Dimensiones		
Anchura	mm	1066
Altura	mm	2380
Profundidad	mm	72
Los siguientes valores hacen referencia a la superficie de absorción:		
- Rendimiento óptico	%	62,6
- Coeficiente de pérdida de calor k_1	W/(m ² · K)	3,724
- Coeficiente de pérdida de calor k_2	W/(m ² · K)	0,019
Capacidad térmica	kJ/(m ² · K)	6
Peso	kg	41,5
Volumen de fluido (medio portador de calor)	litros	1,63
Presión de servicio adm.	bar	6
Temperatura máx. de inactividad	°C	200
Capacidad de producción de vapor		
- Posición de montaje favorable	litros/h	60
- Posición de montaje desfavorable	litros/h	100
Conexión	Ø mm	22



RCOL: Retorno del colector (entrada)
ICOL: Impulsión del colector (salida)

Emplazamiento



V Vacío

CRA Conexión de la resistencia eléctrica de apoyo

RACo Retorno del agua de calefacción de la caldera

RACu Retorno del agua de calefacción solar

IACo Impulsión del agua de calefacción de la caldera

IACu Impulsión del agua de calefacción solar

AF Agua fría

Vlo Vaina de inmersión para sonda de temperatura del intercambiador o regulador de temperatura a altura IACo

VII Vaina de inmersión para sensor de termómetro inferior (los termómetros son accesorios) a altura IACu

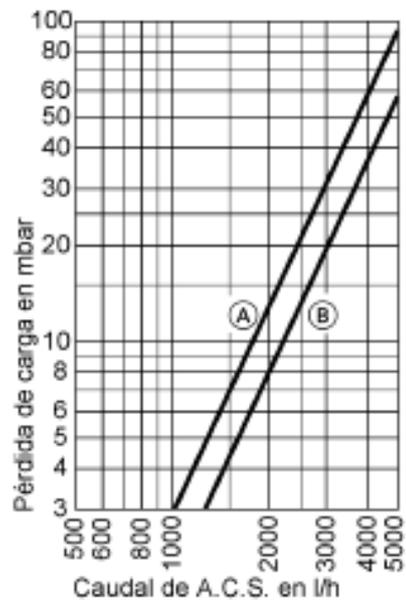
ACS Agua caliente sanitaria

CR Conducto de recirculación

Tabla de dimensiones

Volumen del intercambiador		300	400
a	mm	705	918
b	mm	343	455
c	mm	633	850
d	mm	76	107
e	mm	260	349
f	mm	875	804
g	mm	995	924
h	mm	1115	1044
k	mm	1355	1204
l	mm	1600	1458
m	mm	1746	1630

La pérdida de carga del circuito secundario de ACS:



Vitocell 100-W (modelo CVB)

- (A) 300 litros de capacidad
- (B) 400 litros de capacidad

18.3 Intercambiador de placas



Eficaces por su capacidad de alta transferencia térmica. Particularmente adaptados a bajas diferencias de temperatura entre los dos fluidos



ITEX

GAMA

	PWB 2	PWB 4	PWB 8	PWB 11	PWB 16	PWB 30	PWB 45	PWB 70	PWB 40	PWB 60	PWB 90	PWB 65
Superficie (m²)	0,021	0,041	0,081	0,125	0,18	0,268	0,482	0,697	0,390	0,645	0,900	0,606
Caudal máximo (m³/h)	19	19	19	80	83	240	240	240	380	380	380	800
Conexión	DN 32	DN 32	DN 32	DN 65	DN 65	DN 100	DN 100	DN 100	DN 150	DN 150	DN 150	DN 200
Presión máx.	Acero inoxidable estándar	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10
	Acero inoxidable opcional	10/16/25	10/16/25	10/16/25	10/16	10	16/25	16/25	16/25	16	16	16
	254 SMO	06/10	06/10	06/10	06/10	-	10/16	10/16	10/16	10/16	10/16	10/16
	titanio	06/10	06/10	06/10	06/10/16	10	10/16	10/16	10/16	10/16	10/16	-
Presión diferencial máx.	06/10/15	06/10/15	06/10/15	06/10/15	06/10	10/15	10/15	10/15	10/15	10/15	10/15	10/15
Número de placas máx.	49	49	75	151	151	401	401	401	551	551	701	551
Material y grosor de las placas	acero inoxidable 304	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5/0,6 0,7	0,5/0,6 0,7	0,5/0,6 0,7	0,5/0,6	0,5/0,6	0,5/0,6
	acero inoxidable 316L	0,4/0,5 0,6/0,7	0,4/0,5 0,6/0,7	0,4/0,5 0,6/0,7	0,4/0,5 0,6	0,4/0,5	0,5/0,6 0,7	0,5/0,6 0,7	0,5/0,6 0,7	0,5/0,6	0,5/0,6	0,5/0,6
	254 SMO	0,6	0,6	0,6	0,6	-	0,6	0,6	0,6	0,6*	0,6*	0,6*
	titanio	0,5/0,7	0,5/0,7	0,5/0,7	0,5/0,7	0,5	0,6/0,7	0,6/0,7	0,7	0,7	0,7	-
Perfil de las placas	H	H	H	H/L	H/L	H/L	H/L	H/L	H/L	H/L	H/L	H/L
mezcla posible	-	-	-	I/J/K	I/J/K	I/J/K	I/J/K	I/J/K	I/J/K	I/J/K	I/J/K	I/J/K
Materiales de las juntas (Tª máx.)	NBR (NITRILO) (110 °C)	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí
	EPDM prx (160 °C)	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí
	VITON (200 °C)	sí	sí	sí	sí	-	sí	sí	sí	sí	sí	sí
	H NBR (160 °C)	sí	sí	sí	sí	-	sí	sí	sí	sí	sí	sí
Capacidad entre placas (l)	0,063	0,103	0,181	0,366	0,50	0,786	1,217	1,669	1,122	1,659	2,197	2,109
Superficie de intercambio máx. (m²)	1	2	6	19	27	107,5	193	279,5	215	355	631	334

ITEX

- La gama ITEX se construye con juntas. Enchufe y circulación lateral.
- Los intercambiadores de agua subterránea ITEX-AGEO (PWB 8) y los calentadores de piscina ITEX-POOL (PWB 4) están disponibles en el "Catálogo Habitat".
- (*) Placas gr. 0,6 en 254 SMO: por encargo.

18.4 Accesorios

18.4.1 Válvulas multiuso

Se instalarán según lo establecido en el pliego de condiciones las siguientes válvulas de multiuso de Salvador Escoda S.A., o de características similares a elegir por el instalador cualificado.

Las válvulas serán las siguientes:

Válvula multiuso (cód. SO07231, SO07232, SO07233 y SO07234):

Unidad que facilita el llenado, vaciado y purga del circuito hidráulico de sistemas de calefacción, aire acondicionado y energía solar térmica. Se debe instalar en el punto más bajo del sistema para asegurar y facilitar su buen funcionamiento.

- Temperatura: -20°C a +120°C.
- Presión máxima: 10 bar.



18.4.2 Válvulas de seguridad

Se instalarán según lo establecido en el pliego de condiciones las siguientes válvulas de multiuso de Salvador Escoda S.A., o de características similares a elegir por el instalador cualificado.

Las válvulas serán las siguientes:

Válvulas de seguridad (cód. SO07221, 3.5 bar;
SO07222, 6 bar):

- Válvulas de seguridad de membrana elastomérica para instalaciones de energía solar.
- Cuerpo de latón CW617N, EN12165-99.
- Apta para mezcla agua/glicol 50%.
- Temperatura máx. 160°C.
- Conforme directiva PED 97/23/CE.
- Certificado TÜV Solar.



18.4.3 Resto de componentes

El resto de componentes necesarios para llevar a cabo la ejecución de la instalación serán elegidos bajo el criterio del instalador. El cuál los elegirá siempre cumpliendo con lo establecido en el pliego de condiciones.

También se incluirá en la instalación un Refrigerador de estancamiento para proteger los componentes del sistema de exceso de temperatura.

19 Fichas técnicas: Instalación de calefacción

19.1 Caldera

Las características de nuestra caldera serán las siguientes:

The advertisement features a woman in a white shirt smiling and holding a circular logo that says "NOx clase 5" with a leaf icon. To her left is a large red vertical banner with the text "Calderas Emisiones NOx clase 5". In the top right corner, the Saunier Duval logo is displayed with the slogan "Siempre a tu lado". Below the logo, the models "THEMA NOx" and "THEMAFAST NOx" are listed. A central text block states: "La innovación de Saunier Duval en un nuevo rango de calderas más ecológicas". At the bottom right, it notes: "Cumplen con la exigencia del RITE para evacuación de PDCs".

Calderas
Emisiones NOx clase 5

Saunier Duval
Siempre a tu lado

THEMA NOx
THEMAFAST NOx

La innovación de Saunier Duval en un nuevo rango de calderas más ecológicas

Cumplen con la exigencia del RITE para evacuación de PDCs



THEMA NOx F 25

Caldera mixta de 25 kW de circuito estanco (Clase 5 NOx)

La nueva serie de calderas murales THEMA NOx de Saunier Duval supone la aplicación de la tecnología más innovadora de Saunier Duval a una caldera mixta (calefacción y agua caliente) de bajo NOx. Un producto altamente tecnológico y con la máxima fiabilidad, una estética atractiva y una excelente capacidad de producción de agua caliente sanitaria. THEMA NOx es la aplicación en un producto de gran demanda del tradicional confort, excelencia y saber hacer de la marca, perfectamente recomendable para sustituir aparatos antiguos.

Sobria y de diseño atractivo, permite una cómoda instalación y facilita las labores de mantenimiento. Como toda caldera de última generación, THEMA NOx incorpora todas las seguridades que exige la normativa europea. Además de ello, este modelo dispone de dispositivos de protección, como seguridad antihielo, seguridad de falta de agua, antibloqueo de bomba, anticiclos cortos, que evitan contratiempos y prolongan la vida de la caldera.

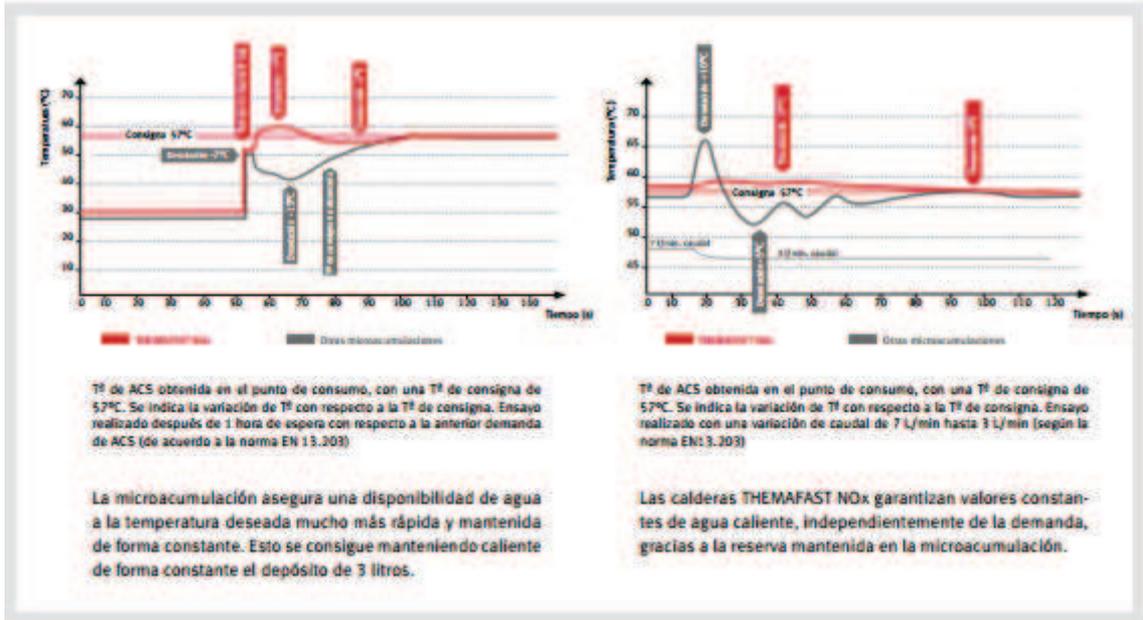
Gracias a la inclusión de determinados componentes de avanzada tecnología como el medidor de caudal, 2 intercambiadores, la válvula de tres vías motorizada, el mecanismo de gas con motor paso a paso, el circuito electrónico avanzado y el grupo hidráulico compacto, las óptimas prestaciones que ofrece se consiguen con el mínimo aporte energético.

Características Técnicas

	GN GP	GAMA CONFORT	GAMA SUPER CONFORT
		THEMA NOx F 25	THEMAFAST NOx F 30
Referencia		0010012686 0010012687	0010012688 0010012689
Tipo de gas		II2H3P	
Calefacción			
Potencia útil (50/30 °C)	kW	12,0 - 24,5	14,9 - 30,0
Potencia útil (80/60 °C)	kW	11,8 - 24,2	14,6 - 29,6
Rendimiento s/PCI (80/60 °C)	%	92,8	93,0
Rtdo. 30% de carga (55/45 °C)	%	93,5	92,5
Temperatura	°C	38 - 80	38 - 80
Capacidad del vaso de expansión	L	8	8
Agua caliente sanitaria			
Potencia útil	kW	11,8 - 24,2	14,6 - 29,6
Ajuste de temperatura	°C	38-60	38 - 60
Caudal mínimo	L/min.	1,5	1,5
Caudal específico EN 13.203 (ΔT 25 °C)	L/min.	13,9	17,4
Presión máxima	bar	10	10
Evacuación de humos			
Longitud máx. horizontal C12 60/100	m	3,5	3,0
Longitud máx. horizontal C12 80/125	m	8,0	7,0
Longitud máx. vertical C32 60/100	m	4,0	3,5
Longitud máx. vertical C32 80/125	m	9,0	8,0
Longitud máx. horiz. a colectivo C42 60/100	m	3,5	3,0
Longitud máx. doble flujo C5/C52 80/80	m	2 x 14,0	2 x 13,0
Circuito eléctrico			
Máximo consumo	W	151	188
Protección		IPX4D	
Dimensiones y peso			
Dimensiones (alto/ancho/profundo)	mm	800/450/365	800/450/365
Peso de montaje	kg	36,8	40,1

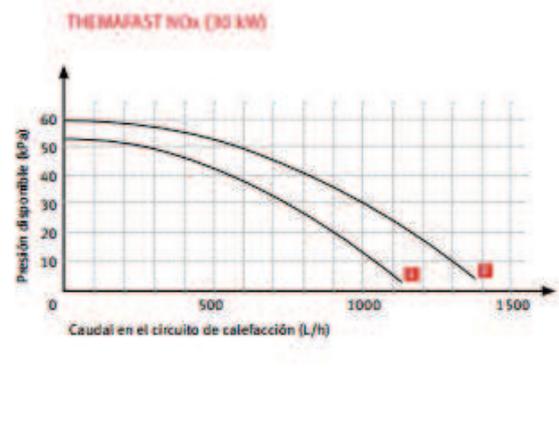
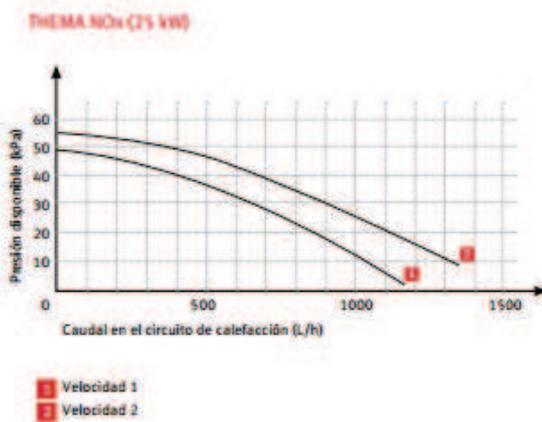
Gran estabilidad de temperatura. Agua caliente al momento. Sin esperas

- Agua caliente al instante, sin molestas esperas ni derroches.
- Total estabilidad de temperatura de agua caliente, incluso en variaciones bruscas de caudal y consumos simultáneos puntuales.
- Agua caliente en caudales mínimos (hasta 1,9 litros por minuto) evitando un consumo innecesario de agua y gas.
- Producción inagotable de agua caliente.



Curvas de las bombas de calefacción

Muestran la relación entre presión y caudal (ajuste de fábrica)



Óptimas para instalaciones con Energía Solar Térmica

Ecológica y perfecta gracias a sus temperaturas de utilización para la producción de ACS, la Energía Solar Térmica permite en una instalación correctamente dimensionada obtener de forma gratuita del 60 al 70% del agua caliente consumida. Tanto en el Código Técnico de la Edificación (CTE) como en diversas ordenanzas de ámbito local de muchas ciudades se apuesta, mediante la obligatoriedad de su uso en diferentes grados de cobertura, por el desarrollo de esta fuente de energía.

En una instalación solar térmica además de los colectores y uno o varios interacumuladores o depósitos solares se precisa un elemento alimentado por una fuente de energía complementaria que garantice el suministro de ACS. Este elemento, deberá ser una caldera si además de la producción de agua caliente se desea el aporte de calefacción.

Totalmente adaptada para instalaciones solares las calderas THEMA NOx y THEMAFAST NOx cuentan con un circuito electrónico que incorpora de serie toda la programación y características necesarias para aportar un gran confort de ACS al trabajar con sistemas solares.

La caldera, conectada en serie con el depósito solar, solamente aportará al paso de agua procedente de dicho depósito la cantidad de energía necesaria para llegar a la temperatura de confort sin derroche alguno, ahorro que es aún más notorio gracias a la excelente regulación Saunier Duval. En los meses de invierno cuando la radiación solar es escasa la caldera aporta la mayor parte de la energía necesaria para la producción de ACS. El resto del año servirá como complemento a la energía aportada por el sol.



20 Fichas técnicas: Sistema de regulación

El regulador seleccionado es el modelo Vitosolic 200 de Viessmann, cuyas características técnicas son las siguientes:

Datos técnicos Vitosolic 200

Estructura y funcionamiento

Estructura

La regulación incluye:

- Sistema electrónico
- Indicación digital
- Teclas de ajuste
- Borneos de conexión:
 - Sondas
 - Célula solar
 - Bombas
 - Entradas del contador de impulsos para la conexión de medidores de volumen
 - BUS KM
 - Dispositivo de aviso colectivo de averías
 - BUS V para registrador de datos y/o instrumento para lectura a gran distancia
 - Conexión a la red eléctrica (interruptor de alimentación que ha de proporcionar el instalador/la empresa instaladora)
- Relé para activar las bombas

Función

- Conexión de la bomba del circuito de energía solar para producción de A.C.S. y calentamiento del agua de piscinas y de otros consumidores
- Limitación electrónica de la temperatura en el intercambiador de A.C.S. (desconexión de seguridad a 90°C)
- Desconexión de seguridad de los colectores
- Balance térmico:
 - Medición de la temperatura diferencial e introducción del caudal volumétrico o bien
 - Set de ampliación del calorímetro con medidor de volumen y dos sondas de temperatura
- Indicación de las horas de servicio de la bomba del circuito de energía solar
- Conmutación by-pass con sonda de temperatura del colector y sonda by-pass o con sonda de temperatura del colector y célula solar para mejorar el comportamiento de arranque de la instalación
- Supresión del calentamiento posterior mediante la caldera:

- Instalaciones con regulación Vitotronic con BUS KM
En la regulación Vitotronic se codifica un tercer valor de consigna de la temperatura de A.C.S. El intercambiador de A.C.S. sólo es calentado por la caldera si no se logra alcanzar este valor de consigna por medio de la instalación de energía solar.

- Instalaciones con otras regulaciones Viessmann
Mediante una resistencia proporcionada por el instalador/la empresa instaladora se simula una temperatura real de A.C.S. superior a 10 K. El intercambiador de A.C.S. sólo es calentado por la caldera si no se alcanza esta temperatura real mediante la instalación de energía solar.

- Función adicional para la producción de A.C.S.:

En aquellas instalaciones con una capacidad total del intercambiador superior a 400 litros, debe calentarse el volumen completo de agua una vez al día hasta que alcance 60 °C.

- Instalaciones con regulación Vitotronic con BUS KM

En la regulación Vitotronic se codifica un 2º valor de consigna de la temperatura de A.C.S. y se activa la cuarta fase de A.C.S. Esta señal se transmite a la regulación de energía solar y la bomba de recirculación se conecta.

- Instalaciones con otras regulaciones Viessmann

La bomba de recirculación se conecta a una hora ajustable si el intercambiador de A.C.S. no ha alcanzado antes como mínimo una vez al día 60 °C.

Mediante una resistencia proporcionada por el instalador/empresa instaladora se simula un valor real de la temperatura de A.C.S. de aprox. 35 °C.

- Producción bivalente de A.C.S. y calentamiento del agua de piscinas:

La producción de A.C.S. tiene preferencia. Durante el calentamiento del agua de la piscina (consumidor con la temperatura de consigna más baja), la bomba de circulación se desconecta en función del tiempo para determinar si el intercambiador de A.C.S. (consumidor con temperatura de consigna más alta) se puede recalentar. Si ya está calentado o la temperatura del medio portador de calor no es suficiente para el calentamiento del intercambiador de A.C.S., se sigue calentando el agua de la piscina.

Datos técnicos Vitosolic 200 (continuación)

- Producción de A.C.S. y calentamiento de aguas de calefacciones con depósito de compensación de agua de calefacción: El depósito de compensación se calienta con energía solar. El depósito de compensación calienta el agua sanitaria. Si la temperatura en el depósito de compensación de agua de calefacción sobrepasa el valor ajustado en la temperatura de retorno de calefacción, se acciona una válvula de tres vías y el agua de retorno de la calefacción se conduce al dispositivo para la elevación de la temperatura de retorno a través del depósito de compensación de agua de calefacción.
- Mando de las bombas para intercambiador de calor externo
- Función de termostato:
Esta función se puede utilizar independientemente del funcionamiento con energía solar

Sonda de temperatura del colector

- Para conectar en el equipo.
Prolongación del cable de conexión suministrado por la empresa instaladora:
- Cable de cobre de dos hilos con una longitud máxima de 60 m y una sección de hilo de 1,5 mm²
 - El cable no debe tenderse junto a cables de 230/400 V

Longitud del cable	2,5 m
Tipo de protección	IP 32 según EN 60529 ha de quedar protegida por la carcasa de cierre Pt500
Modelo de sonda	Pt500
Temperatura ambiente admisible	
- Durante el funcionamiento	de -20 a +180 °C
- Durante el almacenamiento y el transporte	de -20 a +70 °C

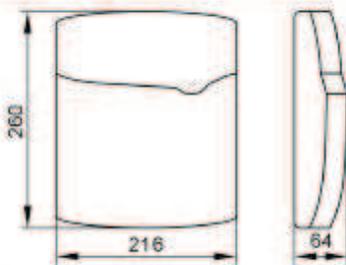
Sonda de temperatura del interacumulador o sonda de temperatura (depósito de compensación de piscina/de agua de calefacción)

- Para conectar en el equipo.
Prolongación del cable de conexión suministrado por la empresa instaladora:
- Cable de cobre de dos hilos con una longitud máxima de 60 m y una sección de hilo de 1,5 mm²
 - El cable no debe tenderse junto a cables de 230/400 V

Longitud del cable	3,75 m
Tipo de protección	IP 32 según EN 60529 ha de quedar protegida por la carcasa de cierre Pt500
Modelo de sonda	
Temperatura ambiente admisible	
- Durante el funcionamiento	de 0 a +90 °C
- Durante el almacenamiento y el transporte	de -20 a +70 °C

En las instalaciones con interacumuladores de A.C.S. de Viessmann, la sonda de temperatura del interacumulador se monta en la vaina de inmersión del codo roscado en el retorno del agua de calefacción.
Si se utiliza una sonda de temperatura (piscinas) para detectar la temperatura del agua de la piscina, la vaina de inmersión de acero inoxidable disponible como accesorio puede instalarse directamente en la tubería de retorno de la piscina.

Datos técnicos



Tensión nominal	230 V ~
Frecuencia nominal	50 Hz
Intensidad nominal	6 A
Potencia consumida	6 W
Clase de protección	II
Tipo de protección	IP 20 según EN 60529 ha de quedar protegida por la carcasa de cierre Modelo 1B según EN 60730-1
Modo de operación	
Temperatura ambiente admisible	
- Durante el funcionamiento	de 0 a +40 °C utilización en habitaciones y cuartos de calefacción (condiciones ambientales normales)
- Durante el almacenamiento y el transporte	de -20 a +65 °C
Capacidad de carga nominal de las salidas de relé	
- Relé semiconductor 1 a 4:	0,5 A
- Relé 5 a 7	4(2) A, 230 V~
- Total	máx. 6 A

21 Conclusiones

Podemos considerar como la principal conclusión obtenida en el proyecto que los paneles son una buena medida de eficiencia energética, ya que se obtiene un ahorro y un elevado rendimiento, aprovechando para ello la energía proporcionada por el sol sin ningún coste adicional, exceptuando la inversión inicial.

A pesar del ahorro conseguido, se puede apreciar la gran cantidad de tiempo necesaria para la amortización de la inversión inicial.

Al ser una instalación de pequeño tamaño, el ahorro obtenido no es excesivamente grande en relación a la inversión necesaria, aunque se obtiene por otra parte un rendimiento importante, del orden del 70 % aproximadamente.

Como reflexión, y desde el punto de vista económico, no sería una buena inversión el colocar captadores de energía solar térmica en una vivienda pequeña ya construida. Es decir, el retorno obtenido de la inversión se produciría a largo plazo, para este proyecto específicamente, 25 años.

De esta forma, se afirma que debido a la obligación impuesta por la ley para, obligatoriamente, tener que colocar una fuente de energía alternativa en las edificaciones de reciente construcción, solamente en este caso podría ser rentable, ya que es un requisito obligatorio y por lo tanto, algo indispensable para poder llevar a cabo la edificación de la nueva vivienda.

En el caso, en que se tuviese un gran consumo de energía o de A.C.S. (hoteles, edificios de varias plantas, viviendas multifamiliares, etc.), solamente en este caso, la rentabilidad podría llegar a ser aceptable y por lo tanto se garantizaría la viabilidad de la instalación de paneles solares térmicos.

La independencia energética no será total, ya que siempre se va a necesitar un sistema auxiliar o de apoyo, incurriendo esto en otro sobre coste económico, con el consumo de combustible o electricidad.

En el caso del suelo radiante, se observa que es un sistema de calefacción bastante más eficiente que el sistema tradicional de emisores de calor. Esto es gracias a que la temperatura del fluido que va a circular por el circuito es bastante más baja que la del sistema tradicional, del orden de treinta o cuarenta grados centígrados más baja, por lo tanto el ahorro en términos de combustible va a ser bastante razonable, reduciendo el consumo al reducir la temperatura de funcionamiento del fluido.

En este sentido, es una gran ventaja con respecto a otros métodos, pero aun así existen dos grandes inconvenientes.

Por un lado, al circular un fluido a menor temperatura, será necesario un mayor tiempo de funcionamiento para obtener la temperatura ideal deseada, siendo esto un

inconveniente en aquellas viviendas en las que la ocupación sea parcial durante un periodo de tiempo o que sea muy variable a lo largo del día, impidiendo que se realice el uso estable de la calefacción.

Otro inconveniente, es que, para llevar a cabo la instalación, se necesita realizar obras en la vivienda, originado por el propio sistema de funcionamiento del suelo radiante, generando incomodidades a los usuarios de la vivienda y también, lógicamente, costes económicos. Además, los propios materiales usados son más caros, y además se emplean una mayor cantidad, que los empleados en el sistema tradicional.

Lista de referencias

[1] www.ingenierosindustriales.com Blog de Ingeniería.

[2]FOCER. Manuales sobre Energía Renovable: Solar Térmica. Costa Rica, 2002.

[3] Material de la carrera de Grado en Ingeniería de la Energía de las asignaturas de OFICINA TÉCNICA DE PROYECTOS, HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA, ENERGÍAS RENOVABLES y TECNOLOGÍA ENERGÉTICA.

[4] MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO. INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO DE LA ENERGÍA, IDAE. Instalaciones de energía solar térmica. Pliego de condiciones técnicas de instalaciones de baja temperatura. Madrid, 2009.

[5]UPONOR IBERIA. Manual técnico sistema de calefacción por suelo radiante Wirsbo evalPEX. Madrid, 2004.

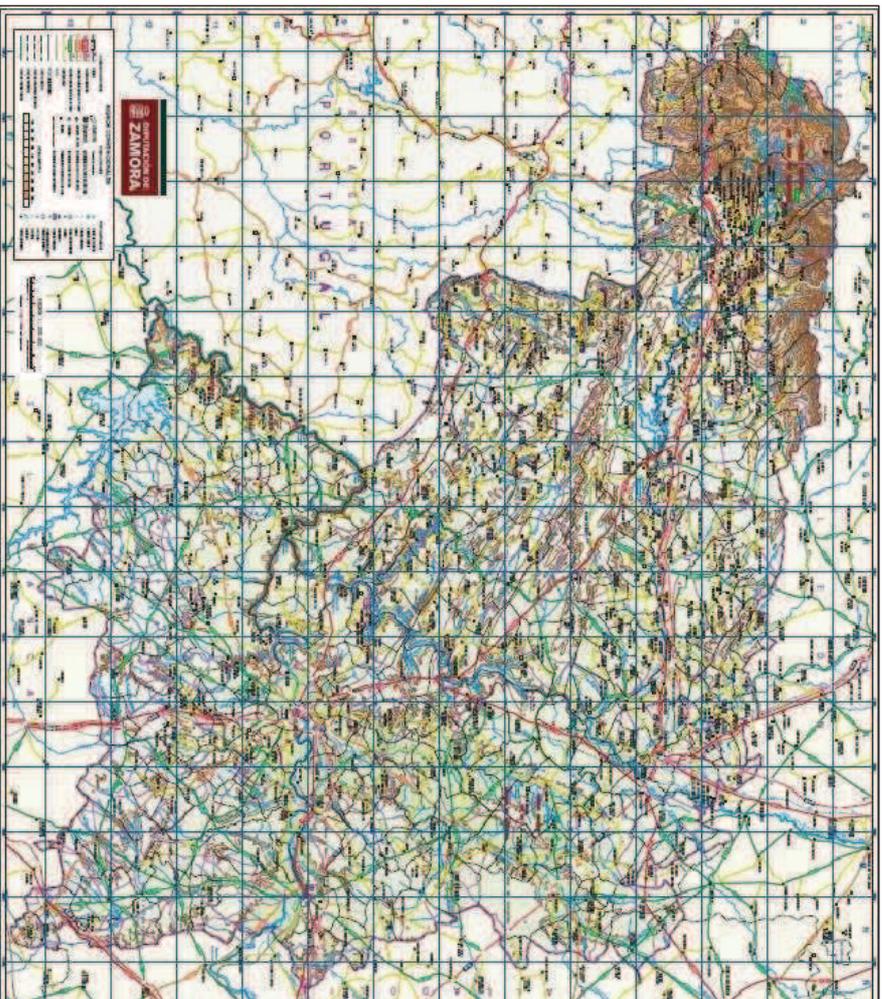
[6]UPONOR. Manual técnico Aplicaciones de calefacción y climatización.

[7]SALVADOR ESCODA. Manual Técnico Energía Solar Térmica. 2011

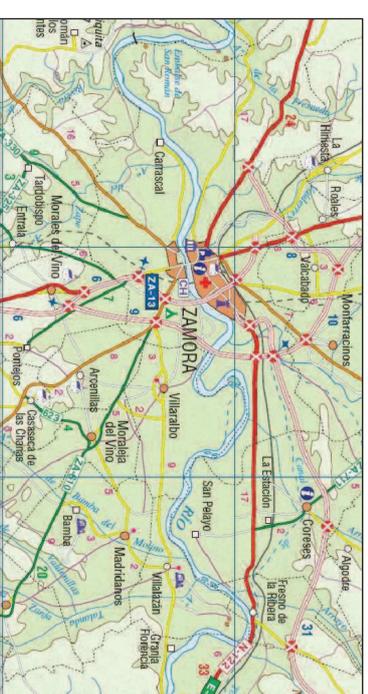
PLANOS

ÍNDICE DE LOS PLANOS

ÍNDICE DE LOS PLANOS.....	..II
1 Localización.....	1
2 Ubicación.....	2
3 Plantas de la vivienda.....	3
4 Alzados de la vivienda.....	4
5 Esquema de principio.....	5
6 Sistema de control.....	6
7 Distribución elementos en planta baja y cubierta.....	7
8 Suelo Radiante.....	8
9 Detalle Suelo Radiante.....	9



1:200.000



1:100.000



UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS



GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

PROYECTO DE **MARÍA EUGENIA MARTÍN VASALLO**

PLANO DE LOCALIZACIÓN

ESCALA

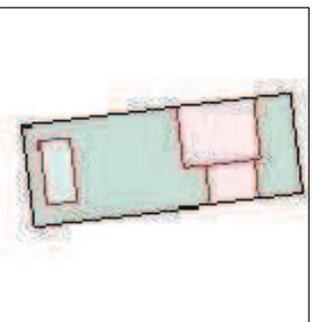
PLANO Nº

FECHA 18/06/2014

Fdo.:

1

Villaralbo



UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS



GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

PROYECTO DE **MARÍA EUGENIA MARTÍN VASALLO**

PLANO DE **UBICACIÓN**

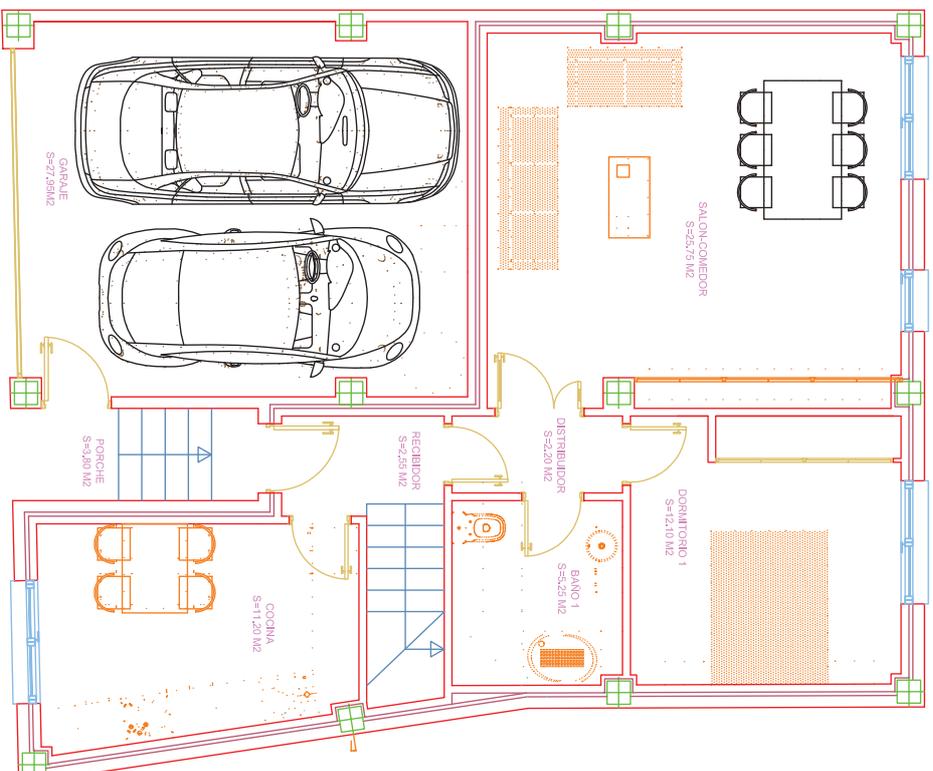
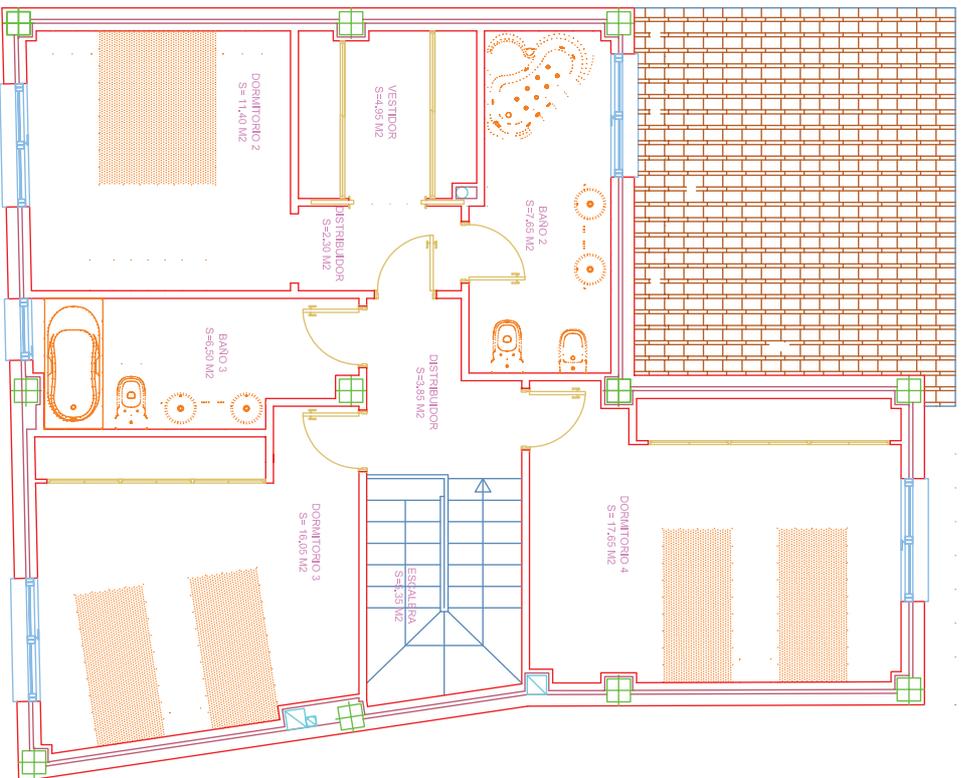
ESCALA **1:600**

FECHA **18/06/2014**

PLANO Nº

2

Fdo.:.....



UTILILES		CONSTRUIDAS	
VIVIENDA	59,05m ²	VIVIENDA	75,05m ²
P.PRIMERA	75,70m ²	P.PRIMERA	92,10m ²
TOTAL	134,75m ²	TOTAL	167,15m ²
GARAJE	27,95m ²	GARAJE	31,35m ²
TOTAL	162,70m ²	TOTAL	198,50m ²



UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS



GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

PROYECTO DE MARÍA EUGENIA MARTÍN VASALLO

PLANO DE PLANTAS DE LA VIVIENDA

ESCALA

1:70

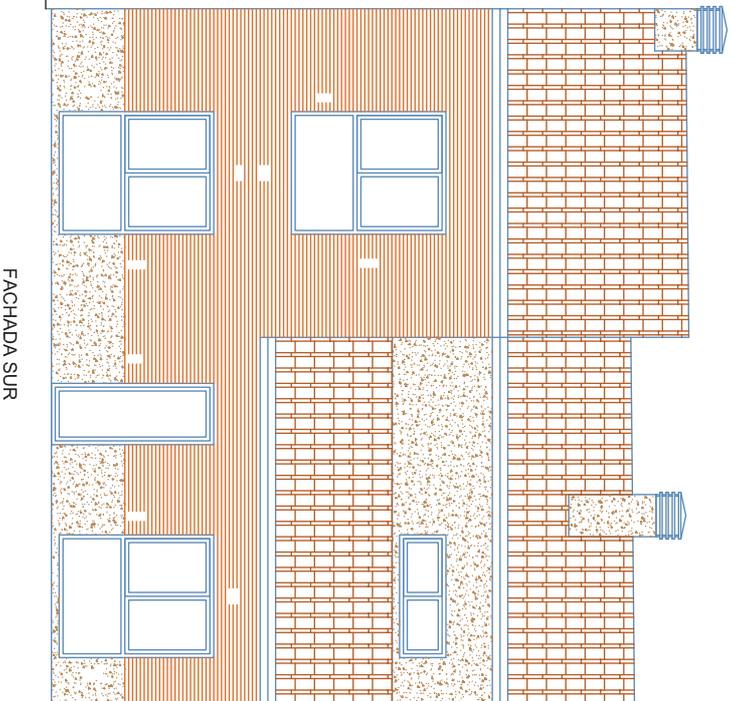
FECHA

18/06/2014

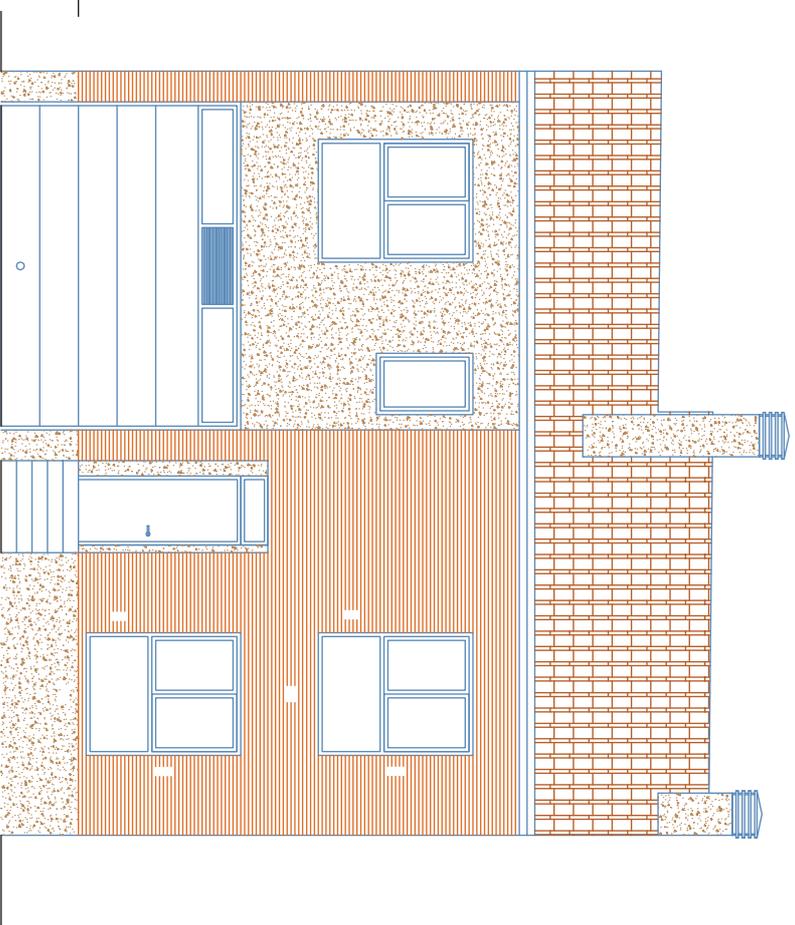
Fdo.:

PLANO Nº

3



FACHADA SUR



FACHADA NORTE



UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS



GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

PROYECTO DE **MARÍA EUGENIA MARTÍN VASALLO**

PLANO DE **ALZADOS DE LA VIVIENDA**

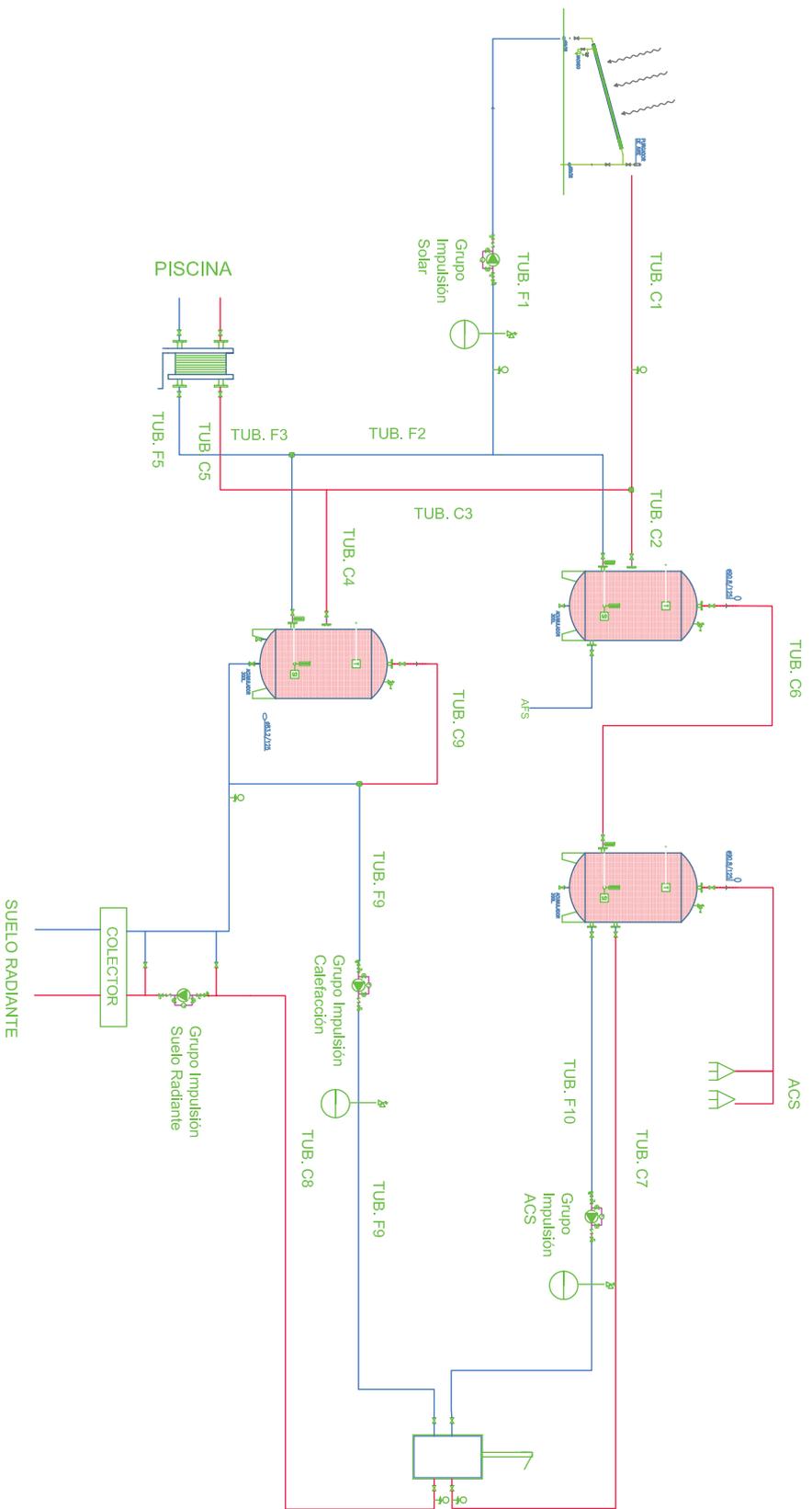
ESCALA **1 : 70**

FECHA **18/06/2014**

Fdo.:.....

PLANO Nº

4



LEYENDA

	Capitador solar		Válvula de corte
	Intercambiador placas		Válvula de seguridad
	Electrocalentador		Válvula antirretorno
	Termómetro		Válvula de equilibrado
	Vaso de expansión cerrado		Válvula de tres vías
	Válvula de vaciado		Filtro asiento hidrante
	Tubería de impulsión		Tubería de retorno


UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS



GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

PROYECTO DE **MARÍA EUGENIA MARTÍN VASALLO**

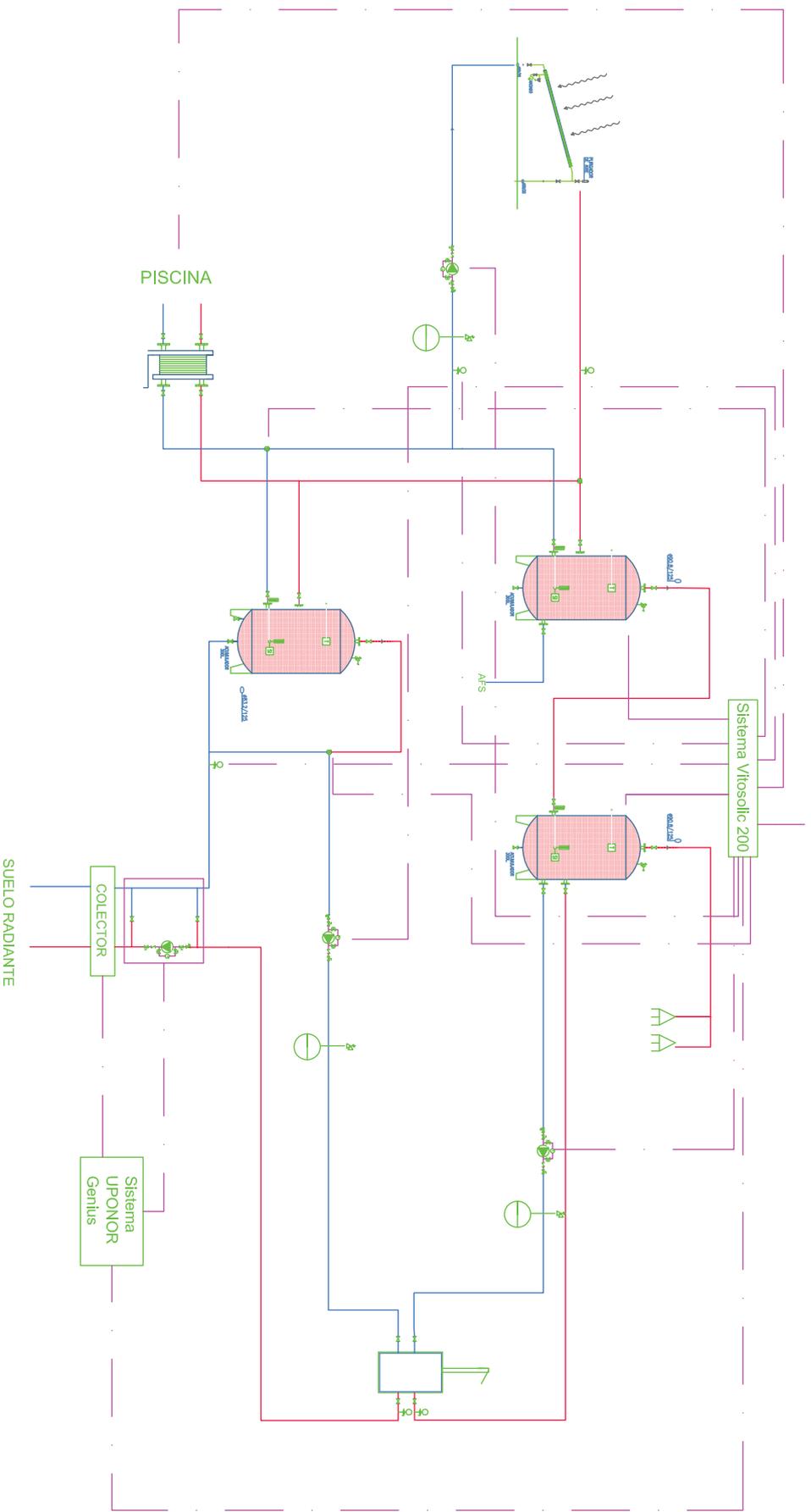
PLANO DE **ESQUEMA DE PRINCIPIO**

ESCALA

PLANO Nº

FECHA 18/06/2014

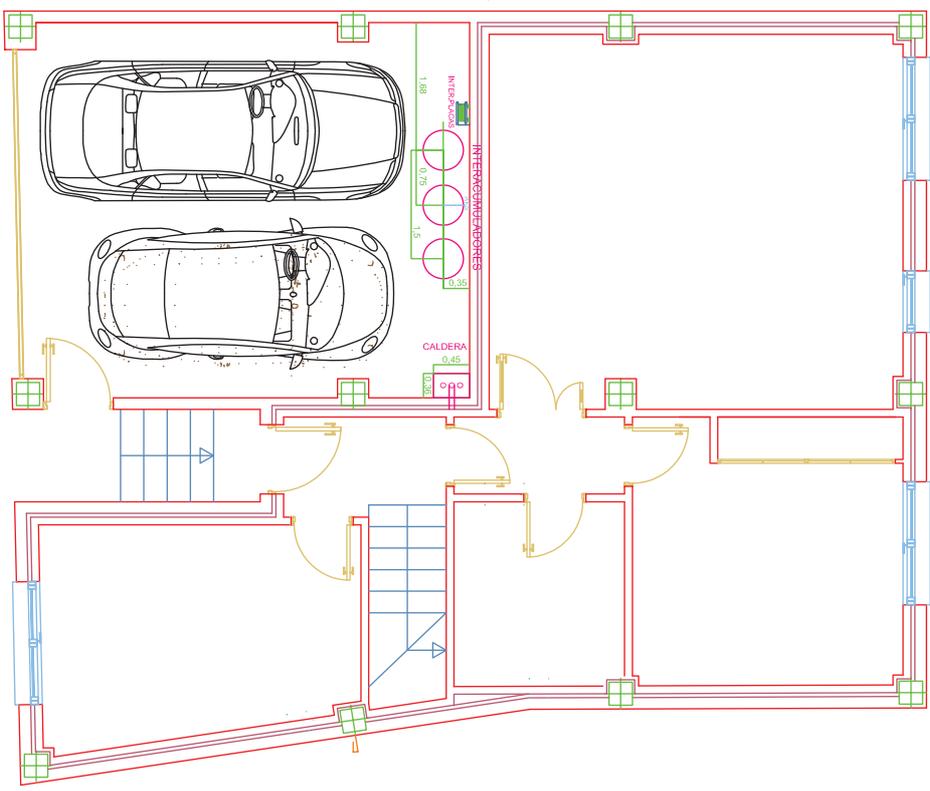
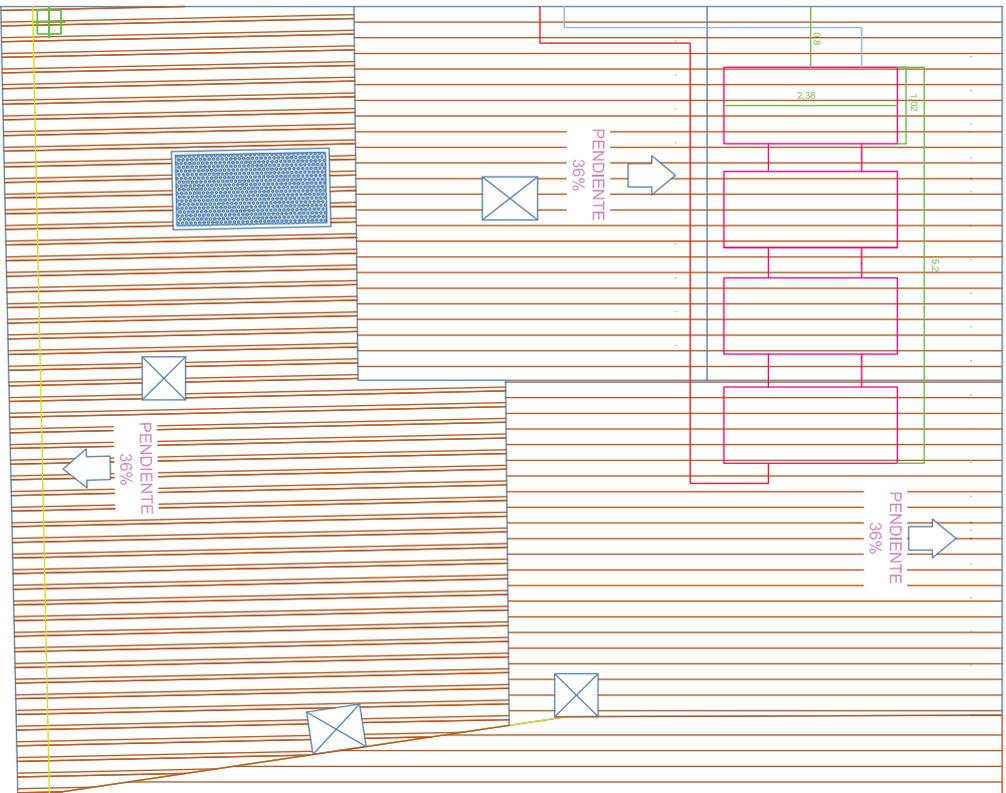
Fdo.:.....



LEYENDA

	Captador solar		Válvula de cierre
	Intercambiador placas		Válvula de seguridad
	Electrocalentador		Válvula antirretorno
	Termómetro		Válvula de equilibrado
	Vaso de expansión cerrado		Válvula de ras vías
	Válvula de variado		Filtro asietno hidrotendido
	Tubería de inyección		Tubería de retorno

		UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS		
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA				
PROYECTO DE		MARÍA EUGENIA MARTÍN VASALLO		
PLANO DE	SISTEMA DE CONTROL			
ESCALA				
FECHA	18/06/2014	Fdo.:		
				6
				PLANO Nº



UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS



GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

PROYECTO DE MARÍA EUGENIA MARTÍN VASALLO

PLANO DE DISTRIBUCIÓN ELEMENTOS EN PLANTA BAJA Y CUBIERTA

ESCALA

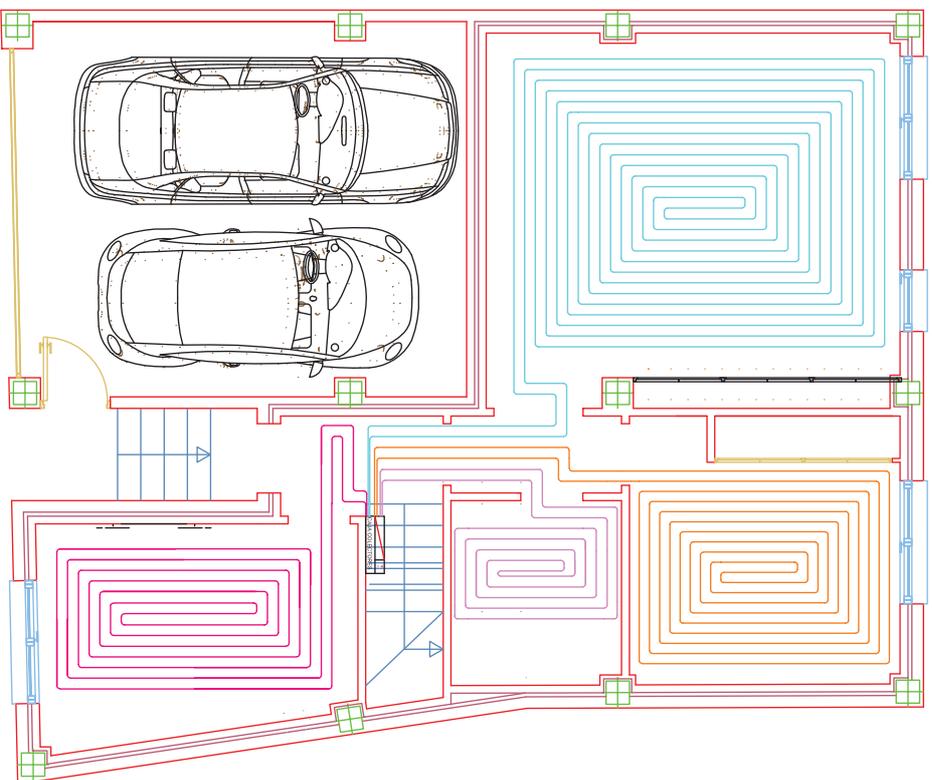
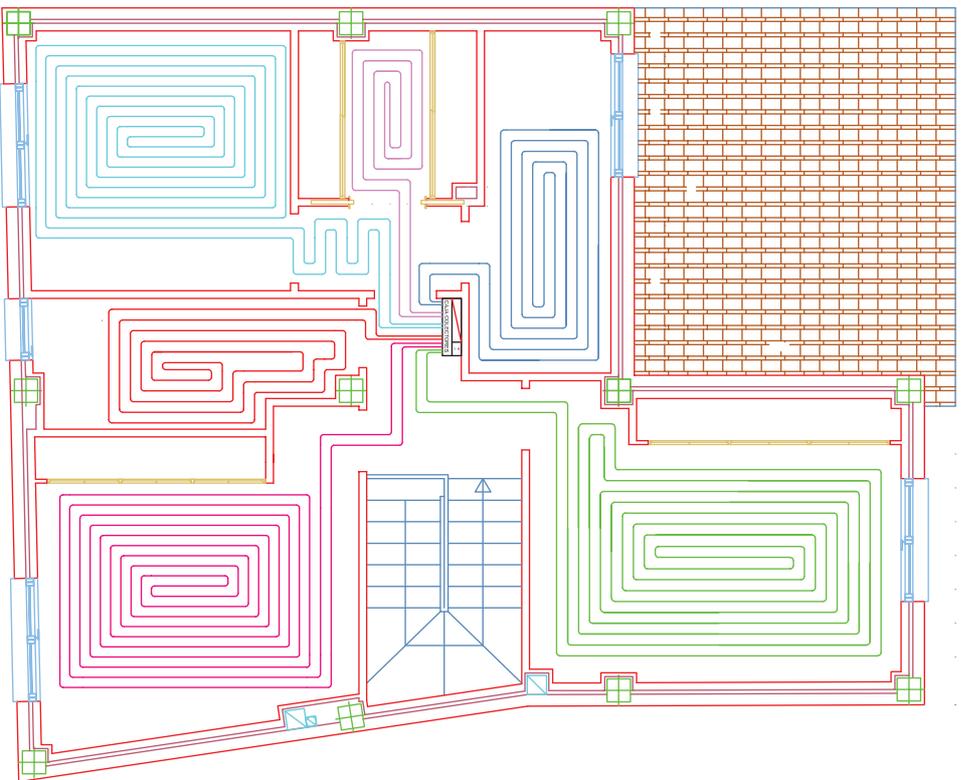
1:70

PLANO Nº

FECHA 18/06/2014

Fdo.:

7



UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS



GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

PROYECTO DE **MARÍA EUGENIA MARTÍN VASALLO**

PLANO DE **SUELO RADIANTE**

ESCALA

1:70

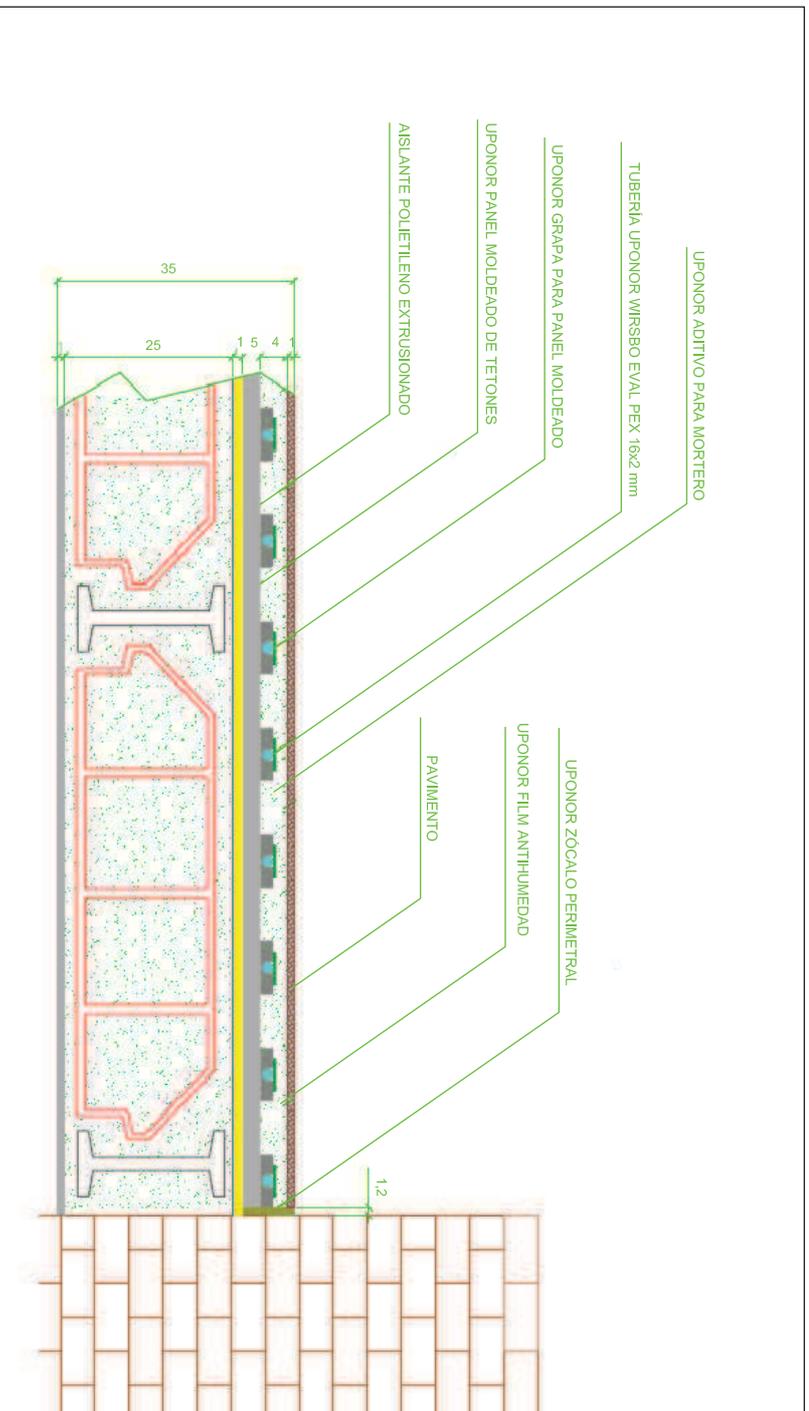
PLANO Nº

FECHA

18/06/2014

Fdo.:

8



UNIVERSIDAD DE LEÓN
 ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS



GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

PROYECTO DE MARÍA EUGENIA MARTÍN VASALLO

PLANO DE DETALLE SUELO RADIANTE

ESCALA

1 : 8

FECHA

18/06/2014

Fdo.:

.....

PLANO Nº

9

PLIEGO DE CONDICIONES
TÉCNICAS DE
INSTALACIONES DE BAJA
TEMPERATURA

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES	II
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
1 Requisitos generales	1
1.1 Objeto y campo de aplicación.....	1
1.2 Generalidades	1
1.3 Requisitos generales	3
1.3.1 Fluido de trabajo.....	3
1.3.2 Protección contra heladas	4
1.3.3 Sobrecalentamientos.....	5
1.3.4 Resistencia a presión	6
1.3.5 Prevención de flujo inverso	6
2 Configuraciones básicas.....	8
2.1 Clasificación de las instalaciones.....	8
3 Criterios generales de diseño	11
3.1 Dimensionado y cálculo	11
3.1.1 Datos de partida	11
3.1.2 Dimensionado básico.....	12
3.2 Diseño del sistema de captación.....	14
3.2.1 Generalidades	14
3.2.2 Orientación, inclinación, sombras e integración arquitectónica.....	14
3.2.3 Conexionado	15
3.2.4 Estructura soporte	16
3.3 Diseño del sistema de acumulación solar	17
3.3.1 Generalidades	17
3.3.2 Situación de las conexiones	17
3.3.3 Varios acumuladores	18
3.3.4 Sistema auxiliar en el acumulador solar	19
3.4 Diseño del sistema de intercambio.....	20
3.5 Diseño del circuito hidráulico.....	21
3.5.1 Generalidades	21
3.5.2 Tuberías.....	21

3.5.3	Bombas	21
3.5.4	Vasos de expansión.....	22
3.5.5	Purga de aire	22
3.5.6	Drenaje.....	22
3.6	Recomendaciones específicas adicionales para sistemas por circulación natural 22	
3.7	Requisitos específicos adicionales para sistemas directos	23
3.8	Diseño del sistema de energía auxiliar	23
3.9	Diseño del sistema eléctrico y de control	24
3.10	Diseño del sistema de monitorización	25
4	Normativa	28
4.1	Normativa de Aplicación	28
4.2	Normativa de consulta	29
5	Componentes.....	32
5.1	Captadores solares.....	32
5.2	Acumuladores	32
5.3	Intercambiadores de calor	34
5.4	Bombas de circulación	35
5.5	Tuberías.....	35
5.6	Válvulas	36
5.7	Vasos de expansión	38
5.8	Sistema eléctrico y de control.....	39
5.8.1	Sistema de monitorización	40
	Lista de referencias	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Imagen 2.1 Configuraciones de Instalaciones recomendadas	10
Imagen 3.1 Conexión de captadores: a) En serie b) En paralelo c) En serie-paralelo	16
Imagen 3.2 a) Conexión en serie invertida con el circuito de consumo b) Conexión en paralelo con el circuito secundario equilibrado	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 División de sistemas solares de calentamiento prefabricados y a medida	2
Tabla 3.1 Pérdidas Solares	14
Tabla 6.1 Dimensionado del intercambiador según la aplicación	35

1 Requisitos generales

1.1 Objeto y campo de aplicación

El objeto de este documento es fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares térmicas para calentamiento de líquido, especificando los requisitos de durabilidad, fiabilidad y seguridad.

El ámbito de aplicación de este documento se extiende a todos los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este documento, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

Este documento no es de aplicación a instalaciones solares con almacenamientos estacionales.

1.2 Generalidades

En general, a las instalaciones recogidas bajo este documento le son de aplicación el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), y sus Instrucciones Técnicas (IT), junto con la serie de normas UNE sobre energía solar térmica listadas en el Anexo I, así como lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación (CTE) sobre energía solar térmica.

En cualquier caso, si se aprecian posibles discrepancias entre este PCT y lo dispuesto en el RITE o CTE, o bien estos resultaran más restrictivos que aquél en cualquier punto específico, siempre prevalecerán sobre las condiciones técnicas expuestas en el PCT.

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación para instalaciones con captadores cuyo coeficiente global de pérdidas sea inferior o igual a $9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{A}^\circ\text{C})$.

A efectos de requisitos mínimos, se consideran las siguientes clases de instalaciones:

- Sistemas solares de calentamiento prefabricados son lotes de productos con una marca registrada, que son vendidos como equipos completos y listos para instalar, con configuraciones fijas. Los sistemas de esta categoría se consideran como un solo producto y se evalúan en un laboratorio de ensayo como un todo.

Si un sistema es modificado cambiando su configuración o cambiando uno o más de sus componentes, el sistema modificado se considera como un nuevo sistema, para el cual es necesario una nueva evaluación en el laboratorio de ensayo.

- Sistemas solares de calentamiento a medida o por elementos son aquellos sistemas construidos de forma única o montados eligiéndolos de una lista de

componentes. Los sistemas de esta categoría son considerados como un conjunto de componentes. Los componentes se ensayan de forma separada y los resultados de los ensayos se integran en una evaluación del sistema completo. Los sistemas solares de calentamiento a medida se subdividen en dos categorías:

- Sistemas grandes a medida, que son diseñados únicamente para una situación específica. En general son diseñados por ingenieros, fabricantes y otros expertos.
- Sistemas pequeños a medida, que son ofrecidos por una Compañía y descritos en el así llamado archivo de clasificación, en el cual se especifican todos los componentes y posibles configuraciones de los sistemas fabricados por la Compañía. Cada posible combinación de una configuración del sistema con componentes de la clasificación se considera un solo sistema a medida.

Tabla 1.1 División de sistemas solares de calentamiento prefabricados y a medida

<i>Sistemas solares prefabricados (*)</i>	<i>Sistemas solares a medida (**)</i>
Sistemas por termosifón para agua caliente sanitaria.	Sistemas de circulación forzada (o de termosifón) para agua caliente y/o calefacción y/o refrigeración y/o calentamiento de piscinas, montados usando componentes y configuraciones descritos en un archivo de documentación (principalmente sistemas pequeños).
Sistemas de circulación forzada como lote de productos con configuración fija para agua caliente sanitaria.	
Sistemas con captador-depósito integrados (es decir, en un mismo volumen) para agua caliente sanitaria.	Sistemas únicos en el diseño y montaje, utilizados para calentamiento de agua, calefacción y/o refrigeración y/o calentamiento de piscinas o usos industriales (principalmente sistemas grandes).

(*) También denominados “equipos domésticos” o “equipos compactos”.

(**) También denominados “instalaciones diseñadas por elementos” o “instalaciones partidas”.

Según el coeficiente global de pérdidas de los captadores, se considerarán, a efectos de permitir o limitar, dos grupos dependiendo del rango de temperatura de trabajo:

- Las instalaciones destinadas exclusivamente a producir agua caliente sanitaria, calentamiento de piscinas, precalentamiento de agua de aporte de procesos industriales, calefacción por suelo radiante o “fan-coil” u otros usos a menos de 60 °C, podrán emplear captadores cuyo coeficiente global de pérdidas sea inferior a 9 W/(m²A°C).
- Las instalaciones destinadas a climatización, calefacción por sistemas diferentes a suelo radiante o “fan-coil”, u otros usos en los cuales la temperatura del agua de aporte a la instalación solar y la de referencia de producción se sitúen en niveles

semejantes, deberán emplear captadores cuyo coeficiente global de pérdidas sea inferior a $4,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{A}^\circ\text{C})$.

El coeficiente global de pérdidas es la pendiente de la curva que representa la ecuación del rendimiento o eficiencia del captador. Si se utiliza una ecuación de segundo grado, el coeficiente global de pérdidas se tomará igual a $a_1 + 30a_2$, siendo a_1 y a_2 los coeficientes de la ecuación de eficiencia del captador, de acuerdo con la norma UNE-EN 12975-2.

En ambos grupos el rendimiento medio anual de la instalación deberá ser mayor del 30 %, calculándose de acuerdo a lo especificado en el capítulo 3 (“Criterios generales de diseño”).

1.3 Requisitos generales

1.3.1 Fluido de trabajo

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

La utilización de otros fluidos térmicos requerirá incluir su composición y calor específico en la documentación del sistema y la certificación favorable de un laboratorio acreditado.

En cualquier caso el pH a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9, y el contenido en sales se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

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

Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.

El diseño de los circuitos evitará cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. En particular, se prestará especial atención a una eventual contaminación del agua potable por el fluido del circuito primario.

Para aplicaciones en procesos industriales, refrigeración o calefacción, las características del agua exigidas por dicho proceso no sufrirán ningún tipo de modificación que pueda afectar al mismo.

1.3.2 Protección contra heladas

1.3.2.1 Generalidades

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

Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0 °C, deberá estar protegido contra heladas.

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

1. Mezclas anticongelantes.
2. Recirculación de agua de los circuitos.
3. Drenaje automático con recuperación de fluido.
4. Drenaje al exterior (sólo para sistemas solares prefabricados).

1.3.2.2 Mezclas anticongelantes

Como anticongelantes podrán utilizarse los productos, solos o mezclados con agua, que cumplan la reglamentación vigente y cuyo punto de congelación sea inferior a 0 °C (*). En todo caso, su calor específico no será inferior a 3 kJ/(kgAK), equivalentes a 0,7 kcal/(kgA°C), medido a una temperatura 5 °C menor que la mínima histórica registrada.

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

La instalación dispondrá de los sistemas necesarios para facilitar el llenado de la misma y para asegurar que el anticongelante está perfectamente mezclado.

Es conveniente que se disponga de un depósito auxiliar para reponer las pérdidas que se puedan dar del fluido en el circuito, de forma que nunca se utilice un fluido para la reposición cuyas características incumplan el Pliego. Será obligatorio en los casos de riesgos de heladas y cuando el agua deba tratarse.

En cualquier caso, el sistema de llenado no permitirá las pérdidas de concentración producidas por fugas del circuito y resueltas con reposición de agua de red.

1.3.2.3 Recirculación del agua del circuito

Este método de protección anti-heladas asegurará que el fluido de trabajo está en movimiento cuando exista riesgo de helarse.

El sistema de control actuará, activando la circulación del circuito primario, cuando la temperatura detectada preferentemente en la entrada de captadores o salida o aire ambiente circundante alcance un valor superior al de congelación del agua (como mínimo 3 °C).

Este sistema es adecuado para zonas climáticas en las que los períodos de baja temperatura sean de corta duración.

Se evitará, siempre que sea posible, la circulación de agua en el circuito secundario.

1.3.2.4 Drenaje automático con recuperación del fluido

El fluido en los componentes del sistema que están expuestos a baja temperatura ambiente es drenado a un depósito, para su posterior uso, cuando hay riesgo de heladas.

La inclinación de las tuberías horizontales debe estar en concordancia con las recomendaciones del fabricante en el manual de instalador al menos en 20 mm/m.

El sistema de control actuará sobre la electroválvula de drenaje cuando la temperatura detectada en captadores alcance un valor superior al de congelación del agua (como mínimo 3 °C).

El vaciado del circuito se realizará a un tanque auxiliar de almacenamiento, debiéndose prever un sistema de llenado de captadores para recuperar el fluido.

El sistema requiere utilizar un intercambiador de calor entre los captadores y el acumulador para mantener en éste la presión de suministro de agua caliente.

1.3.2.5 Sistemas de drenaje al exterior (sólo para sistemas solares prefabricados)

El fluido en los componentes del sistema que están expuestos a baja temperatura ambiente es drenado al exterior cuando hay riesgo de heladas.

La inclinación de las tuberías horizontales debe estar en concordancia con las recomendaciones del fabricante en el manual de instalador al menos en 20 mm/m.

Este sistema no está permitido en los sistemas solares a medida.

1.3.3 Sobre calentamientos

1.3.3.1 Protección contra sobre calentamientos

El sistema deberá estar diseñado de tal forma que con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de agua caliente, no se produzcan situaciones en las cuales el usuario tenga que realizar alguna acción especial para llevar al sistema a su forma normal de operación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenajes como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje no supongan ningún peligro para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema, ni en ningún otro material en el edificio o vivienda.

Cuando las aguas sean duras (*) se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60 °C, sin perjuicio de la aplicación de los requerimientos necesarios contra la legionella. En cualquier caso, se dispondrán los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos.

1.3.3.2 Protección contra quemaduras

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

1.3.3.3 Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas

El sistema deberá ser diseñado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.

1.3.4 Resistencia a presión

Se deberán cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 12976-1.

En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

1.3.5 Prevención de flujo inverso

La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del sistema.

La circulación natural que produce el flujo inverso se puede favorecer cuando el acumulador se encuentra por debajo del captador, por lo que habrá que tomar, en esos casos, las precauciones oportunas para evitarlo.

En sistemas con circulación forzada se aconseja utilizar una válvula anti-retorno para evitar flujos inversos.

Prevención de la legionelosis

Se deberá cumplir, cuando sea de aplicación, el Real Decreto 865/2003, por lo que la temperatura del agua en el circuito de distribución de agua caliente no deberá ser inferior a 50 °C en el punto más alejado y previo a la mezcla necesaria para la protección contra quemaduras o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70°C. En consecuencia, no se admite la presencia de componentes de acero galvanizado.

2 Configuraciones básicas

2.1 Clasificación de las instalaciones

En consideración con los diferentes objetivos atendidos por este PCT, se aplicarán los siguientes criterios de clasificación:

- ✓ El principio de circulación.
- ✓ El sistema de transferencia de calor.
- ✓ El sistema de expansión.
- ✓ El sistema de energía auxiliar.
- ✓ La aplicación.

Por el principio de circulación se clasificarán en:

- Instalaciones por termosifón o circulación natural
- Instalaciones por circulación forzada

Por el sistema de transferencia de calor:

- Instalaciones de transferencia directa sin intercambiador de calor
- Instalación con intercambiador de calor en el acumulador solar
- Sumergido
- De doble envolvente
- Instalaciones con intercambiador de calor independiente

Por el sistema de expansión:

- Sistema abierto
- Sistema cerrado

Por el sistema de aporte de energía auxiliar:

- Sistema de energía auxiliar en el acumulador solar
- Sistema de energía auxiliar en acumulador secundario individual
- Sistema de energía auxiliar en acumulador secundario centralizado

- Sistema de energía auxiliar en acumuladores secundarios distribuidos
- Sistema de energía auxiliar en línea centralizado
- Sistema de energía auxiliar en línea distribuido
- Sistema de energía auxiliar en paralelo

Por su aplicación:

- Instalaciones para calentamiento de agua sanitaria
- Instalaciones para usos industriales
- Instalaciones para calefacción
- Instalaciones para refrigeración
- Instalaciones para climatización de piscinas
- Instalaciones de uso combinado
- Instalaciones de precalentamiento

En la Imagen 1 aparecen diferentes configuraciones de instalaciones recomendadas según el tipo de aplicación, recogiendo las más usuales. Siempre pueden existir otras y combinaciones de las anteriores.

El empleo de otras configuraciones diferentes a las que aquí se recomiendan debe dar lugar a prestaciones o ganancias solares similares a las obtenidas con éstas.

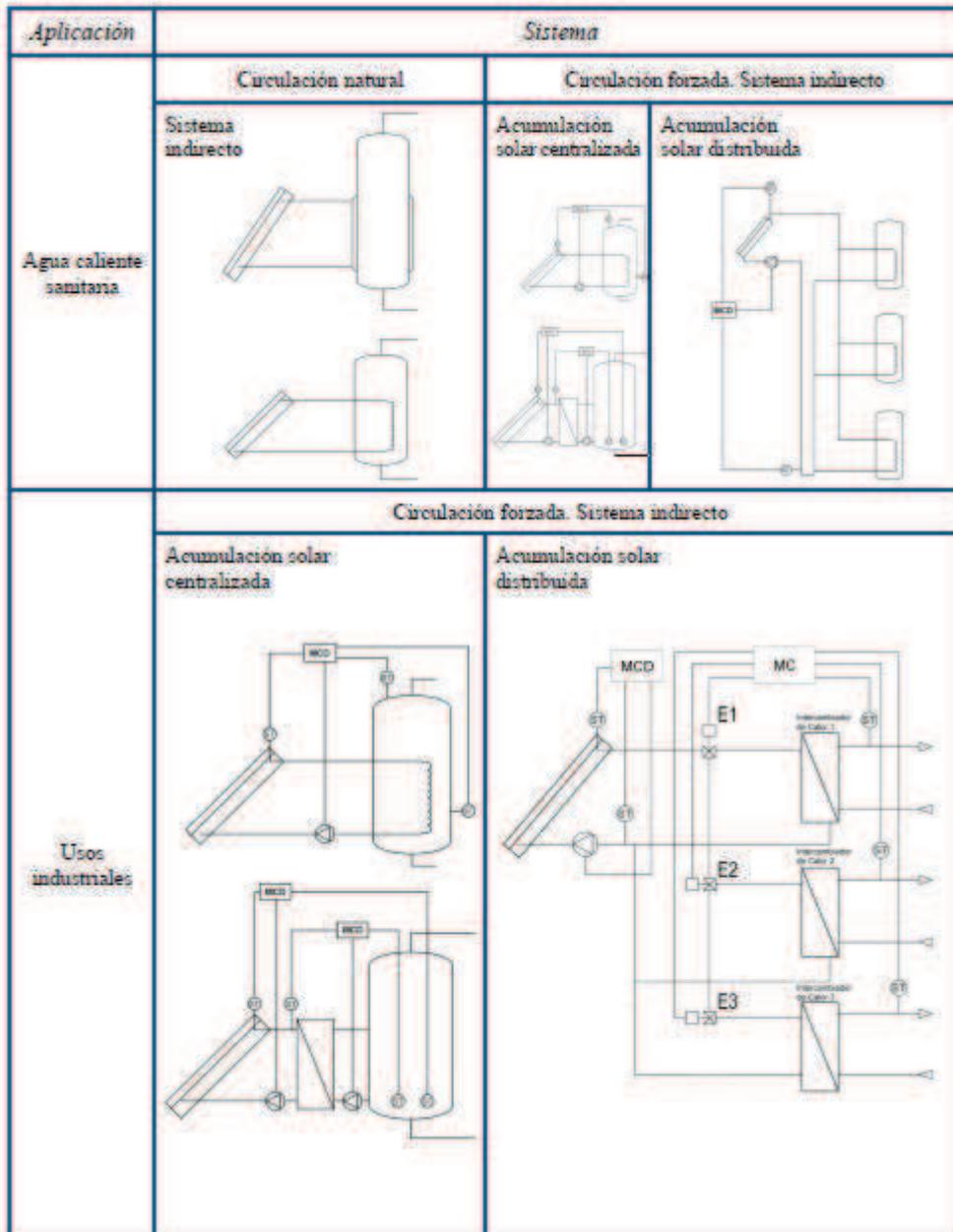


Imagen 2.1 Configuraciones de Instalaciones recomendadas

3 Criterios generales de diseño

3.1 Dimensionado y cálculo

3.1.1 Datos de partida

Los datos de partida necesarios para el dimensionado y cálculo de la instalación están constituidos por dos grupos de parámetros que definen las condiciones de uso y climáticas.

Condiciones de uso

Las condiciones de uso vienen dadas por la demanda energética asociada a la instalación según los diferentes tipos de consumo:

- Para aplicaciones de A.C.S., la demanda energética se determina en función del consumo de agua caliente, siguiendo lo especificado en el Anexo IV.
- Para aplicaciones de calentamiento de piscinas, la demanda energética se calcula en función de las pérdidas de la misma, siguiendo lo recogido en el Anexo IV.
- Para aplicaciones de climatización (calefacción y refrigeración), la demanda energética viene dada por la carga térmica del habitáculo a climatizar, calculándose según lo especificado en el RITE.
- Para aplicaciones de uso industrial se tendrá en cuenta la demanda energética y potencia necesaria, realizándose un estudio específico y pormenorizado de las necesidades, definiendo claramente si es un proceso discreto o continuo y el tiempo de duración del mismo.
- Para instalaciones combinadas se realizará la suma de las demandas energéticas sobre base diaria o mensual, aplicando si es necesario factores de simultaneidad.

Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas vienen dadas por la radiación global total en el campo de captación, la temperatura ambiente diaria y la temperatura del agua de la red.

Al objeto de este PCT podrán utilizarse datos de radiación publicados por entidades de reconocido prestigio y los datos de temperatura publicados por el Instituto Nacional de Meteorología.

A falta de otros datos, se recomienda usar las tablas de radiación y temperatura ambiente por provincias publicadas por Censolar, recogidas en los Anexos IV y X.

Para piscinas cubiertas, los valores ambientales de temperatura y humedad deberán ser fijados en el proyecto, la temperatura seca del aire del local será entre 2 °C y 3 °C mayor que la del agua, con un mínimo de 26 °C y un máximo de 28 °C, y la humedad relativa del ambiente se mantendrá entre el 55 % y el 70 %, siendo recomendable escoger el valor de diseño 60 %.

3.1.2 Dimensionado básico

A los efectos de este PCT, el dimensionado básico de las instalaciones o sistemas a medida se refiere a la selección de la superficie de captadores solares y, en caso de que exista, al volumen de acumulación solar, para la aplicación a la que está destinada la instalación. El dimensionado básico de los sistemas solares prefabricados se refiere a la selección del sistema solar prefabricado para la aplicación de A.C.S. a la que está destinado.

El dimensionado básico de una instalación, para cualquier aplicación, deberá realizarse de forma que en ningún mes del año la energía producida por la instalación solar supere el 110% de la demanda de consumo y no más de tres meses seguidos el 100%. A estos efectos, y para instalaciones de un marcado carácter estacional, no se tomarán en consideración aquellos períodos de tiempo en los cuales la demanda se sitúe un 50 % debajo de la media correspondiente al resto del año.

En el caso de que se dé la situación de estacionalidad en los consumos indicados anteriormente, deberán tomarse las medidas de protección de la instalación correspondientes.

El rendimiento de la instalación se refiere sólo a la parte solar de la misma. En caso de sistemas de refrigeración por absorción se refiere a la producción de la energía solar térmica necesaria para el sistema de refrigeración.

A estos efectos, se definen los conceptos de fracción solar y rendimiento medio estacional o anual de la siguiente forma:

Fracción solar mes "x" = (Energía solar aportada el mes "x" / Demanda energética durante el mes "x") × 100

Fracción solar año "y" = (Energía solar aportada el año "y" / Demanda energética durante el año "y") × 100

Rendimiento medio año "y" = (Energía solar aportada el año "y" / Irradiación incidente año "y") × 100

Irradiación incidente año "y" = Suma de las irradiaciones incidentes de los meses del año "y"

Irradiaciones incidentes en el mes "x" = Irradiación en el mes "x" × Superficie captadora

El concepto de energía solar aportada el año "y" se refiere a la energía demandada realmente satisfecha por la instalación de energía solar. Esto significa que para su cálculo nunca podrá considerarse más de un 100 % de aporte solar en un determinado mes.

Para el cálculo del dimensionado básico de instalaciones a medida podrá utilizarse cualquiera de los métodos de cálculo comerciales de uso aceptado por proyectistas, fabricantes e instaladores. El método de cálculo especificará, al menos sobre base

mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y del aporte solar. Asimismo, el método de cálculo incluirá las prestaciones globales anuales definidas por:

- La demanda de energía térmica.
- La energía solar térmica aportada.
- Las fracciones solares medias mensuales y anuales.
- El rendimiento medio anual.

La selección del sistema solar prefabricado se realizará a partir de los resultados de ensayo del sistema, teniendo en cuenta que tendrá también que cumplir lo especificado en el RITE.

Independientemente de lo especificado en los párrafos anteriores, en el caso de A.C.S. se debe tener en cuenta que el sistema solar se debe diseñar y calcular en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda y el aporte, al no ser ésta simultánea con la generación.

Para esta aplicación el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

donde A será el área total de los captadores, expresada en m², y V es el volumen del depósito de acumulación solar, expresado en litros, cuyo valor recomendado es aproximadamente la carga de consumo diaria M: $V = M$.

Además, para instalaciones con fracciones solares bajas, se deberá considerar el uso de relaciones V/A pequeñas y para instalaciones con fracciones solares elevadas se deberá aumentar dicha relación.

Para instalaciones de climatización de piscinas exclusivamente, no se podrá usar ningún volumen de acumulación, aunque se podrá utilizar un pequeño almacenamiento de inercia en el primario.

Para instalaciones de climatización se dimensionará el volumen de acumulación para que se cubran las necesidades de energía demandada durante, al menos, una hora. De cualquier forma se recomienda usar una relación de V/A entre 25 l/m² y 50 l/m²

3.2 Diseño del sistema de captación

3.2.1 Generalidades

El captador seleccionado deberá poseer la certificación emitida por un organismo competente en la materia, según la legislación vigente.

A efectos de este PCT, será necesaria la presentación de la certificación de los ensayos del captador realizados por laboratorio acreditado, así como las curvas de rendimiento obtenidas por el citado laboratorio.

Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del mismo modelo, tanto por criterios energéticos como por criterios constructivos.

3.2.2 Orientación, inclinación, sombras e integración arquitectónica

La orientación e inclinación del sistema de captación y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas respecto al óptimo, sean inferiores a los límites de la tabla 3.1 Se considerarán tres casos: general, superposición de captadores e integración arquitectónica según se define más adelante. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

Tabla 3.1 Pérdidas Solares

Caso	Orientación e Inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitect.	40%	20%	50%

Se considera la dirección Sur como orientación óptima y la mejor inclinación, β_{opt} , dependiendo del período de utilización, uno de los valores siguientes:

- Consumo constante anual: la latitud geográfica
- Consumo preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°
- Consumo preferente en verano: la latitud geográfica - 10°

Se debe evaluar la disminución de prestaciones que se origina al modificar la orientación e inclinación de la superficie de captación.

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

colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio, no aceptándose en este concepto la disposición horizontal del absorbedor, con el fin de favorecer la autolimpieza de los captadores. Una regla fundamental a seguir para conseguir la integración o superposición de las instalaciones solares es la de mantener, dentro de lo posible, la alineación con los ejes principales de la edificación.

3.2.3 Conexionado

Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie o en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante.

La superficie de una fila de captadores conexionados en serie no será superior a 10 m². En caso de algunos usos industriales y refrigeración por absorción, si estuviese justificado, podrá elevarse a lo máximo permitido por el fabricante. En el caso de A.C.S., el número de captadores conexionados en serie no será superior a lo fijado en la sección H4 (“Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”) del Código Técnico de la Edificación.

Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general se debe alcanzar un flujo equilibrado mediante el sistema de retorno invertido. Si esto no es posible, se puede controlar el flujo mediante mecanismos adecuados, como válvulas de equilibrado.

Se deberá prestar especial atención en la estanqueidad y durabilidad de las conexiones del captador.

En la Imagen 3.1 se pueden observar de forma esquemática las conexiones mencionadas en este apartado.

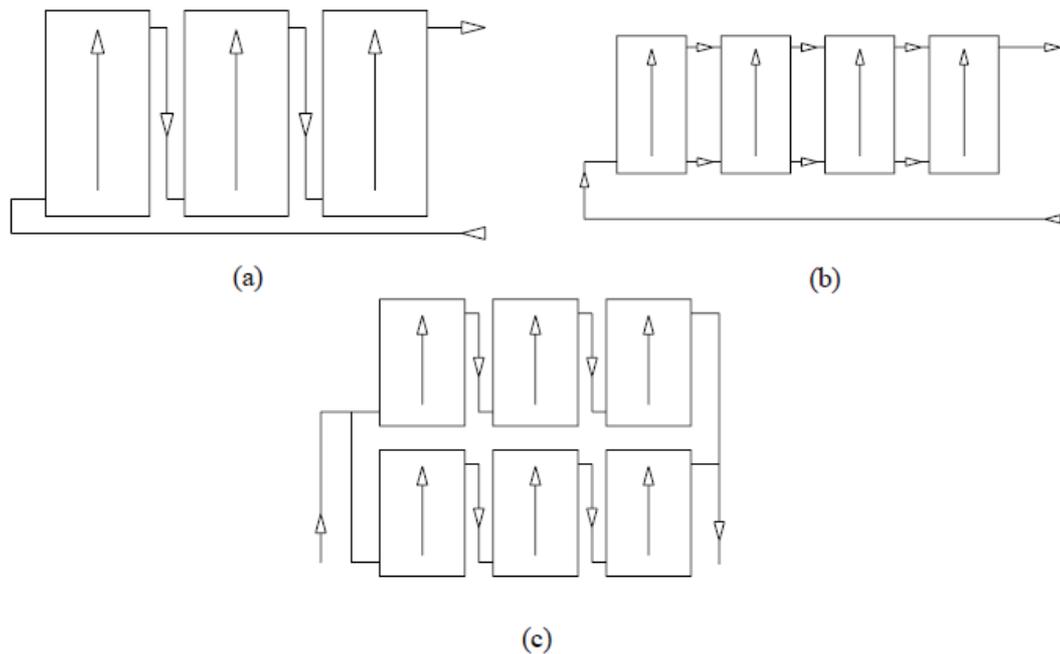


Imagen 3.1 Conexión de captadores: a) En serie b) En paralelo c) En serie-paralelo

3.2.4 Estructura soporte

Si el sistema posee una estructura soporte que es montada normalmente en el exterior, el fabricante deberá especificar los valores máximos de s_k (carga de nieve) y v_m (velocidad media de viento) de acuerdo con ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4.

Esto deberá verificarse durante el diseño calculando los esfuerzos de la estructura soporte de acuerdo con estas normas.

El sistema sólo podrá ser instalado en localizaciones donde los valores de s_k y v_m determinados de acuerdo con ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4 sean menores que los valores máximos especificados por el fabricante.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuada, de forma que no se produzcan flexiones en el captador superiores a las permitidas por el fabricante.

Los topes de sujeción de los captadores y la propia estructura no arrojarán sombra sobre estos últimos.

3.3 Diseño del sistema de acumulación solar

3.3.1 Generalidades

Los acumuladores para A.C.S. y las partes de acumuladores combinados que estén en contacto con agua potable, deberán cumplir los requisitos de UNE EN 12897.

Preferentemente, los acumuladores serán de configuración vertical y se ubicarán en zonas interiores.

Para aplicaciones combinadas con acumulación centralizada es obligatoria la configuración vertical del depósito, debiéndose además cumplir que la relación altura/diámetro del mismo sea mayor de dos.

En caso de que el acumulador esté directamente conectado con la red de distribución de agua caliente sanitaria, deberá ubicarse un termómetro en un sitio claramente visible por el usuario. El sistema deberá ser capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60°C y hasta 70°C con objeto de prevenir la legionelosis, tal como dispone el RD 865/2003, de 4 de julio.

En caso de aplicaciones para A.C.S. es necesario prever un conexionado puntual entre el sistema auxiliar y el solar de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar, para poder cumplir con las medidas de prevención de legionella. Se podrán proponer otros métodos de tratamiento anti-legionella.

Aun cuando los acumuladores solares tengan el intercambiador de calor incorporado, se cumplirán los requisitos establecidos para el diseño del sistema de intercambio en el apartado 3.4 de este documento.

Los acumuladores de los sistemas grandes a medida con un volumen mayor de 2 m³ deberán llevar válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos al exterior del depósito no intencionados en caso de daños del sistema.

3.3.2 Situación de las conexiones

Con objeto de aprovechar al máximo la energía captada y evitar la pérdida de la estratificación por temperatura en los depósitos, la situación de las tomas para las diferentes conexiones serán las establecidas en los puntos siguientes:

- a) La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al acumulador se realizará, preferentemente, a una altura comprendida entre el 50 % y el 75 % de la altura total del mismo.
- b) La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste.
- c) En caso de una sola aplicación, la alimentación de agua de retorno de consumo al depósito se realizará por la parte inferior. En caso de sistemas abiertos en el

consumo, como por ejemplo A.C.S., esto se refiere al agua fría de red. La extracción de agua caliente del depósito se realizará por la parte superior.

d) En caso de varias aplicaciones dentro del mismo depósito habrá que tener en cuenta los niveles térmicos de éstas, de forma que tanto las salidas como los retornos para aplicaciones que requieran un mayor nivel térmico en temperaturas estén por encima de las que requieran un nivel menor.

Se recomienda que la/s entrada/s de agua de retorno de consumo esté equipada con una placa deflectora en la parte interior, a fin de que la velocidad residual no destruya la estratificación en el acumulador o el empleo de otros métodos contrastados que minimicen la mezcla.

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido.

3.3.3 Varios acumuladores

Cuando sea necesario que el sistema de acumulación solar esté formado por más de un depósito, éstos se conectarán en serie invertida en el circuito de consumo o en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrados, tal como se puede ver en la Imagen 3.2

La conexión de los acumuladores permitirá la desconexión individual de los mismos sin interrumpir el funcionamiento de la instalación.

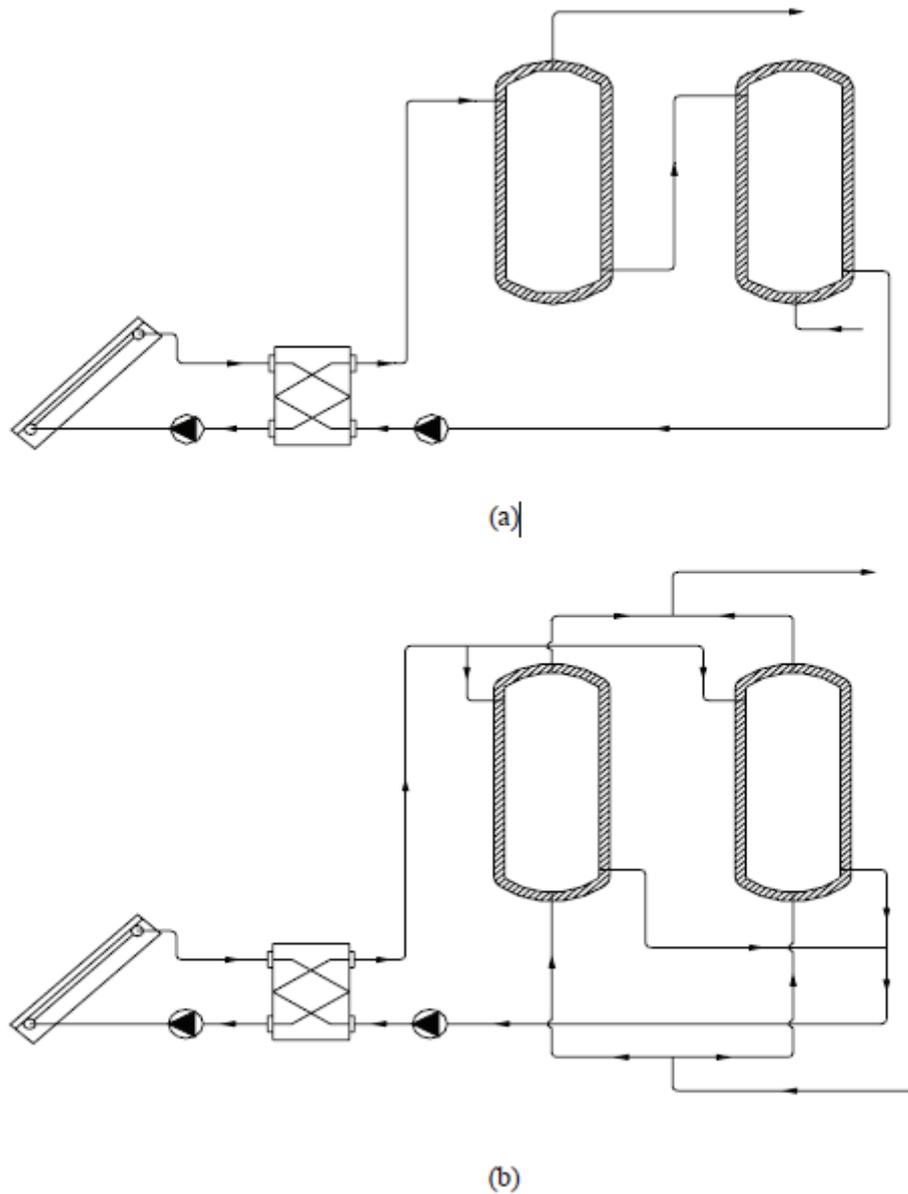


Imagen 3.2 a) Conexión en serie invertida con el circuito de consumo b) Conexión en paralelo con el circuito secundario equilibrado

3.3.4 Sistema auxiliar en el acumulador solar

No se permite la conexión de un sistema auxiliar en el acumulador 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.

No obstante, y cuando existan circunstancias específicas en la instalación que lo demanden (excepto en los casos de producción de A.C.S. y climatización de piscinas), se podrá considerar la incorporación de energía convencional en el acumulador solar, para lo cual será necesaria la presentación de una descripción detallada de todos los sistemas y equipos empleados, que justifique suficientemente que se produce el proceso de

estratificación y que además permita la verificación del cumplimiento, como mínimo, de todas y cada una de las siguientes condiciones en el acumulador solar:

1. Deberá tratarse de un sistema indirecto: acumulación solar en el secundario.
2. Volumen total máximo de 2000 litros.
3. Configuración vertical con relación entre la altura y el diámetro del acumulador no inferior a 2.
4. Calentamiento solar en la parte inferior y calentamiento convencional en la parte superior considerándose el acumulador dividido en dos partes separadas por una de transición de, al menos, 10 centímetros de altura. La parte solar inferior deberá cumplir con los criterios de dimensionado de estas prescripciones y la parte convencional superior deberá cumplir con los criterios y normativas habituales de aplicación.
5. La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador solar al acumulador se realizará, preferentemente, a una altura comprendida entre el 50% y el 75 % de la altura total del mismo, y siempre por debajo de la zona de transición. La conexión de salida de agua fría hacia el intercambiador se realizará por la parte inferior del acumulador.
6. Las entradas de agua estarán equipadas con una placa deflectora o equivalente, a fin de que la velocidad residual no destruya la estratificación en el acumulador.
7. No existirá recirculación del circuito de distribución de consumo de A.C.S.

En su caso y adicionalmente, se tendrá en cuenta lo indicado en el punto 2 del párrafo cuarto del apartado 3.8.

En cualquier caso, queda a criterio del IDAE el dar por válido el sistema propuesto.

Para los equipos prefabricados que no cumpliendo lo indicado anteriormente en este apartado, vengan preparados de fábrica para albergar un sistema auxiliar eléctrico, se deberá anular esta posibilidad de forma permanente, mediante sellado irreversible u otro medio.

3.4 Diseño del sistema de intercambio

La potencia mínima de diseño del intercambiador independiente, P , en vatios, en función del área de captadores A , en metros cuadrados, cumplirá la condición:

$$P \geq 500 A$$

El intercambiador independiente será de placas de acero inoxidable o cobre y deberá soportar las temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación.

El intercambiador del circuito de captadores incorporado al acumulador solar estará situado en la parte inferior de este último y podrá ser de tipo sumergido o de doble

envolvente. El intercambiador sumergido podrá ser de serpentín o de haz tubular. La relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

En caso de aplicación para A.C.S. se puede utilizar el circuito de consumo con un intercambiador, teniendo en cuenta que con el sistema de energía auxiliar de producción instantánea en línea o en acumulador secundario hay que elevar la temperatura hasta 60°C y siempre en el punto más alejado de consumo hay que asegurar 50 °C.

3.5 Diseño del circuito hidráulico

3.5.1 Generalidades

Debe concebirse en fase de diseño un circuito hidráulico de por sí equilibrado. Si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado.

En caso de aplicación para A.C.S., el circuito hidráulico del sistema de consumo deberá cumplir los requisitos especificados en UNE-EN 806-1.

En cualquier caso los materiales del circuito deberán cumplir lo especificado en ISO/TR 10217.

3.5.2 Tuberías

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

El diseño y los materiales deberán ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos que influyan drásticamente en el rendimiento del sistema.

3.5.3 Bombas

Si el circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito.

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

En instalaciones con superficies de captación superiores a 50 m² se montarán dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se establecerá el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.

Las tuberías conectadas a las bombas se soportarán en las inmediaciones de éstas, de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos de torsión o flexión. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

En instalaciones de piscinas la disposición de los elementos será la siguiente: el filtro ha de colocarse siempre entre la bomba y los captadores y el sentido de la corriente ha de ser bomba-filtro-captadores, para evitar que la resistencia del filtro provoque una sobrepresión perjudicial para los captadores, prestando especial atención a su mantenimiento. La impulsión de agua caliente deberá hacerse por la parte inferior de la piscina, quedando la impulsión de agua filtrada en superficie.

3.5.4 Vasos de expansión

Los vasos de expansión preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba.

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

3.5.5 Purga de aire

En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

3.5.6 Drenaje

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

3.6 Recomendaciones específicas adicionales para sistemas por circulación natural

Es muy importante, en instalaciones que funcionen por circulación natural, el correcto diseño de los distintos componentes y circuitos que integran el sistema, de forma que no se introduzcan grandes pérdidas de carga y se desfavorezca la circulación del fluido por termosifón. Para esto se recomienda prestar atención a:

- El diseño del captador y su conexionado. Preferentemente se instalarán captadores con conductos distribuidores horizontales y sin cambios complejos de dirección de los conductos internos.
- El trazado de tuberías. Deberá ser de la menor longitud posible, situando el acumulador cercano a los captadores. En ningún caso el diámetro de las tuberías será inferior a DN15. En general, dicho diámetro se calculará de forma que corresponda al diámetro normalizado inmediatamente superior al necesario en una instalación equivalente con circulación forzada.

- El sistema de acumulación. Depósitos situados por encima de la batería de captadores favorecen la circulación natural. En caso de que la acumulación esté situada por debajo de la batería de captadores, es muy importante utilizar algún tipo de dispositivo que, sin introducir pérdidas de carga adicionales de consideración, evite el flujo inverso no intencionado.

3.7 Requisitos específicos adicionales para sistemas directos

No están permitidos los sistemas directos para las aplicaciones de A.C.S.

Para otras aplicaciones tampoco podrán instalarse sistemas directos en zonas con riesgo de heladas.

Siempre que se opte por un sistema directo se aportará documentación, obtenida en el Instituto Nacional de Meteorología u otra entidad similar, en la que se demuestre que la zona donde se va a realizar la instalación no tiene riesgo de heladas.

3.8 Diseño del sistema de energía auxiliar

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía auxiliar.

Por razones de eficiencia energética, entre otras, se desaconseja la utilización de energía eléctrica obtenida por efecto Joule como fuente auxiliar, especialmente en los casos de altos consumos y fracciones solares anuales bajas.

Queda prohibido el uso de sistemas de energía auxiliar en el circuito primario de captadores.

El diseño del sistema de energía auxiliar se realizará en función de la aplicación (o aplicaciones) de la instalación, de forma que sólo entre en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación solar. Para ello se seguirán los siguientes criterios:

1. Para pequeñas cargas de consumo se recomienda usar un sistema de energía auxiliar en línea, siendo para estos casos los sistemas de gas modulantes en temperatura los más idóneos.
2. En caso de aceptarse, de acuerdo con el punto 3.3.4, la instalación de una resistencia eléctrica como sistema de energía auxiliar dentro del acumulador solar, su conexión, salvo que se apruebe expresamente otro procedimiento, sólo se podrá hacer mediante un pulsador manual y la desconexión será automática a la temperatura de referencia. Adicionalmente, se instalará un termómetro en la parte baja de la zona de calentamiento con energía convencional (ver 3.3.4) cuya lectura sea fácilmente visible para el usuario. La documentación a entregar al usuario deberá contener instrucciones claras de operación del sistema auxiliar y deberá ser previamente aprobada por el IDAE.

3. No se recomienda la conexión de un retorno desde el acumulador de energía auxiliar al acumulador solar, salvo que existan períodos de bajo consumo estacionales, en los que se prevea elevadas temperaturas en el acumulador solar. La instalación térmica deberá efectuarse de manera que en ningún caso se introduzca en el acumulador solar energía procedente de la fuente auxiliar.

4. Para la preparación de agua caliente sanitaria, se permitirá la conexión del sistema de energía auxiliar en paralelo con la instalación solar cuando se cumplan los siguientes requisitos:

- Exista previamente un sistema de energía auxiliar constituido por uno o varios calentadores instantáneos no modulantes y sin que sea posible regular la temperatura de salida del agua.
- Exista una preinstalación solar que impida o dificulte el conexionado en serie.

5. Para sistemas con energía auxiliar en paralelo y especialmente en aplicaciones de climatización, usos industriales y otras aplicaciones en ese rango de temperaturas, es necesario un sistema de regulación del agua calentada por el sistema solar y auxiliar de forma que se aproveche al máximo la energía solar.

En los puntos 4 y 5, la conmutación de sistemas será fácilmente accesible.

Para A.C.S., el sistema de aporte de energía auxiliar con acumulación o en línea siempre dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con el RD 865/2003. Este punto no será de aplicación en los calentadores instantáneos de gas no modulantes.

En caso de climatización, el termostato de control estará ajustado en función de la aplicación de frío o calor de forma automática o manual.

Cuando el sistema de energía auxiliar sea eléctrico, la potencia correspondiente será inferior a 300 W por cada metro cuadrado de superficie captadora. Para instalaciones de tamaño inferior a 5 m² la potencia podrá ser de 1500 W. En el caso de resistencias sumergidas, los valores de potencia disminuirán hasta 150 W por metro cuadrado y hasta 750 W para instalaciones de tamaño inferior a 5 m².

3.9 Diseño del sistema eléctrico y de control

El diseño del sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprende los siguientes sistemas:

- Control de funcionamiento del circuito primario y secundario (si existe).

- Sistemas de protección y seguridad de las instalaciones contra sobrecalentamientos, heladas, etc.

El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.

Con independencia de que realice otras funciones, el sistema de control se realizará por control diferencial de temperaturas, mediante un dispositivo electrónico (módulo de control diferencial, en los esquemas representado por MCD) que compare la temperatura de captadores con la temperatura de acumulación o retorno, como por ejemplo ocurre en la acumulación distribuida. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2°C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor de 2°C. De esta forma el funcionamiento de la parte solar de una instalación se optimiza. Para optimizar el aprovechamiento solar de la instalación y, cuando exista intercambiador exterior, se podrán instalar también dos controles diferenciales.

El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido.

Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Esto se puede realizar por control de temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías todo o nada, bombas de circulación... o por combinación de varios mecanismos.

Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores, de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación.

Cuando exista, el sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior, en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.

3.10 Diseño del sistema de monitorización

Para el caso de instalaciones mayores de 20 m² se deberá disponer al menos de un sistema analógico de medida local que indique como mínimo las siguientes variables:

Opción 1:

- Temperatura de entrada de agua fría de red

- Temperatura de salida del acumulador solar
- Caudal de agua fría de red

Opción 2:

- Temperatura inferior del acumulador solar
- Temperatura de captadores
- Caudal por el circuito primario

El tratamiento de los datos proporcionará al menos la energía solar térmica acumulada a lo largo del tiempo.

ANEXO I: NORMATIVA DE APLICACIÓN Y CONSULTA

4 Normativa

4.1 Normativa de Aplicación

Código Técnico de la Edificación (CTE).

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas.

Reglamento de Recipientes a Presión (RAP).

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC.BT).

Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OSHT).

Ley de Protección del Ambiente Atmosférico (LPAA).

Ley número 88/67 de 8 de noviembre: Sistema Internacional de Unidades de Medida SI.

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

Orden de 28 de julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los paneles solares.

Orden ITC/71/2007, de 22-01-2007, por la que se modifica el anexo de la Orden 28-07-1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de paneles solares.

Orden ITC/2761/2008, de 26 de septiembre, por la que se amplía el plazo establecido en la disposición transitoria segunda de la Orden ITC/71/2007, de 22 de enero, por la que se modifica el anexo de la Orden de 28 de julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de paneles solares.

4.2 Normativa de consulta

UNE-EN 12975-1: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Captadores solares. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN 12975-2: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Captadores solares. Parte 2: Métodos de ensayo.

UNE-EN 12976-1: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Sistemas solares prefabricados. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN 12976-2: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Sistemas solares prefabricados. Parte 2: Métodos de ensayo.

UNE-EN 12977-1: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN 12977-2: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 2: Métodos de ensayo

UNE-EN 12977-3: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Parte 3: Caracterización del funcionamiento de acumuladores para las instalaciones de calefacción solares.

UNE 94002: Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda de energía térmica.

UNE 94003: Datos climáticos para el dimensionado de las instalaciones solares térmicas.

prEN 806-1: Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 1: General.

prEN 1717: Protection against pollution of potable water in drinking water installations and general requirements of devices to prevent pollution by back flow.

EN 60335-1/1995: Safety of household and similar electrical appliances. Part 1: General requirements (IEC 335-1/1991 modified).

EN 60335-2-21: Safety of household and similar electrical appliances. Part 2: Particular requirements for storage water heaters (IEC 335-2-21/1989 + Amendments 1/1990 and 2/1990, modified).

ENV 61024-1: Protection of structures against lightning. Part 1: General principles (IEC 1024-1/1990, modified).

Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. ISO 9488: Energía solar. Vocabulario.

Se considerará la edición más reciente de las normas antes mencionadas, con las últimas modificaciones oficialmente aprobadas.

ANEXO II: COMPONENTES

5 Componentes

Los materiales de la instalación deben soportar las máximas temperaturas y presiones que puedan alcanzarse.

Todos los componentes y materiales cumplirán lo dispuesto en el Reglamento de Aparatos a Presión, que les sea de aplicación.

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.

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.

Para procesos industriales, el diseño, cálculo, montaje y características de los materiales deberán cumplir los requisitos establecidos por el proceso industrial.

Se debe tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.

5.1 Captadores solares

Si se utilizan captadores convencionales de absorbedor metálico, ha de tenerse en cuenta que el cobre solamente es admisible si el pH del fluido en contacto con él está comprendido entre 7,2 y 7,6. Absorbedores de hierro no son aptos en absoluto.

La pérdida de carga del captador para un caudal de 1 l/min por m² será inferior a 1 m c.a.

El captador llevará, preferentemente, un orificio de ventilación, de diámetro no inferior a 4 mm, situado en la parte inferior de forma que puedan eliminarse acumulaciones de agua en el captador. El orificio se realizará de manera que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento.

Cuando se utilicen captadores con absorbedores de aluminio, obligatoriamente se utilizarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre y hierro.

5.2 Acumuladores

Cuando el acumulador lleve incorporada una superficie de intercambio térmico entre el fluido primario y el agua sanitaria, en forma de serpentín o camisa de doble envolvente, se denominará interacumulador.

Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de identificación indicará además, los siguientes datos:

- Superficie de intercambio térmico en m².

- Presión máxima de trabajo del circuito primario.

Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:

- Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente.
- Registro embridado para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín.
- Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario.
- Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato.
- Manguito para el vaciado.

Los acumuladores vendrán equipados de fábrica con las bocas necesarias soldadas antes de efectuar el tratamiento de protección interior.

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante, y 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 o anticorrosiva establecida por el fabricante para garantizar su durabilidad.

Todos los acumuladores se protegerán, como mínimo, con los dispositivos indicados en el punto 5 de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP-11 del Reglamento de Aparatos a Presión (Orden 11764 de 31 de mayo de 1985 - BOE número 148 de 21 de junio de 1985).

La utilización de acumuladores de hormigón requerirá la presentación de un proyecto firmado por un técnico competente.

Al objeto de estas especificaciones, podrán utilizarse acumuladores de las características y tratamiento descritos a continuación:

- Acumuladores de acero vitrificado.
- Acumuladores de acero con tratamiento epoxídico.
- Acumuladores de acero inoxidable, adecuados al tipo de agua y temperatura de trabajo.
- Acumuladores de cobre.
- Acumuladores 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.
- Acumuladores de acero negro (sólo en circuitos cerrados, sin agua de consumo)

5.3 Intercambiadores de calor

Se indicará el fabricante y modelo del intercambiador de calor, así como datos de sus características de actuación medidos por el propio fabricante o por un laboratorio acreditado.

El intercambiador seleccionado resistirá la presión máxima de trabajo de la instalación. En 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 la presión y por otro, a la atmósfera, o bien, a fluidos a mayor presión.

En ningún caso se utilizarán interacumuladores con envolvente que dificulten la convección natural en el interior del acumulador.

Los materiales del intercambiador de calor resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito primario y serán compatibles con el fluido de trabajo.

Los intercambiadores de calor utilizados en circuitos de agua sanitaria serán de acero inoxidable o cobre.

El diseño del intercambiador de calor permitirá su limpieza utilizando productos líquidos.

El fabricante del intercambiador de calor garantizará un factor de ensuciamiento menor al permitido en los Criterios de Dimensionado y Cálculo de Instalaciones de Energía Solar Térmica.

Los tubos de los intercambiadores de calor tipo serpentín sumergido en el depósito tendrán diámetros interiores inferiores o iguales a una pulgada, para instalaciones por circulación forzada. En instalaciones por termosifón, tendrán un diámetro mínimo de una pulgada.

Cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo no debería reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de captadores en más de lo que los siguientes criterios especifican:

- Cuando la ganancia solar del captador haya llegado al valor máximo posible, la reducción de la eficiencia del captador debido al intercambiador de calor no debería exceder el 10 % (en valor absoluto).
- Si se instala más de un intercambiador de calor, también este valor debería de 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 de calor por unidad de área de captador no debería ser menor de $40 \text{ W}/(\text{KAm}^2)$.

Se recomienda dimensionar el intercambiador de calor, en función de la aplicación:

Tabla 5.1 Dimensionado del intercambiador según la aplicación

<i>Aplicación</i>	<i>Temperatura entrada primario</i>	<i>Temperatura salida secundario</i>	<i>Temperatura entrada secundario</i>
Piscinas	50 °C	28 °C	24 °C
Agua caliente sanitaria	60 °C	50 °C	45 °C
Calefacción a baja temperatura	60 °C	50 °C	45 °C
Refrigeración/Calefacción	105 °C	90 °C	75 °C

5.4 Bombas de circulación

Las bombas podrán ser del tipo en línea, de rotor seco o húmedo, o de bancada. Siempre que sea posible se utilizarán bombas tipo circuladores en línea.

En circuitos de agua caliente para usos sanitarios, los materiales de la bomba serán resistentes a la corrosión.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

Las bombas serán resistentes a las averías producidas por efecto de las incrustaciones calizas.

Las bombas serán resistentes a la presión máxima del circuito.

La bomba se seleccionará de forma que el caudal y la pérdida de carga de diseño se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificado por el fabricante.

Cuando todas las conexiones son en paralelo, el caudal nominal será el igual al caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores conectados en paralelo.

La presión de la bomba deberá compensar todas las pérdidas de carga del circuito correspondiente.

5.5 Tuberías

En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas.

En el circuito secundario o 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 aluminio en tuberías o accesorios, la velocidad del fluido será inferior a 1,5 m/s y su pH estará comprendido entre 5 y 7. No se permitirá el uso de aluminio en sistemas abiertos o sistemas sin protección catódica.

Cuando se utilice acero en tuberías o accesorios, la velocidad del fluido será inferior a 3 m/s en sistemas cerrados y el pH del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9.

El diámetro de las tuberías se seleccionará de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s cuando la tubería discurra por locales habitados y a 3 m/s cuando el trazado sea al exterior o por locales no habitados.

El dimensionado de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en tuberías nunca sea superior a 40 mm de columna de agua por metro lineal.

Las pérdidas térmicas globales del conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporten.

Para calentamiento de piscinas se recomienda que las tuberías sean de PVC y de gran diámetro, a fin de conseguir un buen caudal con la menor pérdida de carga posible, no necesitando éstas, en la mayoría de los casos, ningún tipo especial de aislamiento térmico.

Todas las redes de tuberías deben diseñarse de tal manera que puedan vaciarse de forma parcial y total, a través de un elemento que tenga un diámetro nominal mínimo de 20 mm.

5.6 Válvulas

La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñan y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura), 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.

A los efectos de este PCT, no se permitirá la utilización de válvulas de compuerta.

El acabado de las superficies de asiento y obturador debe asegurar la estanqueidad al cierre de las válvulas, para las condiciones de servicio especificadas.

El volante y la palanca deben ser de dimensiones suficientes para asegurar el cierre y la apertura de forma manual con la aplicación de una fuerza razonable, sin la ayuda de medios auxiliares. El órgano de mando no deberá interferir con el aislamiento térmico de la tubería y del cuerpo de válvula.

Las superficies del asiento y del obturador deben ser recambiables. La empaquetadura debe ser recambiable en servicio, con válvula abierta a tope, sin necesidad de desmontarla.

Las válvulas roscadas y las de mariposa serán de diseño tal que, cuando estén correctamente acopladas a las tuberías, no tengan lugar interferencias entre la tubería y el obturador.

En el cuerpo de la válvula irán troquelados la presión nominal PN, expresada en bar o kp/cm², y el diámetro nominal DN, expresado en mm o pulgadas, al menos cuando el diámetro sea igual o superior a 25 mm.

La presión nominal mínima de todo tipo de válvulas y accesorios deberá ser igual o superior a 4 kp/cm².

Los diámetros libres en los asientos de las válvulas tienen que ser correspondientes con los diámetros nominales de las mismas, y en ningún caso inferiores 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.

Los purgadores automáticos de aire 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.

Los purgadores automáticos resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito.

5.7 Vasos de expansión

a) Vasos de expansión abiertos

Los vasos de expansión abiertos cumplirán los siguientes requisitos:

Los vasos de expansión abiertos se construirán soldados o remachados, en todas sus juntas, y reforzados para evitar deformaciones, cuando su volumen lo exija.

El material y tratamiento del vaso de expansión será capaz de resistir la temperatura máxima de trabajo.

El volumen útil del vaso de expansión abierto se determinará de forma que sea capaz de absorber la expansión completa del fluido de trabajo entre las temperaturas extremas de funcionamiento.

El nivel mínimo libre de agua de los vasos de expansión abiertos se situará a una altura mínima de 2,5 metros sobre el punto más alto de la instalación.

Los vasos de expansión abiertos tendrán una salida de rebosamiento.

Los vasos de expansión abiertos, cuando se utilicen como sistemas de llenado o de rellenado, dispondrán de una línea de alimentación automática, mediante sistemas tipo flotador o similar.

La salida de rebosamiento se situará de forma que el incremento del volumen de agua antes del rebose sea igual o mayor que un tercio del volumen del depósito. Al mismo tiempo, permitirá que, con agua fría, el nivel sea tal que al incrementar la temperatura de agua en el sistema a la temperatura máxima de trabajo, no se produzca derrame de la misma.

En ningún caso la diferencia de alturas entre el nivel de agua fría en el depósito y el rebosadero será inferior a 3 cm.

El diámetro del rebosadero será igual o mayor al diámetro de la tubería de llenado. En todo caso, el dimensionado del diámetro del rebosadero asegurará que, con válvulas de flotador totalmente abiertas y una presión de red de 4 kp/cm², no se produzca derramamiento de agua.

La capacidad de aforo de la válvula de flotación, cuando se utilice como sistema de llenado, no será inferior a 5 l/min. En todo caso, el diámetro de la tubería de llenado no será inferior a ½ pulgada o 15 mm.

El flotador del sistema de llenado resistirá, sin deterioro, la temperatura máxima de trabajo durante 48 horas.

b) Vasos de expansión cerrados

La tubería de conexión del vaso de expansión no se aislará térmicamente y tendrá volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso.

Los datos que sirven de base para la selección del vaso son los siguientes:

- Volumen total de agua en la instalación, en litros.

- Temperatura mínima de funcionamiento, para la cual se asumirá el valor de 4°C, a la que corresponde la máxima densidad.
- Temperatura máxima que pueda alcanzar el agua durante el funcionamiento de la instalación.
- Presiones mínima y máxima de servicio, en bar, cuando se trate de vasos cerrados.
- Volumen de expansión calculado, en litros.

Los cálculos darán como resultado final el volumen total del vaso y la presión nominal PN, que son los datos que definen sus características de funcionamiento. Los vasos de expansión cerrados cumplirán con el Reglamento de Recipientes a Presión y estarán debidamente timbrados.

La temperatura extrema del circuito primario será, como mínimo, la temperatura de estancamiento del captador.

El volumen de dilatación será, como mínimo, igual al 4,3 % del volumen total de fluido en el circuito primario.

Los vasos de expansión cerrados se dimensionarán de forma que la presión mínima en frío en el punto más alto del circuito no sea inferior a 1,5 kp/cm² y la presión máxima en caliente en cualquier punto del circuito no supere la presión máxima de trabajo de los componentes.

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 esté disponible de nuevo.

Cuando el medio de transferencia de calor pueda evaporarse bajo condiciones de estancamiento, hay que realizar un dimensionado especial del volumen de expansión: Además de dimensionarlo como es usual en sistemas de calefacción cerrados (la expansión del medio de transferencia de calor completo), 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 un 10 %.

5.8 Sistema eléctrico y de control

El sistema eléctrico y de control cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) en todos aquellos puntos que sean de aplicación. Los cuadros serán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

El usuario estará protegido contra posibles contactos directos e indirectos.

El sistema de control incluirá señalizaciones luminosas de la alimentación del sistema del funcionamiento de bombas.

El rango de temperatura ambiente de funcionamiento del sistema de control estará, como mínimo, entre -10°C y 50°C.

El tiempo mínimo entre fallos especificados por el fabricante del sistema de control diferencial no será inferior a 7000 horas.

Los sensores de temperaturas soportarán las máximas temperaturas previstas en el lugar en que se ubiquen. Deberán soportar sin alteraciones de más de 1 °C, las siguientes temperaturas en función de la aplicación:

- A.C.S. y calefacción por suelo radiante y “fan-coil”: 100 °C
- Refrigeración/calefacción: 140 °C
- Usos industriales: en función de la temperatura de uso

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la misma. Para conseguirlo en el caso de las de inmersión, se instalarán en contracorriente con el fluido. Los sensores de temperatura deberán estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que éstas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos. No se permite el uso permanente de termómetros o sondas de contacto.

Preferentemente, las sondas serán de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica.

5.8.1 Sistema de monitorización

El sistema de monitorización realizará la adquisición de datos, al menos con la siguiente frecuencia:

- Toma de medidas o estados de funcionamiento: cada minuto
- Cálculo de medias de valores y registro: cada 10 minutos
- Tiempo de almacenamiento de datos registrados: mínimo 1 año

Las variables analógicas que deben ser medidas por el sistema de monitorización serán seis como mínimo, y entre las cuales deberán estar las cuatro siguientes:

- Temperatura de entrada de agua fría
- Temperatura de suministro de agua caliente solar
- Temperatura de suministro de agua caliente a consumo
- Caudal de agua de consumo

El sistema de monitorización registrará, con la misma frecuencia, el estado de funcionamiento de las bombas de circulación de primario y secundario, la actuación de las limitaciones por máxima o mínima y el funcionamiento del sistema de energía auxiliar.

Opcionalmente, el sistema de monitorización medirá, además, las siguientes variables:

- Temperatura de entrada a captadores
- Temperatura de salida de captadores
- Temperatura de entrada secundario
- Temperatura de salida secundario
- Radiación global sobre plano de captadores
- Temperatura ambiente exterior
- Presión de agua en circuito primario
- Temperatura fría del acumulador
- Temperatura caliente del acumulador
- Temperaturas de salidas de varios grupos de captadores
- Variables que permitan el conocimiento del consumo energético del sistema auxiliar

El tratamiento de los datos medidos proporcionará, al menos, los siguientes resultados:

- Temperatura media de suministro de agua caliente a consumo
- Temperatura media de suministro de agua caliente solar
- Demanda de energía térmica diaria
- Energía solar térmica aportada
- Energía auxiliar consumida
- Fracción solar media
- Consumos propios de la instalación (bombas, controles, etc.)

Con los datos registrados se procederá al análisis de resultados y evaluación de las prestaciones diarias de la instalación. Estos datos quedarán archivados en un registro histórico de prestaciones.

Lista de referencias

- [1] Beckman, W.A., Klein, S.A. y Duffie, J.A.: *Proyecto de sistemas térmico-solares por el método de las curvas-f*. Editorial INDEX, 1982 (ATECYR: Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración).
- [2] Duffie, J. A. y Beckman, W. A: *Solar Engineering of Thermal Processes*. Editorial John Wiley & Sons, 1980.
- [3] MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO. INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO DE LA ENERGÍA, IDAE. *Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura*. Madrid, 2009.

PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO.....	II
1 Cuadro de precios 1.....	1
2 Cuadro de precios 2	6
3 Mediciones.....	12
4 Presupuesto y mediciones.....	18
5 Resumen de presupuesto	24

CUADRO DE PRECIOS 1

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 01 INSTALACIÓN SOLAR			
E1-1	ud	Montaje de estructura captadores Ud de estructura rectangular 2006 177 de Viessmann para montaje vertical sobre cubierta inclinada. capacidad para instalar 4 captadores Vitosol 200-F. Juego de anclajes para cubierta inclinada. Incluido montaje, elevación y pequeña obra.	1.969,68
			MIL NOVECIENTOS SESENTA Y NUEVE con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS
E1-2	ud	Interacumuladores Ud. Depósito para acumulación para precalentamiento de fluido de calefacción y ACS, marca Viessmann, modelo Vitocell 100-W, CVB, de 300 litros de capacidad, fabricado en acero inoxidable, con calentamiento interior de acero para la producción bivalente de ACS, forro exterior, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	1.926,27
			MIL NOVECIENTOS VEINTISEIS con VEINTISIETE CÉNTIMOS
E1-3	ud	Montaje de elementos interacumulador Elementos de Interacumulador Vitocell 100-W, CVB de 300 litros de Viessmann con termómetro, válvula de seguridad, vaciado, valvulería, purga automática, accesorios, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	562,01
			QUINIENTOS SESENTA Y DOS con UN CÉNTIMO
E1-4	ud	Vaso de expansión Salvador Escoda 5SMF Ud. Vaso de expansión Salvador Escoda 5 SMF de 5 litros con presión de 2.5 bar y una temperatura máxima de 110°C, tubería de enganche, valvulería, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	112,05
			CIENTO DOCE con CINCO CÉNTIMOS
E1-5	ud	Paneles solares VITOSOL 200-F Ud Captador solar plano Vitosol 200-F de Viessmann de alto rendimiento para montaje vertical. Superficie útil de captación 2,32 m. permite conexión en paralelo. Circuito hidráulico de parrilla de tubos de Cu22. Instalado sobre cubierta inclinada mediante una estructura de soporte de aluminio con elementos de conexión incluyendo racores, válvulas de corte, purgador, etc. Incluso transporte, montaje de captadores sobre estructura, conexionado, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.	2.514,84
			DOS MIL QUINIENTOS CATORCE con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
E2-5	Ud	Grupo de bombeo primario solar. Pack SOLAR-DIVICON Grupo de bombeo para el circuito primario, compuesto por 2 termómetros, válvula de seguridad tarada a 6 bar. con manómetro incorporado, bomba de circulación Grundfos, caudalímetro con tornillo para regulación de caudal, llave para llenado, llave para vaciado provista de tapón, 2 válvulas de paso con válvula antirretorno y aislamiento térmico. Totalmente instalado y en funcionamiento	827,83
			OCHOCIENTOS VEINTISIETE con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
E1-7	Ud	Intercambiador placas CIAT PWB 8 Ud. Sistema de intercambio de calor con cambiador de placas para trabajos a baja temperatura, fabricado por Ciatesa, modelo PWB 8 de 8 KW, incluido valvulería, termómetros, accesorios y pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	1.089,66
			MIL OCHENTA Y NUEVE con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
E1-8	MI	Tubería de cobre 22 x 20 mm MI. Tubería cobre rígido de 22 x 20 mm de diámetro exterior x interior, incluso puesta a punto de soldadura dura o blanda según corresponda, aislada con espuma elastomérica de Armaflex, de espesor nominal de 30 mm (exterior) y 20 mm (interior), recubierta de pintura protectora exterior del aislante, medida la unidad ejecutada, totalmente montada, probada y funcionando.	40,13
E1-9	Ud	Sistema de control VITOSOLIC 200 Ud. Sistema de regulación Vitosolic 200 de la marca Viessmann. Con 2 sondas de temperatura, sonda de temperatura del colector y calorímetro. Programa antilegionela, función antihielo. Incluso accesorios y pequeño material, totalmente montado, probado y funcionando.	1.598,57
E1-10	Ud	Medio portador de calor Ud. Medio portador de calor Tyfocor LS de 25 litros en recipiente desechable. Mezcla preparada para temperaturas de hasta -28°C	217,90
E1-11	ud	Refrigerador de estancamiento Ud. Refrigerador para proteger los componentes del sistema de exceso de temperatura	280,93

CUARENTA con TRECE CÉNTIMOS

MIL QUINIENTOS NOVENTA Y OCHO con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

DOSCIENTOS DIECISIETE con NOVENTA CÉNTIMOS

DOSCIENTOS OCHENTA con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 02 INSTALACIÓN ACS			
E2-1	ud	Interacumulador Ud. Depósito para acumulación para precalentamiento de fluido de calefacción y ACS, marca Viessmann, modelo Vitozell 100-W, de 300 litros de capacidad, fabricado en acero inoxidable, con calentamiento interior de acero para la producción bivalente de ACS, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	1.926,27
E2-2	ud	Montaje de elementos Interacumulador Elementos de Interacumulador BL1 de 300 litros de Ibersolar con termómetro, válvula de seguridad, vaciado, valvulería, purga automática, accesorios, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	562,01
E2-3	ud	Vaso de expansión Salvador Escoda 5SMF Ud. Vaso de expansión Salvador Escoda 5 SMF de 5 litros con presión de 2.5 bar y una temperatura máxima de 110°C, tubería de enganche, valvulería, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	112,59
E2-4	MI	Tubería Wirsbo EvalPEX 32X2,9 mm. MI. Tubería Wirsbo Eval-PEX de polietileno reticulado por el método Engel (Peróxido), de 32x2,9 mm. de diámetro, norma UNE 53.381 EX: 2001, con barrera externa antidifusión de oxígeno (etilvinil-alcohol), para red de calefacción (sistema monotubo, bitubo y colectores), aislada con aislante Armaflex 20 mm, con p.p. de accesorios. Totalmente instalada.	18,50
E2-5	Ud	Grupo de bombeo primario solar. Pack SOLAR-DIVICON Grupo de bombeo para el circuito primario, compuesto por 2 termómetros, válvula de seguridad tarada a 6 bar. con manómetro incorporado, bomba de circulación Grundfos, caudalímetro con tornillo para regulación de caudal, llave para llenado, llave para vaciado provista de tapón, 2 válvulas de paso con válvula antirretorno y aislamiento térmico. Totalmente instalado y en funcionamiento	827,83

MIL NOVECIENTOS VEINTISEIS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

QUINIENTOS SESENTA Y DOS con UN CÉNTIMOS

CIENTO DOCE con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

DIECIOCHO con CINCUENTA CÉNTIMOS

OCHOCIENTOS VEINTISIETE con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN			
E3-1	ud	Interacumulador Ud. Depósito para acumulación para precalentamiento de fluido de calefacción y ACS, marca Ibesolar, modelo BL1, de 300 litros de capacidad, fabricado en acero inoxidable, con intercambiador de serpentín como sistema de calentamiento indirecto, sistema solar, aislado térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectado en molde, forro exterior, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	1.926,27
			MIL NOVECIENTOS VEINTISEIS con VEINTISIETE CÉNTIMOS
E3-2	ud	Elementos de montaje Interacumulador Elementos de Interacumulador Vitozell 100-W CVB, de 300 litros de Viessmann con termómetro, válvula de seguridad, vaciado, valvulería, purga automática, accesorios, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	586,24
			QUINIENTOS OCHENTA Y SEIS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS
E3-3	MI	Tubería Wirsbo EvalPEX 20X2 mm. MI. Tubería Wirsbo Eval-PEX de polietileno reticulado por el método Engel (Peróxido), de 20x2 mm. de diámetro, norma UNE 53.381 EX: 2001, con barrera externa antidifusión de oxígeno (etilvinil-alcohol), para red de calefacción (sistema monotubo, bitubo y colectores), aislada con aislante Armaflex 20 mm, con p.p. de accesorios. Totalmente instalada.	13,66
			TRECE con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
E3-4	Ud	Válvula de tres Vías 1 1/2" Ud. Válvula mezcladora de 3 vías de 1 1/2" con servomotor SM-75 i/ accesorios, totalmente instalada.	231,72
			DOSCIENTOS TREINTA Y UN con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
E3-5	Ud	Caldera mural a gas THEMA NOx Ud. Caldera mixta a gas, atmosférica, electrónica sin piloto y seguridad por ionización, marca JOANES modelo CIPREA 20. Con una potencia útil variable desde 9,7 a 23.3 kW para calefacción y ACS. Modulante, sin saltos ni escalones desde el 40% hasta el 100%. Rendimiento del 90,3% sobre el PCI. Bomba de tres velocidades. Bypass ajustable. Con una producción en ACS de 11,3 l/min con un incremento de 30°C. Regulable desde 35 a 65°C. Sistema antiheladas, antibloqueo de bomba como también de la válvula de tres vías de la misma. Con vaso de expansión de calefacción de 8 litros. Con unas dimensiones de 72x40x32 Cable eléctrico con clavija y salida de gases, válvula de corte por cada salida y entrada, válvula antiretorno, montada, probada y funcionando.	1.221,79
			MIL DOSCIENTOS VEINTIUN con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
D30XW021	M2	Suelo rad. UPONOR Genius+central M2. Calefacción por suelo radiante sistema Uponor, con agua a baja temperatura circulando en circuito cerrado por tuberías de polietileno reticulado Uponor Wirsbo Eval-Pex 16x2 mm especial calefacción, según Norma UNE-EN ISO 15875, sobre panel moldeado de tetones portatubos Uponor con aislante de poliestireno de 11 mm. de espesor y densidad 20 Kg/m3., con zócalo o banda perimetral de espuma de polietileno, kit completo de colectores de polisulfona (provisto de colector de ida, colector de retorno, detectores, purgadores automáticos, válvulas de paso, termómetros, llaves de llenado y vaciado, tapones, soportes y adaptadores Uponor Q&E o tradicionales), aditivo para mortero Uponor, caja para colectores, y p.p. de sistema de regulación Uponor Wirsbo Genius inalámbrico con módulo de control, termostato transmisor por radio control, cabezal electrotérmico a 220 V, caja de conexión para regulación, grupo 45A de impulsión electrónico Uponor (provisto de circulador, sonda de contacto, by-pass con válvula tarada, válvula mezcladora de 3 vías, sonda exterior, sonda de impulsión, sonda interior y centralita de regulación). Totalmente instalado. No se incluye el equipo de producción de calor.	67,61
			SESENTA Y SIETE con SESENTA Y UN CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 04 AYUDA A LA OBRA			
E4-1	ud	Partida alzada a justificar para imprevistos	2.000,00
		DOS MIL	

CUADRO DE PRECIOS 2

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 01 INSTALACIÓN SOLAR			
E1-1	ud	Montaje de estructura captadores Ud de estructura rectangular 2006 177 de Viessmann para montaje vertical sobre cubierta inclinada. capacidad para instalar 4 captadores Vitosol 200-F. Juego de anclajes para cubierta inclinada. Incluido montaje, elevación y pequeña obra.	
			Mano de obra 170,80
			Resto de obra y materiales 1.798,88
			TOTAL PARTIDA 1.969,68
E1-2	ud	Interacumuladores Ud. Depósito para acumulación para precalentamiento de fluido de calefacción y ACS, marca Viessmann, modelo Vitocell 100-W, CVB, de 300 litros de capacidad, fabricado en acero inoxidable, con calentamiento interior de acero para la producción bivalente de ACS, forro exterior, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	
			Mano de obra 97,86
			Resto de obra y materiales 1.828,41
			TOTAL PARTIDA 1.926,27
E1-3	ud	Montaje de elementos interacumulador Elementos de Interacumulador Vitocell 100-W, CVB de 300 litros de Viessmann con termómetro, válvula de seguridad, vaciado, valvulería, purga automática, accesorios, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	
			Mano de obra 293,58
			Resto de obra y materiales 268,43
			TOTAL PARTIDA 562,01
E1-4	ud	Vaso de expansión Salvador Escoda 5SMF Ud. Vaso de expansión Salvador Escoda 5 SMF de 5 litros con presión de 2.5 bar y una temperatura máxima de 110°C, tubería de enganche, valvulería, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	
			Mano de obra 73,40
			Resto de obra y materiales 38,65
			TOTAL PARTIDA 112,05
E1-5	ud	Paneles solares VITOSOL 200-F Ud Captador solar plano Vitosol 200-F de Viessmann de alto rendimiento para montaje vertical. Superficie util de captación 2,32 m. permite conexión en paralelo. Circuito hidraulico de parrilla de tubos de Cu22. Instalado sobre cubierta inclinada mediante una estructura de soporte de aluminio con elementos de conexión incluyendo racores, válvulas de corte, purgador, etc. Incluso transporte, montaje de captadores sobre estructura, conexionado, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.	
			Mano de obra 391,44
			Resto de obra y materiales 2.123,40
			TOTAL PARTIDA 2.514,84
E2-5	Ud	Grupo de bombeo primario solar. Pack SOLAR-DIVICON Grupo de bombeo para el circuito primario, compuesto por 2 termómetros, válvula de seguridad tarada a 6 bar. con manómetro incorporado, bomba de circulación Grundfos, caudalímetro con tornillo para regulación de caudal, llave para llenado, llave para vaciado provista de tapón, 2 válvulas de paso con válvula antirretorno y aislamiento térmico. Totalmente instalado y en funcionamiento	
			Mano de obra 195,72
			Resto de obra y materiales 632,11
			TOTAL PARTIDA 827,83

CUADRO DE PRECIOS 2

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
E1-7	Ud	Intercambiador placas CIAT PWB 8 Ud. Sistema de intercambio de calor con cambiador de placas para trabajos a baja temperatura, fabricado por Ciatesa, modelo PWB 8 de 8 KW , incluido valvulería, termómetros, accesorios y pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	
		Mano de obra	97,86
		Resto de obra y materiales	991,80
		TOTAL PARTIDA	1.089,66
E1-8	MI	Tubería de cobre 22 x 20 mm MI. Tubería cobre rígido de 22 x 20 mm de diámetro exterior x interior, incluso puesta a punto de soldadura dura o blanda según corresponda, aislada con espuma elastomérica de Armaflex, de espesor nominal de 30 mm (exterior) y 20 mm (interior), recubierta de pintura protectora exterior del aislante, medida la unidad ejecutada, totalmente montada, probada y funcionando.	
		Mano de obra	24,47
		Resto de obra y materiales	15,66
		TOTAL PARTIDA	40,13
E1-9	Ud	Sistema de control VITOSOLIC 200 Ud. Sistema de regulación Vitosolic 200 de la marca Viessmann. Con 2 sondas de temperatura, sonda de temperatura del colector y calorímetro. Programa antilegionela, función antihielo. Incluso accesorios y pequeño material, totalmente montado, probado y funcionando.	
		Mano de obra	293,58
		Resto de obra y materiales	1.304,99
		TOTAL PARTIDA	1.598,57
E1-10	Ud	Medio portador de calor Ud. Medio portador de calor Tyfocor LS de 25 litros en recipiente desechable. Mezcla preparada para temperaturas de hasta -28°C	
		Mano de obra	73,40
		Resto de obra y materiales	144,50
		TOTAL PARTIDA	217,90
E1-11	ud	Refrigerador de estancamiento Ud. Refrigerador para proteger los componentes del sistema de exceso de temperatura	
		Mano de obra	73,40
		Resto de obra y materiales	207,53
		TOTAL PARTIDA	280,93

CUADRO DE PRECIOS 2

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 02 INSTALACIÓN ACS			
E2-1	ud	Interacumulador Ud. Depósito para acumulación para precalentamiento de fluido de calefacción y ACS, marca Viessmann, modelo Vitocell 100-W, de 300 litros de capacidad, fabricado en acero inoxidable, con calentamiento interior de acero para la producción bivalente de ACS, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	
			Mano de obra 97,86
			Resto de obra y materiales 1.828,41
			TOTAL PARTIDA 1.926,27
E2-2	ud	Montaje de elementos Interacumulador Elementos de Interacumulador BL1 de 300 litros de lbersolar con termómetro, válvula de seguridad, vaciado, valvulería, purga automática, accesorios, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	
			Mano de obra 293,58
			Resto de obra y materiales 268,43
			TOTAL PARTIDA 562,01
E2-3	ud	Vaso de expansión Salvador Escoda 5SMF Ud. Vaso de expansión Salvador Escoda 5 SMF de 5 litros con presión de 2.5 bar y una temperatura máxima de 110°C, tubería de enganche, valvulería, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	
			Mano de obra 73,40
			Resto de obra y materiales 39,19
			TOTAL PARTIDA 112,59
E2-4	MI	Tubería Wirsbo EvalPEX 32X2,9 mm. MI. Tubería Wirsbo Eval-PEX de polietileno reticulado por el método Engel (Peróxido), de 32x2,9 mm. de diámetro, norma UNE 53.381 EX: 2001, con barrera externa antidifusión de oxígeno (etilvinil-alcohol), para red de calefacción (sistema monotubo, bitubo y colectores), aislada con aislante Armaflex 20 mm, con p.p. de accesorios. Totalmente instalada.	
			Mano de obra 0,92
			Resto de obra y materiales 17,58
			TOTAL PARTIDA 18,50
E2-5	Ud	Grupo de bombeo primario solar. Pack SOLAR-DIVICON Grupo de bombeo para el circuito primario, compuesto por 2 termómetros, válvula de seguridad tarada a 6 bar. con manómetro incorporado, bomba de circulación Grundfos, caudalímetro con tornillo para regulación de caudal, llave para llenado, llave para vaciado provista de tapón, 2 válvulas de paso con válvula antirretorno y aislamiento térmico. Totalmente instalado y en funcionamiento	
			Mano de obra 195,72
			Resto de obra y materiales 632,11
			TOTAL PARTIDA 827,83

CUADRO DE PRECIOS 2

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN			
E3-1	ud	Interacumulador Ud. Depósito para acumulación para precalentamiento de fluido de calefacción y ACS, marca Ibesolar, modelo BL1, de 300 litros de capacidad, fabricado en acero inoxidable, con intercambiador de serpentín como sistema de calentamiento indirecto, sistema solar, aislado térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectado en molde, forro exterior, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	
			Mano de obra 97,86
			Resto de obra y materiales 1.828,41
			TOTAL PARTIDA 1.926,27
E3-2	ud	Elementos de montaje Interacumulador Elementos de Interacumulador Vitocell 100-W CVB, de 300 litros de Viessmann con termómetro, válvula de seguridad, vaciado, valvulería, purga automática, accesorios, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.	
			Mano de obra 293,58
			Resto de obra y materiales 292,66
			TOTAL PARTIDA 586,24
E3-3	MI	Tubería Wirsbo EvalPEX 20X2 mm. MI. Tubería Wirsbo Eval-PEX de polietileno reticulado por el método Engel (Peróxido), de 20x2 mm. de diámetro, norma UNE 53.381 EX: 2001, con barrera externa antidifusión de oxígeno (etilvinil-alcohol), para red de calefacción (sistema monotubo, bitubo y colectores), aislada con aislante Armaflex 20 mm, con p.p. de accesorios. Totalmente instalada.	
			Mano de obra 0,92
			Resto de obra y materiales 12,74
			TOTAL PARTIDA 13,66
E3-4	Ud	Válvula de tres Vías 1 1/2" Ud. Válvula mezcladora de 3 vías de 1 1/2" con servomotor SM-75 i/ accesorios, totalmente instalada.	
			Mano de obra 43,35
			Resto de obra y materiales 188,37
			TOTAL PARTIDA 231,72
E3-5	Ud	Caldera mural a gas THEMA NOx Ud. Caldera mixta a gas, atmosférica, electrónica sin piloto y seguridad por ionización, marca JOANES modelo CIPREA 20. Con una potencia útil variable desde 9,7 a 23.3 kW para calefacción y ACS. Modulante, sin saltos ni escalones desde el 40% hasta el 100%. Rendimiento del 90,3% sobre el PCI. Bomba de tres velocidades. Bypass ajustable. Con una producción en ACS de 11,3 l/min con un incremento de 30°C. Regulable desde 35 a 65°C. Sistema antiheladas, antibloqueo de bomba como también de la válvula de tres vías de la misma. Con vaso de expansión de calefacción de 8 litros. Con unas dimensiones de 72x40x32 Cable eléctrico con clavija y salida de gases, válvula de corte por cada salida y entrada, válvula antiretorno, montada, probada y funcionando.	
			Mano de obra 202,30
			Resto de obra y materiales 1.019,49
			TOTAL PARTIDA 1.221,79

CUADRO DE PRECIOS 2

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
D30XW021	M2	<p>Suelo rad. UPONOR Genius+central</p> <p>M2. Calefacción por suelo radiante sistema Uponor, con agua a baja temperatura circulando en circuito cerrado por tuberías de polietileno reticulado Uponor Wirsbo Eval-Pex 16x2 mm especial calefacción, según Norma UNE-EN ISO 15875, sobre panel moldeado de tetones portatubos Uponor con aislante de poliestireno de 11 mm. de espesor y densidad 20 Kg/m3., con zócalo o banda perimetral de espuma de polietileno, kit completo de colectores de polisulfona (provisto de colector de ida, colector de retorno, detentores, purgadores automáticos, válvulas de paso, termómetros, llaves de llenado y vaciado, tapones, soportes y adaptadores Uponor Q&E o tradicionales), aditivo para mortero Uponor, caja para colectores, y p.p. de sistema de regulación Uponor Wirsbo Genius inalámbrico con módulo de control, termostato transmisor por radio control, cabezal electrotérmico a 220 V, caja de conexión para regulación, grupo 45A de impulsión electrónico Uponor (provisto de circulador, sonda de contacto, by-pass con válvula tarada, válvula mezcladora de 3 vías, sonda exterior, sonda de impulsión, sonda interior y centralita de regulación). Totalmente instalado. No se incluye el equipo de producción de calor.</p>	
			Mano de obra 8,91
			Resto de obra y materiales 58,70
			TOTAL PARTIDA 67,61

CUADRO DE PRECIOS 2

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
--------	----	---------	--------

CAPÍTULO 04 AYUDA A LA OBRA

E4-1	ud	Partida alzada a justificar para imprevistos	
TOTAL PARTIDA			2.000,00

MEDICIONES

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

CAPÍTULO 01 INSTALACIÓN SOLAR

E1-1	ud Montaje de estructura captadores Ud de estructura rectangular 2006 177 de Viessmann para montaje vertical sobre cubierta inclinada. capacidad para instalar 4 captadores Vitosol 200-F. Juego de anclajes para cubierta inclinada. Incluido montaje, elevación y pequeña obra.					
ACT0010	Montaje estructura y componentes	1				1,00
E1-2	ud Interacumuladores Ud. Depósito para acumulación para precalentamiento de fluido de calefacción y ACS, marca Viessmann, modelo Vitocell 100-W, CVB, de 300 litros de capacidad, fabricado en acero inoxidable, con calentamiento interior de acero para la producción bivalente de ACS, forro exterior, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.					1,00
ACT0010	Montaje e interacumulador	1				1,00
E1-3	ud Montaje de elementos interacumulador Elementos de Interacumulador Vitocell 100-W, CVB de 300 litros de Viessmann con termómetro, válvula de seguridad, vaciado, valvulería, purga automática, accesorios, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.					1,00
ACT0010	Montaje y componentes del interacumulador	1				1,00
E1-4	ud Vaso de expansión Salvador Escoda 5SMF Ud. Vaso de expansión Salvador Escoda 5 SMF de 5 litros con presión de 2.5 bar y una temperatura máxima de 110°C, tubería de enganche, valvulería, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.					1,00
ACT0010	Montaje y material	1				1,00
E1-5	ud Paneles solares VITOSOL 200-F Ud Captador solar plano Vitosol 200-F de Viessmann de alto rendimiento para montaje vertical. Superficie util de captación 2,32 m. permite conexión en paralelo. Circuito hidraulico de parrilla de tubos de Cu22. Instalado sobre cubierta inclinada mediante una estructura de soporte de aluminio con elementos de conexión incluyendo racores, válvulas de corte, purgador, etc. Incluso transporte, montaje de captadores sobre estructura, conexionado, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.					4,00
ACT0010	Montaje y material	4				4,00
E2-5	Ud Grupo de bombeo primario solar. Pack SOLAR-DIVICON Grupo de bombeo para el circuito primario, compuesto por 2 termómetros, válvula de seguridad tarada a 6 bar. con manómetro incorporado, bomba de circulación Grundfos, caudalímetro con tornillo para regulación de caudal, llave para llenado, llave para vaciado provista de tapón, 2 válvulas de paso con válvula antirretorno y aislamiento térmico. Totalmente instalado y en funcionamiento					1,00
ACT0010	Montaje y material grupo de impulsión	1				1,00
E1-7	Ud Intercambiador placas CIAT PWB 8 Ud. Sistema de intercambio de calor con cambiador de placas para trabajos a baja temperatura, fabricado por Ciatesa, modelo PWB 8 de 8 KW , incluido valvulería, termómetros, accesorios y pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.					1,00
ACT0010	Montaje y material de intercambiador	1				1,00

MEDICIONES

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
E1-8	MI Tubería de cobre 22 x 20 mm MI. Tubería cobre rígido de 22 x 20 mm de diámetro exterior x interior, incluso puesta a punto de soldadura dura o blanda según corresponda, aislada con espuma elastomérica de Armaflex, de espesor nominal de 30 mm (exterior) y 20 mm (interior), recubierta de pintura protectora exterior del aislante, medida la unidad ejecutada, totalmente montada, probada y funcionando.						1,00
ACT0010	Montaje y material, tubería cobre 22x20 mm aislada	28,69				28,69	
							28,69
E1-9	Ud Sistema de control VITOSOLIC 200 Ud. Sistema de regulación Vitosolic 200 de la marca Viessmann. Con 2 sondas de temperatura, sonda de temperatura del colector y calorímetro. Programa antilegionela, función antihielo. Incluso accesorios y pequeño material, totalmente montado, probado y funcionando.						
ACT0010	Montaje y material de sistema de control	1				1,00	
							1,00
E1-10	Ud Medio portador de calor Ud. Medio portador de calor Tyfocor LS de 25 litros en recipiente desechable. Mezcla preparada para temperaturas de hasta -28°C						
ACT0010	Montaje y material	1				1,00	
							1,00
E1-11	ud Refrigerador de estancamiento Ud. Refrigerador para proteger los componentes del sistema de exceso de temperatura						
ACT0010	Montaje y material de refrigerador de estancamiento	1				1,00	
							1,00

MEDICIONES

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

CAPÍTULO 02 INSTALACIÓN ACS

E2-1 ud Interacumulador

Ud. Depósito para acumulación para precalentamiento de fluido de calefacción y ACS, marca Viessmann, modelo Vitocell 100-W, de 300 litros de capacidad, fabricado en acero inoxidable, con calentamiento interior de acero para la producción bivalente de ACS, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.

ACT0010 Montaje e interacumulador 1 1,00

1,00

E2-2 ud Montaje de elementos Interacumulador

Elementos de Interacumulador BL1 de 300 litros de Ibersolar con termómetro, válvula de seguridad, vaciado, valvulería, purga automática, accesorios, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.

ACT0010 Montaje de elementos y material 1 1,00

1,00

E2-3 ud Vaso de expansión Salvador Escoda 5SMF

Ud. Vaso de expansión Salvador Escoda 5 SMF de 5 litros con presión de 2.5 bar y una temperatura máxima de 110°C, tubería de enganche, valvulería, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.

ACT0010 Montado y material 1 1,00

1,00

E2-4 MI Tubería Wirsbo EvalPEX 32X2,9 mm.

MI. Tubería Wirsbo Eval-PEX de polietileno reticulado por el método Engel (Peróxido), de 32x2,9 mm. de diámetro, norma UNE 53.381 EX: 2001, con barrera externa antidifusión de oxígeno (etilvinil-alcohol), para red de calefacción (sistema monotubo, bitubo y colectores), aislada con aislante Armaflex 20 mm, con p.p. de accesorios. Totalmente instalada.

ACT0010 , tubería Wirsbo eval-pex 32x2.9 mm 4,94 4,94

4,94

E2-5 Ud Grupo de bombeo primario solar. Pack SOLAR-DIVICON

Grupo de bombeo para el circuito primario, compuesto por 2 termómetros, válvula de seguridad tarada a 6 bar. con manómetro incorporado, bomba de circulación Grundfos, caudalímetro con tornillo para regulación de caudal, llave para llenado, llave para vaciado provista de tapón, 2 válvulas de paso con válvula antirretorno y aislamiento térmico. Totalmente instalado y en funcionamiento

ACT0010 Montaje y grupo de impulsión 1 1,00

1,00

MEDICIONES

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA PARCIALES CANTIDAD

CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

E3-1	ud Interacumulador Ud. Depósito para acumulación para precalentamiento de fluido de calefacción y ACS, marca Ibesolar, modelo BL1, de 300 litros de capacidad, fabricado en acero inoxidable, con intercambiador de serpentín como sistema de calentamiento indirecto, sistema solar, aislado térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectado en molde, forro exterior, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.				
ACT0010	Montaje e interacumulador	1			1,00
E3-2	ud Elementos de montaje Interacumulador Elementos de Interacumulador Vitocell 100-W CVB, de 300 litros de Viessmann con termómetro, válvula de seguridad, vaciado, valvulería, purga automática, accesorios, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.				1,00
ACT0010	Montaje y elementos intercambiador	1			1,00
E3-3	MI Tubería Wirsbo EvalPEX 20X2 mm. MI. Tubería Wirsbo Eval-PEX de polietileno reticulado por el método Engel (Peróxido), de 20x2 mm. de diámetro, norma UNE 53.381 EX: 2001, con barrera externa antidifusión de oxígeno (etilvinil-alcohol), para red de calefacción (sistema monotubo, bitubo y colectores), aislada con aislante Armaflex 20 mm, con p.p. de accesorios. Totalmente instalada.				1,00
ACT0010	Montaje y material Tubería Wirsbo eval-pex 20x2 mm	27			27,00
E3-4	Ud Válvula de tres Vías 1 1/2" Ud. Válvula mezcladora de 3 vías de 1 1/2" con servomotor SM-75 i/ accesorios, totalmente instalada.				27,00
ACT0010	Montaje y material Válvula de tres vías	3			3,00
E3-5	Ud Caldera mural a gas THEMA NOx Ud. Caldera mixta a gas, atmosférica, electrónica sin piloto y seguridad por ionización, marca JOANES modelo CIPREA 20. Con una potencia útil variable desde 9,7 a 23.3 kW para calefacción y ACS. Modulante, sin saltos ni escalones desde el 40% hasta el 100%. Rendimiento del 90,3% sobre el PCI. Bomba de tres velocidades. Bypass ajustable. Con una producción en ACS de 11,3 l/min con un incremento de 30°C. Regulable desde 35 a 65°C. Sistema antiheladas, antibloqueo de bomba como también de la válvula de tres vías de la misma. Con vaso de expansión de calefacción de 8 litros. Con unas dimensiones de 72x40x32 Cable eléctrico con clavija y salida de gases, válvula de corte por cada salida y entrada, válvula antiretorno, montada, probada y funcionando.				3,00
ACT0010	Montaje y Caldera con componentes	1			1,00
D30XW021	M2 Suelo rad. UPONOR Genius+central M2. Calefacción por suelo radiante sistema Uponor, con agua a baja temperatura circulando en circuito cerrado por tuberías de polietileno reticulado Uponor Wirsbo Eval-Pex 16x2 mm especial calefacción, según Norma UNE-EN ISO 15875, sobre panel moldeado de tetones portatubos Uponor con aislante de poliestireno de 11 mm. de espesor y densidad 20 Kg/m3., con zócalo o banda perimetral de espuma de polietileno, kit completo de colectores de polisulfona (provisto de colector de ida, colector de retorno, detentores, purgadores automáticos, válvulas de paso, termómetros, llaves de llenado y vaciado, tapones, soportes y adaptadores Uponor Q&E o tradicionales), aditivo para mortero Uponor, caja para colectores, y p.p. de sistema de regulación Uponor Wirsbo Genius inalambrico con módulo de control, termostato transmisor por radio control, cabezal electrotérmico a 220 V, caja de conexión para regulación, grupo 45A de impulsión electrónico Uponor (provisto de circulador, sonda de contacto, by-pass con válvula tarada, válvula mezcladora de 3 vías, sonda exterior, sonda de impulsión, sonda interior y centralita de regulación). Totalmente instalado. No se incluye el equipo de producción de calor.				1,00

MEDICIONES

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
ACT0010	Montaje de suelo radiante	1	129,30			129,30	<hr/> 129,30

MEDICIONES

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------

CAPÍTULO 04 AYUDA A LA OBRA

E4-1	ud	Partida alzada a justificar para imprevistos					
------	----	--	--	--	--	--	--

1,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 INSTALACIÓN SOLAR									
E1-1	ud Montaje de estructura captadores Ud de estructura rectangular 2006 177 de Viessmann para montaje vertical sobre cubierta inclinada. capacidad para instalar 4 captadores Vitosol 200-F. Juego de anclajes para cubierta inclinada. Incluido montaje, elevación y pequeña obra.								
ACT0010	Montaje estructura y componentes	1					1,00		
								1,00	1.969,68
E1-2	ud Interacumuladores Ud. Depósito para acumulación para precalentamiento de fluido de calefacción y ACS, marca Viessmann, modelo Vitocell 100-W, CVB, de 300 litros de capacidad, fabricado en acero inoxidable, con calentamiento interior de acero para la producción bivalente de ACS, forro exterior, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.								
ACT0010	Montaje e interacumulador	1					1,00		
								1,00	1.926,27
E1-3	ud Montaje de elementos interacumulador Elementos de Interacumulador Vitocell 100-W, CVB de 300 litros de Viessmann con termómetro, válvula de seguridad, vaciado, valvulería, purga automática, accesorios, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.								
ACT0010	Montaje y componentes del interacumulador	1					1,00		
								1,00	562,01
E1-4	ud Vaso de expansión Salvador Escoda 5SMF Ud. Vaso de expansión Salvador Escoda 5 SMF de 5 litros con presión de 2.5 bar y una temperatura máxima de 110°C, tubería de enganche, valvulería, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.								
ACT0010	Montaje y material	1					1,00		
								1,00	112,05
E1-5	ud Paneles solares VITOSOL 200-F Ud Captador solar plano Vitosol 200-F de Viessmann de alto rendimiento para montaje vertical. Superficie util de captación 2,32 m. permite conexión en paralelo. Circuito hidraulico de parrilla de tubos de Cu22. Instalado sobre cubierta inclinada mediante una estructura de soporte de aluminio con elementos de conexión incluyendo racores, válvulas de corte, purgador, etc. Incluso transporte, montaje de captadores sobre estructura, conexionado, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.								
ACT0010	Montaje y material	4					4,00		
								4,00	2.514,84
E2-5	Ud Grupo de bombeo primario solar. Pack SOLAR-DIVICON Grupo de bombeo para el circuito primario, compuesto por 2 termómetros, válvula de seguridad tarada a 6 bar. con manómetro incorporado, bomba de circulación Grundfos, caudalímetro con tornillo para regulación de caudal, llave para llenado, llave para vaciado provista de tapón, 2 válvulas de paso con válvula antirretorno y aislamiento térmico. Totalmente instalado y en funcionamiento								
ACT0010	Montaje y material grupo de impulsión	1					1,00		
								1,00	827,83
E1-7	Ud Intercambiador placas CIAT PWB 8 Ud. Sistema de intercambio de calor con cambiador de placas para trabajos a baja temperatura, fabricado por Ciatesa, modelo PWB 8 de 8 KW , incluido valvulería, termómetros, accesorios y pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.								
ACT0010	Montaje y material de intercambiador	1					1,00		

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E1-8	MI Tubería de cobre 22 x 20 mm MI. Tubería cobre rígido de 22 x 20 mm de diámetro exterior x interior, incluso puesta a punto de soldadura dura o blanda según corresponda, aislada con espuma elastomérica de Armaflex, de espesor nominal de 30 mm (exterior) y 20 mm (interior), recubierta de pintura protectora exterior del aislante, medida la unidad ejecutada, totalmente montada, probada y funcionando.						1,00	1.089,66	1.089,66
ACT0010	Montaje y material, tubería cobre 22x20 mm aislada	28,69				28,69			
							28,69	40,13	1.151,33
E1-9	Ud Sistema de control VITOSOLIC 200 Ud. Sistema de regulación Vitosolic 200 de la marca Viessmann. Con 2 sondas de temperatura, sonda de temperatura del colector y calorímetro. Programa antilegionela, función antihielo. Incluso accesorios y pequeño material, totalmente montado, probado y funcionando.								
ACT0010	Montaje y material de sistema de control	1				1,00			
							1,00	1.598,57	1.598,57
E1-10	Ud Medio portador de calor Ud. Medio portador de calor Tyfocor LS de 25 litros en recipiente desechable. Mezcla preparada para temperaturas de hasta -28°C								
ACT0010	Montaje y material	1				1,00			
							1,00	217,90	217,90
E1-11	ud Refrigerador de estancamiento Ud. Refrigerador para proteger los componentes del sistema de exceso de temperatura								
ACT0010	Montaje y material de refrigerador de estancamiento	1				1,00			
							1,00	280,93	280,93
TOTAL CAPÍTULO 01 INSTALACIÓN SOLAR.....									19.795,59

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 INSTALACIÓN ACS									
E2-1	ud Interacumulador Ud. Depósito para acumulación para precalentamiento de fluido de calefacción y ACS, marca Viessmann, modelo Vitocell 100-W, de 300 litros de capacidad, fabricado en acero inoxidable, con calentamiento interior de acero para la producción bivalente de ACS, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.								
ACT0010	Montaje e interacumulador	1					1,00		
								1,00	1.926,27
									1.926,27
E2-2	ud Montaje de elementos Interacumulador Elementos de Interacumulador BL1 de 300 litros de Ibersolar con termómetro, válvula de seguridad, vaciado, valvulería, purga automática, accesorios, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.								
ACT0010	Montaje de elementos y material	1					1,00		
								1,00	562,01
									562,01
E2-3	ud Vaso de expansión Salvador Escoda 5SMF Ud. Vaso de expansión Salvador Escoda 5 SMF de 5 litros con presión de 2.5 bar y una temperatura máxima de 110°C, tubería de enganche, valvulería, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.								
ACT0010	Montado y material	1					1,00		
								1,00	112,59
									112,59
E2-4	MI Tubería Wirsbo EvalPEX 32X2,9 mm. MI. Tubería Wirsbo Eval-PEX de polietileno reticulado por el método Engel (Peróxido), de 32x2,9 mm. de diámetro, norma UNE 53.381 EX: 2001, con barrera externa antidifusión de oxígeno (etilvinil-alcohol), para red de calefacción (sistema monotubo, bitubo y colectores), aislada con aislante Armaflex 20 mm, con p.p. de accesorios. Totalmente instalada.								
ACT0010	, tubería Wirsbo eval-pex 32x2.9 mm	4,94					4,94		
								4,94	18,50
									91,39
E2-5	Ud Grupo de bombeo primario solar. Pack SOLAR-DIVICON Grupo de bombeo para el circuito primario, compuesto por 2 termómetros, válvula de seguridad tarada a 6 bar. con manómetro incorporado, bomba de circulación Grundfos, caudalímetro con tornillo para regulación de caudal, llave para llenado, llave para vaciado provista de tapón, 2 válvulas de paso con válvula antirretorno y aislamiento térmico. Totalmente instalado y en funcionamiento								
ACT0010	Montaje y grupo de impulsión	1					1,00		
								1,00	827,83
									827,83
TOTAL CAPÍTULO 02 INSTALACIÓN ACS.....									3.520,09

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN									
E3-1	ud Interacumulador Ud. Depósito para acumulación para precalentamiento de fluido de calefacción y ACS, marca Ibesolar, modelo BL1, de 300 litros de capacidad, fabricado en acero inoxidable, con intercambiador de serpentín como sistema de calentamiento indirecto, sistema solar, aislado térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectado en molde, forro exterior, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.								
ACT0010	Montaje e interacumulador	1					1,00	1.926,27	1.926,27
E3-2	ud Elementos de montaje Interacumulador Elementos de Interacumulador Vitocell 100-W CVB, de 300 litros de Viessmann con termómetro, válvula de seguridad, vaciado, valvulería, purga automática, accesorios, pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.								
ACT0010	Montaje y elementos intercambiador	1					1,00	586,24	586,24
E3-3	MI Tubería Wirsbo EvalPEX 20X2 mm. MI. Tubería Wirsbo Eval-PEX de polietileno reticulado por el método Engel (Peróxido), de 20x2 mm. de diámetro, norma UNE 53.381 EX: 2001, con barrera externa antidifusión de oxígeno (etilvinil-alcohol), para red de calefacción (sistema monotubo, bitubo y colectores), aislada con aislante Armaflex 20 mm, con p.p. de accesorios. Totalmente instalada.								
ACT0010	Montaje y material Tubería Wirsbo eval-pex 20x2 mm	27					27,00	13,66	368,82
E3-4	Ud Válvula de tres Vías 1 1/2" Ud. Válvula mezcladora de 3 vías de 1 1/2" con servomotor SM-75 i/ accesorios, totalmente instalada.								
ACT0010	Montaje y material Válvula de tres vías	3					3,00	231,72	695,16
E3-5	Ud Caldera mural a gas THEMA NOx Ud. Caldera mixta a gas, atmosférica, electrónica sin piloto y seguridad por ionización, marca JOANES modelo CIPREA 20. Con una potencia útil variable desde 9,7 a 23.3 kW para calefacción y ACS. Modulante, sin saltos ni escalones desde el 40% hasta el 100%. Rendimiento del 90,3% sobre el PCI. Bomba de tres velocidades. Bypass ajustable. Con una producción en ACS de 11,3 l/min con un incremento de 30°C. Regulable desde 35 a 65°C. Sistema antiheladas, antibloqueo de bomba como también de la válvula de tres vías de la misma. Con vaso de expansión de calefacción de 8 litros. Con unas dimensiones de 72x40x32 Cable eléctrico con clavija y salida de gases, válvula de corte por cada salida y entrada, válvula antiretorno, montada, probada y funcionando.								
ACT0010	Montaje y Caldera con componentes	1					1,00	1.221,79	1.221,79
D30XW021	M2 Suelo rad. UPONOR Genius+central M2. Calefacción por suelo radiante sistema Uponor, con agua a baja temperatura circulando en circuito cerrado por tuberías de polietileno reticulado Uponor Wirsbo Eval-Pex 16x2 mm especial calefacción, según Norma UNE-EN ISO 15875, sobre panel moldeado de tetones portatubos Uponor con aislante de poliestireno de 11 mm. de espesor y densidad 20 Kg/m3., con zócalo o banda perimetral de espuma de polietileno, kit completo de colectores de polisulfona (provisto de colector de ida, colector de retorno, detentores, purgadores automáticos, válvulas de paso, termómetros, llaves de llenado y vaciado, tapones, soportes y adaptadores Uponor Q&E o tradicionales), aditivo para mortero Uponor, caja para colectores, y p.p. de sistema de regulación Uponor Wirsbo Genius inalámbrico con módulo de control, termostato transmisor por radio control, cabezal electrotérmico a 220 V, caja de conexión para regulación, grupo 45A de impulsión electrónico Uponor (provisto de circulador, sonda de contacto, by-pass con válvula tarada, válvula mezcladora de 3 vías, sonda exterior, sonda de impulsión, sonda interior y centralita de regulación). Totalmente instalado. No se incluye el equipo de producción de calor.								

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
ACT0010	Montaje de suelo radiante	1	129,30			129,30			
							129,30	67,61	8.741,97
TOTAL CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN									13.540,25

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	---------

CAPÍTULO 04 AYUDA A LA OBRA

E4-1	ud	Partida alzada a justificar para imprevistos								
							1,00	2.000,00	2.000,00	
TOTAL CAPÍTULO 04 AYUDA A LA OBRA									2.000,00	
TOTAL									38.855,93	

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Aplicación de energía solar térmica a una vivienda unifamiliar

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	INSTALACIÓN SOLAR.....	19 795,59	50,95
2	INSTALACIÓN ACS	3 520,09	9,06
3	INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN	13 520,25	34,85
4	AYUDA A LA OBRA	2.000,00	5,15
	Ayuda a la obra ante posibles modificaciones o mejoras observadas por el instalador no observados a posteriori.		
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	38 855,93	
	13,00% Gastos generales	5 051,27	
	6,00 %..... Beneficio industrial..	2 331,36	
	SUMA DE G.G. y B.I.	7 382,63	
	21,00 % I.V.A.....	9 710,10	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	55 968,46	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	55 968,46	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CINCUENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Zamora, a 6 de junio de 2014.

ANEXO A: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

ÍNDICE DEL ESTUDIO BÁSICO DE Sys

ÍNDICE DEL ESTUDIO BÁSICO DE Sys	II
INDICE DE TABLAS	V
1 Objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud	1
1.1 Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud	1
1.2 Objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud	1
1.3 Metodología de evaluación de riesgos	2
1.4 Valoración cuantitativa del riesgo.....	2
1.4.1 Probabilidad o Frecuencia de Ocasión del Riesgo	3
1.4.2 Severidad del Riesgo	4
1.4.3 Valoración del Riesgo.....	6
2 Identificación de la obra	7
2.1 Tipo de obra	7
2.2 Plazo de ejecución.....	7
2.3 Número de trabajadores.....	7
3 Fases de obra objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud	8
3.1 Instalaciones eléctricas y audiovisuales.....	8
3.1.1 Identificación y valoración de los riesgos	8
3.1.2 Medidas preventivas.....	8
3.1.3 Medios auxiliares previstos	9
4 Trabajos anexos a las fases de obra.....	11
4.1 Circulación, accesos, pasillos y superficies de tránsito	11
4.1.1 Identificación de riesgos	11
4.1.2 Medidas preventivas.....	11
4.2 Manipulación de cargas	13
4.2.1 Características de la carga.	13
4.2.2 Esfuerzo físico necesario.....	13
4.2.3 Características del medio de trabajo.	14
4.2.4 Exigencias de la actividad.	15
4.2.5 Factores individuales de riesgo.....	15
4.3 Trabajos en altura	16
4.3.1 Identificación de los riesgos.....	16
4.3.2 Medidas preventivas.....	16

5	Protecciones colectivas a utilizar	18
5.1	Señalización.....	18
5.1.1	Tipos de señales.....	19
5.1.2	Cinta de señalización	19
5.2	Iluminación.....	19
5.3	Barandillas de protección.....	20
5.3.1	Riesgos a evitar	21
5.3.2	Partes constitutivas de la barandilla.....	21
6	Medios auxiliares y herramientas a utilizar	23
6.1	Escaleras.....	23
6.1.1	Identificación de riesgos	23
6.1.2	Escaleras manuales.....	23
6.1.3	Escaleras de madera	25
6.1.4	Escaleras metálicas	25
6.1.5	Escaleras tijera	25
6.2	Equipos de protección individual.....	26
6.3	Andamios.....	26
6.3.1	Andamios colgados	26
6.3.2	Características.....	28
6.3.3	Normas preventivas generales	29
6.4	Herramientas utilizadas	30
6.4.1	Taladro portátil	30
6.4.2	Herramientas manuales.....	32
6.4.3	Alicates.....	34
6.4.4	Cuchillos	35
6.4.5	Destornilladores.....	37
6.4.6	Sierras	38
6.4.7	Tijeras.....	40
6.5	Actuación y asistencia sanitaria en caso de accidente	42
6.5.1	Medicina preventiva y primeros auxilios.....	42
6.5.2	Medidas de emergencia	43
6.5.3	Instrucciones de emergencia	46
6.6	Formación de los trabajadores	47
7	Legislación aplicable al presente Estudio Básico de Seguridad y Salud	49

7.1	Normas en el ámbito de la seguridad y salud	49
7.1.1	Protecciones personales	50
7.1.2	Manipulación manual de cargas	51
7.1.3	Manipulación de cargas con la grúa	52

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Valoración del Riesgo	6
Tabla 3.1 Riesgos en Instalaciones eléctricas y audiovisuales.....	8
Tabla 5.1 Tipos de señales	19
Tabla 5.2 Nivel mínimo de iluminación	20

1 Objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

1.1 Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud

El Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que se dan todos los supuestos siguientes:

- a) El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es inferior a 450.759,07 euros.
- b) La duración estimada de la obra no es superior a 30 días o no se emplea en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente. En nuestro caso el plazo de ejecución previsto es de 30 días y el número de trabajadores será de 10 personas.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no sea superior a 500.
- d) Las obras no serán de túneles, galerías, conducciones subterráneas ni presas.

1.2 Objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en

cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)

- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

1.3 Metodología de evaluación de riesgos

El procedimiento de Evaluación de Riesgos (EVR) empleado en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se basa en la visita a los diferentes puestos de trabajo de la empresa en la presente obra y en la observación de las operaciones de trabajo que se llevan a cabo. Se ha tomado como base metodológica las soluciones propuestas en los siguientes documentos:

"Evaluación de Riesgos Laborales" (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, junio de 1996).

"Directrices para la Evaluación de Riesgos en el Lugar de Trabajo" (Dirección General Vª. Empleo, Relaciones Laborales y Asuntos Sociales, Comisión Europea, 1996).

Las observaciones efectuadas permiten identificar aquellas posibles situaciones de peligro que pueden afectar a los operarios o a las instalaciones donde se desarrolla la actividad. Posteriormente se asocia cada una de las situaciones de peligro identificadas a una posible forma de accidente que puede sufrir el operario.

A continuación se procede a la valoración cuantitativa de las consecuencias que pueden derivarse, o lo que es lo mismo, a la evaluación del riesgo.

1.4 Valoración cuantitativa del riesgo

La evaluación del riesgo se obtiene asociando a cada una de las situaciones de peligro detectadas una probabilidad de que se produzca el accidente y una magnitud del posible daño causado.

Para la probabilidad de ocurrencia se han fijado tres niveles posibles: bajo, medio, alto. La severidad del daño ocasionado (consecuencias) también se divide en tres niveles: leve, media, grave.

La valoración final del riesgo asociado a una anomalía/observación detectada viene representada por el producto de la severidad del daño y la probabilidad de que ocurra el hecho.

1.4.1 Probabilidad o Frecuencia de Ocasión del Riesgo

Según los criterios siguientes, se rellena la columna de probabilidad de la tabla, para cada riesgo identificado.

- BAJA:

- El factor de riesgo puede provocar un daño únicamente en circunstancias ocasionales o desafortunadas.

- No se han dado casos o se han dado sólo cuando se han verificado extrañas circunstancias.

- No existe ninguna correlación entre la actividad laboral y el factor de riesgo.

- Existe una correlación entre la actividad laboral y la disminución del número de accidentes y/o enfermedades profesionales dentro de un periodo significativo (tres, cinco años).

- MEDIA:

- El factor de riesgo puede provocar un daño, aunque no sea de forma directa o automática.

- Se han identificado casos que por su tipología han provocado daños.

- La actividad laboral comporta la necesidad de utilización de herramientas de trabajo en marcha.

- Existe una correlación entre la actividad y/o el factor de riesgo y la irregularidad del desarrollo de accidentes y/o de enfermedades profesionales durante un período significativo (tres, cinco años).

- ALTA:

- Se han registrado daños para los distintos tipos considerados (incidentes, averías, accidentes, enfermedades profesionales).

- La actividad laboral requiere una organización particular del trabajo porque presenta interferencias, superposiciones, incompatibilidad de operaciones, etc.

- Existe una correlación entre la actividad y/o factor de riesgo y el número de incidentes y/o enfermedades profesionales dentro de un período significativo (tres, cinco años).

- Se han identificado situaciones de riesgo potenciales de daños graves.

1.4.2 Severidad del Riesgo

Según los siguientes criterios se rellena la columna Severidad de la tabla para cada riesgo identificado.

- LEVE:

- Debido a la naturaleza del riesgo podría producirse una inhabilitación temporal con una baja por accidente de trabajo y/o enfermedad inferior o igual a 3 días.

- Debido a la naturaleza del riesgo podría producirse en la propia actividad una tipología de incidente, durante una fase de la misma que podría causar daños leves a personas y/o cosas.

- Se encuentran presentes agentes biológicos del grupo 1, sustancias y/o preparados tóxicos por ingestión, nocivos por inhalación y/o contacto con la piel o irritantes.

- MEDIA:

- Debido a la naturaleza del riesgo podría producirse una inhabilitación temporal con una baja por accidente y/o enfermedad entre 3 y 30 días.

- Debido a la naturaleza del riesgo podría producirse en la propia actividad una tipología de incidente, durante una fase de la misma, que podría causar daños moderados personas y/o cosas y/u ocasionar contaminación del ambiente.

- Se encuentran presentes agentes biológicos del grupo 2, sustancias y/o preparados tóxicos por ingestión, inhalación y/o contacto con la piel, inflamables o comburentes.

- GRAVE:

- Debido a la naturaleza del riesgo podría producirse una inhabilitación temporal con una baja por accidente y/o enfermedad superior a 30 días.

- Debido a la naturaleza del riesgo podrían producirse efectos irreversibles (muerte, pérdida de miembros y/o de capacidades funcionales, o enfermedades profesionales).

- Se encuentran presentes agentes biológicos de los grupos 3 y/o 4, sustancias y/o preparados cancerígenos muy tóxicos por ingestión, inhalación y/o contacto con la piel, altamente inflamables, explosivos.

1.4.3 Valoración del Riesgo

La valoración del riesgo se efectúa mediante el producto de los valores correspondientes de probabilidad y severidad, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 1.1 Valoración del Riesgo

		SEVERIDAD		
		LEVE	MEDIA	GRAVE
PROBABILIDAD	BAJA	Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
	MEDIA	Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
	ALTA	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

2 Identificación de la obra

2.1 Tipo de obra

La obra, objeto de este EBSS, consiste en la ejecución de la fase de obra para desarrollar la actividad de:

INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA PARA ACS.

2.2 Plazo de ejecución

El plazo de ejecución de la fase de obra contratada se estima en 30 días.

2.3 Número de trabajadores

Durante la ejecución de las obras se estima la presencia de unos 4 trabajadores aproximadamente, además de la dirección facultativa de nuestra empresa, que efectuará visitas periódicas de inspección y control.

3 Fases de obra objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud

3.1 Instalaciones eléctricas y audiovisuales

3.1.1 Identificación y valoración de los riesgos

Tabla 3.1 Riesgos en Instalaciones eléctricas y audiovisuales

Riesgos	Probabilidad	Severidad	Evaluación del Riesgo
1.-Caídas de personas a distinto nivel.	ALTA	GRAVE	INTOLERABLE
4.-Caída de objetos por manipulación.	BAJA	LEVE	TRIVIAL
5.-Caída de objetos.	MEDIA	MEDIA	MODERADO
9.-Golpes con objetos o herramientas.	MEDIA	LEVE	TOLERABLE
10.-Proyección de fragmentos o partículas.	ALTA	LEVE	TOLERABLE
13.-Sobreesfuerzos.	MEDIA	MEDIA	MODERADO
15.-Contactos térmicos.	BAJA	MEDIA	TOLERABLE
16.-Contactos eléctricos.	ALTA	GRAVE	IMPORTANTE
26.-O. R.: manipulación de materiales abrasivos.	ALTA	LEVE	MODERADO
28.-Enfermedades causadas por agentes físicos.	MEDIA	MEDIA	MODERADO

3.1.2 Medidas preventivas

Puesta a punto de la obra para realizar esta actividad:

Dados los trabajos que se desarrollan en la actividad debe de asegurarse que ya están construidas las instalaciones de Higiene y Bienestar definitivas para la ejecución del resto de la obra.

3.1.2.1 Proceso

El personal encargado del montaje de la instalación debe conocer los riesgos específicos y el empleo de los medios auxiliares necesarios para realizarlos con la mayor seguridad posible.

Para evitar el riesgo de caída al mismo nivel se deberá mantener el tajo limpio y ordenado.

Para evitar el riesgo de caída a distinto nivel se respetarán las barandilla de seguridad ya instaladas en las actividades anteriores (balconeras, cornisas, etc.).

En la manipulación de materiales deberán considerarse posiciones ergonómicas para evitar golpes heridas y erosiones.

Los operarios que realicen el transporte del material deberán usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano), mono de trabajo y botas de cuero de seguridad.

En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza del tajo, para evitar el riesgo de tropiezos.

La iluminación mínima en las zonas de trabajo debe ser de 100 lux, medidos a una altura sobre el pavimento de dos metros.

La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla ; alimentados a 24 Voltios.

Las escaleras de mano a utilizar, serán de tipo tijera, dotados con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos de caída a distinto nivel debido a trabajos realizados sobre superficies inseguras.

Las pruebas de funcionamiento de la instalación, serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

Antes de hacer entrar en carga la instalación, se hará una revisión en profundidad de la misma.

3.1.3 Medios auxiliares previstos

En este apartado consideraremos los elementos auxiliares que se utilizará para realizar los trabajos de esta actividad:

- Escaleras de mano
- Plataforma elevadora
- Andamios móviles
- Andamios tubulares

3.1.3.1 Equipos de protección individual

- Cascos de seguridad.
- Guantes de cuero y lona (tipo americano).
- Guantes aislantes, en caso de que se precise. Botas de seguridad.
- Botas aislantes.
- Botas de cuero con polainas.
- Mono de trabajo.
- Arnés de seguridad anticaída, si lo precisaran.
- Protección de ojos y cara.
- Banqueta aislante y/o alfombrilla aislante.
- Pértiga aislante.
- Gafas antiimpactos (al realizar rozas).
- Protección de los oídos (al realizar rozas).
- Mascarilla con filtro mecánico antipolvo (al realizar rozas).
- Pantalla con cristal inactivo, si lo precisaran.
- Mandil de cuero.

Los Equipos de Protección individual cumplirán en todo momento los requisitos establecidos por el R.D. 773/1997, del 30 de mayo y las correspondientes Normas UNE.

4 Trabajos anexos a las fases de obra

4.1 Circulación, accesos, pasillos y superficies de tránsito

4.1.1 Identificación de riesgos

- Caída de personas al mismo nivel (por suelos irregulares, obstáculos, superficies con sustancias resbaladizas, etc.)
- Pisadas sobre objetos (punzantes, cortantes, etc.)
- Golpes contra objetos inmóviles (palets, cajas, etc. fuera de su área de almacenamiento.)
- Caída de personas a diferente nivel.
- Posibilidad de atropello de vehículos

4.1.2 Medidas preventivas

Se estará a lo indicado en el artículo 11 A del Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97 respecto a vías de circulación y zonas peligrosas.

En ambos casos los pasos deben ser de superficies regulares, bien compactados y nivelados, si fuese necesario realizar pendientes se recomienda que estas no superen un 11% de desnivel. Todas estas vías estarán debidamente señalizadas y periódicamente se procederá a su control y mantenimiento. Si existieran zonas de acceso limitado deberán estar equipadas con dispositivos que eviten el paso de los trabajadores no autorizados.

El paso de vehículos en el sentido de entrada se señalizará con limitación de velocidad a 10 ó 20 km/h y ceda el paso. Se obligará la detención con una señal de STOP en lugar visible del acceso en sentido de salida.

En las zonas donde se prevé que puedan producirse caídas de personas o vehículos deberán ser balizadas y protegidas convenientemente.

Las maniobras de camiones y/u hormigonera deberán ser dirigidas por un operario competente, y deberán colocarse topes para las operaciones de aproximación y vaciado.

El grado de iluminación natural será suficiente y en caso de luz artificial (durante la noche o cuando no sea suficiente la luz natural) la intensidad será la adecuada.

En su caso se utilizarán portátiles con protección antichoques. Las luminarias estarán colocadas de manera que no supongan riesgo de accidentes para los trabajadores (art. 9).

Si los trabajadores estuvieran especialmente a riesgos en caso de avería eléctrica, se dispondrá iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

El suelo será regular, uniforme y estará limpio y exento de sustancias resbaladizas (aceites y otras sustancias que puedan producir caídas al mismo nivel). Cuando el suelo esté mojado, después de ser fregado, se colocará un cartel indicativo de riesgo de caída al mismo nivel debido a superficie mojada.

Las aberturas en el suelo y pasos elevados estarán protegidas (mediante barandillas fijas o extraíbles, u otras soluciones que proporcionen suficientes garantías de seguridad).

Las zonas de paso estarán delimitadas mediante señalización en el suelo en el caso de que se combinen la circulación de peatones, vehículos y almacenamiento de mercancías.

Las zonas de paso estarán libres de obstáculos para evitar golpes, tropiezos y garantizarán la visibilidad para evitar posibles atropellos. Los pasillos peatonales tendrán una anchura de 1,2 m para los principales y 1 m para los secundarios.

Las zonas de paso junto a instalaciones peligrosas estarán debidamente protegidas con cerramientos, balizamientos, etc. que impidan el libre acceso de personal no autorizado.

4.2 Manipulación de cargas

En la aplicación de lo dispuesto en el anexo del R.D. 487/97 se tendrán en cuenta, en su caso, los métodos o criterios a que se refiere el apartado 3 del artículo 5 del R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

4.2.1 Características de la carga.

La manipulación manual de una carga puede presentar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

- Cuando la carga es demasiado pesada o demasiado grande. Cuando es voluminosa o difícil de sujetar.
- Cuando está en equilibrio inestable o su contenido corre el riesgo de desplazarse.
- Cuando está colocada de tal modo que debe sostenerse o manipularse a distancia del tronco o con torsión o inclinación del mismo.
- Cuando la carga, debido a su aspecto exterior o a su consistencia, puede ocasionar lesiones al trabajador, en particular en caso de golpe.

4.2.2 Esfuerzo físico necesario.

Un esfuerzo físico puede entrañar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

- Cuando es demasiado importante.
- Cuando no puede realizarse más que por un movimiento de torsión o de flexión del tronco.
- Cuando puede acarrear un movimiento brusco de la carga.
- Cuando se realiza mientras el cuerpo está en posición inestable.

- Cuando se trate de alzar o descender la carga con necesidad de modificar el agarre.

4.2.3 Características del medio de trabajo.

Las características del medio de trabajo pueden aumentar el riesgo, en particular dorsolumbar en los casos siguientes:

- Cuando el espacio libre, especialmente vertical, resulta insuficiente para el ejercicio de la actividad de que se trate.
- Cuando el suelo es irregular y, por tanto, puede dar lugar a tropiezos o bien es resbaladizo para el calzado que lleve el trabajador.
- Cuando la situación o el medio de trabajo no permite al trabajador la manipulación manual de cargas a una altura segura y en una postura correcta.
- Cuando el suelo o el plano de trabajo presentan desniveles que implican la manipulación de la carga en niveles diferentes.
- Cuando el suelo o el punto de apoyo son inestables.
- Cuando la temperatura, humedad o circulación del aire son inadecuadas.
- Cuando la iluminación no sea adecuada. Cuando exista exposición a vibraciones.

4.2.4 Exigencias de la actividad.

La actividad puede entrañar riesgo, en particular dorsolumbar, cuando implique una o varias de las exigencias siguientes:

- Esfuerzos físicos demasiado frecuentes o prolongados en los que intervenga en particular la columna vertebral.
- Período insuficiente de reposo fisiológico o de recuperación.
- Distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte.
- Ritmo impuesto por un proceso que el trabajador no pueda modular.

4.2.5 Factores individuales de riesgo.

Constituyen factores individuales de riesgo:

- La falta de aptitud física para realizar las tareas en cuestión.
- La inadecuación de las ropas, el calzado u otros efectos personales que lleve el trabajador.
- La insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación.
- La existencia previa de patología dorsolumbar.

4.3 Trabajos en altura

4.3.1 Identificación de los riesgos

Caída de personas a diferente nivel.

4.3.2 Medidas preventivas

En las operaciones con riesgo de caída en altura los operarios disponen de equipos de protección individual adecuado, el equipo está debidamente certificado.

Los operarios conocen el uso correcto del equipo de protección individual contra caídas de altura.

Los operarios realizan revisiones, siempre, antes de su uso.

Se realizan revisiones periódicas de los equipos de protección individual anticaídas, por lo menos una vez al año, por el fabricante o personal competente.

Después de una caída no se vuelve a utilizar el equipo hasta que el fabricante o técnico competente lo ha revisado y validado.

El equipo de protección anticaídas consta de un arnés, absorbedor de energía, elemento de amarre (cuerda, cable, etc.) y conectores (gancho o mosquetón).

Los usuarios conocen el uso correcto del absorbedor de energía.

Todos los componentes están debidamente certificados según la actual normativa sobre equipos de protección individual.

La longitud del elemento de amarre nunca excede de 2 metros.

Siempre se sujeta el equipo de protección individual a un punto de anclaje seguro.

Las instrucciones de uso del fabricante, respecto del absorbedor de energía, han de especificar toda la información pertinente sobre:

Las características requeridas para un punto de anclaje seguro y la distancia libre mínima necesaria bajo el usuario que es la suma de la distancia de parada y una distancia suplementaria de 2,5 metros. Esta última abarca el alargamiento del arnés anticaídas y el espacio libre bajo los pies del usuario después de la parada.

La forma correcta de conectar el absorbedor de energía a un punto de anclaje seguro, a un arnés anticaídas y a otros componentes de un sistema anticaída.

5 Protecciones colectivas a utilizar

5.1 Señalización

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

5.1.1 Tipos de señales

Tabla 5.1 Tipos de señales

Señales de advertencia	
Forma:	Triangular
Color de fondo:	Amarillo
Color de contraste:	Negro
Color de Símbolo:	Negro
Señales de prohibición	
Forma:	Redonda
Color de fondo:	Blanco
Color de contraste:	Rojo
Color de Símbolo:	Negro
Señales de obligación	
Forma:	Redonda
Color de fondo:	Azul
Color de Símbolo:	Blanco
Señales de salvamento o socorro	
Forma:	Rectangular
Color de fondo:	Verde
Color de Símbolo:	Blanco
Señales de equipos contra incendio	
Forma:	Rectangular
Color de fondo:	Rojo
Color de Símbolo:	Blanco

5.1.2 Cinta de señalización

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalará con los antes dichos paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45°.

5.2 Iluminación

Según el Anexo IV del R.D. 486/97 de 14 de abril, sobre Iluminación de los lugares de Trabajo se establecen los niveles mínimos de iluminación:

Tabla 5.2 Nivel mínimo de iluminación

Zonas del lugar de trabajo	Nivel min (lux)
Baja exigencia visual	100
Exigencia visual moderada	200
Exigencia visual alta	500
Exigencia visual muy alta	1000
Áreas o locales de uso ocasional	25
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

- En áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choque u otros accidentes.
- En las zonas donde se efectúen tareas, y un error de apreciación visual durante la realización de las mismas, pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros.

Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad.

Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.

Prohibición total de utilizar iluminación de llama.

5.3 Barandillas de protección

Se utilizarán como cerramiento provisional de huecos verticales y perimetrales de plataformas de trabajo, susceptibles de permitir la caída de personas u objetos desde una altura superior a 2 m; estarán constituidas por balaustre, rodapié de 20 cm aprox. de altura, travesaño intermedio y pasamanos superior, de 90 cm. de altura, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí y serán lo suficientemente resistentes.

Debido a la intensidad de su uso en las distintas fases de obra detallamos a continuación sus distintas tipologías, riesgos y medidas preventivas.

5.3.1 Riesgos a evitar

Caídas de personas a distinto nivel.

Caída de objetos desde una plataforma de trabajo.

5.3.2 Partes constitutivas de la barandilla

- Barandilla: es la barra superior, sin asperezas, destinada a poder proporcionar sujeción utilizando la mano. El material será madera o hierro situado a 90 cm del suelo y su resistencia será la mencionada de 150 Kg por metro lineal.
- Barra horizontal o listón intermedio: es el elemento situado entre el plinto y la barandilla, asegurando una protección suplementaria tendente a evitar que pase el cuerpo de una persona.
- Plinto o rodapié: es un elemento apoyado sobre el suelo que impide la caída de objetos. Estará formado por un elemento plano y resistente (una tabla de madera puede ser utilizada) de una altura entre los 15 y 30 cm. El rodapié no solamente sirve para impedir que el pie de las personas que resbalen pase por debajo de la barandilla y listón intermedio, sino también para evitar permanentemente la caída de materiales y herramientas. Esta faceta de su cometido hay que tenerla presente en su diseño pues es muy importante.
- Montante: es el elemento vertical que permite el anclaje del conjunto guardacuerpo al borde de la abertura a proteger. En él se fijan la barandilla, el listón intermedio y el plinto.

Todos los elementos fijados al montante irán sujetos de forma rígida por la parte interior de los mismos.

5.3.2.1 Tipos de montantes

- Montante incorporable al forjado. Básicamente consiste en introducir en el hormigón del forjado, cuando se está hormigonando, un cartucho en el cual se introducirá luego el montante soporte de la barandilla. Este cartucho podrá ser de cualquier material, ya que su única misión es servir de encofrado para dejar un agujero en el hormigón para introducir el montante. El cartucho se deberá tapar mientras no se coloque el montante, para que no se tapone de suciedad. Las dimensiones de dicho agujero serán ligeramente mayores que el montante para que se pueda introducir fácilmente y, si existe mucha holgura, una vez introducido se afianzará con cunas.
- Montante de tipo puntal. El montante es un puntal metálico, en el cual no se pueden clavar las maderas de la barandilla. Si la barandilla es metálica y se ata al puntal con alambres o cuerdas, existe el peligro de deslizamiento, con lo que perdería todo su efecto de protección.
- Montantes tipo "sargento". El montante es de tubo cuadrado y se sujeta en forma de pinza al forjado. La anchura de esta pinza es graduable, de acuerdo con el espesor del forjado. En el mismo van colgados unos soportes donde se apoyan los diferentes elementos de la barandilla.

6 Medios auxiliares y herramientas a utilizar

6.1 Escaleras

6.1.1 Identificación de riesgos

Caídas al mismo o distinto nivel.

Caídas al vacío.

Deslizamiento por apoyo incorrecto.

Vuelco lateral por apoyo irregular.

Rotura por defectos ocultos o mal estado de los elementos.

Los derivados por usos inadecuados.

6.1.2 Escaleras manuales

Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 metros.

Las escaleras de mano, estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.

Las escaleras de mano estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.

Las escaleras de mano, se instalarán de tal forma, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior, $1/4$ de la longitud del larguero entre apoyos. El ascenso y descenso a través de escaleras de mano, cuando salven alturas superior a 2 m., se realizará dotado de arnés de seguridad amarrado a un cable de seguridad paralelo por el que circulará libremente un mecanismo paracaídas.

Se prohíbe transportar pesos sobre las escaleras de mano.

Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano, sobre lugares u objetos poco firmes.

El acceso de operarios por las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se inspeccionarán previamente los puntos de apoyo y amarre.

Cuando sean de madera, los peldaños serán ensamblados y los largueros serán de una sola pieza.

En cualquier caso dispondrán de zapatas antideslizantes en su extremo inferior y estarán fijadas con garras o ataduras en su extremo superior para evitar deslizamientos.

La base de las escaleras de mano no se apoyará en ladrillos, bovedillas, cajas, etc. o sobre lugares u objetos poco resistentes o poco estables que puedan reducir su estabilidad.

Está prohibido el empalme de dos escaleras, a no ser que se utilicen dispositivos especialmente preparados para ello.

Las escaleras de mano no podrán salvar más de 5 m., a menos que estén reforzados en su centro, quedando prohibido el uso de escaleras de mano para alturas superiores a 7 m.

Para cualquier trabajo en escaleras a más de 2 metros sobre el nivel del suelo, es obligatorio el uso de arnés de seguridad sujeto a un punto sólidamente fijado.

Las escaleras de mano sobrepasarán 1 metro el punto de apoyo superior.

El ascenso y descenso por escaleras de mano se hará de frente a las mismas.

No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.

No se utilizarán transportando ningún tipo de carga.

6.1.3 Escaleras de madera

Las escaleras de madera a utilizar, tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos.

Los peldaños de madera estarán ensamblados

Las escaleras de madera estarán protegidas por barnices transparentes y nunca con pintura.

6.1.4 Escaleras metálicas

Los largueros serán de una sola pieza, sin deformaciones o abolladuras que mermen su seguridad.

Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura antioxidación.

El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

6.1.5 Escaleras tijera

Botas de goma o de P.V.C., con puntera reforzada y plantillas anti-objetos punzantes o cortantes.

Son de aplicación las condiciones enunciadas en los apartados anteriores.

Las escaleras de tijera estarán dotadas en su articulación superior, de topes de seguridad de apertura y hacia la mitad de su altura, de cadenilla de limitación de apertura máxima.

Las escaleras de tijera no se utilizarán nunca a modo de borriquetas.

Las escaleras de tijera no se utilizarán, si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.

Las escaleras de tijera o dobles, de peldaños, estarán provistas de cuerdas o cadenas que impidan su abertura al ser utilizadas y topes en su extremo superior.

6.2 Equipos de protección individual

- Ropa de trabajo.
- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Cinturón de seguridad tipo arnés (para alcanzar alturas de más de 2 m).

6.3 Andamios

6.3.1 Andamios colgados

6.3.1.1 Identificación de riesgos

Caída a distinto nivel.

Desplome del andamio y/o de su carga.

Contacto con energía eléctrica.

Caída de objetos.

Atrapamientos.

Los inherentes al propio trabajo a ejecutar sobre el andamio.

6.3.1.2 Medidas preventivas

- Anclaje de pescantes

Suplementar mediante pletinas transversales los taladros del forjado, atornillándolas a la cara inferior del mismo de modo que la sollicitación de esfuerzos a las colas del pescante se reparta al menos en dos puntos resistentes del forjado-nervios-viguetas

Los ganchos instalados en elemento resistente del forjado serán de acero tratado y no quebradizo, además de galvanizado

La separación entre pescantes no deberá exceder de 3 m.

- Sustentación de pescantes por contrapeso

Queda expresamente prohibido en la Ordenanza de la Construcción, Vidrio y Cerámica. No obstante y en caso de ser imprescindible su empleo, sólo se autorizará por orden escrita de la Dirección Técnica de la obra y bajo su responsabilidad.

- Mecanismos de elevación

Estarán provistos de sistema de descenso autofrenante y dispositivo de parada.

Los movimientos de ascenso y descenso deberán ejecutarse con los andamios libres de materiales y cargas y con el mínimo indispensable de trabajadores.

Se revisarán al comienzo de la jornada el estado de las liras, cables, carracas, etc.,

La prueba de carga del andamio se realizará próxima al suelo, el gancho de cuelgue del cable al pescante o gancho del forjado debe tener pestillo de seguridad.

Se deben instalar ruedas en la plataforma del andamio para impedir enganches en las operaciones de ascenso y descenso.

6.3.2 Características

6.3.2.1 Longitud y superficie

No debe exceder de 8 m.

Las andamiadas estarán unidas y articuladas por un cierre de seguridad. La longitud de la plataforma por unidad no debe exceder de 3 m.

Se prohibirán pasarelas de tablonés entre barquillas de andamios colgados.

La plataforma se suspenderá de un mínimo de dos trócolas (mecanismos de elevación).

La anchura mínima de la plataforma será de 0,60 m. y debidamente arriostrada y atada.

El izado y descenso de las andamiadas se realizarán simultáneamente evitando la inclinación de las mismas.

No se sobrecargarán de materiales las plataformas.

6.3.2.2 Barandillas

Barandilla 0,90 m. listón intermedio y rodapié en su parte posterior, laterales y en su parte delantera.

6.3.2.3 Acceso a la plataforma

Las plataformas se amarrarán a elementos resistentes del edificio con el fin de impedir cualquier movimiento oscilatorio del andamio.

El sistema de sujeción se realizará mediante tope o latiguillo o mediante puntal.

6.3.3 Normas preventivas generales

Los andamios colgados serán instalados por personal conocedor del sistema correcto de montaje del modelo que se va a utilizar.

A su recepción en obra se revisarán los elementos componentes de los andamios colgados.

Los taladros de los forjados que atraviesen la bovedilla, serán suplementados mediante pletinas instaladas atornilladas a la cara inferior del forjado de tal forma, que transfieran las solicitaciones a las dos viguetas (o nervios) contiguos más próximos.

La separación entre la cara delantera de la andamiada y el paramento vertical en el que se trabaja, no será superior a 40 cm. en prevención de caídas de personas, durante los trabajos en posición vertical.

Se prohíben las "pasarelas de tablonos" entre guindolas de andamios colgados. Se utilizarán siempre "módulos normalizados".

Las guindolas de andamios colgados siempre se suspenderán de un mínimo de dos "trócolas" o "carracas". Se prohíbe, el cuelgue de una lateral y el apoyo del opuesto en, bidones, escalones, pilas de material y asimilables.

El izado o descenso de andamiadas se realizará accionando todos los medios de elevación al unísono, utilizando para ello a todo el personal necesario en prevención del riesgo de caídas por tropiezo o resbalón al caminar por superficies inclinadas.

El izado o descenso de una guindola de andamio colgado por medio de una sola persona, se ejecutará accionando alternativamente los mecanismos de ascenso o descenso procurando mantenerla lo más nivelada posible.

Se colgarán de los "puntos fuertes" dispuestos en la estructura, tantos cables de seguridad (líneas de vida) como operarios deban permanecer en las andamiadas. A estos cables de seguridad, se anclará el fiador corredero del arnés de seguridad en prevención de caídas de personas al vacío.

La carga en las andamiadas permanecerá siempre uniformemente repartida en prevención de basculamientos por sobrecargas indeseables.

Se establecerán una serie de pies derechos a los que se amarrará la cuerda de banderolas de señalización, en torno a las zonas con riesgo de caídas de objetos bajo los andamios colgados.

Se revisarán los cables de sustentación de los andamios colgados. Todos aquellos que tengan el 5% de hilos rotos, serán marcados para su sustitución inmediata.

El andamio dispondrá de doble cable de seguridad según lo dispuesto en el RD 1215/97.

Se prohíbe la anulación de cualquier dispositivo de seguridad de los andamios colgados.

6.4 Herramientas utilizadas

6.4.1 Taladro portátil

6.4.1.1 Identificación de riesgos

Proyección de fragmentos o partículas.

Rotura de la broca.

Contacto indirecto con energía eléctrica.

Golpes contra objetos.

6.4.1.2 Medidas preventivas

El personal dedicado al uso de la taladradora portátil, será conocedor del manejo correcto de la herramienta, para evitar los accidentes por pericia.

Debe comprobarse que el aparato no carezca de alguna de las piezas de su carcasa de protección, en caso de deficiencia no debe utilizarse hasta que esté completamente restituido.

Antes de su utilización debe comprobarse el buen estado del cable y de la clavija de conexión, en caso de observar alguna deficiencia debe devolverse la máquina para que sea reparada.

Los cables eléctricos se revisarán periódicamente, serán rechazados los que tengan el aislamiento deteriorado.

En los locales húmedos se usarán elementos aislantes, (guantes, banquetas).

La desconexión nunca se hará mediante tirón brusco.

Deben evitarse los recalentamientos del motor y las brocas.

Se desconectará la herramienta para cambiar de útil y se comprobará que está parada.

No debe intentarse realizar taladros inclinados, puede fracturar la broca y producir lesiones.

La broca estará bien apretada. Quitar la llave de aprieto.

No se deberá dejar la herramienta hasta que se encuentre totalmente parada.

No intente agrandar el orificio oscilando alrededor de la broca, puede fracturarse la broca y producir serias lesiones.

No intente realizar un taladro en una sola maniobra. Primero marque el punto a taladrar con un puntero, segundo aplique la broca y emboquille.

La conexión y el suministro eléctrico a los taladros portátiles se realizará mediante manguera antihumedad a partir del cuadro de planta, dotado de las correspondientes protecciones.

Se prohíbe expresamente depositar en el suelo o dejar abandonado conectado a la red eléctrica el taladro portátil.

6.4.2 Herramientas manuales

6.4.2.1 Identificación de riesgos

Golpes y cortes en manos ocasionados por las propias herramientas durante el trabajo normal con las mismas.

Lesiones oculares por partículas provenientes de los objetos que se trabajan y/o de la propia herramienta.

Golpes en diferentes partes del cuerpo por despido de la propia herramienta o del material trabajado.

Esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos.

Riesgo a terceros por caída de herramientas desde altura.

6.4.2.2 Causas principales

Abuso de herramientas para efectuar cualquier tipo de operación.

Uso de herramientas inadecuadas, defectuosas, de mala calidad o mal diseñadas.

Uso de herramientas de forma incorrecta. Herramientas abandonadas en lugares peligrosos. Herramientas transportadas de forma peligrosa. Herramientas mal conservadas.

Durante trabajos en altura, con riesgo de caída de herramientas encima de otros operarios o transeúntes, no se ha tenido en cuenta su fijación (a mano, a cuerpo, a estructura, etc.)

6.4.2.3 Medidas preventivas

Las medidas preventivas se pueden dividir en cuatro grupos que empiezan en la fase de diseño de la herramienta, las prácticas de seguridad asociadas a su uso, las medidas preventivas específicas para cada herramienta en particular y finalmente la implantación de un adecuado programa de seguridad que gestione la herramienta en su adquisición, utilización, mantenimiento y control, almacenamiento y eliminación.

Prácticas de seguridad

El empleo inadecuado de herramientas de mano son origen de una cantidad importante de lesiones partiendo de la base de que se supone que todo el mundo sabe cómo utilizar las herramientas manuales más corrientes.

A nivel general se pueden resumir en seis las prácticas de seguridad asociadas al buen uso de las herramientas de mano:

- Selección de la herramienta correcta para el trabajo a realizar.
- Mantenimiento de las herramientas en buen estado.
- Uso correcto de las herramientas.
- Evitar un entorno que dificulte su uso correcto.

- Guardar las herramientas en lugar seguro.
- Asignación personalizada de las herramientas siempre que sea posible.

6.4.3 Alicates

6.4.3.1 Deficiencias típicas

Quijadas melladas o desgastadas.

Pinzas desgastadas.

Utilización para apretar o aflojar tuercas o tornillos.

Utilización para cortar materiales más duros del que compone las quijadas.

Golpear con los laterales.

Utilizar como martillo la parte plana.

6.4.3.2 Medidas preventivas

Los alicates de corte lateral deben llevar una defensa sobre el filo de corte para evitar las lesiones producidas por el desprendimiento de los extremos cortos de alambre.

Quijadas sin desgastes o melladas y mangos en buen estado. Tornillo o pasador en buen estado.

Herramienta sin grasas o aceites.

Los alicates no deben utilizarse en lugar de las llaves, ya que sus mordazas son flexibles y frecuentemente resbalan. Además tienden a redondear los ángulos de las cabezas de los pernos y tuercas, dejando marcas de las mordazas sobre las superficies.

No utilizar para cortar materiales más duros que las quijadas. Utilizar exclusivamente para sujetar, doblar o cortar.

No colocar los dedos entre los mangos.

No golpear piezas u objetos con los alicates.

Mantenimiento.

Engrasar periódicamente el pasador de la articulación.

6.4.4 Cuchillos

6.4.4.1 Deficiencias típicas

Hoja mellada.

Corte en dirección hacia el cuerpo.

Mango deteriorado.

Colocar la mano en situación desprotegida.

Falta de guarda para la mano o guarda inadecuada.

No utilizar funda protectora.

Empleo como destornillador o palanca.

6.4.4.2 Medidas preventivas

Hoja sin defectos, bien afilada y punta redondeada. Mangos en perfecto estado y guardas en los extremos. Aro para el dedo en el mango.

Utilizar el cuchillo de forma que el recorrido de corte se realice en dirección contraria al cuerpo.

Utilizar sólo la fuerza manual para cortar absteniéndose de utilizar los pies para obtener fuerza suplementaria.

No dejar los cuchillos debajo de papel de deshecho, trapos etc. o entre otras herramientas en cajones o cajas de trabajo.

Extremar las precauciones al cortar objetos en pedazos cada vez más pequeños.

No deben utilizarse como abrelatas, destornilladores o pinchos para hielo. Las mesas de trabajo deben ser lisas y no tener astillas.

Siempre que sea posible se utilizarán bastidores, soportes o plantillas específicas con el fin de que el operario no esté de pie demasiado cerca de la pieza a trabajar.

Los cuchillos no deben limpiarse con el delantal u otra prenda, sino con una toalla o trapo, manteniendo el filo de corte girado hacia afuera de la mano que lo limpia.

Uso del cuchillo adecuado en función del tipo de corte a realizar.

Utilizar portacuchillos de material duro para el transporte, siendo recomendable el aluminio por su fácil limpieza. El portacuchillos debería ser desabatible para facilitar su limpieza y tener un tornillo dotado con palomilla de apriete para ajustar el cierre al tamaño de los cuchillos guardados.

Guardar los cuchillos protegidos.

Mantener distancias apropiadas entre los operarios que utilizan cuchillos simultáneamente.

Utilizar guantes de malla metálica homologados, delantales metálicos de malla o cuero y gafas de seguridad homologadas.

6.4.5 Destornilladores

6.4.5.1 Deficiencias típicas

Mango deteriorado, astillado o roto.

Uso como escoplo, palanca o punzón.

Punta o caña doblada.

Punta roma o malformada.

Trabajar manteniendo el destornillador en una mano y la pieza en otra.

Uso de destornillador de tamaño inadecuado.

6.4.5.2 Medidas preventivas

Mango en buen estado y amoldado a la mano con o superficies laterales prismáticas o con surcos o nervaduras para transmitir el esfuerzo de torsión de la muñeca.

El destornillador ha de ser del tamaño adecuado al del tornillo a manipular. Porción final de la hoja con flancos paralelos sin acuñamientos.

Desechar destornilladores con el mango roto, hoja doblada o la punta rota o retorcida pues ello puede hacer que se salga de la ranura originando lesiones en manos.

Espesor, anchura y forma ajustados a la cabeza del tornillo. Utilizar sólo para apretar o aflojar tornillos.

No utilizar en lugar de punzones, cuñas, palancas o similares. Siempre que sea posible utilizar destornilladores de estrella.

La punta del destornillador debe tener los lados paralelos y afilados.

No debe sujetarse con las manos la pieza a trabajar sobre todo si es pequeña. En su lugar debe utilizarse un banco o superficie plana o sujetarla con un tornillo de banco.

Emplear siempre que sea posible sistemas mecánicos de atornillado o desatornillado.

6.4.6 Sierras

6.4.6.1 Deficiencias típicas

Triscado impropio.

Mango poco resistente o astillado.

Uso de la sierra de tronzar para cortar al hilo.

Inadecuada para el material.

Inicio del corte con golpe hacia arriba.

6.4.6.2 Medidas preventivas

Las sierras deben tener afilados los dientes con la misma inclinación para evitar flexiones alternativas y estar bien ajustados.

Mangos bien fijados y en perfecto estado.

Antes de serrar fijar firmemente la pieza a serrar.

Utilizar una sierra para cada trabajo con la hoja tensada (no excesivamente).

Utilizar sierras de acero al tungsteno endurecido o semiflexible para metales blandos o semiduros con el siguiente número de dientes:

- Hierro fundido, acero blando y latón: 14 dientes cada 25 cm.
- Acero estructural y para herramientas: 18 dientes cada 25 cm.
- Tubos de bronce o hierro, conductores metálicos: 24 dientes cada 25 cm.
- Chapas, flejes, tubos de pared delgada, láminas: 32 dientes cada 25 cm.

Utilizar hojas de aleación endurecido del tipo alta velocidad para materiales duros y especiales con el siguiente número de dientes:

- Aceros duros y templados: 14 dientes cada 25 cm.
- Aceros especiales y aleados: 24 dientes cada 25 cm.
- Aceros rápidos e inoxidable: 32 dientes cada 25 cm.

Instalar la hoja en la sierra teniendo en cuenta que los dientes deben estar alineados hacia la parte opuesta del mango.

Utilizar la sierra cogiendo el mango con la mano derecha quedando el dedo pulgar en la parte superior del mismo y la mano izquierda el extremo opuesto del arco. El corte se realiza dando a ambas manos un movimiento de vaivén y aplicando presión contra la pieza cuando la sierra es desplazada hacia el frente dejando de presionar cuando se retrocede.

Cuando el material a cortar sea muy duro, antes de iniciar se recomienda hacer una ranura con una lima para guiar el corte y evitar así movimientos indeseables al iniciar el corte.

Serrar tubos o barras girando la pieza.

6.4.7 Tijeras

6.4.7.1 Deficiencias típicas

Mango de dimensiones inadecuadas.

Hoja mellada o poco afilada.

Tornillos de unión aflojados.

Utilizar para cortar alambres u hojas de metal tijeras no aptas para ello.

Cortar formas curvas con tijera de corte recto.

Uso sin guantes de protección.

6.4.7.2 Medidas preventivas

Las tijeras de cortar chapa tendrán unos topes de protección de los dedos.

Engrasar el tornillo de giro periódicamente.

Mantener la tuerca bien atrapada.

Utilizar sólo la fuerza manual para cortar absteniéndose de utilizar los pies para obtener fuerza suplementaria.

Realizar los cortes en dirección contraria al cuerpo. Utilizar tijeras sólo para cortar metales blandos.

Las tijeras deben ser lo suficientemente resistentes como para que el operario sólo necesite una mano y pueda emplear la otra para separar los bordes del material cortado. El material debe estar bien sujeto antes de efectuar el último corte, para evitar que los bordes cortados no presionen contra las manos.

Cuando se corten piezas de chapa largas se debe cortar por el lado izquierdo de la hoja y empujarse hacia abajo los extremos de las aristas vivas próximos a la mano que sujeta las tijeras.

No utilizar tijeras con las hojas melladas.

No utilizar las tijeras como martillo o destornillador.

Si se es diestro se debe cortar de forma que la parte cortada desechable quede a la derecha de las tijeras y a la inversa si se es zurdo.

Si las tijeras disponen de sistema de bloqueo, accionarlo cuando no se utilicen.

Utilizar guantes de cuero o lona gruesa homologados. Utilizar gafas de seguridad homologadas.

6.5 Actuación y asistencia sanitaria en caso de accidente

6.5.1 Medicina preventiva y primeros auxilios

El traslado de los posibles accidentados en la obra, se realizará en ambulancia o en vehículo particular, y se llevará a cabo a través de vías lo más rápidas posibles, al objeto de que la duración del trayecto desde la obra al Centro de atención, en condiciones normales de tráfico, no exceda de diez o quince minutos.

Se dispondrá en la obra y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados, para servicio de urgencias, ambulancias, taxis, etc., al objeto de garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros respectivos. También debe contarse con la existencia, en la proximidad de la obra, de clínicas privadas.

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, pasará un reconocimiento médico previo al trabajo. El reconocimiento comprenderá un estudio médico detenido, incluyendo los protocolos que dictamine el Servicio de Vigilancia de la Salud.

En la caseta de vestuarios o de obra, existirá un BOTIQUIN fijo, señalizado en el exterior mediante cartel de amplia visibilidad. El material del botiquín se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente el material usado. El contenido del mismo, como mínimo, será el siguiente:

- Agua oxigenada
- Alcohol de 96 grados
- Tintura de yodo
- Mercurocromo o cristalmina
- Amoníaco
- Gasa estéril
- Algodón hidrófilo estéril
- Esparadrapo antialérgico
- Torniquetes antihemorrágicos
- Bolsa para agua o hielo
- Guantes esterilizados
- Termómetro clínico
- Apósitos
- Adhesivo

6.5.2 Medidas de emergencia

El presente apartado se desarrolla con el fin de coordinar las acciones a realizar, en caso de emergencia, por parte del personal de la obra.

Estas acciones están destinadas a conseguir auxilio inmediato, o en su caso, a una evacuación rápida y ordenada del personal, con el fin de minimizar las posibles consecuencias de un siniestro.

El objetivo es redactar unas instrucciones que sean fácilmente comprensibles por todos; se trata de ordenar una serie de actuaciones simples y concretas que contribuyan a una realización práctica y efectiva de las mismas. En concreto, cada persona debe saber que es lo que tiene que hacer, cuando lo tiene que hacer y como lo debe de hacer.

Estos artículos se irán reponiendo periódicamente.

6.5.2.1 Vías de evacuación

Se deben prever salidas de emergencia, teniendo en cuenta las diferentes fases constructivas:

Durante los trabajos de estructura, albañilería, instalaciones y acabados, se utilizará como vía de evacuación la escalera o escaleras generales de acceso a las diferentes plantas de la obra.

6.5.2.2 Tipos de emergencias contempladas

- Accidentes laborales

Accidentes producidos en obra, como son:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques y golpes contra objetos y maquinaria.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos o aplastamientos.
- Cortes en las manos.
- Tropezos y torceduras.

Electrocución.

Quemaduras.

- Incendios y explosiones

Producido por:

Cortocircuitos y calentamientos en la instalación eléctrica.

Proyecciones de gotas metálicas fundidas, chispas, cigarrillos, etc., sobre inflamables.

Explosiones por la utilización de gases inflamables (soldadura, butano, etc.).

Descuido de hogueras utilizadas por los operarios para calentarse.

- Derrumbes

Producidos por:

Realización inadecuada de los encofrados, armados, hormigonados, apuntalamientos y fraguados.

Cálculo incorrecto de la estructura.

Falta de estudio adecuado del terreno.

6.5.2.2.1 Medidas preventivas

Se aplicarán las siguientes MEDIDAS PREVENTIVAS para que no sea preciso aplicar las instrucciones de emergencia.

- Accidentes laborales:

Las medidas preventivas que deben ser aplicadas para evitar los accidentes laborales figuran en los diferentes capítulos de este Plan de Seguridad y Salud.

- Incendios y explosiones:

Para evitar cortocircuitos y calentamientos que pueden producir la inflamación del cuadro o cuadros eléctricos, se ha de realizar una instalación en buenas condiciones, y un mantenimiento adecuado y profesional del mismo.

Los operarios tienen la responsabilidad de utilizarlo adecuadamente, evitando la manipulación y la variación de las protecciones.

Siempre que se realicen trabajos que produzcan chispas o fuentes de calor, se retirará y/o limpiará todo elemento inflamable (serrín, grasas, disolventes, etc.).

Los productos inflamables estarán almacenados en lugar fresco y alejado de las fuentes de calor. En presencia de los mismos, por almacenamiento o uso, se prohíbe fumar.

En trabajos con soplete y soldadura, se comprobará igualmente que el área está libre de productos inflamables o explosivos.

Las botellas de gases se colocarán de pié, a la sombra, sujetas mediante una cadena. Si se han de transportar se hará mediante carros. Estas botellas cumplirán las normas de seguridad establecidas.

Se adecuará cuanto antes un espacio aclimatado para los operarios, donde puedan descansar y comer, para evitar las hogueras.

- Derrumbes:

En el estudio de seguridad y salud quedan reflejadas las condiciones técnicas y constructivas adecuadas para que no se produzcan derrumbes.

Se controlará la calidad del sistema constructivo y de los materiales de construcción.

6.5.3 Instrucciones de emergencia

6.5.3.1 Principios básicos

1. Las vías de acceso y evacuación de la obra deben estar operativas, limpias y con las protecciones colectivas (barandillas, pasarelas, etc.) en óptimas condiciones.
2. Se cumplirán las normas de recogidas en el Estudio Básico de Seguridad y Salud relativas al uso de los Equipos de Protección Individual.
3. Se tratará de evitar y prevenir, antes de que se produzca una situación de emergencia.

6.5.3.2 Accidentes laborales

Si el accidentado no puede moverse por sí solo, o pierde el conocimiento, jamás le moveremos. Llamaremos inmediatamente a la ambulancia y ellos lo trasladarán de forma profesional.

En caso de accidente por contacto eléctrico, separaremos al accidentado por medio de un elemento aislante, como por ejemplo, un tablón. Otro compañero mientras tanto cortará el suministro eléctrico.

6.5.3.3 Incendios y explosiones

Si el incendio se encuentra en forma de conato y puede ser controlado de forma sencilla y rápida, se procederá a su extinción por la persona más próxima al mismo, siempre que disponga de la formación práctica adecuada. Se comunicará a la Dirección Facultativa y Coordinador de Seguridad y Salud el incidente y se dará por finalizado el mismo.

En caso de incendio eléctrico, cable, cuadro, maquinaria: ¡¡¡Cuidado con el agua!!! Se utilizará únicamente extintores de CO₂, ya que el agua conduce la electricidad.

Una persona apagará el suministro de energía eléctrica a la zona de incendio, siempre que no suponga un riesgo.

Si el incendio adquiere grandes dimensiones o produce columnas de humo tóxico, se procederá a la evacuación ordenada de la obra, por las vías adecuadas para ello.

El punto de reunión exterior será donde permanecerán todos los trabajadores, hasta recibir nuevas instrucciones. Dicho punto será en exterior del recinto de la obra, en una zona segura.

A la llegada de los bomberos, se les informará detalladamente sobre los datos que se les pueda facilitar.

6.5.3.4 Derrumbes

En caso de percibir crujidos, vibraciones, desplazamientos, etc., se abandonará inmediatamente el lugar de trabajo, utilizando las vías de evacuación establecidas.

6.6 Formación de los trabajadores

El artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 de 8 de Noviembre) exige que el empresario, en cumplimiento del deber de protección, deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, a la contratación, y cuando ocurran cambios en los equipos, tecnologías o funciones que desempeñe.

Tal formación estará centrada específicamente en su puesto o función y deberá adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos. Incluso deberá repetirse si se considera necesario.

La formación referenciada deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo, o en su defecto, en otras horas pero con descuento en aquella del tiempo invertido en la misma. Puede impartirla la empresa con sus medios propios o con otros concertados, pero su coste nunca recaerá en los trabajadores.

Si se trata de personas que van a desarrollar en la Empresa funciones preventivas de los niveles básico, intermedio o superior, el R.D. 39/97 por el que se aprueba el Reglamento

de los Servicios de Prevención indica, en sus Anexos III al VI, los contenidos mínimos de los programas formativos a los que habrá de referirse la formación en materia preventiva.

7 Legislación aplicable al presente Estudio Básico de Seguridad y Salud

7.1 Normas en el ámbito de la seguridad y salud

Han de tenerse en cuenta, sigue el R.D., la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de usarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos. Tal es lo que se manifiesta en el Proyecto de Obra al que acompaña el Estudio de Seguridad y Salud.

Sobre la base de lo establecido en el estudio, y teniendo en cuenta que el mismo no detalla el proceso constructivo de la fase de obra mencionada ni su identificación de riesgos, se elabora este Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizan, estudian, desarrollan y complementan las previsiones contenidas en el mismo, en función de su propio sistema de ejecución de la obra o realización de las instalaciones a que se refiere este Proyecto. Entre otros aspectos, en esta actividad se deberá haber ponderado la posibilidad de adoptar alguna de las siguientes alternativas:

Tender a la normalización y repetitividad de los trabajos, para racionalizarlo y hacerlo más seguro, amortizable y reducir adaptaciones artesanales y manipulaciones perfectamente prescindibles en obra.

Se procurará proyectar con tendencia a la supresión de operaciones y trabajos que puedan realizarse en taller, eliminando de esta forma la exposición de los trabajadores a riesgos innecesarios.

El comienzo de los trabajos, sólo deberá acometerse cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su asentamiento y delimitación definida de las zonas de influencia durante las maniobras, suministro de materiales así como el radio de actuación de los equipos en condiciones de seguridad para las personas y los restantes equipos.

Se establecerá un planning para el avance de los trabajos, así como la retirada y acopio de la totalidad de los materiales empleados, en situación de espera.

Ante la presencia de líneas de alta tensión tanto la grúa como el resto de la maquinaria que se utilice durante la ejecución de los trabajos guardarán la distancia de seguridad de acuerdo con lo indicado en el presente estudio.

Se revisará todo lo concerniente a la instalación eléctrica comprobando su adecuación a la potencia requerida y el estado de conservación en el que se encuentra.

Será debidamente cercada la zona en la cual pueda haber peligro de caída de materiales, y no se haya podido apantallar adecuadamente la previsible parábola de caída del material.

Como se indica en el art. 8 del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre, los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud que recoge el art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, deberán ser tomados en consideración por el proyectista en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra y en particular al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los diferentes trabajos y al estimar la duración prevista de los mismos. El Coordinador en materia de seguridad y salud en fase de proyecto será el que coordine estas cuestiones.

Se efectuará un estudio de acondicionamiento de las zonas de trabajo, para prever la colocación de plataformas, torretas, zonas de paso y formas de acceso, y poderlos utilizar de forma conveniente.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso, el equipo indispensable y necesario, prendas de protección individual tales como cascos, gafas, guantes, botas de seguridad homologadas, impermeables y otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer y evacuar a los operarios que puedan accidentarse.

El personal habrá sido instruido sobre la utilización correcta de los equipos individuales de protección, necesarios para la realización de su trabajo. En los riesgos puntuales y esporádicos de caída de altura, se utilizará obligatoriamente el cinturón de seguridad ante la imposibilidad de disponer de la adecuada protección colectiva u observarse vacíos al respecto a la integración de la seguridad en el proyecto de ejecución.

7.1.1 Protecciones personales

Cuando los trabajos requieran la utilización de prendas de protección personal, éstas llevarán el sello -CE- y serán adecuadas al riesgo que tratan de paliar, ajustándose en todo a lo establecido en el R.D. 773/97 de 30 de Mayo.

En caso de que un trabajador tenga que realizar un trabajo esporádico en alturas superiores a 2 m y no pueda ser protegido mediante protecciones colectivas adecuadas, deberá ir provisto de cinturón de seguridad homologado según (de sujeción o anti caídas según proceda), en vigencia de utilización (no caducada), con puntos de

anclaje no improvisados, sino previstos en proyecto y en la planificación de los trabajos, debiendo acreditar previamente que ha recibido la formación suficiente por parte de sus mandos jerárquicos, para ser utilizado restrictivamente, pero con criterio.

7.1.2 Manipulación manual de cargas

Para el levantamiento de una carga es obligatorio lo siguiente:

Asentar los pies firmemente manteniendo entre ellos una distancia similar a la anchura de los hombros, acercándose lo más posible a la carga.

Flexionar las rodillas, manteniendo la espalda erguida.

Agarrar el objeto firmemente con ambas manos si es posible.

El esfuerzo de levantar el peso lo deben realizar los músculos de las piernas.

Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo, debiendo evitarse los giros de la cintura.

Para el manejo de cargas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.

Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.

Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.

Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.

Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.

Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.

7.1.3 Manipulación de cargas con la grúa

En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores, es recomendable la adopción de las siguientes normas generales:

Señalar de forma visible la carga máxima que pueda elevarse mediante el aparato elevador utilizado.

Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.

Emplear para la elevación de materiales recipientes adecuados que los contengan, o se sujeten las cargas de forma que se imposibilite el desprendimiento parcial o total de las mismas.

Las eslingas llevarán placa de identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas.

De utilizar cadenas estas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima. Estarán libres de nudos y se enrollarán en tambores o polichas adecuadas.

Para la elevación y transporte de piezas de gran longitud se emplearán vigas de reparto de cargas, de forma que permita esparcir la luz entre apoyos, garantizando de esta forma la horizontalidad y estabilidad.