

Firma.

AHORRO ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA MEDIANTE LA APORTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA.

Este proyecto ha sido redactado como Trabajo Fin de Carrera por el alumno de la Escuela de Ingeniería Industrial e Informática de León, especialidad Mecánica, con intensificación en Estructuras e Instalaciones Industriales, Norberto Rodríguez González.

La tutoría para la realización de este proyecto ha sido llevada a cabo por Ana González Marcos.

TUTOR DEL PROYECTO

AUTOR DEL PROYECTO

Fdo. D^a. Ana González Marcos.

Fdo. Norberto Rodríguez González.

Vº Bº OFICINA TÉCNICA

Fdo. D. Rafael I. Rodríguez Álvarez

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

ÍNDICE GENERAL.

• MEMORIA.

Índice.....	2
1.- Antecedentes, objeto del proyecto y datos generales.....	4
2.- Condiciones de partida.....	5
2.1.- Principios básicos del proyecto de energía solar térmica.....	5
2.2.- Generalidades sobre variables climatológicas y justificación de algunas medidas en base a ellas.....	6
2.3.- Ángulos que intervienen en el cálculo de la radiación.....	8
3.- Normas y referencias.....	9
4.- Instalación de energía solar.....	12
4.1.- Análisis de alternativas.....	12
4.1.1.- Subconjunto de captación (conceptos previos).....	12
4.1.2.- Subconjunto de captación (funcionamiento).....	16
4.1.3.- Sistemas solares de circulación forzada.....	23
4.1.4.- Subconjunto de acumulación.....	25
4.1.5.- Subconjunto de termotransferencia.....	27
4.1.6.- Subconjunto de energía principal.....	31
4.1.7.- Subconjunto de regulación y control.....	32
4.1.8.- Aislamiento.....	33
4.1.9.- Otros elementos.....	33
4.1.10.- Tratamiento antilegionela: la seguridad sanitaria por encima del ahorro energético.....	35
4.2.- Descripción de la solución adoptada.....	38
4.2.1.- Subconjunto de captación.....	38
4.2.2.- Subconjunto de acumulación.....	42
4.2.3.- Subconjunto de termotransferencia.....	45
4.2.4.- Subconjunto de regulación y control.....	49
4.2.5.- Aislamiento.....	50
4.2.6.- Estructura soporte.....	50
4.2.7.- Otros elementos.....	53
5.- Uso eficiente de la energía.....	54
5.1.- Introducción y generalidades.....	54
5.2.- Sistemas de climatización.....	54
5.2.1.- Sistemas de refrigeración.....	55
5.2.2.- Sistemas de calefacción.....	72
5.2.3.- Recopilación de datos fundamentales y conclusiones sobre la posible climatización de la vivienda.....	88
5.2.4.- Consejos para un uso eficiente de la energía de la que disponemos.....	91
5.3.- Más usos eficientes de la energía. Iluminación y equipamiento.....	94
6.- Análisis de viabilidad económico - financiera.....	100
6.1.- Generalidades, principios y procedimiento.....	100
6.2.- Cálculos.....	101
6.3.- Conclusiones.....	104
7.- Análisis medioambiental.....	105

Índice general.

7.1.- Introducción a la situación global actual.....	105
7.2.- Concienciación.....	105
7.3.- Reducción de emisiones.....	106
8.- Planificación.....	108
8.1.- Planificación del proyecto. Generalidades.....	108
8.2.- Diagrama de Gantt.....	108
8.3.- Planificación de los trabajos.....	109

• ANEJOS.

Índice.....	2
A.- ANEXO DE CÁLCULOS.....	3
A.1.- Cálculo de la inclinación de los colectores.....	3
A.1.1.- Datos.....	3
A.1.2.- Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación.....	3
A.2.- Algunos criterios de diseño. Elección de S1 o S2 para la colocación de los paneles.....	6
A.3.- Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras.....	8
A.4.- Cálculo de la carga de consumo.....	9
A.5.- Contribución solar mínima.....	11
A.6.- Cálculo del número de paneles solares.....	19
A.7.- Cobertura de los paneles solares.....	20
A.8.- Ahorro energético.....	25
A.9.- Dimensionamiento del subconjunto de almacenamiento.....	26
A.10.- Dimensionamiento del subconjunto de termotransferencia.....	28
A.10.1.- Intercambiador.....	28
A.10.2.- Fluido caloportador.....	29
A.10.3.- Conducciones.....	31
A.10.4.- Bombas de circulación.....	37
A.10.5.- Vaso de expansión.....	39
A.10.6.- Purgadores y desaireadores.....	41
A.11.- Aislamiento.....	41
B.- ANEXO DE ESPECIFICACIONES DE LOS FABRICANTES SOBRE SUS PRODUCTOS.....	43
B.1.-Recomendaciones del distribuidor de colectores solares.....	43
C.- ANEXO DE TABLAS.....	45
C.1.- Tablas.....	45

• PLANOS.

Índice.....	2
Plano de situación.....	A-1
Plano de emplazamiento.....	A-2
Distribución general del edificio.....	B-1
Instalación de paneles solares.....	B-2
Guardilla, 1ª planta y planta baja con parte de la instalación (plantas).....	B-3
Detalle de la cubierta y de la instalación (vista lateral).....	B-4
Vista lateral con detalle de parte de la instalación (vista clásica).....	B-5
Esquema hidráulico.....	C-1

· PLIEGO DE CONDICIONES.

Índice.....	2
1.- Disposiciones preliminares.....	3
2.- Descripción de la obra.....	5
- Colectores.....	5
- Interacumulador.....	5
- Tuberías de circuitos y demás elementos.....	5
- Hormigón.....	5
- Materiales de acero.....	5
3.- Condiciones de materiales y equipos.	6
- Materiales.....	6
- Reconocimiento de los materiales.....	6
4.- Ejecución de la obra.	6
4.1.- Generalidades.....	6
4.2.- Montaje de estructura soporte y captadores.....	8
4.3.- Montaje del interacumulador.....	8
4.4.- Montaje de las bombas.....	8
4.5.- Montaje de tuberías y accesorios.....	9
4.6.- Montaje del aislamiento.....	10
5.- Medición y abono de obras.....	11
- Colectores solares de placa plana.....	11
- Replanteo.....	11
- Mediciones.....	11
- Abono de las obras.....	11
- Comienzos de las obras.....	11
- Responsabilidades en la ejecución.....	11
6.- Disposiciones finales.....	12
6.1.- Condiciones de contratación.....	12
- Elección de componentes.....	12
- Prescripciones generales de la instalación.....	12
6.2.- Ejecución del proyecto.....	12
- Plazo de ejecución.....	12
- Comprobación del circuito.....	12
- Prueba final de entrega.....	12
6.3.- Condiciones facultativas.....	12
- Dirección.....	12
- Interpretación.....	13
- Responsabilidad de la casa constructora.....	13
- Duración de obra.....	13
- Exclusividad de proyecto.....	13
6.4.- Garantías.....	13
- Plazo de garantía.....	13
- Recepción definitiva.....	14
6.5.- Tramitación.....	14
- Tramitación oficial.....	14
- Validez del presupuesto.....	14
- Cambio de constructor.....	15

· **MEDICIONES Y PRESUPUESTO.**

Índice.....	2
1.- Mediciones – Unidades de obra.....	3
2.- Precios unitarios.....	4
3.- Precios unitarios descompuestos.....	5
4.- Presupuesto general.....	14

· **ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA.**

1.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

Índice.....	3
1.1.- Introducción.....	3
1.2.- Objeto del Estudio de Seguridad y Salud.....	4
1.3.- Consideración general de riesgos.....	4
1.4.- Análisis y prevención de riesgos en las fases de obra.....	5
1.4.1.- Tipos de riesgos.....	5
1.4.2.- Medidas preventivas en la organización del trabajo.....	14
1.4.3.- Protecciones colectivas.....	14
1.4.4.- Protecciones personales.....	15
1.5.- Análisis y prevención de los riesgos en los medios y en la maquinaria.....	15
1.6.- Análisis y prevención de riesgos catastróficos.....	16
1.7.- Cálculo de los medios de seguridad.....	17
1.8.- Medicina preventiva y primeros auxilios.	17

Índice general.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

- 5 -

Memoria.

MEMORIA

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

ÍNDICE.

1.- Antecedentes, objeto del proyecto y datos generales.....	4
2.- Condiciones de partida.....	5
2.1.- Principios básicos del proyecto de energía solar térmica.....	5
2.2.- Generalidades sobre variables climatológicas y justificación de algunas medidas en base a ellas.....	6
2.3.- Ángulos que intervienen en el cálculo de la radiación.....	8
3.- Normas y referencias.....	9
4.- Instalación de energía solar.....	12
4.1.- Análisis de alternativas.....	12
4.1.1.- Subconjunto de captación (conceptos previos).....	12
4.1.2.- Subconjunto de captación (funcionamiento).....	16
4.1.3.- Sistemas solares de circulación forzada.....	23
4.1.4.- Subconjunto de acumulación.....	25
4.1.5.- Subconjunto de termotransferencia.....	27
4.1.6.- Subconjunto de energía principal.....	31
4.1.7.- Subconjunto de regulación y control.....	32
4.1.8.- Aislamiento.....	33
4.1.9.- Otros elementos.....	33
4.1.10.- Tratamiento antilegionela: la seguridad sanitaria por encima del ahorro energético.....	35
4.2.- Descripción de la solución adoptada.....	38
4.2.1.- Subconjunto de captación.....	38
4.2.2.- Subconjunto de acumulación.....	42
4.2.3.- Subconjunto de termotransferencia.....	45
4.2.4.- Subconjunto de regulación y control.....	49
4.2.5.- Aislamiento.....	50
4.2.6.- Estructura soporte.....	50
4.2.7.- Otros elementos.....	53
5.- Uso eficiente de la energía.....	54
5.1.- Introducción y generalidades.....	54
5.2.- Sistemas de climatización.....	54
5.2.1.- Sistemas de refrigeración.....	55
5.2.2.- Sistemas de calefacción.....	72
5.2.3.- Recopilación de datos fundamentales y conclusiones sobre la posible climatización de la vivienda.....	88
5.2.4.- Consejos para un uso eficiente de la energía de la que disponemos.....	91
5.3.- Más usos eficientes de la energía. Iluminación y equipamiento.....	94
6.- Análisis de viabilidad económico - financiera.....	100
6.1.- Generalidades, principios y procedimiento.....	100
6.2.- Cálculos.....	101
6.3.- Conclusiones.....	104
7.- Análisis medioambiental.....	105
7.1.- Introducción a la situación global actual.....	105
7.2.- Concienciación.....	105
7.3.- Reducción de emisiones.....	106
8.- Planificación.....	108

Memoria.

8.1.- Planificación del proyecto. Generalidades.....	108
8.2.- Diagrama de Gantt.....	108
8.3.- Planificación de los trabajos.....	109

1.- Antecedentes, objeto del proyecto y datos generales.

Debido al consumo energético de la familias y su correspondiente crecimiento de las facturas, por el aumento del valor de los recursos derivados de combustibles fósiles y debido también, a la realización de distintas campañas de sensibilización llevadas a cabo en los últimos tiempos por parte del Gobierno de la Nación y otros organismos no gubernamentales, la remodelación de la legislación vigente y las ayudas económicas que ofrecen las distintas Administraciones competentes, para facilitar un cambio a las energías renovables, han hecho que mi cliente haya deseado buscar alguna solución relacionada con este aspecto, queriendo que se le realizara un proyecto de instalación de paneles solares como apoyo al sistema de calentamiento del agua caliente sanitaria de su vivienda y un estudio de su vivienda para el posible desarrollo de una serie de recomendaciones para la obtención de un ahorro energético y uso eficiente de la energía.

Por tanto, este proyecto tiene por objetos:

· Objeto principal del proyecto:

- Estudio y realización de la remodelación de una instalación de calefacción individual, dotándola de un sistema de apoyo de calentamiento de agua por energía solar, en una de las dos viviendas unifamiliares que se hayan en un edificio compuesto situado en el Barrio La Sal de la localidad de Trobajo del Camino (León), y que están localizadas en la c/ Antonio de Lebrija nº 38 y nº 40, respectivamente, siendo objeto de estudio la casa adosada correspondiente al nº 40; dicha vivienda es propiedad de:

D^a. M^a del Carmen González Álvarez, D.N.I.: XXXXXXXXX.

D. Pedro Rodríguez González, D.N.I.: XXXXXXXXX.

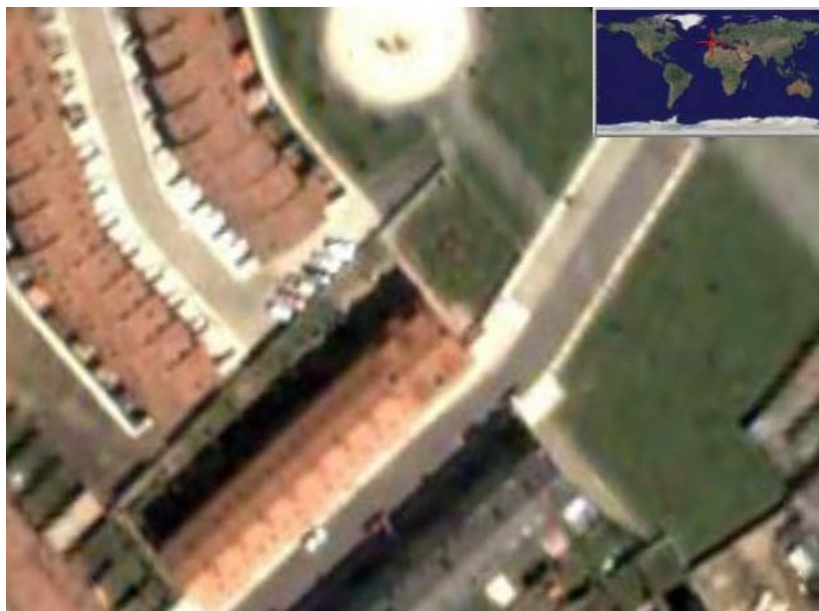


Fig. 1.- Foto satélite de la vivienda.

· Objeto secundario del proyecto:

- Estudio y determinación de las mejores propuestas y medidas de ahorro energético y uso eficiente de la energía para su puesta en práctica en la vivienda en cuestión.

Las dos viviendas, A y B, son simétricas entre sí y la única diferencia entre ambas es la que se deriva de que la vivienda B (objeto de estudio), es la última del grupo de adosados, y por lo tanto una de sus medianerías es fachada. Aprovechando esta circunstancia se aprovechó en su momento para colocar algunas ventanas para iluminar y ventilar fundamentalmente los baños.

Los adosados se desarrollan en una planta semisótano, destinada a garaje, dos plantas sobre rasante, planta baja y primera planta y un aprovechamiento bajo cubierta a modo de desván.

2.- Condiciones de partida.

La unidad familiar la componen cuatro miembros que habitan en la vivienda con asiduidad los doce meses del año, este hecho nos hace tener que considerar que nuestra instalación de energía solar térmica deberá estar diseñada para una cobertura anual, sin restricción ninguna de uso; buscando dar apoyo energético proporcional a las necesidades de consumo de A.C.S. de la vivienda, cubriendo la posible demanda de uno o dos días de la misma.

El edificio es de una antigüedad no mayor de cinco años; dispone de una cubierta a dos aguas simétricas con dos vertientes de inclinación distintas, siendo la que comienza la cubierta de una pendiente del 84,9 % y la que llega a la cumbre de una pendiente del 28,7 %.

El frente de la parcela y por tanto el de la edificación está orientado dirección Sur-Sureste; la parcela, como ya se ha indicado, es la última de una hilera de otras parcelas que también tienen adosados, por lo que el lado que sirve de medianería y de fachada lateral está orientada hacia el Este-Noreste.

En la cubierta existe una serie de chimeneas y antenas de televisión que pueden producir unas determinadas sombras en función del momento del día, más concretamente de la tarde.

2.1.- Principios básicos del proyecto de energía solar térmica.

Si bien se puede diseñar la instalación con una gran variedad de variantes lo cierto es que actualmente, prácticamente la totalidad de ellos consisten en la combinación de un colector de placa plana junto a un acumulador, bien formando un conjunto o bien independientemente.

La mayoría de sistemas de calefacción y / o A.C.S. para viviendas que funcionan con energía solar suelen llevar un sistema auxiliar, ya que sería antieconómico diseñar un sistema de calefacción solar de forma que pudiese satisfacer la demanda en el día más nublado y frío del año, ya que para el resto del tiempo resultaría una instalación sobredimensionada. Evidentemente hay una relación en este caso, entre la variabilidad de la radiación solar, la variabilidad de la

demanda de energía térmica, la capacidad del sistema auxiliar y la capacidad de almacenamiento que hay que habilitar. El equilibrio que hay que establecer entre estos factores, y que buscaremos con este proyecto, depende fundamentalmente de razones económicas.

Es importante tener presente que uno de nuestros objetivos es conseguir el máximo ahorro de energía convencional y, por lo tanto, de dinero; y esto es a veces incompatible con determinados diseños de sistemas en los que se hace trabajar indebidamente al sistema, causando así un pobre rendimiento a la inversión realizada.

Evidentemente lo primero que debemos hacer es proveer al sistema del número suficiente de colectores para poder captar la energía necesaria, asimismo debemos elegir a la inclinación idónea para aprovechar la máxima cantidad de energía solar disponible en cada mes. A la vez que será preciso regular la captación de dicha energía para que realmente se convierta en energía útil. Será pues necesario medir y comparar permanentemente los niveles de temperatura en los colectores y en el almacenamiento, así como disponer de los mecanismos automáticos necesarios para que en el circuito primario se establezca o la circulación del fluido, en función de si se produce o no un incremento de la energía útil acumulada.

También deberemos prestar atención a consumir prioritariamente la energía solar, así el sistema de almacenamiento deberá trabajar de modo que favorezca el uso prioritario de la energía solar frente a la auxiliar y nunca al revés. En todo caso hay que asegurar la correcta conjunción entre energía solar y convencional, es decir precalentar toda el agua que posteriormente sea consumida, y alcanzar la temperatura de uso con la mínima cantidad de energía auxiliar. Así como la conveniencia por motivos de seguridad, de evitar introducir la energía solar y la auxiliar a la vez y en el mismo espacio (depósito).

2.2.- Generalidades sobre variables climatológicas y justificación de algunas medidas en base a ellas.

A la hora del estudio de la zona, para determinar la conveniencia de determinadas acciones y/o decisiones relacionadas con la instalación de los paneles solares, debemos fijarnos especialmente en distintas variables que condicionan el lugar, tales parámetros son:

- Temperatura del aire.
- Vientos locales.
- Insolación.
- Humedad.

Temperatura del aire.

El aire no absorbe las radiaciones solares de poca longitud de onda, pero puede absorber una proporción importante de las longitudes de onda emitidas por la Tierra.

Se ha comprobado que la atmósfera absorbe siete veces más energía de la superficie terrestre que las radiaciones solares directas.

Durante el momento en que el tiempo está nublado la emisión es más débil, ya que la temperatura de las nubes es sólo un poco más baja que la de la Tierra. En

un día nublado una ventana orientada hacia el Norte recibe una radiación diez veces mayor que en un día despejado, debido a la radiación difusa.

Pero lo que nos interesa saber en este caso, es que la incidencia térmica es máxima cerca del suelo los días y noches sin nubes. Esto nos puede llevar a considerar la conveniencia de situar los paneles solares en el suelo de la propiedad, para obtener un mayor rendimiento de los mismos, no obviando además, que al estar en una zona del Norte de España las temperaturas desprendidas por el suelo en verano no llegarían a ser un problema de recalentamiento de los paneles. Pero por la orientación de la edificación y por la generación de sombras del propio edificio y de otros de similares características en los alrededores, suponemos como mejor opción de momento su colocación en el tejado con orientación Sur, coincidiendo con las pendientes que van hacia la fachada principal.

Vientos locales.

La velocidad y duración de los vientos varían considerablemente en los distintos climas y microclimas de un lugar. La velocidad del viento disminuye con la altura y el flujo puede ser modificado por las variaciones topográficas. Del estudio de la rosa anual de velocidades y sus intensidades podemos sacar conclusiones como la conveniencia de aprovechar obstáculos naturales para proteger los paneles solares o la necesidad de reforzar los soportes de sustentación.

En León, podemos ver en la figura que se muestra a continuación, que los vientos son predominantes de la dirección Oeste. Nuestra edificación tiene su fachada principal hacia el Sur-Sureste (donde en principio colocaremos los paneles) y la medianería libre de continuación de casas, hacia el Este-Noreste, estando las mismas hacia el Oeste-Suroeste, esta combinatoria puede generar que los paneles se consideren protegidos hacia una cierta cantidad de vientos provenientes de la dirección Oeste, no obstante la situación de las casas adosadas no garantiza que no se hayan de tomar medidas especiales para la fijación de los paneles, debido a que la altura de todas las viviendas adosadas es similar (variando en unos pocos centímetros la diferencia de alturas de sus cubiertas, debido al distinto diseño de construcción). Por lo que se tendrá este hecho en cuenta a la hora de considerar los soportes de fijación de los paneles.

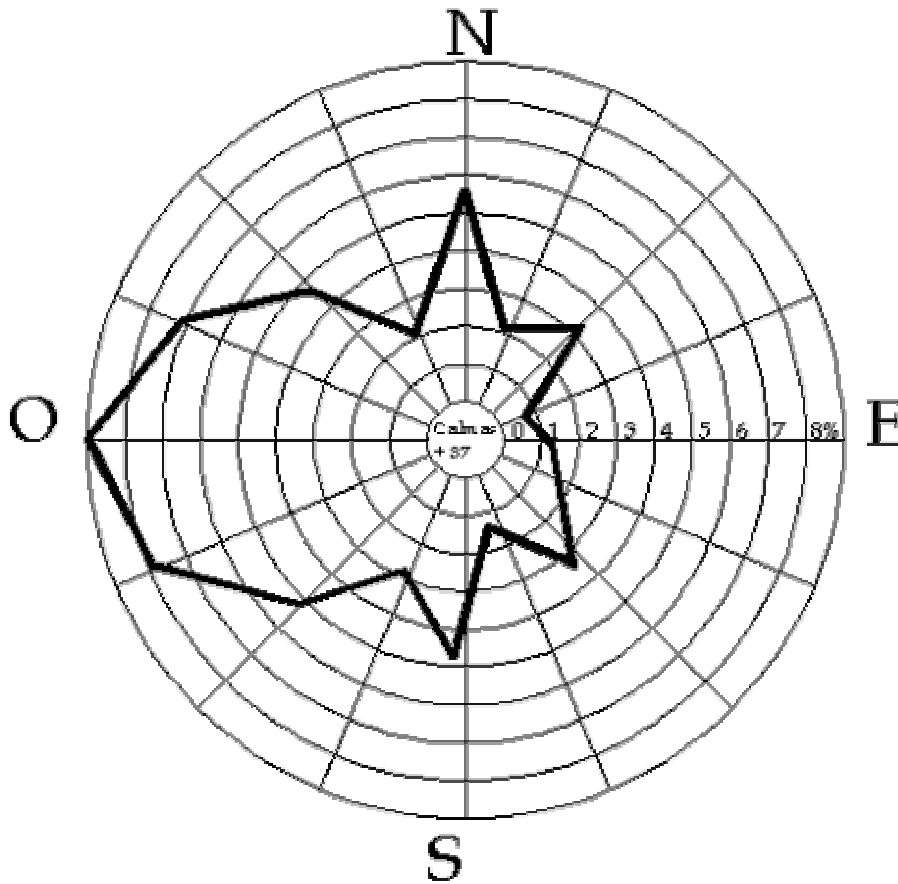


Fig. 2.- Vientos dominantes en León.

Humedad.

La humedad del aire se designa anualmente por su humedad relativa siendo esta la relación entre la presión parcial del vapor de agua en el aire y la presión de vapor saturante a la temperatura de la atmósfera. La humedad relativa interviene en el hábitat afectando el comportamiento de muchos materiales de la construcción.

2.3.- Ángulos que intervienen en el cálculo de la radiación.

Para los cálculos relacionados con la instalación de los colectores solares debemos conocer las siguientes relaciones:

- Latitud Φ : Ángulo formado por la vertical del lugar con el plano del ecuador.
- Declinación solar δ : Posición angular del Sol al mediodía solar, con relación al plano del ecuador.
- Inclinación S : Ángulo que forman el plano de la superficie captadora y la horizontal del lugar.
- Azimut γ : Ángulo formado por la proyección vertical de la perpendicular al colector con el Sur (meridiano del lugar).
- Incidencia σ : Ángulo formado por la radiación directa con la perpendicular al captador.

- Hora solar y ecuación de tiempo: Debe recordarse que la hora local no coincide con la verdadera hora solar, para poder trabajar con el tiempo solar verdadero (T.S.V.) operamos del siguiente modo:

T.S.V. = Hora oficial – Adelanto respecto a la hora solar \pm Longitud del lugar \pm Ecuación de tiempo

- Ángulo horario ω : Ángulo correspondiente con el T.S.V.

Para averiguarlo primero sacamos el número de horas y minutos que difiere tal T.S.V. con las 12h. para luego sumar la multiplicación del paquete de horas y minutos por 15°/h, tal suma será realizada en horas:

T.S.V. = A h. B min.

12 h. – (A h. B min.) = C h. D min.

$\omega = (C \text{ h.} \cdot 15^\circ/\text{h.}) + (D \text{ min.} \cdot 15^\circ/\text{h.}) / 60 \text{ min.} / \text{h.}$

3.- Normas y referencias.

- Normativa y legislación.

Las principales normas usadas, bajo cuyo amparo legal debe estar basado este proyecto son:

- Códigos Técnicos de la Edificación (C.T.E.), de Marzo del 2006, con especial vinculación legal sobre su Documento Básico HE (Ahorro de la energía).

- Real Decreto 891 / 1980, de 14 de abril, sobre homologación de los paneles solares (B.O.E. de 12 mayo de 1980).

- Orden del 28 Julio 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los paneles solares (B.O.E. 18 de agosto de 1980).

- Orden del 9 de abril de 1981, por la que se especifican las exigencias técnicas que deben cumplir los sistemas solares para agua caliente y climatización, a efectos de la concesión de subvenciones a los propietarios, en el desarrollo del artículo 13 de la ley 82/1980, del 30 de diciembre, sobre conservación de la energía (B.O.E. 25 de Abril de 1981)

- Real Decreto 1751 / 1998 del 31 de julio, que aprueba el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (R.I.T.E.) y sus instrucciones técnicas complementarias (B.O.E. 5 de Agosto de 1998)

- Real Decreto 1218 / 2002, de 22 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1751 / 1998, de 31 de julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (I.T.E.) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios. B.O.E. núm. 289 de 3 de diciembre.

- Pliego de condiciones técnicas de las instalaciones de energía solar térmica I.D.E.A. (ref. PET-REV-16.6.18.5/I-01).

Memoria.

- 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.
- Ley 82 / 1980 del 30 de diciembre, sobre conservación de la energía (B.O.E. 27 de enero de 1981).
- Resolución de la Dirección General del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (I.D.A.E.), de 12 de marzo de 2002, por la que se establecen las bases reguladoras y la convocatoria para la concesión de ayudas para apoyo a la energía solar térmica, en el marco del Plan de Fomento de las Energías Renovables.
- Resolución del 5 de Noviembre de 2001, de la consejería de industria, comercio y turismo, por la que se aprueban las bases que han de regir las convocatorias públicas de subvenciones para programas de ahorro energético y uso de energías renovables en el año 2002.
- Reglamento de recipientes a presión.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Ley 31/1995 del 8 de Noviembre sobre la prevención de riesgos laborales (B.O.E. nº 269 del 10 de Noviembre).
- Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre de 1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- También se seguirá en todo lo posible otras normas como las U.N.E. de la asociación española de normalización y certificación (A.E.N.O.R.), normas C.T.E. del ministerio de obras públicas y urbanismos, y otras de organismos internacionales como las C.E.N. o I.S.O., como las siguientes:

UNE 100.152. Dimensionado, distancia y disposición de los soportes de tubería.

UNE-EN 12975-1 Sistemas solares térmicos y componentes—Captadores Solares — Parte 1: Requisitos Generales.

UNE 157001:2002 Documentos del proyecto.

UNE 50-132:94 Numeración de las divisiones y subdivisiones de los escritos.

UNE-EN 12975-2 Sistemas solares térmicos y componentes—Captadores Solares — Parte 2: Métodos de Ensayo.

UNE-EN 12976-1. Sistemas solares térmicos y componentes—Sistemas solares prefabricados— Parte 1: Requisitos Generales

Memoria.

UNE-EN 12976-2 Sistemas solares térmicos y componentes— Sistemas solares prefabricados — Parte 2: Métodos de Ensayo.

UNE-EN 12977-1. Sistemas solares térmicos y componentes—Sistemas solares a medida— Parte 1: Requisitos Generales

UNE-EN 12977-2 Sistemas solares térmicos y componentes— Sistemas solares a medida — Parte 2: Métodos de Ensayo.

UNE 1032:1982 ISO 128 y 1034-1:1975 Regulación sobre aspectos técnicos de la representación de planos.

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.

ENV 1991-2-3, Eurocode 1 — Basis of design and actions on structures — Part 2 - 3: Action on structures; snow loads.

ENV 1991-2-4, Eurocode 1 — Basis of design and actions on structures — Part 2 - 4: Action on structures; wind loads.

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).

ISO 9488 Energía Solar — Vocabulario.

Se considerará la edición más reciente de las normas antes mencionadas, con las últimas modificaciones oficialmente aprobadas.

- Documentación y bibliografía.

Las principales referencias en las que nos hemos basado para la realización y justificación de este proyecto es la siguiente:

- Normativa internacional, europeas, nacionales, de la Comunidad Autónoma de Castilla y León o guías de organismos oficiales u otras entidades de reconocido prestigio.

Memoria.

- Documentación facilitada por el profesorado de la Facultad de Ingenierías Técnicas y Superiores de Industriales, Informática y Aeronáutica, de la Universidad de León.

- Catálogos de empresas comerciales (Thermisun solar / Fesucor S.L., Comercial Gassó, Saunier Duval, Roca, Schüco International KG, Salvador Escoda S.A., Dunphy S.A., Ibersolar energía S.A., etc.)

- Páginas de internet (www.schueco.de, www.roca.es, www.jcyl.es, www.mityc.es, www.minhac.es, <http://www.carrier.es/variados/FAQ.htm>, <http://portal.gasnatural.com/es/redirect/OficinaVirtual/SolicitudInfoCalefaccion.gas>, <http://www.ocu.org/map/show/20081/src/206501.htm#0#0>, http://news.soliclima.com/modules.php?name=News&new_topic=2, <http://www.fao.org/docrep/x5058S/x5058S00.htm#Contents>, etc.)

- Además se ha precisado la ayuda de ciertos programas informáticos: Microsoft Word, Microsoft Excel, AutoCAD 2005 - Español, Adobe Acrobat 6.0 Professional, Paint, Adobe Reader 7.0 – Español y Google Earth.

4.- Instalaciones de energía solar.

4.1.- Análisis de alternativas.

4.1.1.- Subconjunto de captación (conceptos previos).

Dentro de los sistemas de captación que existen podemos realizar la siguiente clasificación:

4.1.1.1.- Sistemas de captación activos.

Captan la radiación solar por medio de un elemento de determinadas características, llamado "colector"; según sea éste se puede llevar a cabo una conversión térmica (*a baja, media o alta temperatura*), aprovechando el calor contenido en la radiación solar, El colector es una superficie, que expuesta a la radiación solar, permite absorber su calor y transmitirlo a un fluido. Existen tres técnicas diferentes entre sí en función de la temperatura que puede alcanzar la superficie captadora. De esta manera, los podemos clasificar como:

• Alta temperatura:

Captación de la radiación solar con un alto índice de concentración, la temperatura del fluido es más elevada de 300°C.

• Media temperatura:

Captación de bajo índice de concentración, la temperatura del fluido es más elevada de 100°C.

• Baja temperatura:

Nos referiremos a aplicaciones de la energía solar a baja temperatura cuando la energía térmica que se obtiene se utiliza para temperaturas inferiores a 80 / 100 °C es decir una captación directa, donde la temperatura del fluido está por debajo del punto de ebullición.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

• **Sistemas de media y alta temperatura.**

Para la obtención de elevadas temperaturas es necesario recurrir a colectores especiales, ya que con los planos es imposible, estos colectores son los colectores de concentración, cuya filosofía no es más que aumentar la radiación por unidad de superficie. Hay varias formas y sistemas, pero la parte común a todos es que necesitan orientación. La radiación solar se capta por medio de un conjunto de espejos curvos (heliostatos), que reflejan la luz del sol concentrándola en un único punto o foco. Los espejos siguen el movimiento del sol durante el día controlándolo mediante programas informáticos, ya que el movimiento del sol varía con la latitud, la época del año y el día; el foco funciona como receptor del calor que lo transfiere al fluido de trabajo (agua, aceite, aire, sales, etc.) que es el encargado de transmitir el calor a otra parte de la central termosolar. Generalmente, el calor es transmitido a un depósito de agua, que a altas temperaturas se evapora, hecho éste que es aprovechado para hacer mover una turbina.

Entre las configuraciones que existen cabe señalar:

- Los heliostatos que rodean completamente la torre central (cilíndrica y de superficie con alta conductividad térmica)
- Los heliostatos que están colocados en el norte de la torre receptora.

Otra variedad de centrales solares térmicas de alta concentración son los "discos parabólicos". Estos discos son colectores que rastrean el sol en dos ejes, concentrando la radiación solar en un receptor ubicado en el foco de la parábola. El receptor absorbe la energía convirtiéndola en energía térmica. Inmediatamente se puede transformar la energía térmica en energía eléctrica mediante un generador o también puede ser conducida mediante turbinas a una central de conversión.

• **Sistemas de baja temperatura.**

Generalmente el aprovechamiento térmico a baja temperatura se realiza a través de colectores planos, cuya característica común es que no tienen poder de concentración, es decir, la relación entre la superficie externa del colector y la superficie captadora, la interior, es prácticamente la unidad.

Consta de los siguientes elementos:

- **Cubierta exterior:** Con el fin de reducir las pérdidas, proteger de la intemperie la placa absorbidora y crear el efecto invernadero, se coloca sobre el absorbente una superficie transparente. Aunque se han comercializado colectores con más de una cubierta y de materiales plásticos (Tedlar, EVA, etc.), lo más habitual es que sea una única superficie de vidrio, con un bajo contenido en hierro (para limitar las pérdidas energéticas) y de un espesor de al menos 4 mm. Las cubiertas de plástico o láminas transparentes son menos frágiles, más ligeras y más económicas, sin embargo pueden sufrir rápidamente un gran envejecimiento por su exposición directa a la radiación solar.

Estas superficies se pueden encontrar con varias capas de cristales, evitando así pérdidas de calor, pero encareciendo el colector. Es la parte más propensa a la rotura, ya sea por agresiones externas o por efecto de la dilatación del propio cristal.

- **Placa absorbente:** Es la pieza clave del colector solar. Está formada por tubos o conductos por los que circula un fluido caloportador (en ocasiones es sólo agua) que ha de ser calentado, y una superficie de captación selectiva que transfiere el calor hasta los tubos. La superficie sobre la que incide el sol debe contar con un tratamiento que consiga que la radiación absorbida sea máxima, limitando las pérdidas. Este tratamiento suele ser de color negro con objeto de aumentar su poder de absorción y disminuir la reflexión, éste además, debe tener la misma vida que el colector y resistir las condiciones de insolación y ciclos de frío-calor a los que se somete.

Podemos encontrar los tubos por los que circula el fluido caloportador, que van soldados a la placa o sencillamente son parte de ella. Existen muchas posibilidades de configuración para la realización de las superficies captadoras, pero la mayoría están basadas en parrillas de tubos y aletas.

- **Aislamiento:** Es un tipo de recubrimiento que debe existir en todos los lados del panel, excepto en la parte acristalada, que evita pérdidas térmicas. El material es cualquier tipo de aislante (fibra de vidrio, lana de roca, espuma rígida de poliuretano, poliestireno expandido, etc.) y el grosor depende de la aplicación, lugar, tipo de aislante. El colector debe incorporar materiales aislantes tanto en el fondo del colector bajo la superficie absorbente, como en los laterales con el fin de reducir las pérdidas de calor desde el absorbedor hacia la carcasa. Cualquiera que sea el material elegido debe tener además de una baja conductividad térmica, un coeficiente de dilatación compatible con los demás componentes del panel solar y resistencia a la temperatura. Es conveniente incorporar una lámina reflectante en la cara superior del aislante para evitar su contacto y reflejar hacia la placa absorbente la radiación infrarroja emitida por éste. En el caso de que sea un material con posibilidad de absorción de líquidos, deberá disponer de una protección que asegure su estanqueidad frente a fugas y condensaciones.

- **Caja exterior:** Es la que alberga a todos los componentes (cubierta exterior, placa absorbente, aislamiento) dándole la rigidez y estanqueidad necesarias al conjunto. Aunque también puede ser material plástico, lo usual es que sea metálica, generalmente de aluminio, por su poco peso y aguante a la corrosión.

- **Juntas:** Permiten la estanqueidad del colector en relación con la cubierta y la carcasa, pudiendo ser de caucho perforado o silicona.

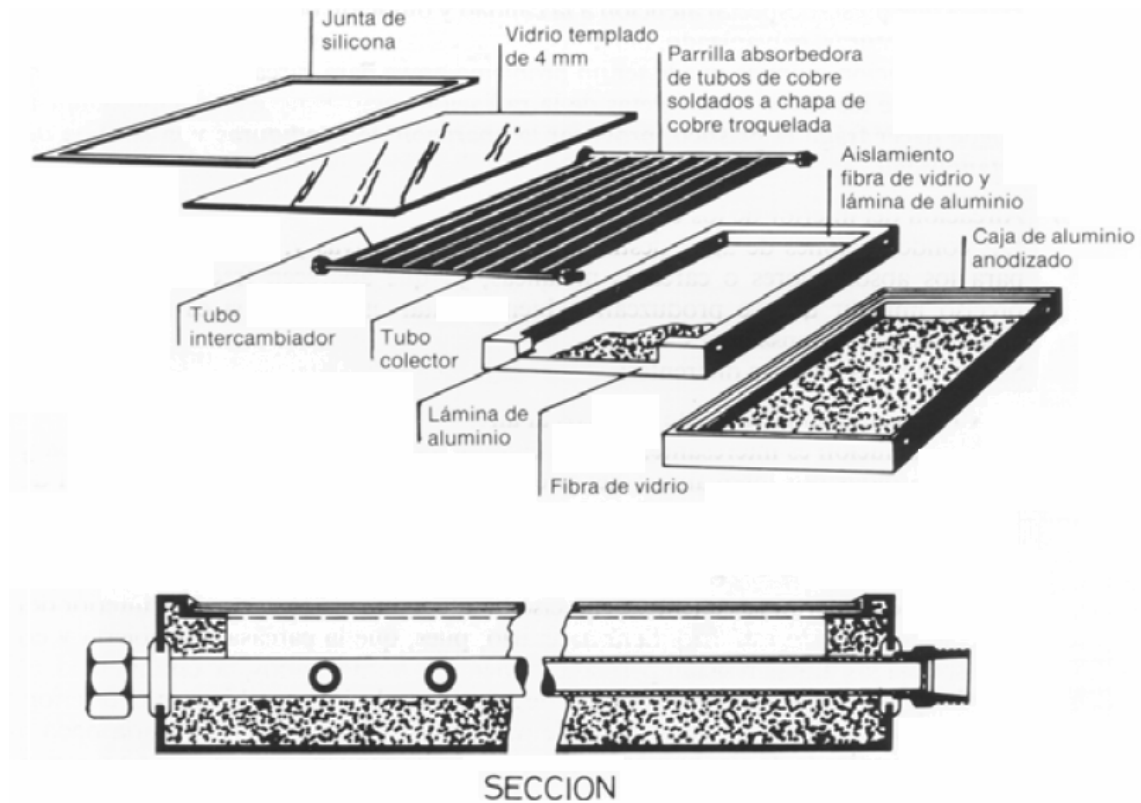


Fig. 3.- Partes de un colector.

- Principales fallos.

A pesar de todos los esfuerzos llevados a cabo las principales causas de fallo de los captadores suelen ser:

- Entrada de agua en el interior del captador.
- Degradación del tratamiento del absorbedor.
- Corrosión del absorbedor.
- Degradación y rotura de la cubierta.
- Degradación de los materiales aislantes.
- Degradación del material de las juntas.

• Otros tipos de captadores.

Existen otro tipo de colectores planos que no responden a esta descripción:

- **Colectores para piscinas:** Son colectores sin cubierta, sin aislante y sin caja, solamente están compuestos por la placa absorbente, que por lo general es de un material plástico. Aumenta la temperatura del agua entre 2 y 5 °C, y solo funciona en épocas veraniegas ya que tiene grandes pérdidas, por eso se usa para calentar el agua de las piscinas.

- **Colectores de vacío:** Están compuestos de una doble cubierta envolvente, herméticamente cerrada, en la cual se ha hecho el vacío, de esta forma las

pérdidas por convección se reducen considerablemente. El problema de estos colectores es el precio elevado y la pérdida de vacío con el tiempo.

4.1.2.- Subconjunto de captación (funcionamiento).

El subconjunto de captación es el encargado de captar la energía solar incidente y transformarla en energía térmica, y está formado por los colectores, sus elementos de sujeción y demás accesorios.

Se entiende por captación térmica de la energía solar al procedimiento de transformación de la energía radiante del sol en calor o energía térmica. Se pretende de esta forma obtener a partir del sol una energía que podremos utilizar en aplicaciones térmicas: calentar agua sanitaria, usos industriales, calefacción de espacios, calentamiento de piscinas, secaderos, etc.

Antes de explicar el diseño y colocación del campo de colectores vamos a analizar como se produce el aprovechamiento de la radiación solar en el seno del colector, más específicamente en el colector de placa plana:

Un cuerpo expuesto al sol recibe un flujo energético E , bajo cuyo efecto se calienta, a su vez se producen pérdidas térmicas, por radiación, convección y conducción del mismo a su alrededor, las cuales hacen que en esta situación se llegue a un momento en que las pérdidas térmicas igualan a la energía producida por el flujo energético incidente, alcanzándose entonces la llamada temperatura de equilibrio t^e . O lo que es igual:

$$E = E_p$$

Si ahora de este sistema extraemos de una forma una parte de calor producido para aprovecharlo como energía utilizable, E_u , llegaremos a un equilibrio donde:

$$E = E_p + E_u$$

De modo que E_p es ahora menor de lo que era anteriormente, ya que no toda la energía incidente se pierde, sino que una parte es aprovechada, se dice entonces que el cuerpo se ha convertido en un colector de energía solar térmica.

Si ahora deseamos que aumente E_u tenemos dos opciones, o bien aumentar la energía incidente o bien reducir las pérdidas térmicas. La primera opción implica mejorar el diseño y construcción del colector a fin de reducir las pérdidas. En el segundo caso consistirá en modificar el sistema de modo que la energía incidente se concentre sobre una superficie más pequeña para que al disminuir el área, la intensidad aumente. Esto es lo que hacen los colectores de concentración.

Otro factor importante es que cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre la temperatura de utilización y la temperatura ambiente, mayores serán también las pérdidas térmicas y por lo tanto menor la cantidad de energía útil que podremos aprovechar. Esto significa que el rendimiento disminuye a medida que la temperatura de utilización aumenta. Por ello es importante hacer trabajar a los colectores a la temperatura más baja posible, siempre que sea compatible con la temperatura mínima necesaria para su utilización, sino nuestra instalación

producirá un exceso de producción energética corriendo a la vez serio peligro de sobrecalentarse; de ahí las recomendaciones que se dan en los nuevos C.T.E.:

<< (...) Con independencia del uso al que se destine la instalación, en el caso de que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110 % de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100 %, se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

- a) Dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario).
- b) Tapado parcial del campo de captadores; en este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador).
- c) Vaciado parcial del campo de captadores; esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento.
- d) Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes (...). >>

Analicemos el proceso que se produce al incidir en el colector y la radiación electromagnética, debemos recordar antes que al incidir sobre un cuerpo ésta puede ser total o parcialmente absorbida, otra parte podrá ser reflejada y una última atravesar el cuerpo. La energía que contiene la radiación que es absorbida hace que el cuerpo se caliente y emita a su vez radiación, con una longitud de onda que dependerá de la temperatura de éste. La mayor parte de la radiación solar está comprendida entre 0,3 y 2,4 μm , por lo que al ser el vidrio transparente, es decir deja pasar a través de él la radiación electromagnética, entre 0,3 y 3 μm , la luz atravesará el vidrio sin mayor problema. Si bien una pequeña parte se reflejará en su superficie y otra será absorbida en su interior, dependiendo del espesor del mismo.

Después de atravesar el vidrio, la radiación llega a la superficie del absorbedor, el cual se calienta y emite a su vez radiación con una longitud de onda más o menos comprendida entre 4,5 y 7,2 μm , para la cual el vidrio es opaco; es decir, la radiación emitida por el absorbedor será reflejada en un pequeño porcentaje por la superficie interior del vidrio, y el resto será absorbida por él, con lo que éste aumentará de temperatura y comenzará a emitir radiación, la cual se repartirá aproximadamente a partes iguales hacia el exterior y el interior del colector, contribuyendo así a un momento de la temperatura en la superficie de la absorbido, este fenómeno se le conoce con el nombre de efecto invernadero.

No hay que desdeñar el hecho de que la cubierta transparente además de producir el citado efecto invernadero, disminuye la transferencia de calor por convección entre el absorbedor y el ambiente exterior, reduciendo esas pérdidas considerablemente.

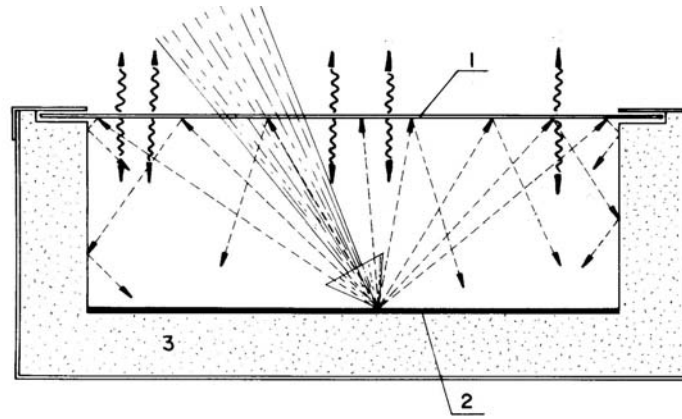


Fig. 4.- Ilustración del efecto invernadero en el seno del colector así como sus elementos:

- 1.- Cubierta transparente.
- 2.- Absorbedor.
- 3.- Aislamiento y carcasa.

Esto hace que si consideramos al colector expuesto al sol sin ninguna circulación de fluido en su interior, la temperatura del absorbedor se elevará progresivamente y también las pérdidas por conducción, convección y de radiación, por crecer éstas con la temperatura. De tal modo que llega, como ya dijimos, a alcanzar entonces la temperatura de equilibrio estático. Si ahora permitimos circular el fluido caloportador por el interior del colector, entrando por un orificio y saliendo por otro, dicho fluido al tomar contacto con la parte interior del absorbedor, va aumentando de temperatura, a expensas de la energía acumulada en el absorbedor. Si se mantiene una circulación del fluido bajo condiciones estacionarias, llegará a un momento en que se volverá a alcanzar una nueva temperatura de equilibrio, llamada temperatura de equilibrio dinámica, siendo ésta evidentemente más baja que la temperatura de equilibrio estática. Esta temperatura que alcanza el fluido es siempre menor que la del absorbedor, debido a las características físicas del proceso de conducción del calor. Además la temperatura no es igual en todos los puntos del fluido, por lo que el utilizaremos una temperatura media, la cual definiremos por la semisuma de las temperaturas de la fluido caloportador a la entrada y a la salida:

$$t_m^a = (t_e^a + t_s^a) / 2$$

Notar que cuando el colector está funcionando deberá cumplirse que la temperatura de salida es mayor que la de entrada, de lo contrario ocurriría que el absorbedor estaría perdiendo calor hacia exterior a expensas del fluido caloportador, hecho que podría ocurrir si se hiciese circular el fluido por la noche o en momentos de nubosidad.

La máxima temperatura que un colector instalado puede alcanzar es la temperatura de equilibrio estática, la cual conviene conocer, ya que cuando la instalación solar esté parada esta temperatura será alcanzada, y además porque la temperatura máxima teórica de utilización siempre será inferior a la temperatura de equilibrio estático.

Memoria.

Una vez visto el funcionamiento del colector vamos a analizar el balance energético que se produce en el mismo durante su funcionamiento.

Para realizar este estudio consideraremos un colector inmóvil, recibiendo la radiación solar uniforme repartida y de forma constante, y por cuyo interior circula el fluido caloportador con un caudal determinado, entrando por un orificio a una temperatura y saliendo por otro a otra temperatura superior a la de entrada, como consecuencia de haber absorbido algo de calor a su paso por los conductos del absorbedor.

Así pues, el balance energético del colector será:

$$Q_T = Q_U + Q_P$$

Donde:

- Q_T es la energía incidente total, es decir directa más difusa más albedo (el albedo es la cantidad, expresada en porcentaje, de radiación que incide sobre cualquier superficie y que se pierde o es devuelta).
- Q_U es la energía útil, es decir la recogida por el fluido caloportador (Q_P) que es la energía perdida por disipación al exterior.

El valor de la energía incidente total (Q_T), será igual a la intensidad de radiación por la superficie de exposición, pero en caso de existir cubierta hay que contar con la transmitancia de la misma (τ), que dejará pasar solamente una parte de dicha energía, y por otro lado con el coeficiente de absorción (α), de la placa absorbedora, es decir:

$$Q_T = I \cdot S \cdot \tau \cdot \alpha$$

Donde:

- I es la radiación incidente total sobre el colector por unidad de superficie (W/m^2).
- S es la superficie del colector (m^2).
- τ es la transmitancia de la cubierta transparente.
- α es la absorptancia de la placa absorbedora.

El cálculo de la energía perdida por disipación al exterior es más complejo debido a que se produce simultáneamente el de conducción, convección, y radiación. Para simplificar este hecho se recurre englobar estas influencias en el llamado coeficiente global de pérdidas (U) el cual se mide experimentalmente y su valor es dado por el fabricante. De todos modos es una buena aproximación valorar las pérdidas por unidad de superficie proporcionales a la diferencia entre la temperatura media de la placa absorbedora y la del ambiente.

$$Q_P = S \cdot U \cdot (t_c^a - t_a^a)$$

Donde:

- S es la superficie del colector (m^2).
- U es el *coeficiente global de pérdidas* ($W/m^2 \cdot ^\circ C$).
- t_c^a es la temperatura media de la placa absorbedora ($^\circ C$).

Memoria.

- t_a es la temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$).

Por lo que nuestra ecuación inicial del balance energético queda de la siguiente forma:

$$Q_U = S \cdot [I \cdot (\tau \cdot \alpha) - U \cdot (t_c - t_a)]$$

Se da el hecho de que la temperatura media de la placa absorbidora no puede calcularse de una forma sencilla, tendríamos que medirla directamente mediante una serie de sensores colocados sobre ella. Por el contrario, si se puede conocer con suficiente exactitud la temperatura media del fluido, una forma muy sencilla es hallar la media de las temperaturas de dicho fluido a la entrada y a la salida del colector, como hemos expuesto ya anteriormente.

Si la placa absorbidora y los tubos por los que circula el fluido caloportador tuviesen un coeficiente de conductividad térmica infinito, entonces las temperaturas de fluido y placa serían iguales, pero esto en realidad nunca ocurre puesto que no todo el calor absorbido en la superficie absorbidora pasa al fluido para transformarse en energía térmica útil. Por lo que si queremos sustituir la temperatura de la placa absorbidora por la del fluido deberemos de introducir un factor de corrección, llamado *factor de eficacia* o coeficiente transporte de calor, F_R , que siempre será menor que la unidad.

Este factor es prácticamente independiente de la intensidad de la radiación incidente, pero es función del caudal del fluido y de las características de placa (material, espesor, distancia entre tubos, etc.).

$$Q_U = F_R \cdot S \cdot [I \cdot (\tau \cdot \alpha) - U \cdot (t_m - t_a)]$$

O si aplicamos la ecuación de Bliss: $U_L = F_R \cdot U$

$$Q_U = S \cdot [F_R \cdot I \cdot (\tau \cdot \alpha) - U_L \cdot (t_m - t_a)]$$

De aquí podemos deducir el valor de rendimiento de nuestro colector sin más que calcular:

$$\eta = Q_U / S \cdot I$$

$$\eta = F_R \cdot (\tau \cdot \alpha)_N - U_L \cdot [(t_m - t_a) / I]$$

Podemos considerar en la práctica $(\tau \cdot \alpha)_N$ y U_L como constantes y por lo tanto expresar el rendimiento como una recta en función de $(t_m - t_a) / I$.

Normalmente la curva de rendimiento viene dada por el fabricante según la expresión:

$$\eta = b - m \cdot [(t_m - t_a) / I]$$

Donde b y m son dos parámetros que nos indican el valor del rendimiento cuando t_m es igual a t_a , y la pendiente de la curva de rendimiento.

Además de suministrar una gráfica de la curva del rendimiento en función de $[(t_m^a - t_a^a) / I]$ como es el caso siguiente, en el que se comparan las curvas de distintos tipos de colectores.

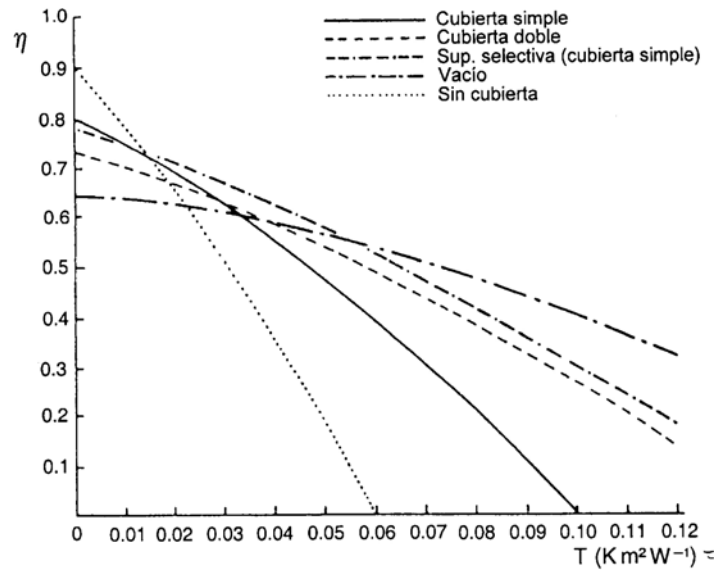


Fig. 5.- Curvas de rendimiento de distintos tipos de colectores.

Una vez expuesto el funcionamiento de los colectores individualmente vamos a indicar el acoplamiento entre ellos y por consiguiente la formación del campo de colectores.

Conexión en paralelo.

Lo más habitual es disponer los colectores acoplados en paralelo, o en caso de disponerse en varias filas colocarse éstas también en paralelo, de cualquier forma éstas deberán tener el mismo número de unidades y estar colocadas paralelas, horizontales y bien alineados entre sí.

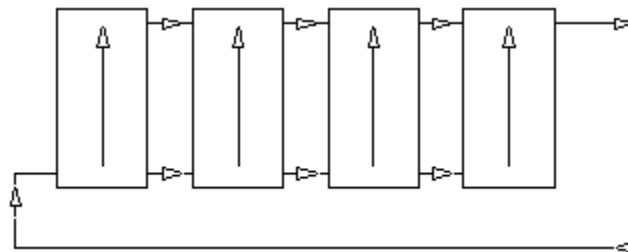


Fig. 6.- Conexión en paralelo.

El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante, 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.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Conexión en serie.

El acoplamiento en serie de los colectores tiene como consecuencia un aumento de la temperatura del agua, a costa de disminuir el rendimiento de la instalación, debido que al ir pasando el fluido de un colector a otro la temperatura de entrada en cada uno va aumentando y por lo tanto disminuyendo la eficacia global de sistema como se puede apreciar en la fórmula de rendimiento. Esto es por lo que no son muchas las veces que se tiende a esta solución, sólo en algunas aplicaciones en las que es necesario una temperatura superior a la de los 50 °C. En nuestro caso, por la conveniencia de cumplir la normativa antilegionela, debemos superar la temperatura antes mencionada, no obstante como comentaremos a lo largo del presente proyecto, adoptaremos unas medidas adicionales para el cumplimiento de la misma, sin que ello nos obligue a adoptar esta disposición y sea por ello motivo de riesgo de perder rendimiento en la instalación.

En todo caso no es recomendable colocar más de tres colectores o tres filas de colectores.

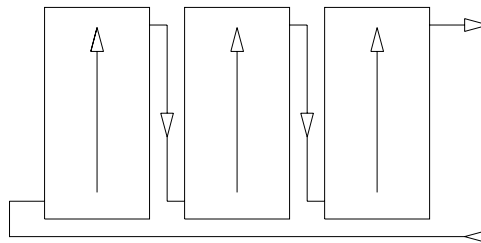


Fig. 7.- Conexión en serie.

La colocación del campo de colectores debe asegurar que el recorrido hidráulico sea el mismo para todos los colectores, de no ser así, los saltos térmicos de los colectores serían diferentes de unos a otros, reduciendo sea el rendimiento global de la instalación. A fin de garantizar el equilibrio hidráulico es necesario disponer las conexiones de los colectores entre sí de forma que se realice el llamado retorno invertido.

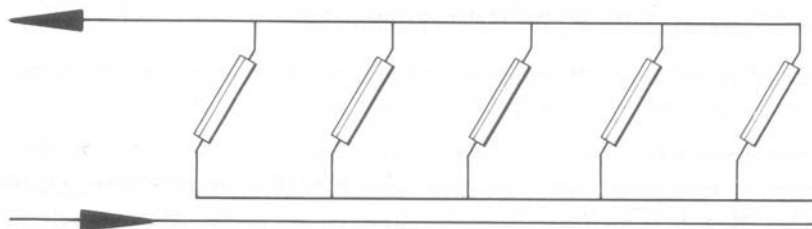


Fig. 8.- Esquema de conexionado conocido como retorno invertido.

El caudal de los colectores no debe bajar de los $0,8 \text{ l} / \text{m}^2 \cdot \text{min.}$, así se asegura un coeficiente de transmisión de calor adecuado entre el absorbedor y el fluido, un valor óptimo situaría al caudal alrededor de $1 \text{ l} / \text{m}^2$ y minuto.

La longitud del circuito debe ser la más reducida posible para paliar las posibles pérdidas hidráulicas y de calor en el mismo, además de intentar disminuir las pérdidas de calor e hidráulicas en todos los accesorios añadidos al circuito. Y no hay que olvidar que el diseño debe permitir montar y desmontar los colectores.

4.1.3.- Sistemas solares de circulación forzada.

4.1.3.1.- Justificación.

La circulación se puede realizar por dos métodos: circulación natural también llamada termosifón o por circulación forzada, mediante el uso de un electrocirculador o bomba en el circuito primario.

Para los sistemas grandes, como los de hospitales, hoteles, etc., donde no es siempre posible colocar el tanque en la cubierta junto o debajo de los colectores (requisito muy necesario para la circulación natural) o simplemente para aquellas superficies donde por sus características particulares (pendiente, superficie deslizante sobretodo en climas donde existe heladas y nevadas, etc.) y por el tamaño del depósito no es muy fiable su estanqueidad, se puede usar un sistema solar de circulación forzada, donde una pequeña bomba genera la circulación del agua. En este caso, adoptaremos esta solución, colocando los colectores encima del tejado (integrándolos en el mismo de la manera más conveniente posible) y el tanque se situará en algún lugar dentro del edificio que detallaremos más adelante.

Esta elección nos ofrece las siguientes ventajas:

- No necesidad de colocar el acumulador por encima de los colectores para que se produzca la circulación del fluido.
- El tener una mayor flexibilidad en el diseño hidráulico del circuito, así como en los diámetros de las tuberías del mismo ya que las pérdidas hidráulicas se subsanan con una mayor potencia en el dimensionado del electrocirculador.
- Poder limitar la temperatura máxima del agua en el depósito, que en verano puede alcanzar hasta los $60 \text{ }^\circ\text{C}$, con el consiguiente riesgo para las personas, o para el sistema por formación de incrustaciones calcáreas y corrosiones en el depósito.
- Y no se presentan problemas para evitar la congelación del fluido en el colector, lo que si ocurre en los sistemas por termosifón puesto que los aditivos para evitar la congelación aumentan la viscosidad del fluido y por tanto hace dificultar la circulación del mismo.
- Además la tendencia actual es hacia el uso de electrocirculadores, ya que su precio no es elevado al ser las potencias necesarias muy pequeñas, además de presentar apenas problemas o averías.

4.1.3.2.- Características generales.

El principio de funcionamiento de un sistema de circulación forzada se distingue de otros sistemas como el de circulación natural porque el fluido,

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

contenido en el colector solar, fluye en el circuito cerrado por efecto del empuje de una bomba comandada por una centralita o termostato que se activa, a su vez, por sondas colocadas en el colector y en el depósito (figura 9).

Los elementos que forman un sistema de este tipo son:

- Colector/es solar/es.
- Depósito de acumulación/intercambiadores.
- Termostato diferencial o centralita.
- Sondas de temperatura.
- Bomba de circulación.
- Vaso de expansión.
- Intercambiador de calor.
- Válvulas.
- Purgador.
- Tuberías.

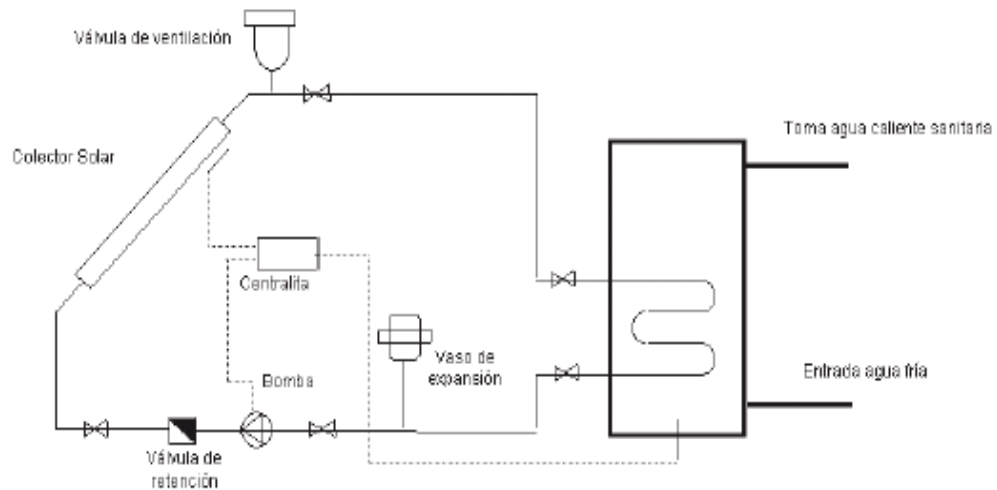


Fig. 9.- Sistema de circulación forzada.

Es evidente que en un sistema de circulación forzada, el proyecto no se limita al cálculo de la superficie de los colectores solares, sino que es necesario dimensionar también los demás componentes del sistema.

4.1.3.3.- Criterios generales de diseño en una circulación forzada.

El proyecto de un sistema de circulación forzada requiere la subdivisión del análisis del problema de diseño en diferentes fases. De la misma manera que para otros sistemas de circulación, es necesario analizar todas las informaciones de base que permitan un diseño preciso del sistema, es decir:

- Las necesidades del usuario y las condiciones de montaje.
- La orientación y la inclinación de las superficies disponibles para la instalación.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Memoria.

- Las condiciones climáticas del lugar.
- La totalidad del proyecto.

El conocimiento de estos datos, en ocasiones con la ayuda de programas de simulación adecuados, permite determinar el correcto diseño de un sistema solar. Asimismo, es necesario elegir el modelo de colector solar más adecuado (*plano*, *plano selectivo*, *de vacío*) y, según las características del modelo de colector elegido, determinar la superficie de los paneles solares (y, por tanto, el número) necesaria para satisfacer los datos iniciales del proyecto.

En la siguiente tabla se relacionan el número de colectores necesarios para la producción de agua caliente sanitaria en función del número de personas que utilizan el sistema.

PRODUCCION DE AGUA CALIENTE SANITARIA				
Uso anual orientación Sur				
Personas	m² Paneles de vacío	m² Paneles Planos	m² Paneles Planos selectivos	Acumulación aconsejada (litros)
4	3	4	3	300
5	5	6	5	400
6	6	8	6	500
7	6	8	6	600

Tabla 1. Superficie de colectores y acumulación aconsejada normalmente para la producción de agua caliente, en relación con el número de personas.

Tras la fase preliminar de determinación de los colectores, es necesario estudiar y elegir los demás componentes del sistema, tales como:

- La bomba de circulación en función de la cuota a la que se colocarán los colectores solares y del número máximo de colectores conectados en serie.
- El modelo y la capacidad del depósito de acumulación.
- El modelo y la superficie del intercambiador de calor.
- La centralita electrónica de control.
- La capacidad del vaso de expansión.

4.1.4.- Subconjunto de acumulación.

Es evidente la necesidad de disponer de un sistema almacenamiento que haga frente a la demanda en momentos de insuficiente radiación solar; la forma más sencilla y habitual de almacenar energía es mediante acumuladores de agua caliente, los cuales suelen ser de acero, acero inoxidable, aluminio o fibra de vidrio reforzado.

El diseño de los depósitos debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Forma y disposición del depósito.
- Resistencia del conjunto a la máxima presión y temperatura.
- Tratamiento interno de materiales en contacto con A.C.S.
- Aislamiento y su protección para evitar pérdidas de calor.
- Situación de conexiones de entrada y salida.
- Medidas para favorecer la estratificación y evitar la mezcla.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

- Previsión de corrosiones y degradaciones.

La forma de los mismos suele ser cilíndrica, siendo la altura mayor que el diámetro, haciendo de esta manera que se favorezca el fenómeno de la estratificación; este fenómeno físico-químico consiste en que: al disminuir la densidad del agua por el aumento de la temperatura, cuanto mayor sea la altura del acumulador mayor será la diferencia entre la temperatura en la parte superior e inferior del mismo, es decir mayor será la estratificación. Por la parte superior extraemos el agua para su consumo, mientras que el calentamiento solar se aplica en la parte inferior, así hacemos funcionar a los colectores a la mínima temperatura posible y así se aumenta su rendimiento.

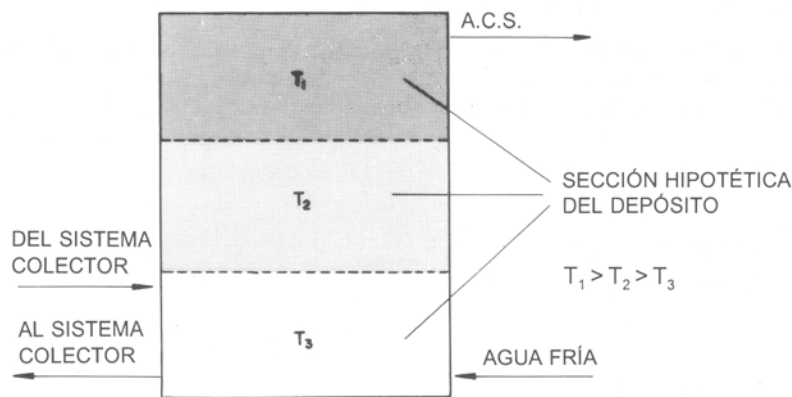


Fig. 10.- Estratificación del agua en el acumulador.

A la salida del acumulador podemos instalar una válvula termostática mezcladora, con el fin de limitar la temperatura con la que se extrae el agua caliente hacia los distintos puntos de consumo, además su colocación no influye significativamente en el rendimiento de la instalación.

4.1.4.1.- Problemas y factores.

Los principales problemas encontrados en el funcionamiento de los depósitos son:

- Pérdidas de rendimiento por excesivas pérdidas de calor generadas por un aislamiento defectuoso o por flujo inverso durante la noche.
- Pérdidas de rendimiento por la aparición de caminos preferentes del fluido, debidos a un diseño defectuoso de las conexiones de entrada y salida.
- Degradación del tratamiento de protección interior y perforación del tanque por corrosiones de las paredes internas. Los problemas de corrosión se producen por efecto del exceso de temperatura, la aparición de pares galvánicos y por oxígeno y sales disueltas en el agua.

Los factores que más influyen en el funcionamiento de un acumulador solar son los siguientes:

- La estratificación es la distribución vertical de temperaturas del agua que favorece el rendimiento.
- La circulación interior será tenida en cuenta en el diseño de las conexiones de entrada y salida del acumulador.
- Las pérdidas de calor deben aislarse correctamente.
- La mezcla se produce por la alta velocidad del agua al entrar y/o salir del depósito y siempre perjudica las prestaciones de la instalación.

4.1.5.- Subconjunto de termotransferencia.

El subconjunto de termotransferencia está formado por aquellos elementos de la instalación encargados de transferir la energía captada en los colectores solares hasta el depósito de acumulación de agua caliente sanitaria. Entre los elementos que pertenecen a este grupo está:

- El intercambiador.
- Las conducciones.
- El fluido caloportador.
- Otras piezas encargadas del transporte del calor y de su control y seguridad durante su transporte (válvulas, bombas de circulación, vaso de expansión, etc.).

Según el sistema de termotransferencia las instalaciones se clasifican en dos grupos, los de transferencia térmica directa e indirecta. Nuestro caso que es el más común, será de sistema indirecto, esto implica que existe un intercambiador térmico tal que el fluido del primario no está en contacto con el agua caliente sanitaria.

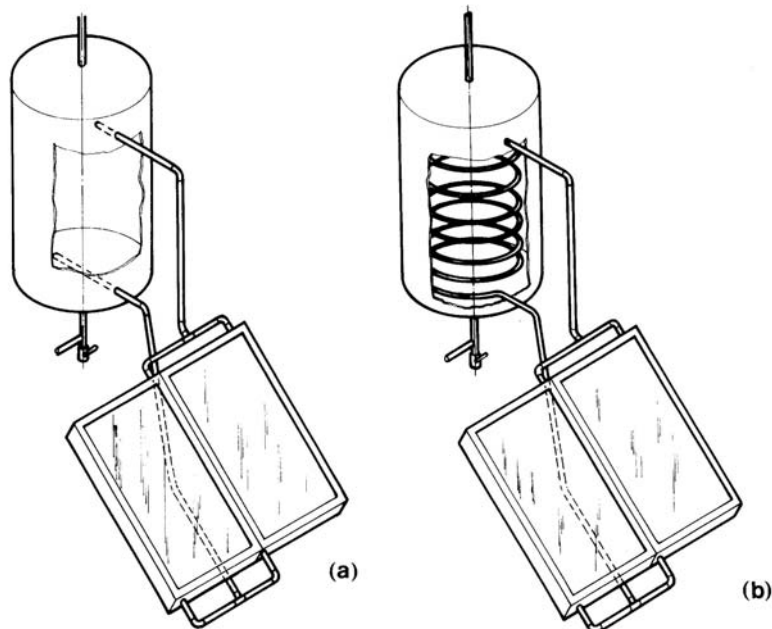


Fig. 11.- Sistemas (a) directo y (b) indirecto.

La decisión de optar por un sistema de circulación indirecta se basa en los problemas que presentan los sistemas directos, como son la necesidad de usar

materiales que no contaminen el agua en el circuito de colectores, con el consiguiente riesgo de congelación (al no poder añadir anticongelantes al fluido), un mayor riesgo de vaporizaciones, incrustaciones y corrosiones en el circuito, además del hecho de que todo el circuito, incluidos los colectores, trabajaría a la presión de la red, hecho que no suele ser posible por una gran parte de los colectores. En cualquier caso existen restricciones de tipo legal para que el agua de consumo no pase a través de los colectores.

Al decantarnos por un sistema indirecto hemos de disponer de un elemento que separe el circuito primario del secundario, haciendo que estos sean independientes, esto ocurre por ejemplo en instalaciones de agua caliente sanitaria en las que no queremos que el agua sanitaria pase por los colectores para evitar sobrepresiones en los colectores, riesgos de heladas, corrosiones, incrustaciones, etc., dicho elemento es el intercambiador.

En contra de su colocación está:

- La pérdida de rendimiento del sistema, ya que es necesaria una diferencia de temperaturas entre los líquidos primario y secundario de 3 °C a 10 °C, que hace que los colectores deban funcionar a una temperatura superior a la del fluido secundario.
- Además, supone en una elevación del coste de la instalación, ya que junto a su propio coste hay que añadir el de una serie de elementos que lo acompaña necesariamente.

Intercambiador.

Al decantarnos por un sistema de termotransferencia indirecto es obvia la necesidad de un intercambiador de calor, que transfiera la energía almacenada en el líquido del circuito primario al líquido del secundario.

Los parámetros que definen a un intercambiador son básicamente el rendimiento y la eficacia de intercambio. Las características más importantes que se suelen considerar son:

- Eficacia $> 0,7$.
- Rendimiento $\geq 95 \%$.
- Superficie útil de intercambio:

La superficie útil de intercambio para el calentamiento del agua del acumulador suele estar comprendida entre $1/5$ y $1/3$ de la superficie útil de los colectores.

Pero para el caso de intercambiador incorporado al acumulador, los C.T.E. aconsejan una relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a $0,15$.

Conducciones.

Los posibles materiales a usar en las conducciones o tuberías son: el cobre, el acero galvanizado, el hierro negro y los plásticos.

El cobre es el material más aconsejable por tener unas altas prestaciones en cuanto a resistencia a la corrosión, maleabilidad, ductilidad e inocuidad, además de ser económicamente muy competitivo. Será el material que utilizaremos en la mayor parte de la instalación.

Por otra parte, las uniones de los grupos de captadores a las tuberías del circuito primario deben realizarse de modo que las dilataciones del material no produzcan esfuerzos en los puntos de unión, por ejemplo, mediante la utilización de tubos flexibles de malla de acero inoxidable. Bien es sabido, que el acero

galvanizado, si bien es muy utilizado en fontanería tradicional, no puede usarse como material en el circuito primario pues se deteriora su protección a temperaturas superiores a los 65 °C. No obstante, como comentaremos más adelante, las únicas marcas encontradas de tubos flexibles ofertan el acero como material de sus tuberías, justificando que la composición de dichos aceros es suficientemente resistente a tales temperaturas y a mayores. Si hubiera dudas por el técnico encargado de llevar a cabo esta instalación, se sugiere la búsqueda y cambio de los mismos por otros cuya composición sea la de cobre, tal variación afectará a las pérdidas previstas en este proyecto pero se solventaría ampliamente con la utilización de una bomba de potencia mayor, algo que ya se supone no obstante en el presente proyecto.

Fluido caloportador.

Es el encargado de pasar a través de los colectores y absorber la energía térmica de estos para luego transferirla en el intercambiador al circuito secundario.

Habitualmente son cuatro los tipos de fluidos que podemos utilizar:

- Agua natural.
- Agua con adición de anticongelante.
- Fluidos orgánicos.
- Aceites de silicona.

La solución más generalizada, sobretodo por las latitudes donde nos movemos, es la de agua con anticongelante, fluido caloportador que circulará por el circuito primario, siendo el mismo una mezcla química de agua con un determinado tipo de anticongelante. Este agua podrá ser de la red de suministro, agua desmineralizada o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar de instalación y de la calidad del agua empleada, aquí en León no hay ningún problema para que el uso sea de la red. La base a considerar suele estar entre propilenglicol o de etilenglicol. Hay que tener en cuenta las diferencias de las propiedades físicas que va a haber entre el agua normal y nuestro fluido caloportador, como ya dijimos, de viscosidad, dilatación, estabilidad, calor específico o temperatura de ebullición.

En cualquier caso hay que recordar que debido a la toxicidad del anticongelante, la legislación nos obliga a asegurar la imposibilidad de mezcla entre el fluido caloportador y el agua de consumo. Este será el principal motivo por el cual nuestro circuito primario será independiente del circuito secundario y por el cual tampoco estará conectado libremente a la entrada de agua de la red, para compensar posibles pérdidas, se considerará un sistema de llenado a través del vaso de expansión cerrado (que se encontrará en la zona de aspiración de la bomba junto a la salida del circuito primario del acumulador) y un sistema de vaciado.

El fluido de trabajo tendrá un pH a 20 °C entre 5 y 9, y un contenido en sales que se ajustará a los señalados en los puntos reflejados en los C.T.E.

Además la normativa también nos dice que el fluido caloportador tendrá un calor específico no inferior a 3 kJ / kg · °K (0,72 kcal / kg · °C), en 5 °C por debajo de la mínima histórica registrada en la zona, con objeto de no producir daños en el circuito primario de captadores por heladas (hecho que cumplen adecuadamente cualquiera de los dos compuestos antes mencionados), para la provincia de León

la mínima histórica es de -18 °C, por lo que deberemos calcular la cantidad de anticongelante para -23 °C.

Válvulas.

En la futura instalación se prevé la instalación de diferentes válvulas que ayudarán a una regulación y transporte adecuado del circuito primario de la instalación. Cabe señalar:

- Válvula / llave de aparato / grifo. Tipo de válvula o llave terminal que puede ser:

- De asiento (modelo de uso más común).
- De discos cerámicos (cada vez más comunes).

Aquí la utilizaremos en el sistema de vaciado de la instalación.

- Válvula / llave de paso y corte. Tipo de válvula cuya función evidente es la de cortar los circuitos. Pueden ser:

- De asiento.
- De compuerta.
- De bola.

- Válvulas de nivel. Tipo de válvula colocada en el interior de los depósitos que cortan la entrada del agua cuando ésta ha llegado a un cierto nivel.

- Válvula de retención. Tipo de válvula conocida normalmente como “antirretorno”, se suele colocar en las entradas de los acumuladores para evitar el reflujos de agua.

Bomba de circulación para A.C.S.

Responsable de vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por el circuito. Entre los diferentes tipos de circuladores (alternativos, rotativos y centrífugos) se ha optado por los centrífugos.

En instalaciones de un considerable tamaño es recomendable la instalación de otra bomba idéntica y en paralelo con ésta para evitar la parada de la instalación por avería o mal funcionamiento de la bomba, en esta instalación no consideramos necesario tomar esta medida.

Las bombas de más de 1,5 kW de potencia y las válvulas automáticas de diámetro mayor que \varnothing_n 20 deberán protegerse por medio de filtros de malla o tela metálica situados aguas arriba del elemento a proteger. En los otros casos, se dispondrá de un filtro en cada circuito independiente, de paso de malla adecuado para proteger, entre otras, las válvulas de regulación de las unidades terminales (R.I.T.E.).

Vaso de expansión.

Compensa los cambios de volumen de fluido de trabajo ocasionados por la dilatación térmica y sirve, también, para mantener la presión en el circuito, impidiendo la introducción de aire en éste cuando el sistema vuelve a enfriarse. El procedimiento de su actuación es muy sencillo, al elevarse la temperatura del agua (en nuestro caso fluido caloportante) y, por tanto, la presión ésta empuja la membrana y el nitrógeno de la cámara se comprime hasta quedar equilibradas las presiones.

No debe existir ninguna válvula en los tubos que comunican al circuito con el depósito.

En nuestro caso por el hecho de emplear un circuito cerrado utilizaremos un vaso de expansión cerrado (R.I.T.E.).

Se conectará en la aspiración de la bomba. La altura en la que se situará será tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario (C.T.E.).

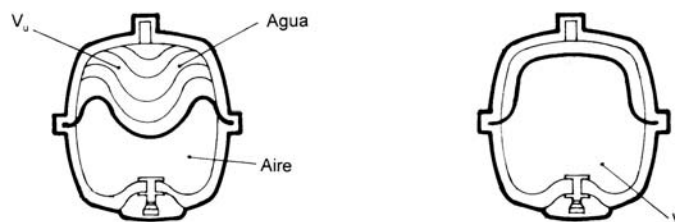


Fig. 12.- Vasos de expansión.

Por ser un vaso de expansión cerrado incorporará un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. En general, es muy recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo, de forma que nunca se utilice directamente un fluido para el circuito primario cuyas características incumplan los Códigos Técnicos o con una concentración de anticongelante más baja. Será obligatorio cuando, por el emplazamiento de la instalación, en alguna época del año pueda existir riesgo de heladas, que será nuestro caso, en cualquier caso, nunca podrá rellenarse el circuito primario con agua de red si sus características pueden dar lugar a incrustaciones, deposiciones o ataques en el circuito (situación que por lo que sabemos no se dará), o si este circuito necesita anticongelante por riesgo de heladas o cualquier otro aditivo para su correcto funcionamiento, condición que ya sabemos que cumplimos.

Las instalaciones que requieran anticongelante deben incluir un sistema que permita el relleno manual del mismo.

4.1.6.- Subconjunto de energía principal.

En todas ocasiones el agua del acumulador no va a tener la temperatura necesaria para nuestra aplicación, es pues necesario dotar a la instalación de un sistema de apoyo que aporte la energía necesaria para cumplir nuestras necesidades.

Las principales opciones que tenemos son:

- Aplicar directamente en el acumulador de A.C.S la energía de apoyo.
- Situar la energía de apoyo en un segundo acumulador alimentado por el primero.
- Situar un sistema de apoyo instantáneo después del acumulador del A.C.S.

Nosotros optaremos por el sistema de apoyo en un segundo acumulador debido a que en la propia vivienda ya hay instalado un sistema de este tipo, formado por una caldera y un depósito, (caldera GN1-K UNIT 03 de 30000 kcal / h útiles de

potencia y acumulador incluido en la misma de A.C.S. con capacidad para 90 l). Este diseño aprovecha al máximo la energía solar aplicándola sobre el agua de red, mientras que la energía convencional lo hace sólo sobre el agua precalentada por el sistema solar.

Así pues el sistema deberá asegurar el calentamiento hasta la temperatura de diseño de la totalidad del agua utilizada para el consumo previsto, y deberá tener un control de temperatura de salida de modo que ésta no se eleve por encima de la temperatura de utilización prevista.

La ventaja añadida de realizar el calentamiento auxiliar con una caldera de gasóleo es que permiten controlar fácilmente la temperatura de salida del agua caliente, sólo consumen el combustible necesario, su coste de adquisición e instalación es nulo ya que la caldera y el depósito ya estaban, no interfiere con el sistema solar.

4.1.7.- Subconjunto de regulación y control.

El sistema de regulación y control que se encargará por un lado de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y, por otro, actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc. La importancia de este subconjunto está clara, por tanto.

Así pues debemos de realizar una regulación eficaz del sistema en todo momento, el método más habitual consiste en un regulador diferencial el cual compara la temperatura del colector con la existente en la parte inferior del acumulador, de modo que cuando la temperatura en los colectores sea mayor que la del acumulador en una determinada cantidad prefijada en el regulador, este pondrá en marcha el electrocircular.

Hay que tener en cuenta que la diferencia de temperaturas debe de ser lo suficientemente amplia para garantizar un beneficio en el funcionamiento, esto se debe a que se producen diferentes fenómenos que pueden inducir sino a un mal funcionamiento de la instalación.

Los más comunes son: la pérdida de temperatura en el circuito de retorno que puede ser del entorno de 1 °C, las tolerancias de la sonda y del regulador alrededor de 1 ó 2 °C, una diferencia mínima en el intercambiador para su correcto funcionamiento en torno a los 4 °C, y que se genere una mayor energía de la consumida por el propio electrocircular valorada en un mínimo de 3 °C.

Esto hace que sea aconsejable utilizar un diferencial mínimo de 6 °C.

Es por lo que el sistema de control debe de asegurar que en ningún caso las bombas puedan estar en marcha con diferencias de temperaturas entre la salida de colectores y el acumulador inferiores a 2 °C y que en ningún caso estén paradas con diferencias superiores a 7 °C.

En otras ocasiones puede ser aconsejable hacer una regulación diferente, más a la medida de cada instalación, esto hace que para un sistema de una cierta magnitud y con distancias entre colectores y acumulador significativas se pueda sugerir realizar una regulación por temperatura diferencial y válvula de conmutación.

Además el sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura de 3 °C, superior a la de congelación del fluido.

Las principales 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, y 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. Cabe la posibilidad de la incorporación de otras sondas en distintos lugares de la instalación, pero este hecho dependerá del modelo de regulación y control elegido.

4.1.8.- Aislamiento.

Las tuberías, depósitos y accesorios hidráulicos de una instalación solar térmica durante el funcionamiento mantienen temperaturas superiores al ambiente, perdiendo calor por conducción a través de las uniones del sistema a tierra y por convección y radiación al ambiente.

Las pérdidas por radiación son, en general, pequeñas y las de convección las más importantes. Las pérdidas de calor son causa importante de reducción del rendimiento y obligan a aislar la instalación con el fin de minimizarlas.

Factores que condicionan la elección del aislamiento.

- Bajo coeficiente de conductividad.
- Precio bajo.
- Colocación relativamente sencilla.
- Gama de temperaturas adecuada.
- Ser ignífugo.
- No ser corrosivo para las superficies con las que estará en contacto.
- Ser estable y no enmohecerse.
- Resistencia mecánica buena.
- Peso reducido.

4.1.9.- Otros elementos.

Purgador y purgador desaireador.

El purgador tiene como función evacuar los gases (no disueltos) contenidos en el fluido caloportador, los cuales pueden dar lugar a la formación de bolsas que impiden la correcta circulación del fluido, además de provocar corrosiones. Para su correcto funcionamiento hay que colocar el purgador en el punto más alto de la instalación.

Se dispondrá de un sistema de purga en la batería de colectores. El volumen útil del botellín de desaireación será de 15 cm^3 por m^2 de colector

El desaireador asegura que los gases disueltos en el líquido sean evacuados hacia el exterior por el purgador. La forma más sencilla de lograrlo es haciendo que la fuerza centrífuga lance el agua hacia las paredes, mientras que el aire al ser más ligero se acumula en el centro y asciendo a través del mismo, siendo evacuado por el purgador que está situado en la parte superior. Colocaremos un dispositivo purgador-desaireador antes de la entrada del interacumulador.

Manómetros.

Son los encargados de darnos el valor de la presión en el circuito, en kg / cm^2 o en m. c. a., en cuyo caso se les conoce como hidrómetros.

La escala de los mismos suele estar comprendida entre 0 y $6 \text{ kg} / \text{cm}^2$, si bien no debe llegarse a tales presiones debido a que elementos del circuito, como puedan ser los colectores o el depósito de expansión, no suelen soportar presiones mayores de los $4 \text{ kg} / \text{cm}^2$.



Fig. 13.- Tipo de manómetro.

Termómetros y termostatos.

Los termómetros son los encargados de calcular la temperatura del fluido. Los termostatos a su vez son los encargados de transformar una lectura de temperatura en una señal eléctrica que ponga en funcionamiento un determinado mecanismo.

Ambos se pueden clasificar en dos tipos: de contacto e inmersión. Entre los primeros encontramos los de abrazadera los cuales se colocan en contacto con la tubería a través de la citada pieza. Los de inmersión en cambio van introducidos en una vaina que se coloca en el interior de la tubería, con lo que su fiabilidad es mucho mayor al ser el contacto con el fluido mucho más directo.

Otros conexiones hidráulicas.

Cabe decir que en la unión entre el interacumulador y el depósito de 90 l de la caldera colocaremos una tubería de 2,5 m (aprox.) de cobre (de las mismas dimensiones y características de las señaladas para el circuito primario y con idéntico aislamiento que en el mencionado circuito), dos codos, un termómetro y dos válvulas de corte, el agua precalentada en el depósito solar, llegará así al depósito de la caldera, para que se complete su obtención de la temperatura necesaria de acuerdo a las necesidades de consumo.

A mayores, se prevé la instalación de una derivación de 1 m (tubería de cobre iguales dimensiones que siempre pero sin aislar), una válvula de paso y una válvula de tres vías que derive la entrada del agua de la red por dos caminos, el primero el que siempre ha existido de entrada hasta el depósito de la caldera y ahora un segundo para entrada al interacumulador solar, que evidentemente llenará el mismo.

También se incluirá un sistema de una bomba de circulación, dos válvulas de corte, un termómetro y aprox. 1 m de tubería de cobre aislado (de iguales características que siempre) que comunicará la parte superior del depósito solar con su extremo inferior, para que pueda existir una mayor homogeneización de la temperatura y por ello un mejor aprovechamiento del calor intentándolo conservar durante más tiempo y además evitar el estancamiento de las aguas en

esos momentos en los que no se requiere ningún consumo de A.C.S., sirviendo también como ayuda para evitar la aparición de legionela en el interacumulador y no tener que utilizar así la resistencia eléctrica con tanta asiduidad.

No utilizaremos más dispositivos previendo el más que seguro aprovechamiento de los dispositivos ya existentes en la actual instalación.

Todos los dispositivos aquí señalados deberán ser controlados por el sistema regulador elegido.

4.1.10.- Tratamiento antilegionela: la seguridad sanitaria por encima del ahorro energético.

En sistemas centralizados de producción de agua caliente sanitaria la temperatura de almacenamiento del agua será de 55 °C, como mínimo, aconsejándose superar los 60 °C. Deberá dotarse al circuito de un sistema que permita la elevación de temperatura hasta los 70 °C de forma periódica para la destrucción de las bacterias que pudieran existir. La temperatura de distribución medida a la entrada de la red de retorno en los depósitos será como mínimo de 55 °C a fin de evitar la proliferación de la bacteria.

En aplicaciones de energía solar para apoyar la producción de agua caliente sanitaria se ha de cumplir la legislación antilegionela: cualquier punto del circuito de agua de consumo del A.C.S. se ha de poder calentar por encima de los 60 °C, incluso el acumulador solar.

Tras haber dicho esto, no obstante, cabe decir que la legislación específica existente (R.D.: 865 / 2003, en su apartado 3º de su artículo 2º) dice, y cito textualmente:

<< Quedan excluidas del ámbito de aplicación de este real decreto las instalaciones ubicadas en edificios dedicados al uso exclusivo en vivienda, excepto aquellas que afecten al ambiente exterior de estos edificios. No obstante y ante la aparición de casos de legionelosis, las autoridades sanitarias podrán exigir que se adopten las medidas de control que se consideren adecuadas. >>

Por lo tanto nosotros adoptaremos alguna medida que explicaremos a continuación junto con las soluciones que más comúnmente se suelen adoptar, pero este hecho debe ser enfocado desde un punto de vista preventivo más que de uno de obligatoriedad real.

Para poder calentar por encima de 60 °C, incluso el acumulador solar, existe una solución directa de uso muy extendido, en la que el tratamiento del /de los tanque(s) solar(es) se realiza con energía convencional mediante una conexión a la caldera, su eficiencia es discutida por algunos profesionales, pero de todas formas aquí no podremos llevar a cabo esta opción, debido a que iría en contra de los nuevos C.T.E., por el mero hecho, de juntar la energías térmicas solar y de combustión de la caldera, en un mismo depósito acumulador.

Otras alternativas que existen son:

- Colocar el/los depósito(s) de acumulación solar en circuito cerrado. El A.C.S. no circula por el/los tanque(s) solar(es) y por tanto el problema de tratamiento

antilegionela no existe ya que no es necesario (sistema que se recomienda con tratamientos antilegionela frecuentes).

- Aislar periódicamente el/los tanque(s) solar(es) del circuito de alimentación del agua de red mediante una válvula de tres vías que desvía la alimentación de red directamente hacia la caldera sin precalentamiento solar. Una vez aislado(s) el/los tanque(s) solar(es), los colectores se encargan de que se alcance la temperatura de tratamiento. Para homogeneizar el/los tanque(s) y evitar zonas frías, es preciso contar con una bomba que mezcle el contenido de el/los tanque(s) (sistema que se recomienda con tratamientos antilegionela esporádicos).

Ambas soluciones penalizan el rendimiento solar, aunque no tan drásticamente como el calentamiento con caldera, al obligar a los colectores solares a trabajar a temperaturas más altas. En cualquiera de los casos la penalización será tanto menor cuanto mayor sea el rendimiento de los paneles solares utilizados a temperaturas elevadas.

- Aislar periódicamente el/los tanque(s) solar(es) y el depósito que recibe el agua precalentada y la energía adicional de la caldera, del circuito de alimentación del agua de red, mediante una válvula de tres vías que desvía la alimentación de red directamente desde la caldera hasta la entrada de agua de la red del / de los depósito(s) solar(es). Una vez aislados los tanques, los colectores y la caldera se encargan de que se alcance la temperatura de tratamiento. Para homogeneizar los tanques y evitar zonas frías, es preciso contar con una bomba que mezcle el contenido de los tanques. Este es el procedimiento aconsejado por los C.T.E. no obstante deja campo libre a cualquier otro procedimiento existente y recomendado en la legislación específica vigente.

- Dejar el/los acumulador(es) solar(es) comunicado(s) con el que recibe la energía térmica de la caldera pero colocar en el/los depósito(s) de acumulación solar unas pequeñas resistencias capaces de dar un golpe de calor suficiente para que durante el tiempo que estime oportuno la normativa antilegionela, sirva de tratamiento preventivo. Este procedimiento debe hacerse con una determinada regularidad, pero es el más cómodo de llevar a cabo y el más rápido. Serviría con la instalación de unas sondas de temperatura conectadas a un termostato capaz de llevar a cabo diferentes variantes para el calentamiento del acumulador con desinfección térmica y control de la bomba de circulación. Gracias a una pantalla de texto digital y con unos botones sería posible manejar unos menús para controlar las distintas posibilidades (temperaturas, tiempo de tratamiento, regulación de la bomba, etc.).

La única recomendación respecto a esta última posibilidad es que la(s) resistencia(s) se encuentre(n) lo más abajo posible del depósito ya que debido a la estratificación del agua por el efecto de la temperatura, pueden quedar partes no suficientemente calentadas, aun a pesar de la inclusión de sondas que determinen las distintas temperaturas del agua a distintos niveles de altura (éstas sólo servirán para confirmar lo que aquí se prevé evitar).

Cualquier alternativa anterior puede ser considerada como buena para cualquier persona con tal de no correr el riesgo de contagio de tal enfermedad y con tal de tener que evitar luego la utilización de otras medidas, como la utilización de productos químicos, que aunque regulados por la normativa vigente, son de un carácter más bien impopular. Desde la explicación de todas las posibles soluciones anteriores, se va a recomendar la última posibilidad sugerida por los siguientes motivos:

- Fácil obtención.

En el mercado ya existen muchas compañías que en su venta de interacumuladores (o acumuladores con intercambiador(es)) ofrecen como opcional la posibilidad de vender también unas resistencias eléctricas adaptables al modelo de tanques ofrecidos, sobre todo aquellos destinados a la recepción de energía solar térmica y que por razones obvias en muchos momentos del año no llegan a cumplir ese requisito mínimo de $> 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ (en aguas acumuladas en depósitos).

- Precio relativamente aconsejable.

Las resistencias no deben estar usándose siempre esto desaconsejaría su utilización ya que consumirían mucha electricidad, pero su encendido puntual (regulado por la legislación vigente) durante el tiempo aconsejado genera la prevención deseada en una rápida cuestión de minutos.

- Manejo sencillo.

Su utilización es muy sencilla ya que estas resistencias vienen acompañadas de:

- Termómetros y sondas, para la comprobación visual a distintos niveles de altura del depósito, de la temperatura alcanzada durante el tiempo estimado de tratamiento.

- Controlador digital, que regulará los ciclos de tiempo de tratamiento por choque térmico. Este controlador será un tipo de termostato controlado con un microprocesador que tendrá como entradas de información las recibidas por los sensores de que disponga el producto (sondas), el controlador será capaz de llevar a cabo diferentes variantes para el calentamiento del acumulador con desinfección térmica y control de la bomba de circulación, y todo esto será llevado a cabo automáticamente por la introducción de unos hábitos temporales de conducta o manualmente mediante el manejo de un display que dispondrá de entre un par y dos pares de botones, para su fácil y rápido manejo.

[El display puede definirse como una o más pantallas y sus dispositivos de entrada (teclado y / o dispositivo apuntador)].

- Rapidez de actuación.

En poco tiempo que puede variar entre seis o quince minutos el depósito solar estará saneado con total confianza.

Nota: Objeción de la normativa vigente.

No obstante, es cierto que los C.T.E. consideran lo siguiente:

<< (...) No se permite la conexión de un sistema de generación 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. Para los equipos de instalaciones solares que vengan preparados de fábrica para albergar un sistema auxiliar eléctrico, se deberá anular esta posibilidad de forma permanente, mediante sellado irreversible u otro medio. >>

Pero no creemos que este caso sea el nuestro, ya que nosotros no vamos a utilizar el sistema como apoyo energético sino como medida preventiva de tratamiento antilegionela, y por tanto en periodos de tiempo bastante cortos (en torno a seis minutos desde que se alcancen los 60 °C) y en ciclos recomendados por la normativa vigente y / o fabricante (una o dos veces al mes). Con este sistema que instalaremos no nos interesaría en principio (económicamente hablando) para otro motivo o función, además cualquier tratamiento que le sea aplicado a la instalación en este sentido, generará una pérdida temporal del rendimiento de los paneles, por lo que este hecho no debería preocuparnos en particular; por lo que desoiremos este tratamiento específico por las razones argumentadas.

4.2.- Descripción de la solución adoptada.

4.2.1.- Subconjunto de captación.

De los modelos de colectores solares existentes en el mercado, y tras un estudio de su relación calidad-precio, considero recomendable la utilización de 2 captadores modelo ATESA EXPORT TRIDIMENSIONAL, producto en base al cual se han basado la mayoría de los cálculos en que se sustenta este proyecto (ver anexo de cálculos).

Este tipo de modelo ha sido desarrollado para su aplicación en sistemas de aprovechamiento de la energía solar con fines térmicos, en particular para la producción de agua caliente sanitaria en viviendas, hoteles, campings, hospitales, polideportivos, colegios, vestuarios, etc., para el calentamiento del agua de los vasos de piscinas y para su utilización en sistemas de calefacción.



Fig. 14.- Colector solar ATESA EXPORT TRIDIMENSIONAL.

Componentes:

- Carcasa.

Caja de acero inoxidable AISI 304 (0,6 mm de espesor) soldada y sellada con silicona.

- Aislamiento.

Manta de aluminio y 55 mm de lana de vidrio.

- Cubierta transparente.

Vidrio templado de 4 mm de espesor.

- Absorbedor.

Parrilla de 10 tubos verticales de cobre, \varnothing 10 mm, soldada a dos colectores horizontales de cobre de \varnothing 22 mm.

La superficie absorbedora está constituida por una chapa de aluminio con 6030 embuticiones en forma de media esfera y 10 estampaciones en forma semicilíndrica para alojar los 10 tubos verticales de \varnothing 10 mm, quedando el área de toda la superficie aumentada en un 37 % más. Estos paneles solares tienen aproximadamente un 45 % de mayor eficacia con respecto a otros paneles de sol convencionales por este sistema patentado.

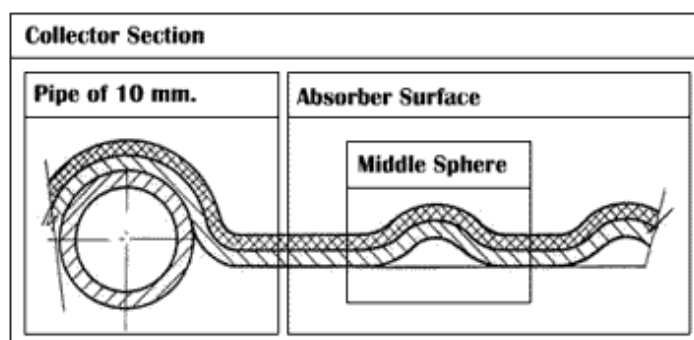


Fig. 15.- Representación del detalle de la superficie del colector y de uno de sus tubos.

La superficie absorbedora dispone, en su parte superior, de un recubrimiento selectivo a partir de óxido de Cu negro Mg y Si aplicado por proyección a pistola.

El absorbedor y la parrilla de tubos están unidos por soldadura.

Otras características reseñables son:

- Peso del captador lleno de líquido: 44,8 kg.
- Capacidad de líquido: 2,8 kg.
- Temperatura máxima de funcionamiento: 120 °C
- Presión máxima de trabajo: 7 bares.
- Superficie útil de captación: 1,852 m².
- Superficie útil de captación tridimensional 2,538 m².
- Garantía de 15 años.

Dimensiones.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

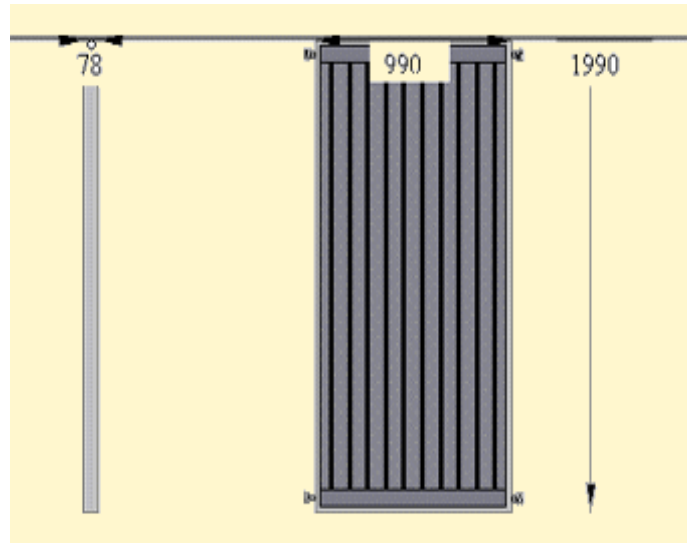


Fig. 16.- Representación de las dimensiones del perfil.

Rendimiento y pérdidas de carga.

El cuidado diseño del captador solar ATESA EXPORT TRIDIMENSIONAL y la calidad de los materiales empleados, permite la obtención de elevados rendimientos de conversión de la energía solar incidente en energía térmica útil. Los ensayos realizados, han permitido determinar la curva de rendimiento del colector solar ATESA EXPORT TRIDIMENSIONAL según la siguiente expresión:

$$\eta = 0,9471 - 6,725 \cdot T''$$

Donde:

η : es el rendimiento.

T'' : es la temperatura adimensional, y cumple la siguiente relación:

$$T'' = U_o \cdot (t_m^a - t_a^a)$$

Donde:

U_o : es el coeficiente normalizado: $10 \text{ W} / \text{m} \cdot ^\circ\text{C}$.

t_m^a : es la temperatura media.

t_a^a : es la temperatura ambiente.

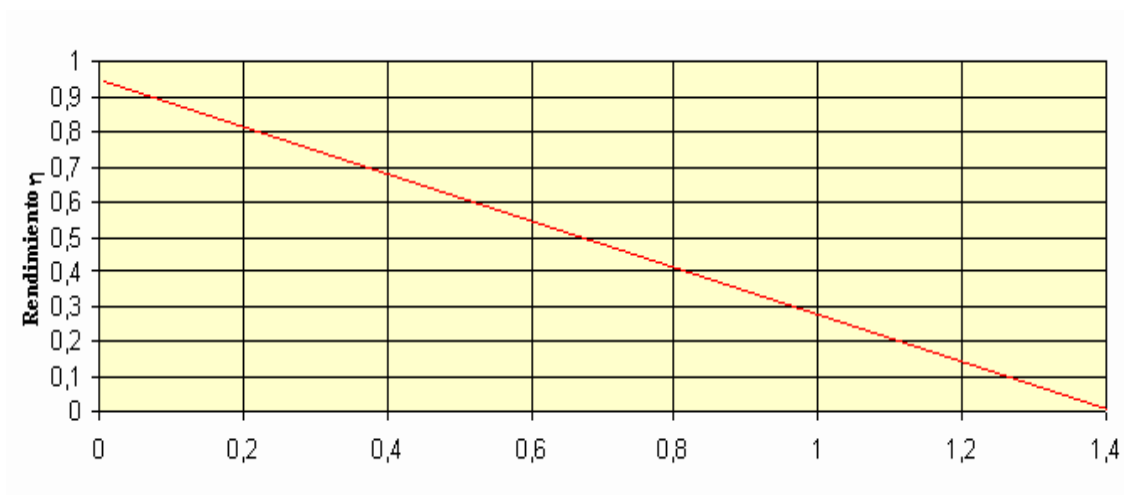


Gráfico 1.- Curva de rendimiento del colector solar ATESA EXPORT TRIDIMENSIONAL.

En el gráfico siguiente se muestra la pérdida de carga en un captador solar en función del caudal, considerando que el fluido caloportador es agua. Como se observa, para un caudal comprendido entre los márgenes recomendados (entre 120 y 150 litros/hora), la pérdida de carga en el captador solar es muy pequeña.

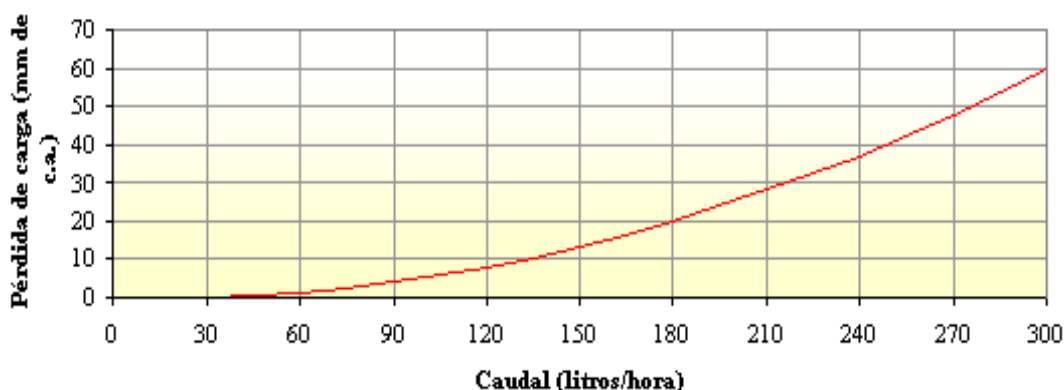


Gráfico 2.- Curva de pérdida de carga del colector solar ATESA EXPORT TRIDIMENSIONAL.

Ensayos y requisitos legales.

El colector ATESA EXPORT TRIDIMENSIONAL ha sido ensayado oficialmente en el banco de pruebas del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial. I.N.T.A (Nº de Informe: CAP/RPT/484 A/004/INTA/99) y homologado por el Ministerio de Industria y Energía con el número GPS-8002.

Patente de invención española Nº P 9801180.

Patente de invención europea Nº 99 500 092.4.

Ensayo INTA Nº CA / RPT / 484 A / 004 / INTA / 99.

Auditoría de calidad de la E.C.A.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Memoria.

Homologación GPS – 8002.

En proceso de implantación de la norma ISO 9002.

4.2.2.- Subconjunto de acumulación.

Por las características de acumulación y termotransferencia que necesitaremos se recomienda la utilización de un interacumulador de 200 l, que sea capaz de resistir una temperatura de acumulación de $> 70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Que tenga un intercambiador con una superficie útil de intercambio $> 0,762\text{ m}^2$. Y que posea o permita poder instalar unas resistencias eléctricas para su uso como medida preventiva antilegionela, en la parte inferior del tanque.

Sondeando el mercado creemos conveniente la utilización del siguiente modelo propuesto o de otro que tenga como mínimo las mismas características.

El modelo escogido es el Interacumulador de pie vitrificado Serie especial “Gran producción” modelo BRV 200, ofrecido por la empresa Salvador Escoda S.A. en su catálogo técnico: Manual de Energía Solar Salvador Escoda S.A.



Fig. 17.- Representación del Interacumulador de pie vitrificado Serie especial “Gran producción” modelo BRV 150.

Características técnicas.

- Capacidades disponibles en los modelos: 150 / 1000 l.
- Condiciones de proyecto:
 - Circuito primario:
 - Temperatura de trabajo: máx. $99\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - Presión de trabajo: máx. 12 bar.
 - Circuito secundario:
 - Temperatura de trabajo: máx. $99\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Presión de trabajo: máx. 6 bar.

- Interacumulador vertical de producción y acumulación de agua caliente sanitaria con gran superficie de intercambio. Soportación prevista para colocar de pie.

Características constructivas.

- Tratamiento interior: esmaltado inorgánico (vitrificado).
- Aislamiento:
 - BRV: poliuretano rígido 50 mm, acabado en skai.
 - BRVF: poliuretano flexible de 70 mm, acabado en skai.
- Protección catódica con ánodos de magnesio AMS 5 (BRV), AM 1 + AT 1 (BRVF)
- Garantía de 5 años.

Capacidad (l)	S ^ú til del intercambiador (m ²)	Dimensiones (mm)						Conexiones			Ánodo	Peso (kg)
		A	B	C	ØD	E	H	e1-u1	e2	u2		
BRV 150	0,8	130	255	635	555	765	1130	1- 1/4"	1- 1/4"	1- 1/4"	26·320	65
BRV 200	1,1	140	282	822	615	910	1220	1- 1/4"	1- 1/4"	1- 1/4"	26·320	85
BRV 300	1,3	160	300	840	710	935	1270	1- 1/4"	1- 1/4"	1- 1/4"	26·320	105
BRV 400	1,9	160	315	965	710	1065	1550	1- 1/4"	1- 1/4"	1- 1/4"	26·320	145
BRV 500	2,2	170	340	1080	760	1200	1680	1- 1/4"	1- 1/4"	1- 1/4"	26·320	165
BRVF 800	2,5	255	385	1235	940	1380	1885	1- 1/2"	1- 1/2"	1- 1/2"	33·320	260
BRVF 1000	2,9	255	385	1440	940	1610	2095	1- 1/2"	1- 1/2"	1- 1/2"	33·320	285

Tabla. 2.- Características constructivas de los distintos modelos de interacumuladores de la misma marca.

Esquemas técnicos.

- e1: entrada circuito primario.
- u1: salida circuito primario.
- e2: entrada circuito secundario.
- u2: salida circuito secundario.
- r: recirculación Ø 1".
- AMS 5: ánodo de magnesio Ø 1".
- AM 1: ánodo de magnesio Ø 1 - 1/4".
- pz: sonda Ø 1/2".
- re: resistencia eléctrica Ø 2".

Memoria.

t: termómetro $\varnothing 1/2''$.

ts: termostato $\varnothing 3/4''$.

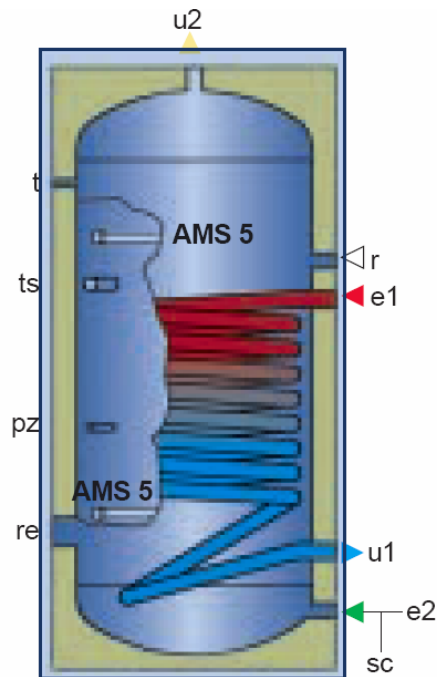


Fig. 18.- Representación del detalle de la emisión de calor del fluido caloportador dentro del intercambiador de calor.

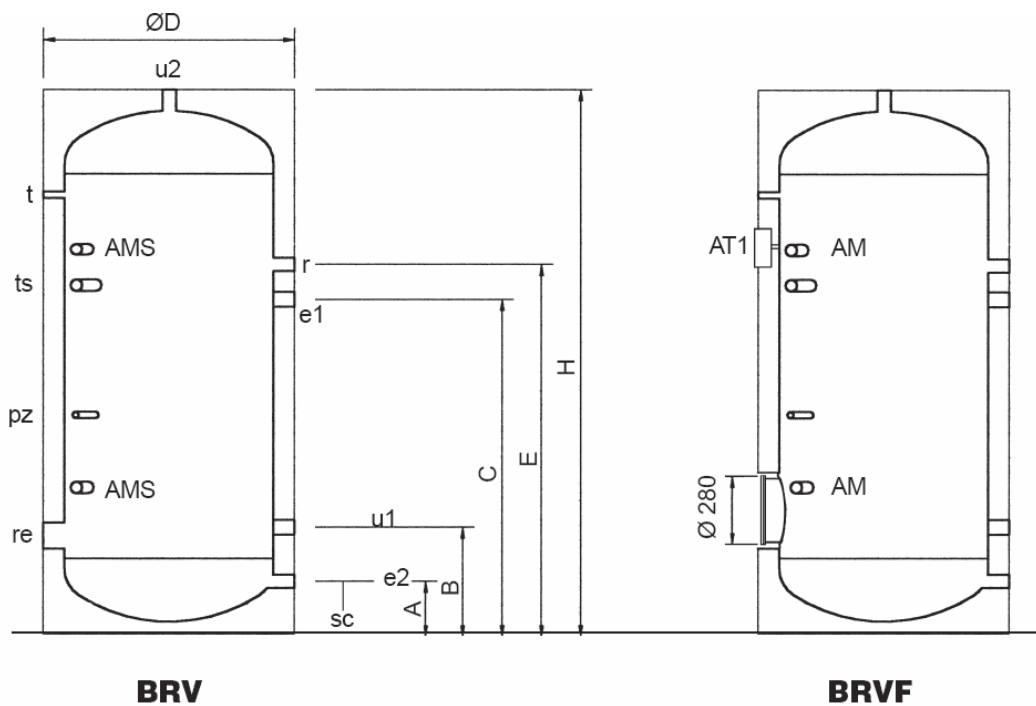


Fig. 19.- Representación de entradas y dimensiones.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

4.2.3.- Subconjunto de termotransferencia.

Intercambiador.

Nuestra elección ha sido explicada en el apartado anterior debido a recomendar la elección del interacumulador previamente detallado.

Conducciones.

Debido a los cálculos efectuados (consultar anexo correspondiente) hemos llegado a la conclusión de aconsejar una instalación basada en tubos de cobre y tubos flexibles. Con los siguientes tramos y dimensiones:

Tramos	Longitud (m)	Ø interior (mm)	Ø exterior (mm)
1	0,200	16,5	18
2	0,500	16,5	18
3	10,218	16,5	18
4	2,000	25,0	28
5	0,600	25,0	28
6	1,540	16,5	18
7	0,300	16,5	18
8	1,540	16,5	18
9	0,300	16,5	18
10	8,478	16,5	18
11	1,000	16,5	18
Total	28,516		

Tubos de cobre.

Los tramos 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10 y 11, son tramos de tuberías de composición de cobre.

Tubos flexibles.

Los tramos 4 y 5, son tramos de tuberías flexibles de composición interior de acero inoxidable.

Cabe señalar que en los nuevos códigos de la edificación se señala que:

<< (...) Si la instalación debe permitir que el agua alcance una temperatura de 60 °C, no se admitirá la presencia de componentes de acero galvanizado. >> (C.T.E.).

Bien, en principio, se ha supuesto en las salidas y entradas de los colectores una instalación de tubos flexibles de acero inoxidable, debido a no encontrar en el mercado otro tipo que fuera por ejemplo de cobre, con el cambio de normativa tan reciente queda mucho mercado que debe cambiar sus prestaciones debido a las nuevas exigencias; no obstante la marca elegida de tubos flexibles Comercial Gassó nos asegura entre otras características las siguientes:

- Todos los tubos flexibles fabricados son probados según norma DIN 3.1.B / EN 10204, emitiendo certificado de calidad y pruebas de cada ejecución.

Memoria.

- El margen de temperaturas continuo de $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+800\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la facilidad y fiabilidad para conducir o transportar cualquier tipo de fluido, por peligroso que sea.
- Su fabricación y producción se rige de acuerdo a las normas BS5750 – II / ISO 9002 / 316S11 / EN 10088 / 1.4541 – 1.4404.
- Todos los tubos flexibles, en cualquier medio están pensados y diseñados para absorción de vibraciones, protección contra el fuego, siendo fácilmente ajustables, eliminando cualquier expansión y son la solución a cualquier conducción de fluidos.
- Todos los tubos flexibles se fabrican bajo especificaciones C.E.

Por consiguiente, no encontramos que nuestra elección genere ningún problema para la instalación, y este proyecto a sido calculado en base a esta elección no obstante si el técnico competente encargado de llevar a cabo este proyecto encontrara alguna empresa en el mercado que comercializase tubos flexibles de cobre y prefiriera cambiarlos, sólo cabe señalar que en principio, si cumplen los requisitos mínimos exigidos por la legislación, por nuestra parte no existiría ninguna objeción a tal cambio, ya que el único factor que podría importarnos sería que la instalación tuviera un número mayor de pérdidas de carga y este hecho se cubrirá considerando una bomba aceleradora suficientemente capaz.

Fluido caloportador.

Los cálculos realizados nos dan un fluido caloportador formado por un porcentaje en peso de un 43 % de propilenglicol y un 37 % de agua. O, si lo preferimos, de un 39 % de etilenglicol y un 41 % en agua. Al final el anticongelante utilizado será propilenglicol, debido a su mejor rendimiento para esta instalación (véase apartado 10 del anexo A) y al cumplimiento de las características exigidas por la normativa comentadas anteriormente.

Válvulas.

Grifo de vaciado.

Su uso se pone de manifiesto cuando es necesario vaciar el circuito, ya sea el primario o el secundario por labores de mantenimiento o reposición del algún elemento del circuito. Para conseguirlo con rapidez y comodidad se debe de colocar en la parte inferior de los circuitos.



Fig. 20.- Tipo de grifo de vaciado.

Válvulas de corte.

De las distintas clases que existen de válvulas de corte se utilizarán las de tipo “de bola”, con diámetros exteriores igual a 18 mm, salvo en las existentes en los tramos de tuberías flexibles, en cuyo caso, serán de diámetros exteriores de 28 mm.

Éste tipo de válvulas se basan en un elemento obturador formado por una bola, la cual posee un orificio del mismo diámetro que la tubería en la que se coloca, por lo que la pérdida de carga es mínima cuando están abiertas.



Fig. 21.- Tipo de válvula de corte.

Válvulas antirretorno.

Son las encargadas de permitir el paso del fluido en un sentido e impedirlo en el contrario. Fundamentalmente las hay de dos tipos, de clapeta y de obús, siendo éstas últimas poco aconsejables para el circuito primario debido a su elevada pérdida de carga.

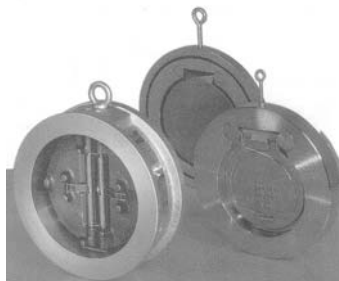


Fig. 22.- Modelos de válvulas de retención.

Las dos válvulas usadas de este tipo serán de diámetros ($\varnothing_{ext.}$) de 18 mm. debido a su inclusión en partes del circuito primario donde las tuberías de cobre miden tal magnitud.

Bombas de circulación para A.C.S.

Entre los diversos modelos de cada marca hemos de seleccionar aquél que mejor se adapte a los valores que hemos calculado, es decir debe de ser capaz de poder vencer un rozamiento de: 1,22 m. c. a.

El modelo seleccionado es el SB-5 Y de Roca, que tendrá una pérdida de carga de 0,73 m.c.a, con un caudal de 0,279 m³ / h.



Fig. 23.- Bomba de circulación.

Características principales.

- P = 10 bar.
- T_{recomendada} = 60 °C.
- Motor de rotor sumergido.
- Piezas móviles en contacto con el agua, en material resistente a la corrosión. Incluso para aguas agresivas de pH < 7.
- Cuerpo hidráulico y soporte motor de bronce inalterable a la corrosión.
- Árbol de rotor, perforado imbloqueable de material cerámico.
- Cojinetes de grafito autolubricado por el agua de la instalación
- Selector de velocidades que permite elegir el punto de trabajo adecuado a las características de cada instalación.
- Alto par de arranque.
- Potencia absorbida máx.: 30 W.
- Motor autoprotegido contra sobrecargas. No precisa guardamotor.
- Conexión directa a la tubería mediante racores.
- Control de giro y posibilidad de purga.
- Condensador incorporado.
- Tope de retención cerámico para un perfecto equilibrio hidráulico.
- Membrana de etileno-propileno para protección integral del motor contra depósitos calcáreos.
- Funcionamiento silencioso.
- No precisa mantenimiento.
- Consideración del fabricante de dos años de garantía.

Colocaremos entre la tubería de aspiración y la de impulsión de la bomba, un manómetro en by-pass, para poder medir la pérdida de carga de la instalación.

Vaso de expansión.

Necesitaremos un volumen de aproximadamente 7,39 l observando distintos catálogos hemos considerado como buena la propuesta realizada por el manual técnico de Salvador Escoda, S.A. y decidimos recomendar el modelo CMF 8 litros u otro de similares características.

Memoria.



Fig. 24.- Modelo de vaso de expansión.

Características principales.

- h = 338.
- D = 217.
- P = 4 bar.
- Este modelo sirve únicamente para agua caliente y no para agua fría.
- Modelo de membrana fija.

4.2.4.- Subconjunto de regulación y control.

Para asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible, necesitaremos realizar una regulación eficaz del sistema en todo momento, el método más habitual consiste en un regulador diferencial y de los que hemos contrastado creemos bastante aconsejable el modelo regulador de temperatura para agua sanitaria Cosmocell modelo CPL.



Fig. 25.- Modelo controlador.

Características técnicas.

El módulo CPL es un regulador de temperatura para resolver el problema de la legionela a través del tratamiento térmico del agua sanitaria. El módulo dispone como su función primaria, la gestión del ciclo de temperatura y permite un programa diario o semanal de esterilización o tratamiento de la instalación destinada a contener agua caliente sanitaria.

Su principal característica consiste en la posibilidad de utilizarlo en sistemas con tipología extremadamente variable; el módulo CPL, está proyectado para poder garantizar la máxima flexibilidad.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Entradas.

Sensor S1 "Acumulador parte superior".

Sensor S2 "Acumulador parte inferior".

Sensor S3 "Impulsión".

Sensor S4 "Opción display remoto".

Sensor volumen (S1 / S2).

Sensor volumen (S3 / S4).

2 terminales Libre de tensión (máximo 24 v, AC o DC).

Estos terminales durante el ciclo antilegionela pueden por ejemplo, dar la señal a la caldera para elevar la temperatura.

Terminales de salida.

R1 "Bomba del circuito primario".

R2 "Bomba del circuito secundario".

R3 "Válvula mezcladora abierta".

R4 "Válvula mezcladora cerrada".

R5 "Válvula By pass (circuito secundario)".

Ensayos y requisitos legales.

UNE 100-030-94 del CTN 100.

4.2.5.- Aislamiento.

El aislamiento térmico de todas las tuberías y elementos del circuito primario se llevará a cabo con espuma elastomérica.

Estas son las características del material aislante seleccionado:

- Temperatura límite = 105 °C.
- No vulnerable a la corrosión.
- Comportamiento ante el fuego: autoextinguible.
- Resistencia mecánica media.
- Muy resistente al agua.
- Peso específico = 60 kg /m³.
- Coeficiente de conductividad = 0.035 W / (m · K) a los 20 °C.

La espuma elastomérica se degrada al exponerse a las radiaciones solares por lo que tendremos que proteger las instaladas a la intemperie con una imprimación que suministra el fabricante (Armaflex).

4.2.6.- Estructura soporte.

Para hallar la resistencia a la que debe de hacer frente la estructura es necesario calcular antes todas y cada una de las fuerzas que entran en juego, al ser las debidas al viento, y al peso de la propia estructura y colectores.

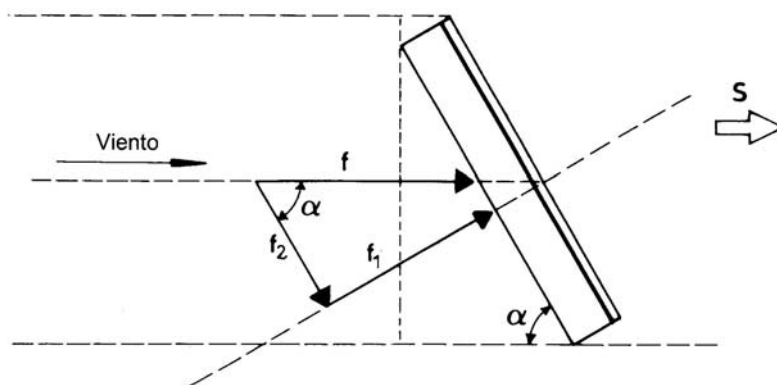


Fig. 26.- Conjunto de fuerzas aplicadas sobre el colector por la acción del viento.

La fuerza del viento que actúa sobre un colector es calculada mediante la fórmula:

$$f = p \cdot S \cdot \text{sen } \alpha$$

Donde:

f: es la fuerza del viento, que incide perpendicularmente a la superficie vertical $S \cdot \text{sen } \alpha$

p: es la presión frontal del viento y que es función de la velocidad del mismo.

S: es la superficie del colector

α : es el ángulo de inclinación del colector con la horizontal

Para hallar su valor, se supone una velocidad máxima de 120 km / h, lo que equivale a una presión frontal del viento de unos 700 N / m². Bien es cierto que la ubicación de los paneles les evitarán la gran mayoría de los vientos predominantes en la provincia, no obstante sobretodo en aspectos constructivo-resistentes siempre es recomendable considerar las condiciones más desfavorables previstas en la legislación vigente, por lo que:

$$f = 700 \text{ N / m}^2 \cdot 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{sen } 45^\circ = 1237 \text{ N.}$$

Al estar sustentado por cuatro apoyos, la fuerza en cada una de ellas es de:

309 N.

El esfuerzo mayor que ofrecen los colectores tiene lugar cuando éstos estén llenos de fluido. El peso del colector lleno dado por el fabricante es de: 44,8 kg ~ 439,04 N. Produciéndose un esfuerzo por cada apoyo de entorno a: 109,76 N.

Además se suele incluir el peso de la estructura que se suele estimar como el 50 % del peso de los colectores. En nuestra instalación la elevación de los colectores se realizará prácticamente con los listones de apoyo y fijación ya que la inclinación de nuestra cubierta se aproxima bastante a la inclinación final deseada, este hecho no haría necesaria la instalación de la clásica estructura de elevación de la que disponen los paneles; no obstante no evitaremos incluir en

Memoria.

nuestros cálculos este exceso de peso como otro margen de seguridad. Por lo que tendremos:

$$439,04 \text{ N} \cdot 50 \% = 219,52 \text{ N}.$$

Y tendremos: 54,88 N resistidos por cada apoyo.

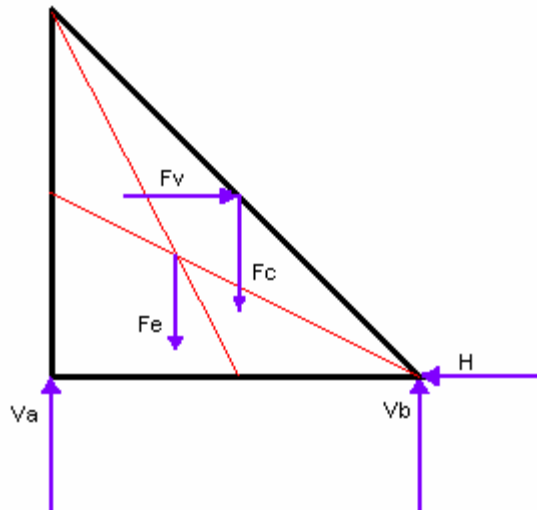


Fig. 27.- Fuerzas que influyen en el equilibrio estático de la estructura soporte.

Donde:

F_v : es la fuerza del viento.

F_c : es el peso del colector.

F_e : es el peso de la estructura.

V_a : es una reacción vertical en un apoyo.

V_b : es una reacción vertical en un apoyo.

H : es la reacción horizontal en cada uno de los apoyos.

Y mediante las leyes de la estática se establece:

$$\Sigma F_{\text{horizontales}} = 0.$$

$$H = F_v = 309 \text{ N}.$$

$$\Sigma M_{\text{pto b}} = 0.$$

$$V_a \cdot L = F_e \cdot 2 \cdot L / 3 + F_c \cdot L / 2 - F_v \cdot L / 2.$$

Simplificamos L:

$$V_a = 54,88 \cdot 0,667 + 109,76 / 2 - 309 / 2 = -63,03 \text{ N}.$$

$$V_a = V_b = -63,03 \text{ N}.$$

Otro aspecto a tener en cuenta es la separación entre las filas de los colectores. Pero nosotros no necesitaremos hacer estos cálculos porque los dos colectores que pondremos ocuparán la misma línea.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

4.2.7.- Otros elementos.

Purgador.

El modelo sugerido será el ofrecido por la marca Roca, purgador automático Flexvet.

Características principales.

- Accionado de purga por flotador.
- Fabricado en latón.
- Presión máxima de trabajo: 10 bar.
- Temperatura máxima de trabajo: 110 °C.

Características técnicas.

- Instalación vertical.
- Incorpora válvula de cierre.
- Puede ser desmontado para mantenimiento del purgador sin vaciar la instalación.
- Rosca 3 / 8 “.

Purgador desaireador.

El modelo elegido de desaireador funciona como se acaba de describir y es el modelo Flexair 32 sk de Roca, el cual incluye el purgador Flexvent, también de Roca.



Fig. 28.- Tipo de purgador-desaireador.

Características principales.

- Presión máxima de trabajo: 10 bar.
- Temperatura máxima de trabajo: 110 °C.
- Máxima eficacia para velocidades del agua por encima de 0,8 m / s
- Ofrecen el mayor rendimiento cuando están situados en el punto de mayor temperatura y menor presión del sistema, condiciones en las que el fluido tiene su menor capacidad de disolución de aire y en que aparecen las burbujas.

Características técnicas.

- Separador de aire centrífugo.

Manómetros.

Elegiremos un manómetro para la colocación en paralelo con la bomba de circulación del circuito primario, de la casa Roca.

Características principales.

- Termómetro con escala de 20 °C a 120 °C.
- Diámetro de esfera de 80 mm.
- Vaina con válvula de cierre y rosca ½”.
- Modelo de 60 m.c.a. vertical.

Termómetros y termostatos.

Sugerimos la adquisición de los modelos de termómetros TV-80 de la marca Roca u otros de similares características.

Características principales.

- Diámetro de esfera 80 mm.
- Vaina roscada de ½” de 50 mm de longitud.
- Fijación del aparato a la vaina por fricción.
- Escala de temperaturas de 0 °C a 120 °C.

5.- Uso eficiente de la energía.

5.1.- Introducción y generalidades del plan.

Para organizar un estudio de eficiencia energética por prioridades, hay que visualizar una vivienda como un sistema energético integrado por partes interdependientes.

Para realizar este estudio de eficiencia energética global para una vivienda, en primer lugar estudiaremos las posibilidades que nos brinda el mercado en cuanto a climatización, a la vez que comentaremos las ventajas y desventajas con respecto del sistema actual que existe en la casa, sobretodo desde el punto de vista del ahorro energético y por tanto también del económico y se dará una serie de consejos para que ese ahorro de energía se incremente, analizando por ejemplo en qué zonas de la casa hay más pérdidas de energía o dónde se produce un mayor consumo energético.

5.2.- Acondicionamiento de una vivienda.

El acondicionamiento de aire es un proceso de tratamiento que controla el ambiente interior de una vivienda o local: en verano mediante la refrigeración y en invierno con la calefacción. Cuando se cubren ambos servicios se habla de climatización.

Existen diferentes sistemas de **refrigeración**, aquí se tratará sobre:

- **Ventiladores.**
- **Aparatos de aire refrigerado.**
- **Climatizadores.**

Y sobretodo sobre los más comunes y con mayor proyección en los últimos años:

- **Aparatos de aire acondicionado.**
- **Bombas de calor.**

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

También existen diferentes posibles instalaciones de **calefacción**, relacionado con este hecho hablaremos sobre:

- **Calefacción por calderas de gas.**
- **Calefacción por calderas eléctricas.**
- **Calefacción por calderas de biomasa.**

Y además trataremos la importancia de la combinatoria entre **sistemas mixtos** (energía solar y / o bombas de calor con calderas eléctricas, por ejemplo). Tratando también sobre alguna diferencia entre los sistemas emisores de calor más comunes (**radiadores** y **suelo radiante**).

(Nota: no trataremos específicamente sobre calderas de gasóleo por ser éste el modelo de que disponemos en el hogar pero sí intentaremos hacer el mayor número de comparaciones entre las diversas alternativas que plantearemos y el modelo de calefacción por gasóleo.)

5.2.1.- Sistemas de refrigeración.

Ventiladores.

Se entiende por ventilador toda máquina capaz de suministrar energía al aire en forma de presión y velocidad por medio de un elemento rotatorio. Son capaces de producir presiones diferenciales inferiores a $0,25 \text{ kg / cm}^2$ a nivel de mar. Tienen como misión mantener la circulación del aire en un sistema compensando las pérdidas de carga que se producen en una instalación por rozamiento y turbulencia. Se componen fundamentalmente de una rueda de paletas, llamada rodete, que girando pone en movimiento el aire circulante, un motor, normalmente eléctrico y una parte fija (opcional en algunos modelos dependiendo del diseño) llamada carcasa que conduce el aire hacia un punto de descarga.

Desde un punto de vista técnico se los separa en dos familias principales:

- **Ventiladores centrífugos.** Son aquellos en los que la dirección del flujo en aspiración es paralela al rodete y la dirección de la descarga perpendicular, impulsada por la fuerza centrífuga.

Se caracterizan porque pueden mantener rendimientos altos en amplios sectores de funcionamiento, alcanzando sus máximas para presiones elevadas y caudales bajos y admiten su descarga en secciones menores que las de entrada y además son silenciosos; su inconveniente principal es su tamaño, este hecho es uno bastante importante por lo que este tipo de ventiladores se alejan de formar parte de instalaciones en viviendas.

- **Ventiladores axiales.** Son aquellos en los que la dirección del flujo de aire se establece paralelo al rodete, tanto en la aspiración como en la descarga.

En general son ventiladores de menor tamaño que los anteriores y alcanzan su mayor rendimiento para caudales y presiones relativamente bajas. Su mayor inconveniente es el ruido aunque dependen del modelo y / o características para las que hayan sido diseñados.

Memoria.

En base a esta última familia son los diseños de la mayoría de los ventiladores (por no decir todos) que normalmente nos encontraremos como “ventiladores” en una tienda. Esta solución es la más económica, podemos encontrar todo tipo de modelos, potencias y precios. Antes de decantarnos por uno debemos estudiar cuáles son nuestras necesidades, y por ello sus ventajas e inconvenientes.

Existen diversos tipos de modelos de ventiladores, que desde un punto de vista comercial separaremos en:

- **Ventiladores de sobremesa.** Este tipo de ventiladores tienen un diseño práctico y funcional. Proporcionan gran caudal de aire de un modo silencioso. Disponen de varias velocidades de ventilación dependiendo del modelo, normalmente entre dos o tres. Suelen incorporar una rejilla de alta protección, y actualmente en la mayoría de modelos un cabezal inclinable y oscilante que optimiza la distribución del aire.



Fig. 29.- Ventilador de sobremesa.

- **Ventiladores de columna.** Este tipo es muy parecido al anterior, de él se destaca la posibilidad que tienen de incorporar una base que le proporciona gran estabilidad. Su altura puede ser regulada entre 1 y 1,5 m dependiendo del fabricante.



Fig. 30.- Ventilador de columna.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

- **Ventiladores de pared.** No existen apenas diferencias con el primer tipo, la variabilidad estriba en que esta clase dispone de una sujeción específica diseñada para su colocación en la pared.



Fig. 31.- Modelo de ventilador de pared.

- **Ventiladores de techo.** Al igual que el anterior modelo hay pocas diferencias con el primero, éste tiene como posibilidad el ser instalado en el techo, a parte nos lo podemos encontrar con o sin la rejilla de protección, anteriormente mencionada, y de cuerpo y palas totalmente metálicas, simplemente por motivos de estética.



Fig. 32.- Tipo de ventilador de techo, sin rejilla de protección.

- **Ventiladores de torre.** Los ventiladores de torre destacan por su estilizado diseño (en forma de pequeña columna o torre) que facilita su ubicación en cualquier sitio ocupando poco espacio. Estos modelos disponen normalmente de 3 velocidades, temporizador y cuerpo oscilante.



Fig. 33.- Diseño moderno de un ventilador de torre.

Algunos modelos incorporan algún sistema interno de limpieza por la polución ambiental, como ionizadores, estos emiten iones negativos que ayudan a que el oxígeno sea mejor absorbido por el organismo, purificando el aire intentando crear así una sensación general de bienestar.

- **Ventiladores del tipo << Box fan >>**. Este modelo vuelve a ser bastante similar a los primeros sólo que éste tiene más potencia (y en este modelo eso se traduce en un mayor caudal de aire), una carcasa prismática y dispone de una rejilla con dos opciones de funcionamiento, posición fija y giro continuo de 360°, para intentar lograr una mejor distribución del aire. Además algunos tipos a parte de su posición de suelo tradicional, pueden colgarse en la pared y en el techo.



Fig. 34.- Modelo clásico de <<Box fan>>.

- **Circuladores de aire.** Estos ventiladores proporcionan un gran caudal de aire, $> 3.000 \text{ m}^3 / \text{h}$, y están equipados con motores (a veces blindados) que les aseguran > 30.000 horas de funcionamiento. Sus características les otorgan múltiples aplicaciones domésticas, (y sobretodo) comerciales e industriales:

- Ventilación de una o varias estancias en viviendas, oficinas y comercios.
- Ventilación de puestos de trabajo en fundiciones, siderurgias, empresas del vidrio.
- Refrigeración de motores, compresores y transformadores.
- Secado de piezas en las cadenas de pintura.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Memoria.

- En general, en todas aquellas actividades donde sea importante la disipación del calor.



Fig. 35.- Circulador de aire.

Ventajas.

- Obtenemos ese movimiento de aire, a veces tan deseado en verano.
- No genera golpes de frío, por que lo que hacen es mover el aire (como los aires acondicionados) que nos pueden generar enfermedades como gripes, catarrros, anginas, etc.
- Son de fácil instalación incluso algunos sólo hay que enchufarlos a la red y otros son portátiles.
- Consumo normalmente bajo.
- Coste económico de la instalación baja y a veces nula (depende del modelo). Hay modelos desde 70 €, con un consumo de potencia de 60 W y con generación de un flujo de 660 m³ / h (ejemplo adoptado de un ventilador de torre).
- Además tienen otras ventajas opcionales como son:
 - Posibilidad de control con mando a distancia.
 - Regulación y programación mediante un display en función de criterios como el tiempo, la temperatura (algunos disponen de sensores de temperatura para controlar este hecho).

Inconvenientes.

- El movimiento del aire a veces no es lo que se necesita, ya que hay momentos en los que el movimiento del aire si éste está demasiado caliente puede generar una sensación más desagradable que la ausencia del mismo.
- Estos sistemas tienen el inconveniente de que no generan una homogeneización de la temperatura y suelen ser concebidos para sitios reducidos.
- La mayoría de los portátiles son de movilidad fácil, sobretodo si tienen ruedas y pesan poco, pero el tener que cargar con algunos no siempre es cómodo, ni recomendable bajo el hecho de que los trasladen personas mayores o niños.
- Los modelos fijos sólo afectarán a un área limitada.
- Mueven caudales relativamente elevados pero a costa de elevar bastante sus pérdidas de carga.
- El flujo de aire que generan algunos de ellos, si no se recuerda controlarlo, puede generar la caída o movimiento de papeles, telas, harina, etc. No siendo muchas veces recomendado este sistema por ejemplo para oficinas, despachos o zonas de estudio de una casa, cocinas,..., a parte de no ser recomendable su

colocación cerca de cortinas aun a pesar de que en la mayoría de los casos disponen de rejillas de seguridad bastante fiables.

Aparatos de aire refrigerado.

El aire refrigerado consiste en unidades equipadas con ventiladores que se limitan a proporcionar un flujo de aire fresco filtrado. Mucho ojo con no equivocar conceptos, para que el sistema de enfriamiento sea aire acondicionado, que no aire refrigerado, debe estar compuesto por un conjunto de equipos que funcionan de forma encadenada y proporcionan aire controlado al ambiente, seleccionando la temperatura. Y si nos referimos a un climatizador, no se trata sólo de elegir los grados mediante un aparato, sino de corregir la humedad del ambiente. Por ello, acondicionar una vivienda no es lo mismo que climatizarla. Generalmente los aparatos que logran una temperatura de entre 19 y 23 °C, llamada de confort, no están preparados para respetar la humedad relativa de ambiente. Este sistema es mucho más complejo, bastante más caro y no del todo imprescindible en un hogar, donde sólo sería necesario hipotéticamente, determinados meses al año.

Existen bastantes tipos de aparatos refrigeradores, pero su utilización en la actualidad se suele concentrar en distintos campos de la refrigeración industrial o enfriamiento de naves industriales, no siendo en la mayoría de los casos que ofrece hoy en día el mercado, aconsejables para su instalación en una vivienda. No obstante ligeramente comentaremos algunas opciones que existen:

- **Refrigeradores de aire adiabáticos (aire / agua).** Su funcionamiento consiste en la ventilación y en el enfriamiento, el cual está basado en el principio de enfriamiento adiabático. Ésta puede ser una unidad que se instale atravesando una pared exterior o una portátil más reducida, que aproveche el aire del ambiente donde se encuentre. En la unidad con conexión con el exterior, un ventilador centrífugo externo absorbe el aire exterior pasándolo a través de un filtro y una esterilla humidificada, estando controlado el grado de humedad gracias a un sistema de circulación del agua y una bomba. Una pequeña cantidad de agua se evapora cuando pasa el aire sobre la esterilla debido a su gran temperatura; esta operación reduce la temperatura produciendo un flujo de aire frío, el cual es distribuido en el área requerida reduciendo su temperatura. Este proceso también permite purificar el polvo, polen y otros contaminantes del aire, proporcionando aire fresco y sano. En las unidades portátiles el funcionamiento es similar permitiéndose en ellas además rellenarlas con hielo en vez de con agua, para una obtención de mayor frescor y bienestar en un menor espacio de tiempo.

Con un aparato de estos las temperaturas de un área determinada pueden ser reducidas alrededor de 10 °C.

Estos aparatos suelen estar contruidos principalmente de acero inoxidable y poliéster, pero los modelos más pequeños portátiles (de tamaño aproximado al de estufas eléctricas portátiles), que también incluyen otros materiales plásticos.

- Existen otros sistemas pero como ya dijimos son de aplicaciones casi exclusivas de las industrias (como cámaras frigoríficas) como son los **refrigeradores aire / aceite móvil,**

Ventajas.

- Obtenemos un movimiento de aire frío, pudiendo obtenerlo echándole agua o inclusive hielo a la máquina para optimizar su uso.
- Son de fácil instalación incluso algunos sólo hay que enchufarlos a la red y otros son portátiles.
- Consumo relativamente bajo.
- Coste económico de la instalación baja y a veces nula (depende del modelo).
Existen modelos portátiles desde 100 € (con caudales desde: 1200 m³ / h, peso de 8 kg, consumo de 60 W, capacidad de 12 litros (agua) con una duración de entre 1 y 4 horas).
- Además tienen otras ventajas opcionales como son:
 - Posibilidad de control con mando a distancia.
 - Regulación y programación mediante un display en función de criterios como el tiempo, la temperatura (algunos disponen de sensores de temperatura para controlar este hecho).

Inconvenientes.

- Pueden generar golpes de frío, por que lo que hacen es mover el aire enfriado, a veces con hielo, este hecho puede generar en exposiciones prolongadas gripes, catarros, inflamación de las anginas, faringitis, etc.
- La mayoría de los encontrados en los ventiladores:
 - Falta de homogeneización de la temperatura
 - Suelen ser concebidos para sitios reducidos.
 - Relativa movilidad fácil y cómoda, sobretodo para personas mayores y niños.
 - Los modelos fijos sólo afectarán a un área limitada.

Climatizadores.

Estos aparatos no sólo nos permiten elegir la temperatura que deseamos sino que suelen controlar actualmente la humedad relativa del ambiente, dejando ésta a los niveles adecuados.

- Sistemas de climatización.

Existen dos familias básicas:

- **Aparatos de aire acondicionado.** Los sistemas de aire acondicionado proporcionan refrigeración en verano o ante temperaturas altas. Estos sistemas producen el enfriamiento del aire del local o vivienda a costa del calentamiento del aire exterior. El calor se extrae del aire del local y se transfiere al ambiente exterior, el aire inicialmente absorbido del local que transformado ahora en frío, vuelve por otro conducto en otra dirección a la habitación.
- **Bombas de calor.** Este sistema permite proporcionar aire frío en verano y caliente en invierno es decir, climatización, propiamente dicha.
Este aparato transporta el calor hacia el exterior o hacia el interior del hogar según busquemos enfriar la casa o calentarla.

(Nota: En la información básica de productos, se informa sobretodo de los aparatos condensados por aire, debido a su fácil aplicación al caso de hogares, oficinas y pequeños locales comerciales y de servicios).

Ahorros y ventajas comunes.

- La principal ventaja es que tiene un control bastante mayor sobre las condiciones ambientales del recinto que cualquiera de las posibilidades anteriores.
- La gran variedad existente de marcas y modelos permite su colocación en diferentes lugares: pared, techo, suelo.
- Su precio es algo más caro pero se nota la diferencia de calidad, en cuanto se usa por primera vez.
- Seleccionada la velocidad del aire, éste se puede distribuir a voluntad del usuario, evitando así las desagradables corrientes de aire, además la mayoría tienen sensores y programación básica para actuar en función de la temperatura del local y del rendimiento económico.
- La mayoría tienen la posibilidad de ser regulados mediante mandos a distancia o mediante programación mediante displays.
- Su mantenimiento es escaso, sólo requieren de una limpieza periódica del filtro del aire.
- Son equipos muy silenciosos y con un muy buen rendimiento, ofreciendo a la vez aparatos de menor peso que aumentan las posibilidades de instalación. Estas tecnologías han contribuido a un diseño mucho más estético y atractivo de los equipos.

Inconvenientes comunes.

- El nivel de ruido del ventilador puede resultar molesto a pesar de que estos equipos tienden a ser muy silenciosos.

Aire acondicionado.

Es un sistema que se emplea para variar las condiciones ambientales de una estancia respecto al exterior. El sistema convencional o más tradicional, es el que consta de dos unidades, una interior y otra exterior. Estos dos aparatos están comunicados por un circuito a través de los cuales se logra controlar la temperatura y grado de humedad del aire. Básicamente constan de los que se denominan difusores de entrada, a través de los cuales el aire del ambiente se conduce a una unidad de refrigeración que enfría el aire con agua fría (a una temperatura que suele oscilar entre los 5 °C y los 8 °C). Después este aire enfriado regresa a la estancia mediante los llamados difusores de salida, consiguiéndose una refrigeración del ambiente.

Como vemos se trata de un proceso que consiste en el enfriamiento del aire del ambiente mediante agua, aunque este enfriamiento puede ser realizado por aire o incluso por algún refrigerante (en cuyo caso, el refrigerante no es necesario que esté frío para poder actuar correctamente, sino que mientras que en el interior el refrigerante se evapora porque absorbe el calor, la unidad exterior transforma de nuevo el refrigerante en líquido y despidе el aire caliente).

Principalmente existen dos tipos de aparatos de aire acondicionado, dependiendo de la fuente energética que emplean para enfriar el agua, los eléctricos y los que usan gas natural. Estos últimos consumen menos energía.

Debemos tener claro que el objetivo del sistema de aire acondicionado es mantener a una temperatura y humedad constantes un recinto aislado, por lo que para que su efecto sea recomendable tendremos que mantener cerrados los

accesos a este recinto, lo que se traduce en que si abrimos las puertas o ventanas de nuestra casa estaremos reduciendo la eficacia del aire acondicionado.

Ventajas particulares.

- Logra mantener estable la temperatura de un recinto.

Inconveniente particular.

- Su máximo inconveniente es que consume bastante energía.
- Los ventiladores, en cambio, son mucho más baratos y permiten un mayor ahorro energético pero no enfrían el aire, lo que hacen es provocar una corriente refrescante, mediante el giro de sus aspas (lo cual también tiene sus “pros y contras” como ya comentamos anteriormente).

El consumo del aire acondicionado.

A la hora de elegir un aparato de este tipo hay que tener en cuenta:

- Los consumos y los rendimientos del mismo.

La clave del ahorro o del gasto excesivo radica en este punto, que suele depender de la tecnología del sistema. Es importante que posea funciones imprescindibles como la posibilidad de programación nocturna, así como el encendido y apagado a una hora determinada.

- El tamaño.

Para elegirlo habrá que considerar el tamaño de la habitación o vivienda que se quiere climatizar y elegir uno en relación con los metros cuadrados de la estancia. Para enfriar un metro cuadrado de espacio son necesarias unas cien frigorías, que son las unidades en que se mide el calor.

Teniendo todo esto presente, a modo de ejemplo, se puede decir que para enfriar un dormitorio estándar es necesario un aparato de unas 1750 frigorías; y para un salón de 25 m², uno de 3000 frigorías aproximadamente.

Coste económico de un sistema de aire acondicionado.

El precio de compra del aparato en sí, no es muy caro. Este precio depende del tamaño de la habitación que se quiera enfriar, pero existen modelos en el mercado desde los 600 €.

En cuanto al consumo diario, éste es más económico de lo que se suele pensar. Una unidad colocada en un dormitorio gasta unos 0,06 € / hora y una colocada en un comedor unos 0,09 € / hora. Estos consumos son mucho menores que los del microondas o el lavaplatos.

Climatizadores. Bombas de calor.

Estos sistemas funcionan con un circuito reversible. Además de producir frío, también pueden dar calor a una habitación y expulsar el frío al exterior. Por eso, el mismo aparato se puede utilizar durante todo el año.

Actualmente, la mayoría de los modelos ofrecen la bomba de calor con el fin de rentabilizar la inversión. Con una inversión un poco mayor, el equipo se puede utilizar como calefacción en invierno y como aire acondicionado en verano. Además, es uno de los sistemas más ecológicos que existen hoy en día y está

recomendado por la Unión Europea, el Ministerio de Industria y Energía y las compañías eléctricas.



Fig.36.- Bomba de calor.

Bomba de calor. Tipos.

Las dos variantes de este sistema más utilizadas son las bombas de aire-aire o de aire-agua. Además, al no ser sistemas que requieran la acumulación de combustibles, gas natural, petróleo etc., el peligro de incendio es menor.

En instalaciones de viviendas unifamiliares los sistemas aire-agua y agua-agua son los más aceptados.

Ventajas particulares.

La gran ventaja de la bomba de calor reside en su eficiencia energética en calefacción, puesto que es capaz de aportar más energía que la que consume, aproximadamente entre 2 y 3 veces más. Esto es así porque el equipo recupera energía gratuita del ambiente exterior y la incorpora como energía útil para calefacción.

Por tanto, para lograr el mismo efecto consume menos energía que otros aparatos o sistemas de calefacción y, lógicamente, el coste de calefacción es también más reducido, en línea con los sistemas más competitivos.

Además de esta ventaja, cabe señalar:

- Un equipo de bomba de calor supone incrementar la inversión sólo en un 20 ó 25 % sobre la necesaria para un acondicionador convencional (exclusivo para ofrecer frío) y éste además reúne dos servicios en un solo aparato y una sola instalación (calefacción y aire acondicionado), lo que limita la inversión necesaria y simplifica las instalaciones.

Si antes hablábamos de 600 € un sistema de climatización con bomba de calor puede subir unos 150 € más.

- Variedad de marcas y modelos que facilitan la colocación en distintos lugares: pared, techo, suelo, etc.

- Prácticamente sin mantenimiento, salvo la limpieza periódica del filtro de aire.

- Con este sistema de ahorro de energía pueden obtenerse fácilmente ahorros de hasta el 25%.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Este sistema permite además obtener ventajas adicionales:

- Ventilación de renovación por aporte de aire exterior al recinto climatizado, mejorando la calidad de aire interior.
- Posibilidad de regulación del aporte mínimo de aire exterior entre el 0 y 100% mediante un potenciómetro que actúa sobre el motor y las compuertas.
- Control automático de la aportación del aire exterior, hasta eliminarla completamente si se considera conveniente, cuando el recinto no está ocupado por personas.
- Son unos sistemas que se pueden utilizar con otros sistemas de calefacción (inclusive aunque estén ya auxiliados con sistemas de, por ejemplo, energía solar térmica) o incluso estos mismos son capaces de evolucionar y ya existen algunos tipos de bombas de calor, minoritarios pero de creciente implantación, que usan como fuentes de calor el aire de extracción y el calor del subsuelo.
- En verano, la refrigeración va normalmente asociada a un sistema economizador “*free cooling*”.
- Menor número de emisiones al medio ambiente que una caldera convencional (entre un 30 % y un 40% menos, dependiendo del tipo que sea, o inclusive casi un 100 % si ésta está apoyada por sistemas de energías renovables).

Inconvenientes particulares.

- Los sistemas de bomba de calor deben seleccionarse en función del clima del país, y de la fuente de calor disponible. En los países de clima mediterráneo, las bombas de calor aire-aire reversibles para calefacción y refrigeración son las más populares, pero en zonas donde las condiciones climáticas invernales son especialmente adversas o cuando la temperatura exterior es muy baja (como es el caso de León), puede tener dificultades para aportar todo el calor necesario y requerirá un buen sistema de desescarche (resistencia de apoyo), con un coste de funcionamiento muy superior. No se recomienda instalar bomba de calor en aquellas zonas donde en invierno la temperatura suele ser más baja de 5 ó 6 °C.
- A pesar de que los equipos son muy silenciosos, el nivel de ruido causado por el ventilador puede resultar molesto para determinadas personas en despachos, salas de reunión o dependencias similares.

- La tecnología Inverter.

Los sistemas convencionales que no son Inverter, se basan en el funcionamiento del compresor a pleno rendimiento o apagado, es decir, arrancan y paran frecuentemente. Cuando se pone en marcha el sistema, arranca el compresor y se mantiene en funcionamiento hasta que se alcanza la temperatura solicitada. En ese momento el compresor para y no se volverá a poner en marcha hasta que la temperatura lo solicite de nuevo. Los sistemas Inverter consiguen que el compresor, en lugar de parar, baje el régimen de funcionamiento, consiguiendo evitar continuos arranques y paradas del compresor, reduciendo así el consumo del sistema y manteniendo la temperatura real con menos variaciones sobre la temperatura solicitada y a un menor nivel sonoro.

En los últimos años, la tecnología Inverter, aplicada a los aparatos de aire acondicionado y bomba de calor, se ha convertido en un gran éxito. El resultado

se concreta en un mayor confort y un menor gasto. Se evitan las subidas y bajadas de temperatura en la habitación y se optimiza el consumo.

Ventajas.

- **Gran ahorro de energía:** debido a este funcionamiento eficiente, con un aparato de aire acondicionado / bomba de calor Inverter se pueden conseguir, en función de su hábito y tiempo de uso (a más uso más ahorro), ahorros de consumo de hasta el 25 % respecto a los sistemas tradicionales, evitando las continuas paradas y arranques del aparato que ya hemos comentado.

- **Mayor nivel de confort:** cuando se alcanza la temperatura deseada, los sistemas de aire acondicionado con tecnología Inverter se van adaptando en todo momento a nuestras necesidades dando más o menos frío / calor y manteniendo la temperatura deseada de forma constante. Además, estos aparatos ofrecen un bajo nivel sonoro y una mejor distribución del aire, mejorando así las condiciones de salud e higiene en el ambiente.

- **Más rapidez para alcanzar la temperatura deseada**

- **Otras:**

a) Además, la eficiencia de la tecnología Inverter, alarga la vida del aparato ya que se evitan los continuos arranques.

b) Mejora la eficiencia de la bomba de calor: si un equipo de bomba de calor deja de funcionar correctamente cuando la temperatura exterior es de 6 °C, para una bomba de calor con tecnología Inverter el límite se sitúa en temperaturas bajo cero (incluso hasta de -10 °C).

c) Un aparato de aire acondicionado con tecnología Inverter es alrededor de sólo 180 € (30000 ptas.) más caro que un equipo tradicional.

Tipos de instalaciones de acondicionadores y climatizadores.

Los equipos de aire acondicionado y climatización (bombas de calor) pueden ser:

- Compactos.

- Partidos.

Los primeros constan de una sola unidad, mientras que los partidos están formados por dos o más unidades.

En cuanto al servicio que prestan, los equipos se denominan:

- **Unitarios**, cuando se trata de equipos independientes en cada dependencia con descarga directa de frío o calor.

- **Individuales**, cuando un solo equipo atiende al conjunto del local con descarga indirecta a través de una red de conductos de aire.

- **Aparato de aire acondicionado / acondicionador portátil.**

Es un equipo unitario, compacto o partido, de descarga directa y transportable de un lugar a otro.

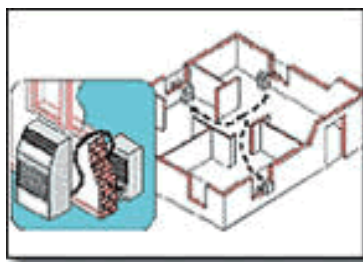


Fig. 37.- Acondicionador portátil.

Para su instalación sólo requiere una sencilla abertura en el marco o el cristal de la ventana o balcón.

Resuelve de forma adecuada las necesidades mínimas de acondicionamiento, generalmente frío, en pequeñas estancias.

Su gama de potencias es:

Refrigeración: 1.600 - 3.800 W (potencia eléctrica: 700 - 1.700 W).

Calefacción: 2.500 - 3.500 W (potencia eléctrica: 1.000 - 1.300 W).

- Aparato de aire acondicionado / acondicionador de ventana.

Es un equipo unitario, compacto y de descarga directa. Normalmente se coloca uno en cada dependencia o, si el domicilio o local es de gran superficie, se colocan varios según las necesidades.

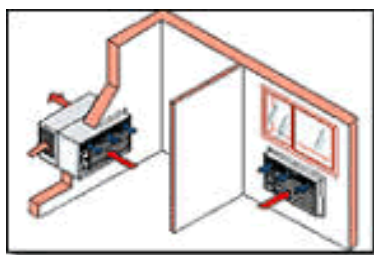


Fig. 38.- Acondicionador de ventana.

La instalación se realiza en ventana o muro, la sección exterior requiere toma de aire y expulsión a través del hueco practicado. La dimensión del hueco ha de ajustarse a las dimensiones del aparato.

No son recomendables, sólo se instalan si el cliente lo pide expresamente ya que es un sistema antiguo que no climatiza, sólo proporciona aire frío, a chorro o directamente.

Su gama de potencias es de:

2.000 - 7.000 W (potencia eléctrica demandada de 900 - 3.000 W).

- Consola.

Equipo unitario, compacto y de descarga directa.

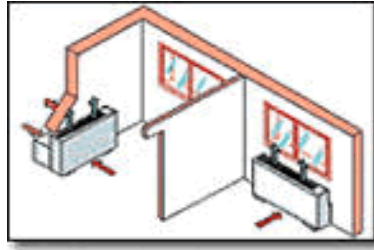


Fig. 39.- Consola.

Se coloca una consola o varias en cada dependencia según las necesidades. La instalación requiere una toma de aire exterior, mediante un hueco practicado en el muro, de dimensiones similares a las de la consola. Esta se puede colocar apoyada en el suelo o colgada del muro. Su gama de potencias es similar al caso anterior.

- Equipos partidos (split o multisplit).

Los equipos splits, también llamados descentralizados, son equipos unitarios de descarga directa. Se diferencian de los compactos en que la unidad formada por el compresor y el condensador está situada en el exterior, mientras que la unidad evaporadora se instala en el interior. Ambas unidades se conectan mediante las líneas de refrigerante.

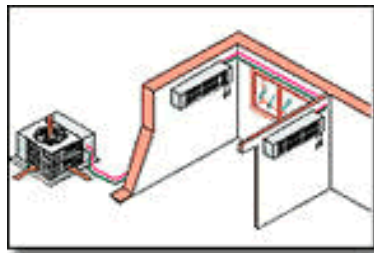


Fig. 40.- Equipo partido.

Con una sola unidad exterior se puede instalar una unidad interior (sistema split) o varias unidades interiores (sistema multisplit). El hueco necesario para unir la unidad interior y la exterior es muy pequeño. Así, un hueco de menos de 10 cm de diámetro, es suficiente para pasar los dos tubos del refrigerante, el tubo de condensación de la unidad evaporadora y el cable de conexión eléctrica. Las unidades interiores, que pueden combinarse según las necesidades, aunque todas ellas disponen de control independiente, pueden ser:

- De pared o mural.

Son muy fáciles de instalar y no trastocan la decoración. Solución adaptada a cualquier estancia dada la sencillez de su instalación.

- De suelo.

Al igual que en el split de pared, con una sola unidad exterior podrá conectar varias unidades interiores colocadas verticalmente en el suelo.

- De techo.

Con una sola unidad exterior podrá conectar varias unidades interiores colocadas horizontalmente en el techo; no requiere falso techo.

- Cassette.

Sirve para superficies más grandes. Para su instalación requiere falso techo. El elegante diseño de las rejillas permite incorporarlos a cualquier decoración.

Instalación de un split de pared.

- **La unidad interior:** se aconseja colocarla lo más alto posible porque el aire frío pesa más, por lo que tiende a bajar.

- **La unidad exterior:** es conveniente ubicarla en una zona protegida del sol (orientación norte si es posible). Normalmente se suelen instalar en:

- El balcón o terraza, es el caso más sencillo.
- Fachada, en caso de que fuera el primer aparato que se instala en la fachada, es necesario pedir permiso a la comunidad de vecinos.
- Tejado, sólo si es el último piso y el tejado es plano.
- Patio interior, no es aconsejable por el ruido.
- Casco antiguo, no es posible por Ley.

Pasos a seguir:

1. Hay que conectar la unidad exterior con la unidad interior por medio de dos tubos, uno de ida y otro de vuelta. Esto se realiza por medio de una pequeña obra que consiste en practicar unos pequeños agujeros en la pared para pasar los tubos.
2. También es necesario conectar la unidad interior a la toma de corriente eléctrica más cercana.
3. En estos aparatos, parte del aire frío se condensa y crea unas gotas de agua. Por lo tanto, es necesario redireccionar este goteo a un recipiente o maceta (si hubiese un desagüe cercano se podría canalizar por ahí, pero suele ser muy complicado).
4. En cuanto a los plazos de instalación lo normal es que se tarde 2 ó 3 horas en un 1 x 1 (una unidad interior y otra exterior). La instalación más complicada es la de la unidad exterior.

La gama de potencias, en general de cualquier unidad, es:

Refrigeración: 2.300 - 7.500 W (potencia eléctrica: 1.000 - 3.000 W).

Calefacción: 2.500 - 8.000 W (potencia eléctrica: 1.000 - 2.900 W).

- Equipo compacto individual.

Es un equipo de descarga indirecta, mediante red de conductos y emisión de aire a través de rejillas en pared o difusores en techo.

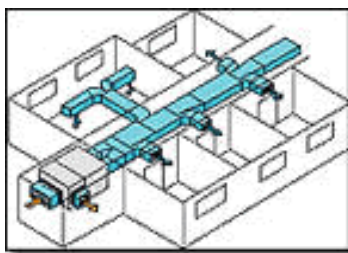


Fig. 41.- Equipo compacto individual.

Generalmente se instala un equipo para toda la vivienda o local. El control es individual por equipo y, en locales divididos, se realiza de acuerdo con las condiciones de confort de la dependencia más representativa (la de mayores necesidades de frío o calor).

El equipo necesita una toma de aire exterior, por lo que suele situarse próximo a un cerramiento del local (fachada o cubierta); interiormente se puede colocar en un falso techo o en un armario. Existen modelos horizontales y verticales adaptados a las posibilidades de instalación.

La gama de potencias es:

Refrigeración: 7.000 - 17.000 W (potencia eléctrica: 3.000 - 7.000 W).

Calefacción: 7.500 - 18.000 W (potencia eléctrica: 3.000 - 6.500 W).

- Equipo partido individual.

Es también un equipo de descarga indirecta, mediante red de conductos y emisión de aire a través de rejillas en pared o difusores en techo.

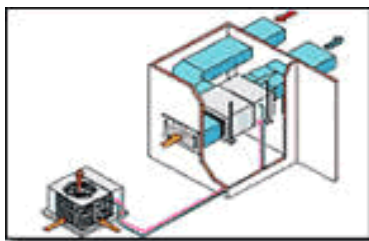


Fig. 42.- Equipo partido individual.

Al igual que los equipos partidos unitarios, está formado por dos unidades: el compresor y el condensador se sitúan en la unidad exterior, mientras que la unidad evaporadora se instala en el interior, conectada a la red de conductos. Ambas unidades se conectan mediante las líneas de refrigerante.

Como en el caso anterior, se suele instalar un equipo para toda la vivienda o local. El control es individual por equipo y se realiza de acuerdo con las condiciones de confort de la dependencia más representativa.

Para asegurar una correcta ventilación de los espacios acondicionados, la unidad interior precisa una toma de aire exterior. Esta unidad suele ser, en general, de tipo horizontal, para facilitar su colocación oculta por un falso techo.

Su gama de potencias es similar al caso anterior.

Resumen de la características técnicas de los acondicionadores y climatizadores.

La siguiente tabla resume las características nominales de refrigeración y calefacción, así como la potencia eléctrica demandada en cada caso, para todos los tipos de aparatos que se han descrito.

Tipo de aparato	Refrigeración	Calefacción		
	Potencia frigorífica (W)	Potencia eléctrica (W)	Potencia calorífica (W)	Potencia eléctrica (W)
Acondicionador portátil	1.600 - 3.800	700 - 1.700	2.500 - 3.500	1.000 - 1.300
Acondicionador ventana	2.000 - 7.000	900 - 3.000	-	-
Consola	2.000 - 7.000	900 - 3.000	-	-
Partidos	2.300 - 7.500	1.000 - 3.000	2.500 - 8.000	1.000 - 2.900
Compacto individual	7.000 - 17.000	3.000 - 7.000	7.500 - 18.000	3.000 - 6.500
Partido individual	7.000 - 17.000	3.000 - 7.000	7.500 - 18.000	3.000 - 6.500

Tabla 3.- Características técnicas de acondicionadores y climatizadores.

Combinación con sistemas de control (termostatos de ambiente).

Por su propia concepción los termostatos electrónicos normalmente tienen una respuesta más rápida y controlan las temperaturas con mayor precisión que la mayoría de los electromecánicos convencionales, ello les permite mantener con márgenes más estrechos la banda de fluctuación de las temperaturas del ambiente a controlar.

Sólo esta característica puede representar fácilmente, obtener ahorros de hasta el 5% en el consumo de energía.

Dentro de los termostatos electrónicos, los de tipos programable se están introduciendo con fuerza en el mercado, debido a los ahorros adicionales de energía que pueden aportar. Su mayor difusión sólo está frenada por la complejidad de algunos diseños, que los hacen poco atractivos para los usuarios, debido a que no entienden su funcionamiento y si lo entienden en la puesta en marcha, muchos lo han olvidado cuando cambia la temporada y han de pasar de temperaturas de invierno a verano, o cuando hay un corte de tensión y han de reprogramarlo, o cuando se agotan las pilas. Los instaladores no suelen recomendarlos para evitar llamadas de servicio sólo para explicar de nuevo al cliente como funcionan, servicio que genera gastos difíciles de cobrar. No obstante, una nueva generación de termostatos de diseño ergonómico, con memoria que retiene la programación aun sin tensión y sin necesidad de pilas, permiten recomendar su aplicación extensiva en todo tipo de acondicionadores y bombas de calor.

La posibilidad de programar varios períodos de ocupación con distintas temperaturas, ocupado / desocupado o día / noche, permite obtener ahorros de energía de hasta el 20%.

Sistema Propuesto	Sistema convencional	Ahorro en verano, %	Ahorro en invierno, %
Bombas de calor C.O.P. de 3	Bombas de calor C.O.P. de 2,3	24	24
Termostato electrónico	Termostato electromecánico	5	5
Termostato programable	Termostato convencional	20	20
Desescarche optimizado	Desescarche	-	20
Control de todos los parámetros de confort	Control temperatura	23	-
Zonificación dependencias	Sin zonificación	40	40
Economizador free cooling	Sin economizador	-	25

Tabla 4.- Ahorros de energía en función del tipo de aparato utilizado.

5.2.2.- Sistemas de calefacción.

Con la bajada de las temperaturas es fundamental elegir la mejor fuente de calor para el hogar. El tipo de casa, el coste económico y muchos más factores influyen en la decisión. Todo en aras de eliminar el frío dentro de la casa.

Hay multitud de sistemas de calefacción. Cada uno con sus ventajas, inconvenientes y características específicas. El consumo, coste de la instalación, efectos contaminantes, dimensiones del hogar, etc. serán importantes para decidirse por uno u otro sistema.

El gas natural: mayoritariamente, contienen entre un sesenta y ochenta por ciento de metano, tres por ciento de propano, entre cinco y nueve por ciento de etano, y de dos a catorce por ciento de hidrocarburos superiores; sin embargo, es de todos conocido que no necesariamente siempre se respetan estas proporciones.

El gas natural destaca por su precio altamente competitivo y su coste de instalación queda rápidamente amortizado por el ahorro que ofrece por ello ocupa un puesto predominante entre los combustibles más empleados en la actualidad; cuenta con una combustión mucho más completa que el resto de hidrocarburos, gracias a su estructura molecular más simple, por lo que se encuentra un paso adelante con respecto a las normativas de seguridad ambiental; no requiere mayores tratamientos para su utilización; además el equipamiento necesario para trabajar con el gas natural es de un mantenimiento fácil y económico. Además, se caracteriza por ser un combustible cómodo pues el usuario no debe preocuparse ni de su almacenamiento, ni de su distribución. Una vez instalado, puede ser utilizado tanto como calefacción, como para la producción de agua caliente y para la cocina.

La calefacción mediante gas natural permite una fácil regulación del calor por las habitaciones y aplicación de control para asegurar una mayor confortabilidad. Además este sistema permite prescindir de los tanques de combustible, ahorrándose el mantenimiento, revisiones y la preocupación de hacer el pedido cada cierto tiempo.

El gas propano: puede presentar varias modalidades para su almacenamiento. Se puede almacenar en recipientes pequeños (en terrazas o balcones) o en depósito fijo, ya sea individual o colectivo y centralizado. Su potencia calorífica es superior al gas natural. Su costo resulta algo inferior al de éste, siempre dependiendo del tipo de instalación y almacenamiento.

El gas ciudad por su parte es un combustible en vías de extinción. Respecto a criterios económicos, su precio de instalación y utilización se equipara al del gas natural.

El gasóleo C: es el más económico de los combustibles presentes en el mercado. Su mayor inconveniente es que no sirve como energía a utilizar en la cocina. Por ello, se precisaría la utilización de otro combustible (gas o electricidad). Otro problema es el de su almacenamiento y también el de la salida de los gases quemados en la combustión que debe realizarse por la cubierta. Recordamos que éste es el modelo existente en la actualidad en la vivienda.

El carbón y la leña: son los combustibles sólidos tradicionales. Son elementos difícilmente regulables. También tiene un alto índice de riesgo, puesto que no existen controles eficaces sobre ellos. El espacio para su almacenamiento es otro problema, así como la limpieza diaria de sus residuos. El precio de la leña es variable porque no está regulado. El del carbón es alto.

La energía eléctrica: puede utilizarse tanto de forma individual como en una instalación centralizada. También sirve como combustible complementario, con procedencia de otras energías alternativas. En el pasado soportó la etiqueta de poco económica; en la actualidad, y gracias a la tarifa nocturna y a los acumuladores de calor, resulta una fuente de energía tanto o más competitiva que otras.

Una de sus ventajas radica en el escaso mantenimiento que precisa y tampoco necesita instalaciones complicadas. Es confortable, se puede programar y automatizar con sencillez y su rendimiento es elevado. También es una energía “limpia” y segura.

El consumo de la energía eléctrica por la noche ofrece una importante ventaja para el usuario pues resulta más barato. El precio del kW · h en la tarifa nocturna es la mitad que el de la tarifa normal.

Emisores de calor: pero a pesar de todas las innovaciones las estufas y radiadores, además de otros sistemas emisores de calor, siguen teniendo su protagonismo. Pueden ser de hierro fundido, panel de chapa o aluminio. Los primeros tardan mucho en calentarse pero cuando lo consiguen dan un calor muy elevado y les cuesta también enfriarse. Los de chapa abaratan costes y mejoran los rendimientos de las calderas. Por su parte, los de aluminio conducen muy

bien el calor. Tienen la ventaja de colocarse por módulos y no por piezas enteras, como los de chapa.

Los suelos radiantes utilizan el agua, en lugar de la electricidad, como elemento transmisor del calor. Ofrecen la mayor superficie de calefacción posible pues la instalación va por todo el suelo mediante tuberías internas. Por último, están los climatizadores de aire caliente, ya sea para industrias o en el ámbito doméstico.

Bueno, tras la puesta en escena de los principales modelos de calefacción empezaremos a conocer un poco más en profundidad características, ventajas e inconvenientes de posibles alternativas a la caldera de gasóleo que existe en la vivienda objeto de estudio.

Calderas de gas.

Las calderas de gas para uso individual son un producto destinado a las instalaciones domésticas de calefacción y agua caliente sanitaria (A.C.S.).

Su funcionamiento es sencillo, las calderas queman el gas y aportan el calor así generado al agua que circula por su interior, la cual se distribuye a los radiadores para calefacción o como agua caliente para uso sanitario.



Fig. 43.- Modelo de caldera de gas de colocación en pared.

Son calderas murales que incorporan todos los elementos necesarios para su funcionamiento y que suelen clasificarse, según el servicio ofrecido, en:

- **Calderas de calefacción.**

- **Calderas mixtas.** (Existiendo de las mismas dos modalidades:)

- **Calderas mixtas de calefacción y producción instantánea de A.C.S.** (las más utilizadas). Este último servicio tiene siempre prioridad sobre el de calefacción, de forma que dedican toda su potencia para la preparación del agua caliente.

- **Calderas mixtas de calefacción y producción de A.C.S. por acumulación.** Tienen la misma aplicación que las anteriores, pero al disponer de un depósito de agua caliente permiten una mayor simultaneidad en la utilización de este servicio.

Estos equipos son compactos para facilitar su instalación en el interior de las viviendas e incorporan los aparatos de seguridad y regulación, la bomba de circulación, el vaso de expansión y, en algunos casos, un pequeño depósito acumulador de A.C.S.

Ventajas.

- Gama de producto amplia, en marcas y modelos, que facilita la elección.
- Independencia de uso y consumo de energía, en relación con las instalaciones centrales.
- Posibilidad de adaptación a distintos tipos de gases combustibles, fundamentalmente gas natural y propano.
- Sencillez de mantenimiento.
- Un coste orientativo de una instalación en León, con una superficie a calefactar de entorno a 270 m² y con un sistema de acumulación (aconsejable para viviendas de >150 m²) sería entorno a: 10045 €.
- Menor coste frente al gasóleo y además el rendimiento energético de las calderas a gas es superior al de las calderas a gasóleo.

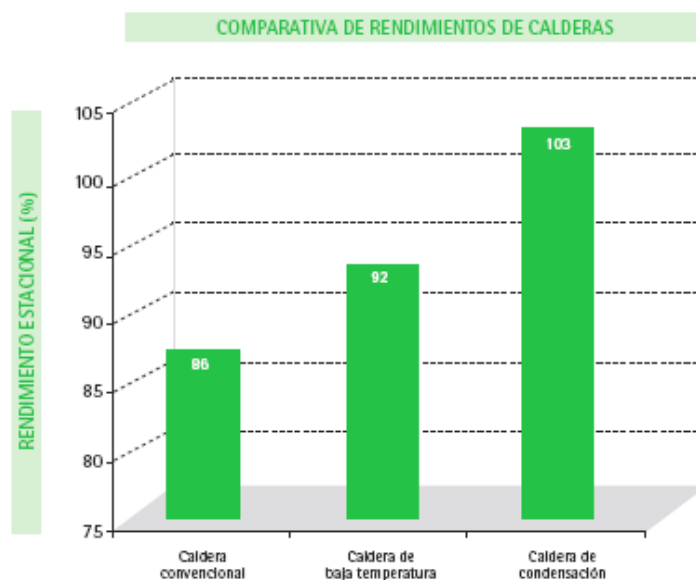


Gráfico 3.- Comparativa de rendimientos.

- Al no tener azufre en su composición, se eliminan completamente las emisiones de SO₂, responsable, junto con las emisiones de óxidos de nitrógeno, de la lluvia ácida; además presenta frente al gasóleo una notable disminución de las emisiones de CO₂.

Inconvenientes.

- Con calderas mixtas que producen instantáneamente el A.C.S., en general sólo es posible utilizar un punto de consumo de agua caliente, ya que al usar más grifos el caudal disponible se reparte entre ellos.
- En viviendas de nueva construcción e instalación interior, precisan chimeneas para la evacuación de los gases de combustión, que restan superficie útil y que deben tenerse en cuenta al diseñar el edificio.

- En calefacción de edificios de viviendas, pueden producirse situaciones de falta de confort o incrementos de consumo debidos a los distintos niveles de utilización en cada vivienda. No obstante, este efecto se produce en todas las instalaciones individuales, en comparación con las centralizadas.

Tipos de calderas de gas.

Además del tipo de servicio, hay una clasificación de las calderas de gas basada en la naturaleza del circuito de combustión. Según este criterio, se distinguen tres tipos de calderas:

• Caldera abierta de tiro natural (atmosférica).

Toma el aire necesario para la combustión del propio local donde está instalada y expulsa los gases al exterior por un tubo de evacuación que aprovecha el efecto chimenea (tiro natural). Por motivos de seguridad, es muy importante garantizar el tiro de la chimenea para evitar el retroceso de los humos hacia la propia caldera y al interior de la vivienda.

En estas calderas, según sea el sistema de encendido, hay dos tipos de modelos:

-Con llama piloto: la llama principal (la del quemador) se enciende gracias a una llama piloto que permanece encendida mientras está conectada la caldera, a la espera de ser utilizada. Aunque la potencia de esta llama es pequeña, del orden de 150 W, por comodidad del usuario está muchas horas encendida y supone un gasto de energía apreciable.

-Sin llama piloto: la llama principal se enciende directamente.

• Caldera abierta de tiro forzado.

La combustión se realiza también con el aire del local donde está instalada, pero, a diferencia de las anteriores, los gases se expulsan por medio de un ventilador (tiro forzado) y se conducen al exterior por un conducto específico.

La caldera estanca de tiro forzado dispone de un ventilador que recoge del exterior el aire que utiliza para la combustión y envía los gases de combustión al exterior. La circulación del aire y de los gases se canaliza a través de dos conductos específicos, uno de aspiración y otro de expulsión que suelen ser concéntricos.

Esta caldera ofrece una mayor seguridad, puesto que el circuito de combustión no tiene comunicación alguna con la atmósfera del local donde está instalada. Por este motivo, la caldera estanca no tiene limitaciones de ubicación; puede ser tapada u ocultada o, incluso, situarse dentro de un armario.

Por otro lado, permite controlar mejor la combustión al no existir fluctuaciones en la entrada de aire, efecto que redundaría en un mayor rendimiento.

Comparativa y consejo de elección.

La gama de potencias es muy amplia, desde 17 a 35 kW, aunque las calderas mixtas con producción instantánea de A.C.S. normalmente se sitúan entre 24 y 28 kW.

El calentamiento instantáneo del A.C.S. requiere una potencia muy elevada que, además, se utiliza durante periodos muy cortos de tiempo, lo que determina un peor rendimiento para este servicio. Esta potencia es muy superior a la que se

necesita para calefacción, incluso en viviendas de gran tamaño, por lo cual la potencia del agua caliente es la que condiciona la potencia de la caldera.

Desde el punto de vista energético, son preferibles los sistemas de acumulación, de forma que la caldera pueda trabajar de forma más continuada, con menos potencia y con mejor rendimiento. En la producción por acumulación, es el termostato del depósito de A.C.S. el que enciende la caldera cuando detecta una disminución de la temperatura del agua almacenada.

Existen calderas con depósitos de acumulación integrados en el propio aparato; algunas disponen de unos mínimos volúmenes de acumulación que constituyen una producción semi-instantánea. Cuando las necesidades de agua caliente son muy elevadas, es preferible instalar un depósito exterior alimentado por la caldera.

La regulación de la calefacción se realiza con termostato de ambiente, situado en la habitación más representativa de la vivienda, generalmente la sala de estar. Este termostato puede incorporar prestaciones avanzadas, como distintos niveles de temperatura, programación, etc.

Recomendaciones de utilización.

Las recomendaciones más importantes para el usuario de una instalación de gas son las referentes a seguridad:

- Encargar la instalación de la caldera y el mantenimiento de la misma a empresas registradas con carné de instalador y con carné de mantenedor-reparador, respectivamente.
- Seguir siempre las normas de seguridad y mantenimiento. Efectuar a su debido tiempo las revisiones legalmente establecidas (cada cuatro años).
- Leer y conservar el manual de uso y entretenimiento del aparato y, en caso de duda, preguntar al instalador cualquier cuestión acerca de las prestaciones y el manejo de la caldera.

Calderas de condensación.

Las calderas convencionales trabajan con temperaturas de agua caliente entre 70 °C y 90 °C y con temperaturas de retorno del agua superiores a 55°C, en condiciones normales de funcionamiento.

Una caldera de baja temperatura, en cambio, está diseñada para aceptar una entrada de agua a temperaturas menores a 40 °C. Por ello, los sistemas de calefacción a baja temperatura tienen menos pérdidas de calor en las tuberías de distribución, que las calderas convencionales. Las calderas de condensación están diseñadas para recuperar más calor del combustible quemado que una caldera convencional, y en particular, recupera el calor del vapor de agua que se produce durante la combustión de los combustibles fósiles. De esta manera, se consiguen rendimientos energéticos más altos, en algunos casos superiores al 100%, referido al poder calorífico inferior del combustible.

La diferencia estriba en la mayor inversión de este tipo de calderas, que suele ser entre un 25-30% más para las de baja temperatura y hasta duplicar la inversión en el caso de las calderas de condensación.

Pero, ojo, a la hora de elegir una u otra caldera, hay que tener en cuenta el uso que se le va a dar y la temperatura deseada para el agua caliente. Según este uso,

es posible que una caldera convencional se adapte mejor a las necesidades, por lo que es conveniente realizar un análisis cuidadoso de carácter previo.

Calefacción. Calefacción eléctrica.

Una solución sencilla, y que no necesita realizar ninguna obra, son los sistemas de calefacción eléctricos. Estos sistemas nos vienen anunciando limpieza y seguridad, y además en los últimos tiempos con la existencia de nuevos tipos de factura (tarifa nocturna) y sistemas acumuladores, también economía y rentabilidad, factores de peso para al menos estudiar la posibilidad de apostar por esta energía.

Ventajas.

- Por limpieza:

- En el punto de consumo, no necesita elementos combustibles cuyas emanaciones pueden representar una amenaza para el Medio Ambiente.
- No produce gases ni olores.

- Por seguridad:

- No necesita depósitos, tanques o elementos susceptibles de escapes o filtraciones.
- No existe riesgo de explosión.
- Además, es la energía con menor tasa de incidencias en el suministro.

- Por economía:

- La energía eléctrica es económica el precio de noche es menos de la mitad del precio habitual, debido al descuento del 55%. Obtiene un rendimiento del 100%, toda la energía consumida se transforma íntegramente en calor, algo difícil de lograr con otro tipo de calefacción.
- Su conexión a la tarifa nocturna permite al usuario un ahorro de hasta el 55% del consumo eléctrico.

Precio de la electricidad durante la noche = 0,037456 € / kW · h.

Precio de la electricidad durante el día = 0,082598 € / kW · h.

- La tendencia observada en los precios de las distintas energías durante los últimos años, hace pensar que la electricidad puede convertirse en la una de las más económicas.
- Es la energía menos dependiente de las situaciones que puedan surgir en mercados internacionales.
- No precisa de ningún mantenimiento.
- Hace un uso eficiente de la energía porque permite trasladar a la noche una importante parte del consumo de calefacción.
- Su instalación es rápida y cómoda, ya que no precisa tuberías ni grandes obras y puede instalarse en todo tipo de viviendas y locales
- Acepta otros tipos de energías como apoyo complementario a su actuación, como la utilización de bombas de calor o sistemas de energía solar térmica y / o fotovoltaica.
- Existe una gama bastante amplia de calderas de este tipo, pudiéndonos encontrar potencias desde 4,5 kW (~ 3870 kcal / h) hasta 36 kW (~ 30960 kcal / h).

Número de personas	Capacidad del termo	% consumo nocturno	Consumo anual de agua caliente (kWh)		
			Día	Noche	Total
1 - 2	100	60%	540	810	1.350
	150	95%	71	1339	1.410
3 - 4	150	60%	944	1.416	2.360
	200	95%	124	2.356	2.480
5 - 6	200	60%	1.484	2.226	3.710
	300	95%	195	3.695	3.890
1 - 2	100	60%	540	810	1.350
	150	95%	71	1339	1.410
3 - 4	150	60%	944	1.416	2.360
	200	95%	124	2.356	2.480
5 - 6	200	60%	1.484	2.226	3.710
	300	95%	195	3.695	3.890

Tabla 5.- Consumo anual en función del momento del día y del nº de personas que componen una familia.

- Si se comprara con sistemas basados en caldera y circuito de agua los precios son muy competitivos (existen instalaciones desde 1800 € aprox., considerando costes de calderas por unos 1500 €).

Inconvenientes.

- Conviene recordar que el precio de día incluye un pequeño recargo del 3 % (ojo, porque nuestro gasto de electricidad, no sólo se basaría en calefacción, hay que recordar que seguiríamos consumiendo energía de día para: frigorífico, radio, tv, ordenador, lavadora, microondas, aspiradora,..., y todo sería un 3 % más caro).
- Dependencia del suministro de la red, si existe un corte del suministro la pérdida de funcionalidad es evidente (aunque bien es cierto que influirá cuándo sea el corte y su tiempo de duración, para que el acumulador pueda ejercer su función). Para evitar este hecho sería recomendable la instalación añadida de otros sistemas (como energía fotovoltaica) este hecho puede encarecer más la instalación y alargar su amortización.
- Precio elevado en comparación con los aparatos eléctricos tradicionales.
- La regulación de la descarga de calor es peor que con los aparatos eléctricos convencionales, ya que una parte del calor almacenado se descarga sin intervención del usuario.
- En viviendas antiguas, con una instalación eléctrica deficiente, suele requerir una reforma intensiva de la instalación eléctrica, lo que encarece notablemente el precio final.

Acumuladores de calor.

Consumen de noche y calientan todo el día. Una buena alternativa para aprovechar los mejores precios de electricidad.

Los acumuladores de calor son aparatos que consumen energía eléctrica para producir y almacenar calor durante la noche, en un máximo de ocho horas, y que aportan el calor a lo largo del día, a medida que las necesidades de calefacción lo requieren.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Memoria.

Es decir, los acumuladores son aparatos especialmente concebidos para funcionar con un ciclo de carga y un ciclo de descarga separados en el tiempo, lo que permite aprovechar las tarifas eléctricas con precio reducido durante la noche, en particular la tarifa nocturna que resulta aplicable a viviendas.

Estos aparatos están principalmente constituidos por:

- Núcleo acumulador.

Consiste en un conjunto de ladrillos refractarios de gran capacidad de almacenamiento de calor. La temperatura del núcleo, al final del periodo de carga, puede llegar a los 600-700 °C.

- Resistencias eléctricas.

Calientan el núcleo acumulador, de la forma más uniforme posible, hasta la temperatura indicada. Estas resistencias son generalmente de tipo blindado.

- Aislamiento térmico.

Conserva el calor acumulado en el núcleo y, al mismo tiempo, impide que las temperaturas superficiales del aparato superen las permitidas por la normativa (máximo 90 °C).

- Sistemas de seguridad y control.

Aseguran que la carga y descarga de calor se realizan en óptimas condiciones. El sistema de seguridad incluye un limitador térmico que impide sobrepasar la temperatura máxima del núcleo.

Tipos.

En el mercado se distinguen dos tipos principales de acumuladores:

-Estáticos.

Disponen de una entrada de aire por la parte inferior y una rejilla de salida por la parte superior, de forma que el aire de la habitación puede circular a través del núcleo y calentarse a su paso por el mismo.

El sistema de regulación de carga puede ser manual o automático. El sistema manual lo incorporan todos los aparatos; el automático es opcional en algunos modelos y ajusta el nivel de carga en función de la temperatura interior de la habitación durante la noche.

La descarga de calor se realiza principalmente por radiación desde la superficie del aparato y, en menor medida, por la circulación del aire a través del núcleo. La salida de aire se regula variando, manual o automáticamente, la posición de una compuerta o aleta de regulación.

Los acumuladores estáticos presentan ventajas frente a los dinámicos en cuanto a precio (un acumulador estático automático de potencia 1,6 kW por 220 €) y sencillez de instalación. Su utilización más adecuada es en habitaciones con necesidades permanentes de calefacción y sin aportaciones gratuitas de calor importantes.

La gama de potencias incluye modelos desde 0,7 a 3,5 kW.

- Dinámicos.

En estos aparatos, a diferencia del caso anterior, el aire circula a través del núcleo acumulador forzado por medio de un ventilador, y se impulsa a la habitación por una rejilla de salida situada en la parte inferior.

El sistema de regulación de carga puede ser también manual o automático. El sistema manual está incorporado en el propio aparato; el automático requiere instalar una centralita de carga con sonda exterior que, según la temperatura exterior durante la noche y el calor residual del núcleo, determina la cantidad de calor a almacenar para el día siguiente, lo que redundará en un mayor aprovechamiento energético.

La descarga de calor se debe mayoritariamente al aire impulsado por el ventilador. Un termostato de ambiente regula la temperatura de la habitación y controla el funcionamiento del ventilador, el cual permanece en marcha hasta que la habitación alcanza la temperatura seleccionada en el termostato, se detiene en ese momento y está parado mientras se mantienen las condiciones interiores de confort.

Estos aparatos, de forma opcional y para días muy fríos, pueden incorporar unas resistencias eléctricas de apoyo a la salida del aire de descarga.

Los acumuladores dinámicos disponen de una mejor regulación de descarga que los estáticos, por lo que su instalación es más aconsejable en aquellas dependencias donde se desee una regulación de temperatura más fina o una restitución más rápida de calor.

La gama de potencias es muy amplia y comprende aparatos entre 1,5 y 8 kW.

Instalación.

En una vivienda de tamaño normal, generalmente se emplean uno o dos circuitos eléctricos de calefacción, que al igual que los destinados a otros usos, deben estar protegidos con interruptores automáticos.

Además, para garantizar la seguridad en la utilización de todos los equipos eléctricos, la instalación de la vivienda debe incorporar un interruptor diferencial.

Con independencia del tipo de acumulador, es necesario programar la carga de los aparatos durante la noche. La programación puede hacerse con la ayuda de cualquiera de estos dos elementos:

- El reloj conmutador de tarifa nocturna, asociado al contador eléctrico.
- Un reloj programador privado, situado en la propia vivienda.

Esta programación marca el inicio y el final del periodo nocturno; es decir, autoriza la carga de los acumuladores únicamente en las 8 horas de precio reducido. La conexión y la desconexión del circuito de alimentación de los aparatos, se hacen de forma automática mediante un contactor (cuando hay varios circuitos, suele utilizarse un contactor para cada uno de ellos).

Ventajas.

- Para el usuario, la principal ventaja es la reducción del coste de calefacción por la utilización de la Tarifa Nocturna. En esta tarifa, durante las ocho horas nocturnas, el precio de la electricidad es menos de la mitad que en la tarifa habitual de viviendas.
- La instalación es sencilla, sin obras, puesto que se trata de aparatos independientes cuyo montaje se realiza in situ y se conectan a la instalación eléctrica de la vivienda.

- En general, como todas las soluciones eléctricas, se caracteriza por su limpieza y seguridad.

Inconvenientes.

- La regulación de la descarga de calor es peor que con los aparatos eléctricos convencionales, ya que una parte del calor almacenado se descarga sin intervención del usuario. En este aspecto ofrecen mejores prestaciones los aparatos de tipo dinámico.
- Su precio es elevado en comparación con los aparatos eléctricos tradicionales, con grandes diferencias entre distintos modelos y fabricantes. No obstante, el coste de instalación para una vivienda resulta competitivo frente a soluciones como las basadas en caldera y circuito de agua.
- En viviendas antiguas, con una instalación eléctrica deficiente, suele requerir una reforma intensiva de la instalación eléctrica.

Otros sistemas eléctricos.

Los equipos eléctricos resultan muy prácticos, ya que son muy fáciles de transportar, y sirven de apoyo a otros equipos emisores de calor menos potentes. Para un mejor aprovechamiento de su capacidad se recomiendan los que tienen termostato.

- Los convectores.

Los convectores funcionan mediante una resistencia de baja temperatura que calienta el aire frío tomado por su parte inferior, distribuyéndolo por la superior y ofreciendo así un agradable ambiente.

Son una buena opción para los que desean un sistema de calefacción eléctrica con un coste bajo de instalación y que no requiera de ningún tipo de obra.

Ventajas.

- Es un sistema de calefacción directa que permite obtener al instante la temperatura deseada mediante un termostato que incorpora el aparato.
- No requiere obras de instalación.
- Son silenciosos y funcionan automáticamente.
- Cuestan poco (un aparato de 1 kW por 40 €).

Instalación.

El convector debe instalarse en la pared mediante soportes. Para su conexión es necesario disponer de una base de enchufe con toma de tierra lateral. En cuanto a su situación debe hacerse debajo de las ventanas o en las zonas más próximas a los muros exteriores, evitando siempre elementos que obstaculicen la transmisión de calor como cortinas, hornacinas o cubre radiadores.

Inconvenientes.

- Además cuando una persona se acerca a estos dispositivos puede sufrir lo que se conoce como golpe de calor, esta sensación tan incómoda, es debida a la concentración del calor en la salida del aparato.
- Esto puede ser la necesidad para un caso en particular pero no sirve de solución para la calefacción de una casa.

Memoria.

- Este sistema no tiene ningún sistema acumulador como las calefacciones eléctricas, eso significa que su uso debe ser esporádico sino queremos que la factura de la electricidad se eleve en exceso.

- Placas radiantes.

Las placas radiantes son envolturas metálicas lisas, con menos fondo que los convectores, que emiten la mayor parte del calor por radiación.

Ventajas.

- La temperatura del panel es tal, que las ondas radiantes se reparten uniformemente por la habitación, haciendo que la temperatura sea muy regular.
- Al igual que con los convectores, se puede obtener la temperatura deseada al instante, aunque son de mayor tamaño y precio que estos (aparato 1 kW por 80 €).

Inconvenientes.

- Además cuando una persona se acerca a estos dispositivos puede sufrir lo que se conoce como golpe de calor, esta sensación tan incómoda, es debida a la concentración del calor en la salida del aparato.
- Esto puede ser la necesidad para un caso en particular pero no sirve de solución para la calefacción de una casa.
- Este sistema no tiene ningún sistema acumulador como las calefacciones eléctricas, eso significa que su uso debe ser esporádico sino queremos que la factura de la electricidad se eleve en exceso.

- Termoventiladores o calefactores.

Bajo estas denominaciones están los sistemas eléctricos que se basan en emitir aire caliente a través de una resistencia eléctrica, y difundir el calor por medio de un ventilador.

Ventajas.

- Su gran ventaja es, generalmente, su reducido tamaño, que los hace accesibles a cualquier estancia.
- Además, tienen mayores posibilidades de regulación electrónica de la temperatura y potencia, y por tanto, de eficiencia energética.
- No son muy caros (existen modelos de 2kW por 16 €).

Inconvenientes.

- En cambio, tienen el inconveniente de emitir ruido, por lo que su utilización suele reducirse al baño, o a caldear alguna habitación determinada antes de ocuparla.
- No se recomienda su uso para personas alérgicas al polvo, por la cantidad de partículas que remueven.
- Además cuando una persona se acerca a estos dispositivos puede sufrir lo que se conoce como golpe de calor, esta sensación tan incómoda, es debida a la concentración del calor en la salida del aparato.
- Esto puede ser la necesidad para un caso en particular pero no sirve de solución para la calefacción de una casa.

Memoria.

- Este sistema no tiene ningún sistema acumulador como las calefacciones eléctricas, eso significa que su uso debe ser esporádico sino queremos que la factura de la electricidad se eleve en exceso.

- Radiadores de infrarrojos.

Se basan en unos tubos de cuarzo que son calentados por la corriente eléctrica. De este modo emiten calor por radiación, de forma intensa e instantánea.

Ventajas.

- Permiten localizar el punto de calor.
- Se puede encontrar en diferentes tamaños económicos (por ejemplo uno regulable a dos potencias: 500 / 1000 W por 25 €).
- El calor se emite por radiación, esto facilita que no se escape por las ventanas, ya que no pasa por el cristal.

Inconvenientes.

- Para espacios limitados (se recomiendan para estancias de menos de 30 m²).
- Puede generar accidentes, conviene colocarlos fuera del alcance de niños, animales u objetos inflamables.
- Su inconveniente principal es su alto consumo, por lo que conviene reducir su uso a situaciones concretas.
- Tampoco tienen capacidad para lograr caldear un ambiente de manera homogénea.
- Este sistema no tiene ningún sistema acumulador como las calefacciones eléctricas, eso significa que su uso debe ser esporádico sino queremos que la factura de la electricidad se eleve en exceso.

- Radiadores de termofluidos.

Emiten calor por convección. Tienen un armazón metálico similar a los equipos de calefacción central. En su interior contienen aceite, que es un buen conductor térmico. Éste se calienta mediante resistencias eléctricas.

Ventajas.

- Consumen menos energía que las estufas de infrarrojos o de cuarzo.
- Su estructura en filamentos contribuye a una mayor emisión de calor, sin que la temperatura del aparato suba demasiado, y las estancias se calientan rápidamente.
- Su material evita las quemaduras en mayor medida, y por eso se recomienda su uso en casas con niños y animales, frente a las estufas de infrarrojos.
- Muchos de estos aparatos incluyen un reloj programable con el que grabar las horas de funcionamiento, y así aprovechar mejor sus ventajas.
- Su coste es algo más caro que los modelos anteriores pero se invierte sobretodo en seguridad (una unidad de 1 kW por 64 €).
- Este aparato, al apagarlo, sigue irradiando calor por unas horas, por la resistencia que calienta el aceite que retiene el calor.
- A diferencia de los radiadores tradicionales centralizados por agua, el aceite no produce ninguna presión interna.

Inconvenientes.

- Esto puede ser la necesidad para un caso en particular pero no sirve de solución para la calefacción de una casa.
- Este sistema no tiene ningún sistema acumulador como las calefacciones eléctricas, eso significa que su uso debe ser esporádico sino queremos que la factura de la electricidad se eleve en exceso.

Calefacción. Equipos no eléctricos.

- Estufa de queroseno.

Usan como combustible queroseno, y pueden calentar de manera efectiva espacios pequeños. Estas estufas cada vez incluyen un mayor número de dispositivos de seguridad.

Ventajas.

- Es un buen emisor.

Inconvenientes.

- Posibilidad de accidentes graves:
 - Conviene elegir un modelo con un centro de gravedad bajo, para reducir el riesgo de que vuelque.
 - Siempre hay que utilizar el queroseno indicado por el fabricante. Un material inadecuado podría causar algún tipo de intoxicación sanitaria, porque desprendería mayor número de contaminantes.
 - Si se coloca en alguna habitación, conviene que se mantenga la puerta abierta, o dejar la ventana ligeramente abierta. Hay que renovar el aire ya que generan mínimas cantidades de monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno.
 - Es un buen emisor de calor, pero depende del combustible, y de unos cuidados y precauciones muy específicos.
 - Esto puede ser la necesidad para un caso en particular pero no sirve de solución para la calefacción de una casa.

Calefacción. Calefacción radial.

Los tradicionales radiadores no son la única alternativa para mantener el calor en invierno. La calefacción radial consiste en un sistema basado en la instalación de calefactores bajo el suelo. Es una opción a considerar cuando se va a realizar una reforma integral en la vivienda o se puede elegir la calefacción de la nueva vivienda.

De entre los variados sistemas de transmisión del calor el más natural de todos es la transmisión de calor por radiación; de hecho, es la forma en que el sol calienta la tierra; este sistema es el que utilizan los suelos radiantes. Se trata de una estructura de tuberías bajo el suelo que contiene agua caliente; la superficie de calor es mayor y realmente el cuerpo no llega a sentir ni frío ni calor, sino que se mantiene a su temperatura natural (35°C o 36°C).

Funcionamiento.

La calefacción radiante aprovecha las ventajas de la radiación calorífica entre cuerpos. Se puede integrar en el suelo, techo o paredes, aunque es más efectiva en los dos últimos, pero estos dos también son de conveniencia discutible,

sobretudo los sistemas colocados en el techo, por la posibilidad de tener más temperatura en la cabeza que en los pies, situación para la cual el ser humano no está diseñado, y puede ser el constante foco de malestar generalizado, dolores de cabeza y aparición de otras enfermedades como gripes o catarros, que pueden aparecer con estos choques de temperatura. Y es que la energía radiante viaja a través del espacio sin calentar el propio espacio, únicamente se convierte en calor cuando contacta con una superficie más fría, pero esto es más en la teoría que en la práctica y hasta ciertos niveles de alturas.

En cambio, se puede decir que este sistema de calefacción logra su propósito en los sistemas colocados en el suelo, el funcionamiento se basa en el hecho de que la totalidad de la superficie se convierte en una superficie radiante a moderada temperatura, con lo cual el calor se expande rápida y uniformemente por toda la casa, logrando alcanzar una distribución homogénea. Este hecho fomenta un equilibrio térmico del organismo en el ambiente.

Existen dos sistemas: por folio y por cable.

El aire ambiental (que no absorbe ninguna radiación) se calienta por contacto y así se consigue generar una temperatura constante homogénea. Este sistema se basa en el hecho natural de que cuando un cuerpo tiene una temperatura superior a los objetos que le rodean, tiende a eliminar el calor que posee en exceso, radiando energía hacia los cuerpos más fríos.

De hecho, un ambiente verdaderamente cómodo es aquel diseñado para aportar calor a nuestros cuerpos a un ritmo proporcional a nuestro metabolismo, de forma inteligente y regulada.

Ventajas.

- **También útil en verano:** los sistemas de suelo radiante también son capaces de refrescar el ambiente haciendo circular agua fresca en vez de caliente. Los principios de transmisión radiante antes mencionados siguen siendo válidos en estos casos. Los suelos en estos sistemas son ligeramente frescos, nunca fríos.

Es preciso instalar una regulación especial para evitar la condensación en el suelo radiante así como en el resto de los accesorios. Este sistema es considerablemente más económico que otros tradicionales de aire acondicionado, además tiene la ventaja de que no reseca el ambiente.

- **Ahorro asegurado:** el suelo radiante dirige el calor al interior del espacio y reduce o elimina las temperaturas excesivas en las paredes exteriores y los techos. Esto puede derivar en un ahorro de energía de entre el 10% y el 30% en viviendas y hasta el 60% o más en tiendas, naves industriales, almacenes, polideportivos y, en general, en edificaciones de grandes alturas.

Además, la división en zonas múltiples permite aislar los cuartos sin utilizar y el uso de la masa térmica para el almacenamiento de calor producido en horas de tarifas bajas permite reducir las facturas energéticas. Por otra parte, es posible instalar un termostato en cada habitación; aunque esto aumente los costes de la instalación, se amortiza con un considerable ahorro de energía.

Otro factor que ayuda a economizar es el ajuste de termostatos a bajas temperaturas. Y es que cuando la temperatura del aire y la radiación están equilibradas es posible sentir confort a temperaturas inferiores.

Inconvenientes.

- El precio de las instalaciones de calefacción en suelos radiantes es muy superior a otro tipo de instalaciones de calefacción, como la de radiadores, sean tradicionales, acumuladores, de aceite, etc.

Podemos aproximar los siguientes precios:

Precio suelo radiante por m² instalado: 30,00 €.

Precio colector por número de plantas de la vivienda: 220,00 €.

De tal forma que aproximando una necesidad de 900 m² de tubos Ø 16, accesorios, colectores etc., (sin considerar la guardilla) oscilaría el precio por unos 2500 €.

- Condiciona la elección de materiales para el suelo de la vivienda o habitación, dado que está totalmente desaconsejado este tipo de calefacción en suelos de cualquier tipo de madera, parquet, corchos, etc. (más que nada porque pueden verse reducidos los porcentajes de eficacia de la instalación y además si existiera alguna fuga habría que cambiar todo el suelo, aunque este hecho es bastante improbable debido a que el instalador debe hacer una comprobación antes de permitir definitivamente dejar colocar el pavimento, y estas tuberías suelen quedar bien protegidas para su buen funcionamiento en condiciones normales).

- Aunque los cálculos de costes sean positivos para su instalación, debe valorarse la magnitud de la obra a realizar. Aunque no todas las instalaciones son iguales, ya que por ejemplo, los suelos radiantes eléctricos requieren menos obra que los suelos radiantes por agua (aunque ojo los suelos radiantes con resistencias mediante efecto Joule es el sistema menos eficiente. Se debe optar por otro si podemos hacerlo).

Calderas de biomasa.

La biomasa vegetal es la materia constituida por las plantas. La energía que contiene es energía solar almacenada durante el crecimiento por medio de la fotosíntesis. Por esta razón, la biomasa, si es utilizada dentro de un ciclo continuo de producción-utilización, constituye un recurso energético renovable y respetuoso con el medio ambiente.

Actualmente, la contribución de la biomasa a la necesidad de energía primaria está muy por debajo del potencial disponible, y se produce fundamentalmente por la utilización de leña para quemar en chimeneas y estufas, a menudo obsoletas y poco eficaces. No obstante, las tecnologías para la utilización de combustibles vegetales en sistemas de calefacción doméstica han experimentado un gran desarrollo en los últimos años y han alcanzado niveles de eficiencia, fiabilidad y confort muy parecidos a los de los sistemas tradicionales de gas y de gasóleo.

Las principales tipologías de calderas para la combustión de biomasa, aplicada a la calefacción de usuarios pequeños y medianos, básicamente según las tres principales categorías de combustibles vegetales, se pueden reducir a:

- Leña para quemar en tarugos.

- Madera desmenuzada (astillas).

- Pastillas de madera molida y prensada (pellet), que es el caso que trataremos aquí.

Ventajas.

- Es una fuente de energía “inagotable”.
- Tiene un grado de contaminación muy inferior con respecto a otros sistemas. Incluso se considerando las emisiones debidas a la producción y al reciclado de las calderas los pellets cumplen mejor los límites de emisiones de CO₂ y CO. Las emisiones de SO₂ son significativamente más bajas que para las calderas de gasóleo pero levemente más altas que en las calderas de gas. Las emisiones de partículas son levemente más altas pero su cantidad no supera los 30 kg al año, tres ceniceros llenos.
- El valor del combustible es de los más baratos, rondando precios de: 0,165 € / Kg.
- No varía su valor a lo largo del tiempo.
- Está subvencionada, aquí la subvención corre por cuenta de la Junta de Castilla y León, y el valor de tal ayuda es del 50 %.

Inconvenientes.

- Tiene un alto costo inicial (podemos estar hablando de un montante total de entre 7000 y 7500 €).
- Requiere un mantenimiento y control continuo.
- Altos costes de transporte.
- Las calderas de pellets de poca potencia tienen un depósito para el combustible de capacidad generalmente limitada a un centenar de litros. En los sistemas más sencillos, este contenedor se carga manualmente con las bolsas de pellet. En ese caso, la autonomía de funcionamiento es de unos días. Para aumentar la autonomía y, por consiguiente, el confort es oportuno preparar un silo de almacenamiento. Un silo de 10 m³ confiere, aproximadamente 1500 horas de autonomía de funcionamiento a la máxima potencia para una caldera de 20 kW.

Posibilidades:



Fig. 44.- Posibilidades de silos para el almacenamiento del combustible (pellets).

5.2.3.- Recopilación de datos fundamentales y conclusiones sobre la posible elección de sistema de climatización de la vivienda.

- Refrigeración.

Por las latitudes donde nos encontramos, por el tipo de orientación de la vivienda y por el suficiente aislamiento del que dispone, inicialmente, no recomendamos la instalación de ningún sistema específico de refrigeración. Si

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

hubiera sido éste un proyecto de climatización para una nueva obra o inclusive si la familia quisiera cambiar el suelo de la vivienda en un tiempo no muy cercano, seguro que sugeriría la instalación de algún sistema de bombas de calor (método geotérmico) combinado con una instalación de suelo radiante. Esta instalación sería una única y serviría tanto para el verano como para el invierno, además podríamos seguir aprovechando la instalación de energía solar que aquí se ha diseñado y sería de las pocas soluciones realmente rentables que existirían para climatizar una vivienda de tales dimensiones; pero a estas alturas, sin saber si la familia pretende realizar más obras, gastarse más dinero y buscando su mejor, su mayor y su más rápida amortización económica no consideramos rentable la inversión basada en este hecho. Por lo que otras opciones basadas en aire acondicionado o bombas de calor móviles, o inclusive en meros ventiladores, pueden ser la solución suficiente y oportuna, si se quiere un mejor ambiente en unos momentos determinados, de algún día de verano, en algún sitio de la casa en concreto; recordando que los veranos en León no tienen una especial crudeza y junto con el aislamiento que tiene la casa, el gasto energético adicional que esto supone es más un capricho que unas necesidades reales e imperiosas de bajar la temperatura. Gasto que por tanto no recomendamos.

- Calefacción.

Con el sistema de calefacción tenemos una situación parecida sobre algunos aspectos de interés económico (rentabilidad a corto o medio plazo), aunque disponemos de más opciones intermedias, rentables y respetuosas con el medio ambiente.

La caldera de gasóleo tiene un coste inicial medio, que nosotros aquí no entramos a valorar porque la vivienda ya la tiene, y pocos gastos de mantenimiento, pero tiene el gran inconveniente de que la creciente escalada de precios de los derivados del petróleo produce que los gastos de combustible, que ya son grandes de por sí, vayan incrementándose cada año por lo que pierde rentabilidad con otros sistemas. Si la familia se encuentra a pesar de todo a gusto y confiada en este sistema de combustible, se puede adoptar la idea de cambiar la caldera por una de alto rendimiento (bajo consumo), el ahorro energético obtenido y sus ventajas económicas y a favor del medio se notarán desde su primer uso; también se puede considerar la idea de cambiar acompañado de la caldera o únicamente, el depósito de acumulación de A.C.S. o los radiadores por el suelo radiante.

Existen unos prototipos de depósitos de acumulación, que en unos años estarán en el mercado, cuyas propiedades aislantes son muy interesantes, basadas en una idea tecnológica emergente basada en los materiales de cambio de fase (P.C.M. / M.C.F.). Sus rendimientos serían mucho mayores y su amortización finalizada en un periodo corto de tiempo (tal vez un año o dos, dependiendo de los precios de salida).

Por otro lado las ventajas que presenta el suelo radiante frente a los radiadores es notable (como ya comentamos en su momento), aunque sugiere una inversión bastante grande y unas obras que durarán un tiempo.

La posibilidad de cambiar la actual caldera de gasóleo por una de gas, aunque fuera por una de condensación, como sugerimos antes, ni si quiera la contemplaremos y menos teniendo en cuenta que ya vamos a realizar un gasto importante en una instalación de apoyo a A.C.S. con energía solar térmica, la

inversión no sería desdeñable para no obtener a penas compensación económica, además en la zona que nos ocupa, no existe red de distribución de gas natural (que sería el más rentable y respetuoso con el medio ambiente).

Las calderas eléctricas basadas en acumuladores (eléctricos), tienen un bajo coste inicial y una fácil instalación, tienen como principales problemas la posible falta de disponibilidad de calor al final del día, el aumento de las tarifas eléctricas que es gradual y el consumo constante de potencia eléctrica durante las horas de uso de la calefacción lo que limita la potencia a utilizar por la vivienda a lo largo del día, según la potencia contratada. Este tipo de instalación sólo es viable aprovechando la tarifa nocturna ya que nos provoca una rebaja del 55 % dentro del horario de la misma. Al acogerse a esta tarifa produce un aumento de la tarifa diurna del 3 %, teniendo el inconveniente añadido de que el sector eléctrico es bastante cambiante (no tanto como el de los combustibles fósiles, pero tampoco es desdeñable) y puede originar grandes subidas que a la larga repercutirán en el gasto por calefacción. Creemos que puede ser una buena alternativa a pesar de todo, pero para que fuera, enteramente recomendable, tal vez sería mejor que estuviera basada en la utilización de algún sistema de bombas de calor y / o sistema fotovoltaico, lo que implicaría más costes iniciales y además elevados, bien es cierto que tanto los sistemas de bombas de calor y sistemas fotovoltaicos son subvencionados por distintas administraciones, pero creemos que ésta es más una idea recomendable para edificios de nueva construcción, por lo ambicioso del proyecto y el tiempo necesario en prestar una clara amortización de las instalaciones; además en el caso de las bombas de calor deberían estar basadas en el emergente sistema geotérmico, que fugazmente comentamos con anterioridad, porque las bombas normales no son recomendadas para estas latitudes por la crudeza de los inviernos; estas otras instalaciones geotérmicas también supondrían un gasto mayor de lo esperado a pesar de las posibles subvenciones.

Por lo que nos queda las calderas de biomasa, éstas tienen un gran gasto inicial aunque se compensa al cabo del tiempo debido a que el combustible es muy barato y no existe a penas riesgo de que su precio varíe con el tiempo. Sus inconvenientes, principalmente tres, el primero, es que al ser un equipo más caro y de una tecnología todavía emergente, cualquier avería tendrá por consiguiente un mayor coste de reparación, aunque tiene la gran ventaja, ya comentada, de estar subvencionada su instalación al 50 % del total por la Junta de Castilla y León; lo que conllevaría que el coste total de instalación sería de entre 3500 y 4000 €.

El segundo, la necesidad de instalar un depósito o silo para tener suficiente autonomía, pero para aquí no existiría ningún inconveniente ya que la actual instalación de calefacción necesitaba un espacio suficiente para un depósito de combustible de 1500 l, para su menor estorbo se realizó un foso suficientemente grande para que entrase, este hecho nos hace presuponer que en principio tenemos las dimensiones necesarias para el almacenamiento de buena cantidad de los pellets cerca de la caldera, y aunque fuese necesario hacer otro departamento anexo mayor, fuera de la casa, en principio no hay mayor impedimento por estar rodeada la vivienda, por su parte exterior (Norte, Noreste y Este) de un terreno propiedad de la propia casa.

El tercero y más importante, es la posibilidad de que no exista ninguna empresa cercana que suministre el combustible o si lo hubiera fuera el transporte excesivamente caro, si este hecho se produjera posiblemente ya no sería recomendable su instalación, este factor se deberá consultar antes de precipitar ninguna decisión de cambio; no obstante, si este problema no fuera tal, habiendo contemplado todas posibilidades, se cree que si la familia quisiera cambiar de tipo de caldera debería hacerlo hacia este sistema, ya que las subvenciones la permiten tener a un precio bastante competitivo, y su consumo la hace rentable frente a la caldera actual y frente a la mayoría de las otras posibilidades, además está su poco impacto ambiental, lo que la hace nuestra sugerencia primordial en sistema de calefacción.

5.2.4.- Consejos para un uso eficiente de la energía de la que disponemos.

5.2.4.1.- Ahorro de combustible.

Si se decidiera no cambiar de sistema de calefacción a continuación se ofrece unas recomendaciones que nos puede llevar a bajar de manera inmediata el consumo de combustible:

5.2.4.2.- Mantenimiento de los sistemas de calefacción.

Un correcto mantenimiento del sistema de calefacción, mejorará su funcionamiento y alargará su duración.

La instalación de un sistema de calefacción consiste en un conjunto complejo de aparatos y accesorios alguno de los cuales, como la caldera, puede presentar ciertos riesgos si no se cumplen escrupulosamente las especificaciones de funcionamiento y mantenimiento que indican los expertos.

La mayoría de las averías que sufren estos sistemas, pueden prevenirse con un mantenimiento periódico y eficaz que a la larga le saldrá mucho más rentable. Los sistemas de calefacción trabajan con pequeñas secciones de tubo y con una bomba de circulación. El agua caliente es impulsada por los tubos hacia los radiadores. Una vez en ellos, entra por el termostato y va calentando el agua que contiene el radiador.

- La caldera.

La caldera constituye el corazón de la instalación. La presencia de la caldera consigue la correcta distribución del calor en los diferentes elementos que componen la totalidad del sistema (radiadores o suelo radiante). Su finalidad es la de calentar el agua que circulará por los emisores.

Como elemento principal del sistema de calefacción, la caldera debe encontrar en perfecto estado de limpieza, cada una de las partes que la conforman (como por ejemplo los filtros). En caso de que esté sucia de hollín, será síntoma de una mala combustión, lo que disminuirá su rendimiento no produciendo el calor esperado. Para evitar la combustión del quemador, la caldera debe limpiarse periódicamente.

Deben, asimismo, revisarse las juntas de puertas, registros, cajas de humos y cualquier otra junta que permita una entrada de aire indeseada. Estas entradas de

aire incontroladas disminuyen el rendimiento; se producen porque con el paso del tiempo las juntas pierden estanqueidad.

Tampoco hay que olvidar que al calentar el agua por encima de los 60 °C se precipitan los carbonatos disueltos y se adhieren a la caldera. Ahora bien, si la instalación va absorbiendo agua, la incrustación puede ser un problema. Se recomienda utilizar agua tratada para evitar las incrustaciones o la instalación de depósitos de expansión cerrados.

- Los radiadores.

Es importante saber que durante el periodo en el que no se ha utilizado la calefacción, los radiadores han podido llenarse de aire. Es necesario purgar cada uno de ellos antes de encender la calefacción, así como alguna otra vez, a lo largo del invierno, mientras ésta permanece encendida; es un proceso muy sencillo y que no necesita manos expertas para llevarse a cabo, pero sino se sabe hacer, no lo deje, llame a un profesional.

El paso del tiempo y otras circunstancias provocan que el radiador pierda agua, hasta llegar a un punto en el que el recipiente de compensación no puede equilibrar dichas pérdidas, esto provoca que se formen bolsas de aire en el radiador o en las zonas más altas del circuito que interrumpen la circulación del agua, con el consiguiente mal funcionamiento del radiador o el insistente sonido del agua al caer.

También se pueden colocar reflectores a prueba de calor para radiadores entre las paredes exteriores y los radiadores, este hecho hará que se produzcan menos pérdidas de calor.

- El quemador.

El quemador juega un papel muy importante en el rendimiento de la combustión de un sistema de calefacción. Éste requiere un mantenimiento que se indica en el manual de mantenimiento, pero que requiere de la experiencia y saber del fabricante.

A la hora de conservar el quemador en perfectas condiciones se ha de limpiar el filtro de aspiración del combustible, al igual que el sistema de fotorresistencia. Tampoco se ha de olvidar de realizar una limpieza de los electrodos y de las boquillas.

-El termostato.

La regulación aunque no lo parezca también puede ser una parte importante en el ahorro energético de una vivienda y regular el termostato a la temperatura más baja en invierno y más alta en verano, nos generará evitar un importante gasto de energía innecesario.

Si hay alguna habitación que no esté ocupada y se encuentra aislada del resto de la casa (por ejemplo, si está en una esquina de la casa), se debería cerrar y bajar el termostato o apagar la calefacción en ese cuarto o en esa zona de la casa; salvo que afectase negativamente al resto del sistema (por ejemplo, si se calienta la vivienda con una bomba de calor, no se tienen que cerrar las rejillas de ventilación, ya que de hacerlo se podría dañar la bomba de calor).

- Y además.

Limpiar los registros del aire caliente, los calentadores de zócalo y los radiadores según sea necesario; asegurarse de que no estén bloqueados por muebles, alfombras o cortinas.

Y durante la época de frío, en aquellos días en que no es excesivo el frío en el exterior se puede dejar las cortinas y las persianas abiertas durante el día en el lado sur de la casa, para que entre la luz del sol, y cerrarlas durante la noche para disminuir el enfriamiento que se pueda sentir por las ventanas frías (y durante la época de calor, mantener las cortinas cerradas durante el día, para evitar el calor de la luz solar).

5.2.4.3.- Consejos para ahorrar energía en verano.

Si al final se decidiera por la instalación de algún sistema de ventilación, refrigeración o de acondicionamiento del aire, cabe hacerlo al menos de la manera más económica. Por ello para lograr un eficiente rendimiento es conveniente seguir algunas pautas:

- Instale toldos y cierre las persianas, reducirá el efecto calorífico del sol.
- En los edificios y locales en cuyas fachadas predomina el cristal, es muy efectivo utilizar vidrios polarizados o colocar películas reflectoras que reducen la transmisión de calor y dejan pasar la luz necesaria. Esta medida proporciona ahorros del 20 % en el consumo de aire acondicionado.
- En verano, si es posible, ventile la estancia a primeras horas de la mañana cuando el aire de la calle es más fresco.
- Instale cierres automáticos en las puertas y mantenga cerradas las ventanas para reducir, en la medida de lo posible, la entrada de aire caliente durante el día.
- Aísle los techos y muros expuestos al sol; esta medida puede representar un ahorro de hasta un 30 % en el consumo de aire acondicionado.
- Si compra un aparato de aire acondicionado, elija el adecuado para sus necesidades y el más eficiente.
- Los sistemas de aire acondicionado multisplit permiten regular la temperatura en cada dependencia y tienen una gama más amplia que ofrece más posibilidades de instalación.
- La parte exterior del aparato de aire acondicionado debe estar instalada en un ambiente con buena circulación de aire y, si es posible, protegida de los rayos del sol.
- Si tiene un equipo individual de aire acondicionado para todo el local, aísle los conductos de distribución de aire.
- Limpie regularmente, al menos dos veces al año, los filtros del acondicionador.
- Instale el termostato lo más lejos posible de las fuentes de calor: sol, lámparas, aparatos, etc.
- Procure no regular el termostato por debajo de 25 °C (recordar estamos hablando de aire acondicionado, no de calefacción). No es confortable y supone un gasto de energía innecesario; por cada grado de menos el consumo aumenta entre un 5 % y un 7 %.

- Si la temperatura exterior es menor de 24 °C, es preferible abrir las ventanas que conectar el aparato de aire acondicionado.
- Cuando salga de una dependencia apague el aparato de aire acondicionado.

5.2.4.4.- Buscar la ausencia de pérdidas de energía.

Otras consideraciones a tener en cuenta, son las pérdidas de carga que se producen en una vivienda, pérdidas que nos generan un importante aumento del consumo energético y por tanto económico de una casa. A continuación se señala brevemente unos consejos a seguir para que éstas si no desaparecen al menos se reduzcan en su mayor parte:

- Revisar el nivel y estado del aislamiento de las paredes exteriores y del sótano, los cielos rasos, el ático, los pisos y la zona de acceso a las tuberías y cableado eléctrico.
- Fijarse si hay hoyos o grietas alrededor de las paredes, cielos rasos, ventanas, puertas, lámparas, grifos, interruptores y enchufes que dejen que el aire entre y salga de la vivienda.
- La ventilación juega un papel importante, ya que contribuye a controlar la humedad y a reducir el costo del enfriamiento en verano, por ello es aconsejable asegurar un flujo de aire adecuado entre las distintas partes de una casa, así la vivienda será más cómoda y de mayor eficiencia energética. Aunque esto no supone la generación constante de corrientes con el exterior, evitar este hecho supondrá ahorrar alrededor de un 10 % en una factura de la energía (esto depende mucho también de la situación geográfica y su clima).
- Verificar si el tiro de la chimenea está abierto. Cuando la chimenea no esté en uso, el tiro debe estar bien cerrado. Recordar que la chimenea fue diseñada para expulsar humo, de modo que si no se cierra el tiro, el aire se escapará durante todo el día.
- Instalación de burletes en todas las puertas y ventanas del edificio.
- Instalación de dobles ventanas o sustitución de las ventanas de cristales simples por ventanas con cristales dobles.
- Instalación de empaquetaduras de goma detrás de los enchufes y los interruptores de las paredes exteriores.

5.3.- Más usos eficientes de la energía. Iluminación y equipamiento.

Iluminación interior.

Aumentar la eficiencia de la iluminación de su casa es una de las maneras más rápidas de bajar sus gastos de energía. Si cambia el 25 % de las luces de su casa por lámparas fluorescentes en las zonas de mayor uso, podrá ahorrar alrededor del 50 % de la parte de su factura energética que corresponde a la iluminación.

Para producir iluminación de alta calidad y eficiencia, use tubos fluorescentes y bombillas fluorescentes compactas (compact fluorescent lamp, o C.F.L.) de alta eficiencia energética en todas las lámparas de su casa. Las lámparas fluorescentes son mucho más eficientes y duran entre 6 y 10 veces más que las bombillas incandescentes. Aunque las lámparas fluorescentes y las bombillas fluorescentes compactas cuestan más que las bombillas incandescentes, su costo se amortiza con el uso por su bajo consumo de energía.

Sugerencias para la iluminación interior.

- Apague las luces en las habitaciones que no esté usando, o considere la posibilidad de instalar un programador de fotocélulas o sensores de presencia para reducir el tiempo de uso.
- Ilumine de acuerdo con el uso del ambiente; en vez de iluminar excesivamente toda la habitación, enfoque la luz hacia donde la necesita. Por ejemplo, use iluminación fluorescente, de la que se coloca debajo de los gabinetes de la cocina, cerca del fregadero y las repisas debajo de los gabinetes.
- Considere la posibilidad de usar lámparas de tres niveles de iluminación, ya que permiten mantener un nivel de iluminación bajo cuando no es necesaria una luz brillante.
- En su taller, en el garaje y en el área de lavado use lámparas fluorescentes de 4 pies con fondo reflexivo y balasto electrónico.
- Trate de utilizar luces de alcoba minifluorescentes o electro-luminiscentes de 4 vatios. Ambas son mucho más eficientes que sus equivalentes incandescentes, y las luces luminiscentes no queman cuando se tocan.
- Utilice bombillas fluorescentes compactas en todas las lámparas portátiles de mesa y de piso de su casa. Considere con cuidado el tamaño y la funcionalidad de estas bombillas cuando las seleccione. Algunas lámparas domésticas no aceptan las bombillas fluorescentes compactas más grandes.
- Cuando compre una lámpara nueva, considere la posibilidad de obtener una lámpara fluorescente compacta con balasto incorporado que permite utilizar bombillas de repuesto con casquillo de clavija.
- Para la iluminación proyectada, considere utilizar lámparas fluorescentes compactas con reflector. La potencia en vatios de estas lámparas oscila entre 13 y 42 vatios y producen una luz muy directa, con la ayuda de un sistema de reflector y lente.
- Aproveche la luz del día utilizando en sus ventanas cortinas de colores claros y tejido ligero que permitan que dejen entrar la luz solar al mismo tiempo que ofrecen privacidad. Además, decore con colores claros que reflejan la luz diurna.
- Si usted posee lámparas estilo antorcha con bombillas de halógeno, piense en cambiarlas por lámparas de este estilo con bombillas fluorescentes compactas; estas lámparas consumen entre el 60 % y el 80 % menos energía, producen más luz (lúmenes) y no se calientan tanto como las lámparas que emplean bombillas de halógeno.
- Cuando compre estos productos, busque la etiqueta de eficiencia energética (ahora de obligatoria incorporación en los productos que consumen energía) en las cajas de las bombillas y cerciórese de que marcan el nivel más alto, el "A". Esto indica que están dentro del nivel de mayor eficiencia energética, consumen menos para dar lo que ofrecen.

Iluminación exterior.

Mucha gente que tiene su propia casa usa la iluminación exterior para fines decorativos y de seguridad. Cuando compre luces exteriores encontrará una gran variedad de productos, desde la iluminación de bajo voltaje para caminos hasta las lámparas proyectoras activadas por movimiento. Algunas tiendas también

tienen en existencia luces accionadas por pequeños módulos fotovoltaicos (P.V.) que convierten la luz solar directamente en electricidad; considere la posibilidad de instalar luces de este tipo en las áreas alejadas de las líneas eléctricas.

Sugerencias para la iluminación exterior.

- Utilice luces exteriores equipadas de una fotocélula o de un temporizador, para que se apaguen solas durante el día.
- Apague las lámparas decorativas exteriores de gas; ocho lámparas de gas consumen en un año una cantidad de gas natural suficiente para calentar una casa promedio durante todo un invierno.
- Las luces exteriores representan uno de los mejores usos para las bombillas fluorescentes compactas, debido a su larga vida útil. Si usted vive en un clima frío, asegúrese de comprar lámparas con balasto especial para clima frío. Los aparatos electrodomésticos consumen el 20 % de la energía del hogar, siendo los refrigeradores, las lavadoras de ropa y las secadoras de ropa los que más consumen.

Cuando compre un electrodoméstico, tenga en cuenta que pagará dos precios. El primero es el precio de compra: considérela el pago inicial. El segundo precio es el costo de operación del aparato durante toda su vida útil. En los próximos 10 a 20 años, dependiendo del electrodoméstico, usted pagará ese segundo precio todos los meses en su factura eléctrica o de gas. Los refrigeradores duran un promedio de 20 años, las unidades de aire acondicionado y los lavaplatos alrededor de 10 años, y las lavadoras de ropa cerca de 14 años. Cuando necesite comprar un electrodoméstico nuevo, busque la etiqueta eficiencia energética, y compruebe que su producto es de nivel "A".

La Unión Europea exige que en la mayoría de los electrodomésticos a la venta se exhiba esta etiqueta, para informar al consumidor de las características de eficiencia energética del electrodoméstico. Aunque estas etiquetas no muestran cuál es, exactamente, el electrodoméstico más eficiente, sí lo informan acerca de unos niveles de comparación y del consumo anual de energía y del costo de funcionamiento de cada aparato para que usted mismo pueda comparar los productos.

Lavaplatos.

La mayoría de la energía que consume el lavaplatos, es para calentar el agua.

Sugerencias para los lavaplatos.

- Consulte las recomendaciones del fabricante sobre la temperatura del agua, en el manual del usuario del lavaplatos; muchos aparatos tienen un elemento de calentamiento interno que permite regular a una temperatura más baja (45 °C) el calentador de agua de su casa.

En vez de enjuagar los platos sucios, ráspelos para quitar las sobras grandes y los huesos. Sólo recomendamos ponerlos a remojo o lavarlos antes de ponerlos en el lavaplatos si se han quemado o la comida ha endurecido.

- Asegúrese de que el lavaplatos esté lleno, pero no sobrecargado de vajilla.
- Si solamente tiene algunos platos sucios, no use el control «rinse hold» de su aparato. Este enjuague más largo utiliza entre 10,5 y 25 litros de agua caliente cada vez.

Memoria.

- Deje que la vajilla se seque al aire; si usted no tiene un ajuste automático en su aparato para secar al aire, apague el lavaplatos y abra un poco la puerta después del enjuague final, para que la vajilla se seque rápidamente.
- A la hora de comprar un lavaplatos nuevo, busque que sea del nivel “A” en la etiqueta de eficiencia energética.

Frigoríficos.

En los frigoríficos nuevos le informan de cuánta electricidad consume al año, en kilovatios-hora (kW · h), un modelo determinado. Cuanto menor el número, menos electricidad consume el refrigerador y menos le costará a usted utilizarlo. Un frigorífico nuevo con el nivel “A”, ahorrará entre 35 € y 70 € al año, si lo comparamos con los modelos diseñados hace 15 años. Esto suma entre 525 € y 1050 € durante los 15 años promedio de vida útil del aparato.

Sugerencias de ahorro de energía para refrigeradores y congeladores.

- Busque un refrigerador que incorpore un control automático de la humedad. Los modelos con esta característica han sido diseñados para evitar la acumulación de humedad en el exterior del gabinete, sin tener que agregar un calefactor. Esto no es lo mismo que un calefactor anticondensante. Los modelos que tienen un calefactor anticondensante consumen entre el 5 % y el 10 % más electricidad que los modelos sin dicho elemento.

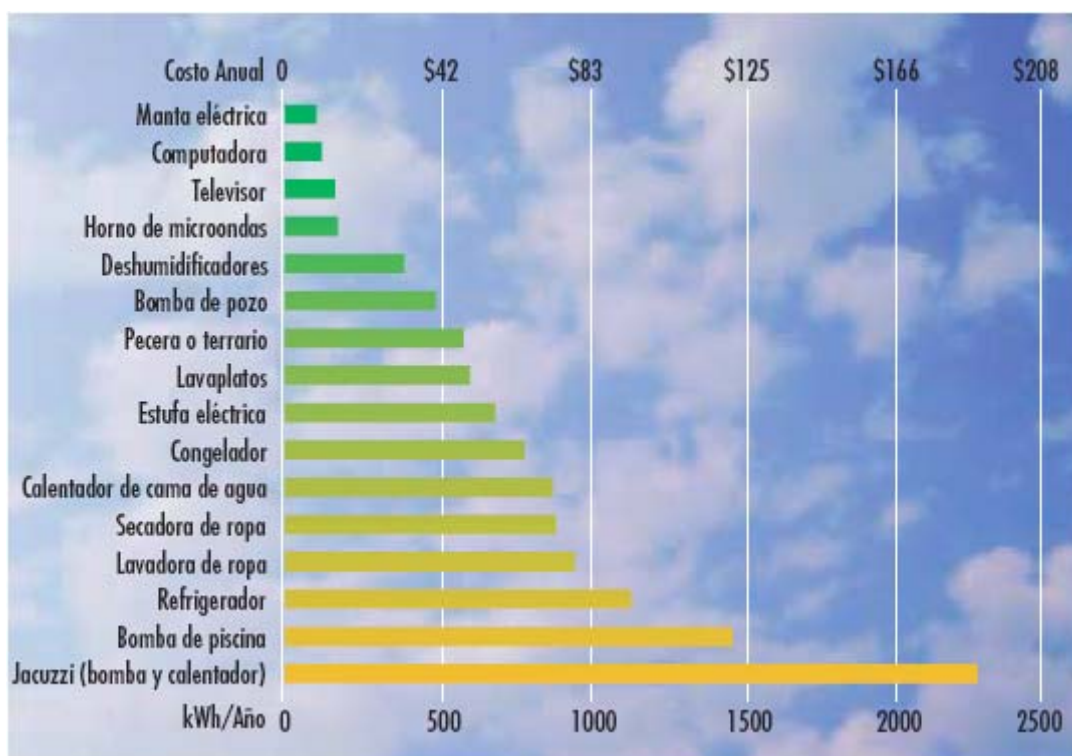


Gráfico 4.- Consumos de energía y dinero en función del aparato usado (referencia de dinero en dólares \$).

No mantenga su frigorífico o congelador muy frío. Las temperaturas recomendadas para el compartimiento de comida fresca del frigorífico oscilan

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

entre 3 y 4 °C, y - 15 °C para el congelador. Si usted tiene un congelador aparte para almacenar comida durante períodos largos, la temperatura deberá mantenerse en - 18 °C / 0 °F.

- Para fijarse en la temperatura, ponga un termómetro para electrodomésticos en un vaso de agua, colóquelo en el centro del frigorífico y lea la temperatura después de 24 horas. Para fijarse en la temperatura del congelador, coloque un termómetro entre algunos paquetes congelados y lea la temperatura después de 24 horas.

- Descongele con regularidad los frigoríficos que se descongelan manualmente; la acumulación de escarcha disminuye la eficiencia energética del aparato. No permita que se acumule más de medio centímetro de escarcha.

- Asegúrese de que la puerta de su frigorífico cierre herméticamente. Para probarla, cierre la puerta sobre una hoja de papel de modo que la mitad quede dentro y la otra mitad quede fuera del frigorífico. Si puede tirar de la hoja y sacarla fácilmente, tal vez sea necesario ajustar el cerrojo o cambiar las gomas de la puerta para que cierren herméticamente.

- Cubra los líquidos y envuelva los alimentos que guarda en el frigorífico. Los alimentos no cubiertos sueltan humedad e imponen una carga de trabajo mayor sobre el compresor.

- Una vez al año, aleje el frigorífico de la pared y limpie el serpentín del condensador con la aspiradora, a menos que usted tenga un modelo cuyo condensador no necesita limpieza. El condensador funcionará durante períodos más cortos si el serpentín está limpio.

Otras sugerencias para ahorrar energía en la cocina.

- Asegúrese de pasar la llave del grifo del fregadero de la cocina a la posición de agua fría cuando necesita cantidades pequeñas de agua; si pasa la llave a la posición de agua caliente, está usando energía para calentar el agua, aunque nunca suba hasta el grifo.

- Si necesita comprar un horno, “grill” o inclusive una estufa de gas, busque un aparato que tenga un sistema de encendido automático eléctrico. El encendido automático ahorra gas, porque la luz del piloto no está encendida continuamente.

- En los electrodomésticos de gas, fíjese que la llama sea azul; una llama amarilla indica que el gas no se está quemando de forma eficiente y puede necesitar ajuste. Consulte al fabricante o a su empresa local de gas.

- Mantenga limpios los quemadores y los reflectores de la estufa (si la tuviera); de esta forma reflejarán el calor mucho mejor y usted ahorrará energía.

- Caliente el agua en una pava o una olla cubierta; es más rápido y requiere menos energía.

- Combine el tamaño de la olla con el de la fuente de calor: cacerola pequeña, parrilla del quemador pequeña.

- Si usted cocina con electricidad, apague los quemadores del “fuego” varios minutos antes del tiempo de cocción indicado. Los elementos permanecerán calientes el tiempo suficiente para terminar la cocción sin utilizar más electricidad. Lo mismo se puede hacer con el horno.

- Use cacerolas eléctricas y hornos tostadores en lugar del “fuego eléctrico” y el horno grande para preparar comidas pequeñas. Un horno tostador consume entre un tercio y la mitad de la energía de un horno grande.

- Use ollas de presión y hornos de microondas cuando sea conveniente, pueden ahorrar energía porque reducen considerablemente el tiempo de cocción.

Lavado de la ropa.

Alrededor del 80 % al 85 % de la energía necesaria para lavar la ropa se utiliza para calentar el agua. Existen dos formas de reducir la cantidad de energía que se usa para lavar la ropa:

Utilizar menos agua y lavar en agua más fría.

Salvo que se trate de manchas de aceite, los ciclos de agua tibia y fría de la lavadora son, en la mayoría de los casos, adecuados para limpiar la ropa. Si usted ajusta la temperatura de caliente a tibia puede reducir el consumo de energía de un ciclo de lavado a la mitad.

Cuando busque una nueva lavadora de ropa, busque un equipo con el nivel óptimo de eficiencia energética. Aunque es posible que estas máquinas cuesten más, consumen un tercio de la energía y requieren menos agua que las máquinas típicas. Con estas máquinas también ahorrará energía al secar la ropa, porque la mayoría exprimen más agua durante los ciclos de centrifugación.

Cuando busque una nueva secadora de ropa, fíjese que incorpore un sensor de humedad para apagar la máquina automáticamente cuando la ropa esté seca. Esto no solamente ahorra energía, sino que disminuye el deterioro de la ropa causado por un tiempo de secado excesivo.

Recuerde que el coste de funcionamiento de las secadoras de gas es menor que el de las secadoras eléctricas. El coste de secar una cantidad normal de ropa en una secadora eléctrica oscila entre 30 y 40 céntimos de euro, en comparación con los 15 / 25 céntimos en una secadora de gas.

Sugerencias para el lavado de la ropa.

- Siempre que sea posible, lave la ropa en agua fría y use detergentes para agua fría.
- Llene por completo la lavadora y la secadora. Si necesita lavar poca ropa, ajuste el nivel del agua.
- No seque las toallas y la ropa de algodón más pesada en las mismas cargas de secado que la ropa ligera.
- No seque su ropa excesivamente. Si la secadora tiene un sensor de humedad, úselo siempre.
- Limpie el filtro de la secadora siempre después de terminar de secar ropa, para mejorar la circulación del aire.
- Use el ciclo de enfriamiento progresivo para que la ropa termine de secarse con el calor residual de la secadora.
- Inspeccione periódicamente el orificio de ventilación de la secadora para asegurarse de que no esté obstruido. Esto ahorra energía y puede prevenir un incendio. Los fabricantes de secadoras recomiendan usar materiales de ventilación rígidos y no los de plástico, que pueden caerse y causar obstrucciones.

6.- Análisis de viabilidad económico - financiera.

6.1.- Generalidades, principios y procedimiento.

Para evaluar la rentabilidad de la instalación deberemos analizar varias variables económicas como son el tiempo de retorno del capital, la tasa de rentabilidad interna (T.I.R.) o el valor actual neto (V.A.N.).

Lo primero que hay que cuantificar es el valor de la instalación, en nuestro caso al haber ya un sistema convencional en funcionamiento el cual vamos a apoyar por uno solar, hemos de tomar como inversión diferencial el total del coste de la instalación solar "C".

A ello hay que añadir el coste que produce el mantenimiento de la instalación "M", como el mantenimiento de la misma engloba bastantes aspectos tales como la reposición del anticongelante, reparaciones de piezas etc., suele ir sujeto a un contrato de mantenimiento, el cual puede aproximarse al 1 % del valor total de la instalación.

Por último hay que calcular el ahorro energético anual producido al introducir la instalación solar "A", y que es el responsable de que, con el paso de los años recuperemos la inversión realizada.

A estos valores fijos y conocidos de antemano hay que añadir otros que, si bien con el paso del tiempo fluctúan, deberemos suponerlos constantes para realizar el análisis de rentabilidad. Estos son:

- El incremento del coste del combustible sustituido "c".
- El incremento del coste del mantenimiento, valorado por el índice de inflación anual "i".
- El interés bancario "e".

Lo habitual en una instalación solar es realizar el primer desembolso para el total de la inversión y, en periodos sucesivos, obtener unos beneficios fruto del aporte solar. Estos beneficios serán el equivalente económico del ahorro energético provocado por la instalación, teniendo en cuenta el coste de la generación de esta misma energía con el sistema de apoyo.

Si a este beneficio anual se sustrae el coste de mantenimiento de la instalación, se obtiene el beneficio neto anual, en función del cual se plantea el análisis de rentabilidad de la inversión. Así, teniendo en cuenta una vida útil de la instalación de "n" años, el beneficio actualizado al presente o también denominado V.A.N. nos viene dado por la expresión:

$$B = A \cdot \Sigma [(1 + c) / (1 + e)]^t - M \cdot \Sigma [(1 + i) / (1 + e)]^t - C$$

Donde:

B: es el beneficio neto o V.A.N.

A: es el ahorro de combustible.

M: es el coste de mantenimiento.

C: es el coste de inversión.

c: es e incremento de combustible.

Memoria.

e: es el interés bancario.

i: es la inflación.

t: es el tiempo en años.

Evidentemente el valor del V.A.N. de los años iniciales será negativo, lo que significa que aún no hemos recuperado la inversión. Llegará un instante en que “B” se anula, a ese valor de “t” se le denomina tiempo de retorno de la inversión. A partir de ese momento la instalación estará amortizada y en los sucesivos años todo el ahorro producido será el beneficio neto producido por la misma. En este sentido, la instalación más interesante será la que menor periodo de retorno tenga.

La tasa interna de retorno T.I.R. es aquel interés que hace nulo el V.A.N. Es decir, es un interés bancario que hace rentabilizar la inversión al cabo de “n” años, al mismo beneficio por intereses que la instalación solar por aporte de energía térmica.

La tasa interna de retorno siempre deberá ser superior a la tasa de interés bancario. La instalación será tanto más rentable cuanto mayor sea el T.I.R. En ocasiones se realizan diferentes estudios en paralelo sobre distintas soluciones (diferentes equipamientos o, incluso diferente superficie captadora), siendo la que mayor rentabilidad ofrece la que produce un mayor T.I.R.

En el caso de que el propietario reciba algún tipo de subvención por parte de terceros, el valor de la inversión realizada será el presupuesto menos el montante de la subvención recibida. Este hecho favorece la rentabilidad de las instalaciones aumentando su T.I.R. y reduciendo su periodo de amortización.

6.2.- Cálculos.

Los valores tomados en nuestro proyecto son los siguientes:

- Ahorro de combustible.

El ahorro energético anual será de:

$$8505,16 \text{ MJ} \sim 2362,54 \text{ kW} \cdot \text{h}.$$

Aunque considerando el rendimiento óptimo dado por el fabricante del 90 % obtendremos un ahorro neto anual de:

$$2362,54 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot 0,9 = 2126,29 \text{ kW} \cdot \text{h}.$$

Considerando que la instalación convencional consumía para calefacción + A.C.S. unos 2000 l de combustible (gasóleo) al año y que de ahí se puede considerar un consumo de aproximadamente 200 l sólo para A.C.S. y sabiendo que el precio del combustible tiene un valor actual medio de 0,65 € / l. podemos deducir que estos 2126,29 kW · h ahorrados suponen un ahorro de unos 179 l de combustible al año, unos 117 € / año.

Añadiendo el I.V.A. obtenemos, finalmente, **135 € / año** de ahorro económico como resultado de la reducción del consumo de combustible que comporta la instalación sola.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

- Coste de inversión.

El coste de inversión es de **12210,40 €**.

- Coste de mantenimiento.

Se considerará el coste de mantenimiento anual igual al 1 % del total de la inversión, es decir unos 118 € / año.

- Incremento precio del combustible.

Tomando como referencia los datos de la economía actual española se ha tomado un valor de la tasa anual de un **22 %** para el aumento anual en el precio del gasóleo de calefacción.

Aunque hay que tener en cuenta que existe la posibilidad de que se produzcan picos de entre un 30 y un 35 % en función del grado de inestabilidad existente en los países con dominio sobre yacimientos de crudo.

- Inflación.

La media de los últimos cinco meses del año 2006 sitúa el actual índice real de inflación, según el Banco de España y comunicados del B.C.E. (Banco Central Europeo), en un **4,1 %**.

A pesar de el intervalo entre un 2 y un 2,4 % que gobierna como media en el resto de Europa, en los últimos años.

- Interés financiero.

Suponiendo un interés financiero, entorno al **5 %**.

El tiempo o vida útil de la instalación se ha estimado en 20 años.

Con todos estos datos el tiempo de retorno y la rentabilidad de la instalación al cabo de los 20 años, sin tomar en consideración ningún tipo de ayuda o subvención, son los siguientes:

Tiempo de retorno (P.R.) será igual a 20 años.

T.I.R: 5,82 %.

VAN a los 20 años, aproximadamente, de 1472,74 €.

En la tabla siguiente podemos observar el valor anual de cada una de las variables que entran en juego para el cálculo del V.A.N., T.I.R. y del tiempo de retorno.

Año	Ahorro combustible	Mantenimiento	Coste instalación	Beneficio
1	135	122	12210,40	-12197,4
2	291,857143	242,954286	12210,40	-12161,4971
3	474,110204	362,87182	12210,40	-12099,1616
4	685,870904	481,761491	12210,40	-12006,2906
5	931,916669	599,632106	12210,40	-11878,1154
6	1217,79842	716,492403	12210,40	-11709,094
7	1549,96578	832,351039	12210,40	-11492,7853
8	1935,91262	947,216602	12210,40	-11221,704

9	2384,34609	1061,0976	12210,40	-10887,1515
10	2905,38308	1174,00248	12210,40	-10479,0194
11	3510,77843	1285,9396	12210,40	-9985,56117
12	4214,19018	1396,91726	12210,40	-9393,12708
13	5031,48763	1506,94369	12210,40	-8685,85605
14	5981,10944	1616,02703	12210,40	-7845,31758
15	7084,47954	1724,17537	12210,40	-6850,09582
16	8366,49052	1831,39672	12210,40	-5675,3062
17	9856,06517	1937,69903	12210,40	-4292,03386
18	11586,8091	2043,09018	12210,40	-2666,68113
19	13597,7686	2147,57798	12210,40	-760,209366
20	15934,3121	2251,17017	12210,40	1472,74194

Este tipo de instalaciones pueden recibir las subvenciones / ayudas públicas que ofrecen tanto el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (I.D.A.E.), como las 17 Comunidades Autónomas. Las condiciones de las subvenciones están, en principio, referidas al año.

En Castilla y León el importe de las ayudas no podrá ser de tal cuantía que, aisladamente, o en concurrencia con otras subvenciones o ayudas concedidas por otras Administraciones o Entes Públicos o privados, superen hasta 815 € / m². Considerando una media de 560 € / m², tendremos una subvención de 2842,56 €. En estas condiciones los tiempos de retorno, la T.I.R. y el V.A.N. serían los siguientes:

Tiempo de retorno (P.R.) será igual a 18 años.

T.I.R. del 5,55 %.

VAN a los 20 años aproximadamente de 4831,96 €.

Año	Ahorro combustible	Mantenimiento	Coste instalación	Beneficio
1	135	94	9367,84	-9326,84
2	291,857143	187,194286	9367,84	-9263,17714
3	474,110204	279,589763	9367,84	-9173,31956
4	685,870904	371,19328	9367,84	-9053,16238
5	931,916669	462,011623	9367,84	-8897,93495
6	1217,79842	552,051523	9367,84	-8702,09311
7	1549,96578	641,319653	9367,84	-8459,19387
8	1935,91262	729,822627	9367,84	-8161,75001
9	2384,34609	817,567005	9367,84	-7801,06092
10	2905,38308	904,559288	9367,84	-7367,01621
11	3510,77843	990,805922	9367,84	-6847,86749
12	4214,19018	1076,3133	9367,84	-6229,96312
13	5031,48763	1161,08776	9367,84	-5497,44012
14	5981,10944	1245,13558	9367,84	-4631,86614
15	7084,47954	1328,46299	9367,84	-3611,82344
16	8366,49052	1411,07616	9367,84	-2412,42565
17	9856,06517	1492,98122	9367,84	-1004,75605
18	11586,8091	1574,18424	9367,84	644,784815
19	13597,7686	1654,69123	9367,84	2575,23738
20	15934,3121	1734,50816	9367,84	4831,96394

6.3.- Conclusiones.

El T.I.R. resultante de la inversión está por encima de la rentabilidad que se podría obtener con un interés financiero, entorno al 5 %, supuesto anteriormente. Por lo que se deduce que la realización de la instalación resulta viable económicamente.

Obtenemos una amortización de la inversión en 18 años, dato aceptable teniendo en cuenta que se trata de una instalación realizada en una casa ya construida y no pensada para instalaciones de este tipo, y considerando además que no se han considerado el total de las posibles subvenciones a las que se puede optar, como medida de precaución por la posibilidad de que sólo sean otorgadas algunas de importe fijo y no otras de importe variable debido a su dependencia del número de personas que soliciten las mismas.

Sin embargo el mayor beneficio que se obtiene es el relativo al impacto medioambiental, como se señala en el estudio ambiental realizado, ya que esta instalación ayuda a reducir considerablemente la producción de gases contaminantes en la producción de A.C.S., aprovechando un recurso inagotable como es la energía solar.

También cabe señalar que el promedio de las instalaciones de este tipo en España va de 5 a 7 años. Pese a las condiciones de la instalación se consigue una amortización aceptable.

No obstante a mayor ahorro de combustible mayor rentabilidad aportarán las instalaciones señaladas, y resaltamos aquí también la recomendación de realizar unas pequeñas reformas en las instalaciones diseñadas o de realizar las mismas en un futuro para la ampliación de las construidas y que sirvan así como aprovechamiento de las mismas, también para el apoyo de la energía térmica para la calefacción. El coste se elevará algo a mayores, pero a falta de un estudio de viabilidad económica que lo sustente, apoyándonos en nuestra experiencia y conocimientos se intuye una más corta amortización y una mayor rentabilidad del total de las instalaciones.

7.- Análisis medioambiental.

7.1.- Introducción a la situación global actual.

El continuo aumento del consumo energético en el mundo derivado de un extraordinario crecimiento de la población mundial, junto al crecimiento del consumo “per capita” de estos recursos obliga a una constante búsqueda de nuevos recursos energéticos que puedan satisfacer dicha demanda, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo o de diversidad.

Aunque existen muchas alternativas energéticas, algunas de ellas no han sido aún suficientemente utilizadas, bien por limitaciones técnicas o económicas, habiendo otras que apenas se han desarrollado o lo han hecho sólo parcialmente. De hecho la mayor parte de la energía se obtiene a partir de los llamados combustibles fósiles, compuestos principalmente por el petróleo y sus derivados (gasolinas, gasoil, keroseno, fueloil, etc.), el gas natural y el carbón.

El consumo masivo de dichos combustibles fósiles, la mayoría de ellos hidrocarburos está produciendo alteraciones medioambientales a nivel mundial, como resultado de las emisiones que producen. Así, son los causantes de la denominada lluvia ácida, que deriva en grandes daños al suelo, y en consecuencia a la flora y fauna. Y en las grandes ciudades también se producen efectos indeseables, nocivos y molestos, debidos a la combinación de las emisiones de gases de combustión con algunos otros fenómenos naturales, tales como el smog o concentraciones excesivamente elevadas de componentes indeseables en la atmósfera.

El “freno” más característico que está teniendo el hombre para la realización de un mayor desarrollo de energías no contaminantes y respetuosas con el medio ambiente es la gran dependencia de la energía que tiene, ya que en nuestros orígenes el crecimiento industrial se realizó independientemente de sus consecuencias.

7.2.- Concienciación.

Hoy en día existe una creciente concienciación, y gracias a la existencia de nuevas normativas y acuerdos, la situación de obtención energética intenta cambiar, casi obligados por los precios desorbitados que empiezan a tener los combustibles fósiles, debido a nuestro cada vez mayor consumo y a su cada vez mayor escasez, pero es un paso. Incluso a pequeña escala, se buscan nuevas leyes y subvenciones para que las familias vayan cambiando sus sistemas de climatización y entre todos colaboremos en este cambio.

Nuestro proyecto, intenta ayudar a esta ayuda al ecosistema, basándose también en la rentabilidad de una inversión, ya que no sólo se puede llevar a cabo, en la mayoría de los casos, por la concienciación de las personas única y exclusivamente; este interés debe ser promovido a la vez por el motor que realmente mueve el mundo: el dinero, y aquí concretamente en el ahorro económico que ésta inversión les pudiera facilitar en un periodo (como mucho) medio de plazo.

7.3.- Reducción de emisiones.

Una de las bazas fundamentales en la que se apoya la energía solar térmica, es que es limpia en su generación de energía y por ello respetuosa con el medio ambiente. Cada metro cuadrado de colector solar evita la emisión a la atmósfera de gases invernadero y contaminantes como CO₂, NO_x, y SO₂. De esta manera, la aplicación de esta energía contribuye al cumplimiento de los compromisos de Kyoto.

Incluso entre todos a nivel de vecindad este hecho puede repercutir en la globalidad del compromiso.

Según el protocolo de Kyoto, España tiene limitado el crecimiento de las emisiones de los seis gases contemplados (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC y SF₆) en un 15 % en el periodo de compromiso 2008-2012, respecto de las emisiones de 1990. Por otro lado, el hecho de consumir una energía primaria autóctona, reduce la dependencia nacional de otras fuentes de energía importadas y más contaminantes (las derivadas de los combustibles fósiles).

Por ello nos planteamos como uno de los objetivos el estudio del impacto medioambiental que esta instalación producirá. Ello se traducirá en una reducción de gases contaminantes emitidos a la atmósfera, además de los beneficios económicos, ya que no debemos olvidar que el ahorro energético producido con la utilización de la energía solar contribuye a una reducción de la factura de consumo de combustible.

Una vez instalada la instalación solar, el ahorro de energía generado lo hemos considerado que estará en torno a:

8505,16 MJ

Que equivalen a unos 200 l de gasóleo de calefacción consumidos por año.

Si sabemos que:

	Factor de emisión				
Contaminante	CH ₄	CO	CO ₂	NO _x	SO ₂
Gasóleo C	8,5 g / GJ	72 g / GJ	74000 g / GJ	50 g / GJ	140 g / GJ

Tomando como g / GJ los gramos de contaminante generados por cada gigajulio de combustible consumido, tendremos por lo tanto que dejamos de emitir a la atmósfera:

$$8,5 \text{ g CH}_4 / \text{GJ} \cdot 8,505 \text{ GJ} / \text{año} = 72,29 \text{ g CH}_4 / \text{año}.$$

$$72 \text{ g CO} / \text{GJ} \cdot 8,505 \text{ GJ} / \text{año} = 612 \text{ g CO} / \text{año}.$$

$$74000 \text{ g CO}_2 / \text{GJ} \cdot 8,505 \text{ GJ} / \text{año} = 629370 \text{ g CO}_2 / \text{año}.$$

$$50 \text{ g NO}_x / \text{GJ} \cdot 8,505 \text{ GJ} / \text{año} = 425,25 \text{ g NO}_x / \text{año}.$$

$$140 \text{ g SO}_x / \text{GJ} \cdot 8,505 \text{ GJ} / \text{año} = 1190,70 \text{ g SO}_x / \text{año}.$$

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Memoria.

La reducción de la contaminación ambiental aún no se incluye como un parámetro de ahorro económico, aunque bien es cierto que mejorando la calidad ambiental y el aire que respiramos, contribuiremos a una mejor salud y, por consiguiente, a un menor gasto en medicinas y hospitales, que revertirá en menos impuestos para la Seguridad Social y... finalmente revertirá en nosotros. Con estos números en la mano, podemos decir, total por unos gramos... total si mi vecino no lo hace... Bueno, dentro de por ejemplo 20 años gracias a esta instalación solar esta familia habrá dejado de emitir:

$$72,29 \text{ g CH}_4 / \text{año} \cdot 20 \text{ años} = 1445,8 \text{ g CH}_4.$$

$$612 \text{ g CO} / \text{año} \cdot 20 \text{ años} = 12240 \text{ g CO}.$$

$$629370 \text{ g CO}_2 / \text{año} \cdot 20 \text{ años} = 12587400 \text{ g CO}_2.$$

$$425,25 \text{ g NO}_x / \text{año} \cdot 20 \text{ años} = 8505 \text{ g NO}_x.$$

$$1190,70 \text{ g SO}_x / \text{año} \cdot 20 \text{ años} = 23814 \text{ g SO}_x.$$

Lo que significa:

Casi 1,5 kg de CH₄ (metano), casi 12 kg de CO, casi 12600 kg de CO₂, casi 8,5 kg de NO_x (derivados nitrogenados), casi 24 kg de SO_x (derivados sulfúreos).

8.- Planificación.

8.1.- Planificación del proyecto. Generalidades.

Tenemos definido los objetivos de manera clara y precisa, contamos con los recursos y apoyos necesarios para llevarlos a cabo, etc., pero esto no nos sirve de nada si no contamos con una planificación de la duración de cada una de las fases del proyecto.

Bien es cierto que el desarrollo de este proyecto es de relativa corta duración pero sólo así podremos prever un control relativo sobre los tiempos de ejecución de la instalación; conocer los plazos de duración de cada una de las fases del trabajo nos permitirá aproximar el tiempo máximo de duración. Una planificación inteligente debe hacer uso de su amplitud de conocimientos sobre las distintas variables de las que dependerá el desarrollo y organización de las tareas (información, tiempo, recursos humanos, etc.).

Una herramienta útil y sencilla para elaborar una planificación de actividades es el cronograma o diagrama de Gantt.

8.2.- Diagrama de Gantt.

Contenido.

El diagrama de Gantt consiste en una representación gráfica sobre dos ejes; en el vertical se disponen las tareas del proyecto y en el horizontal se representa el tiempo.

Características.

- Cada actividad se representa mediante un bloque rectangular cuya longitud indica su duración; la altura carece de significado.
- La posición de cada bloque en el diagrama indica los instantes de inicio y finalización de las tareas a que corresponden.

Método constructivo.

Para construir un diagrama de Gantt se han de seguir los siguientes pasos:

- Dibujar los ejes horizontal y vertical.
- Escribir los nombres de las tareas sobre el eje vertical.
- En primer lugar se dibujan los bloques correspondientes a las tareas que no tienen predecesoras. Se sitúan de manera que el lado izquierdo de los bloques coincida con el instante cero del proyecto (su inicio).

Cálculos.

El diagrama de Gantt es poco adecuado para la realización de cálculos pero es un diagrama representativo, que permite visualizar fácilmente la distribución temporal del proyecto y por la forma en que se construye, muestra directamente los inicios y finales mínimos de cada tarea.

Debido a la magnitud de este proyecto es un sistema suficientemente sencillo, práctico y útil, no precisamos de mucho más como ayuda para realizar la planificación del mismo.

Resumen.

En resumen, para la planificación de actividades relativamente simples, el gráfico de Gantt representa un instrumento de bajo costo y extrema simplicidad en su utilización. Para proyectos complejos, sus limitaciones son bastantes serias, no obstante, como ya hemos comentado anteriormente, éstos no serán problemas de los que nos debamos preocupar para este proyecto.

8.3.- Planificación de los trabajos.

Los trabajos se van a dividir en las siguientes tareas:

- Instalación del subconjunto de captación.
- Instalación del subconjunto de acumulación.
- Instalación del subconjunto de termotransferencia.
- Instalación del subconjunto de regulación.
- Puesta a punto de la instalación.

Justificación del reparto de tareas.

• Primera fase.

Puesto que los sistemas de captación y acumulación están situados en lugares distantes, es posible el comienzo de las tareas al unísono. Así, cuando la última de ellas finalice se procederá a la instalación del resto del sistema hidráulico que une captación y acumulación, y que se engloba como subconjunto de termotransferencia.

• Segunda fase.

Al finalizar la colocación e instalación de la totalidad de sistemas hidráulicos, se comenzará la instalación del último sistema que corresponde al formado por las conexiones eléctricas y elementos de regulación.

• Tercera fase.

Finalmente hay que establecer una última fase en la que se tratará de realizar los últimos retoques a la instalación así como ponerla en correcto funcionamiento.

Justificación general. Desglose de tareas y tiempos aprox. de trabajo.

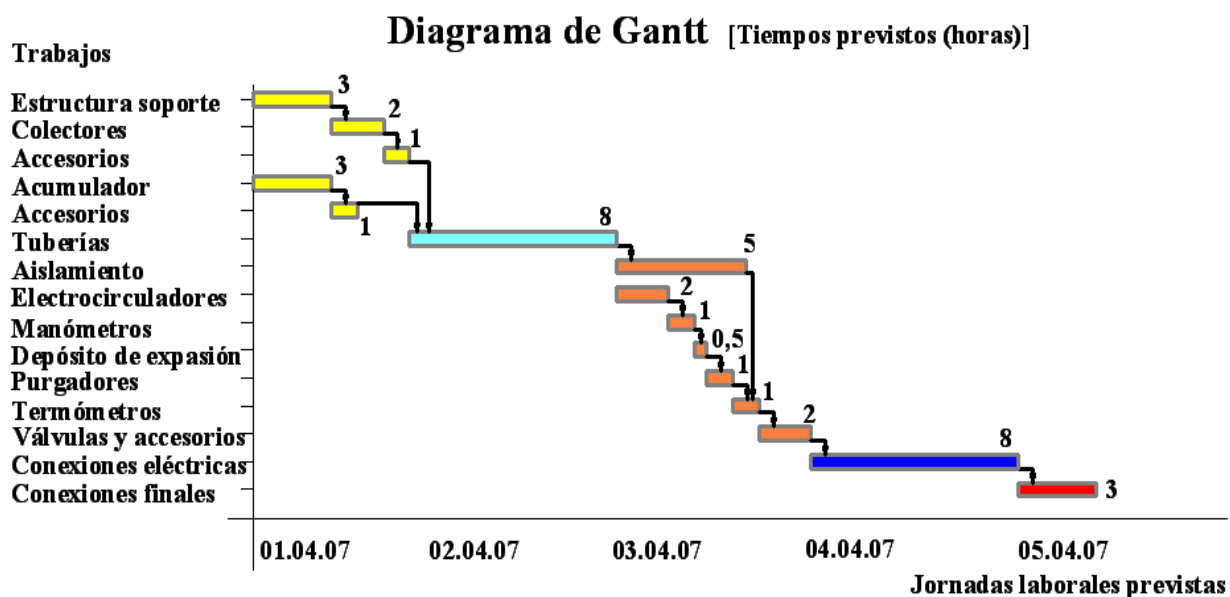
La justificación a la distribución que veremos a continuación, se debe a que los operarios normalmente llevan las herramientas necesarias para un par de tareas, tres, como mucho, si realmente no les llevara mucho tiempo cada una de ellas, y si acabasen antes de tiempo, como no se suelen regir por un horario fijo, ni por horas trabajadas, sino por instalaciones completas realizadas, normalmente dejarán tareas enteras para días enteros, este hecho dependerá de la magnitud de la tarea o conjunto de tareas a realizar a continuación de las que se desarrollan en ese mismo momento. Previendo este “modus operandi” se considera apropiado el siguiente desglose de tareas, además de bastante cercano a lo que sucederá realmente.

Además teniendo en cuenta que las jornadas laborales normales no son mayores de ocho horas y buscando un aprovechamiento mayor del tiempo y una dedicación absoluta a cada una de las tareas a realizar se considera oportuno el siguiente desglose de tiempos:

Tareas	Fecha y hora de comienzo	Duración aprox.(horas)	Finalización aprox. de tareas
Subconjunto de captación	1-4-07		1-4-07
Estructura soporte	1-4-07 8:00 AM	3	1-4-07 11:00 AM
Colectores	1-4-07 11:00 AM	2	1-4-07 1:00 PM
Accesorios	1-4-07 1:00 PM	1	1-4-07 2:00 PM
Subconjunto de acumulación	1-4-07		1-4-07
Acumulador	1-4-07 8:00 AM	3	1-4-07 11:00 AM
Accesorios	1-4-07 11:00 AM	1	1-4-07 12:00 PM
Subconjunto de termotransferencia	2-4-07		3-4-07
Tuberías	2-4-07 8:00 AM	8	2-4-07 4:00 PM
Aislamiento	3-4-07 8:00 AM	5	3-4-07 8:00 AM
Electrocirculadores	3-4-07 8:00 AM	2	3-4-07 10:00 AM
Manómetros	3-4-07 10:00 AM	1	3-4-07 11:00 AM
Depósito de expansión	3-4-07 11:00 AM	½	3-4-07 11:30 AM
Purgadores	3-4-07 11:30 AM	1	3-4-07 12:30 PM
Termómetros	3-4-07 12:30 PM	1	3-4-07 1:30 PM
Válvulas y accesorios	3-4-07 1:30 PM	2	3-4-07 3:30 PM
Subconjunto de regulación	4-4-07		4-4-07
Conexiones eléctricas	4-4-07 8:00 AM	8	4-4-07 4:00 PM
Puesta en funcionamiento	5-4-07		5-4-07
Conexiones finales	5-4-07 8:00 AM	3	5-4-07 11:00 AM
Total		41,5	

En el siguiente diagrama de Gantt se indica la duración de la instalación de cada uno de los subconjuntos, así como las tareas en las que se divide cada uno de ellos, y la relación inicio-fin entre las mismas, indicando en la tabla que lo precede las actividades que preceden a las inmediatas consecutivas para una mayor definición del orden de actividades:

Tareas	Actividad precedente	Duración aprox.(horas)
A - Estructura soporte	-	3
B - Colectores	A	2
C - Accesorios	B	1
D - Acumulador	-	3
E - Accesorios	D	1
F - Tuberías	C, E	8
G - Aislamiento	F	5
H - Electrocirculadores	F	2
I - Manómetros	H	1
J - Depósito de expansión	I	½
K - Purgadores	J	1
L - Termómetros	G, J	1
M - Válvulas y accesorios	L	2
N - Conexiones eléctricas	M	8
Ñ - Conexiones finales	N	3



Memoria.

Anejos.

ANEJOS

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Índice.

A.- ANEXO DE CÁLCULOS.....	3
A.1.- Cálculo de la inclinación de los colectores.....	3
A.1.1.- Datos.....	3
A.1.2.- Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación.....	3
A.2.- Algunos criterios de diseño. Elección de S1 o S2 para la colocación de los paneles.....	6
A.3.- Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras.....	8
A.4.- Cálculo de la carga de consumo.....	9
A.5.- Contribución solar mínima.....	11
A.6.- Cálculo del número de paneles solares.....	19
A.7.- Cobertura de los paneles solares.....	20
A.8.- Ahorro energético.....	25
A.9.- Dimensionamiento del subconjunto de almacenamiento.....	26
A.10.- Dimensionamiento del subconjunto de termotransferencia.....	28
A.10.1.- Intercambiador.....	28
A.10.2.- Fluido caloportador.....	29
A.10.3.- Conducciones.....	31
A.10.4.- Bombas de circulación.....	37
A.10.5.- Vaso de expansión.....	39
A.10.6.- Purgadores y desaireadores.....	41
A.11.- Aislamiento.....	41
B.- ANEXO DE ESPECIFICACIONES DE LOS FABRICANTES SOBRE SUS PRODUCTOS.....	43
B.1.-Recomendaciones del distribuidor de colectores solares.....	43
C.- ANEXO DE TABLAS.....	45
C.1.- Tablas.....	45

A.- ANEXO DE CÁLCULOS.

A.1.- Cálculo de la inclinación de los colectores.

A.1.1.- Datos:

- Ubicación: Barrio La Sal, Trobajo del Camino (León) por tanto tomaremos como coordenadas aproximativas:

Trobajo del Camino	Sexagesimal	Decimal	
Latitud	+42° 36'	42,6°	<i>Nota: el signo positivo significa latitud Norte.</i>
Longitud	-5° 36'	-5,6°	<i>Nota: el signo negativo significa longitud Oeste.</i>

- Pendientes que hay por cada vertiente del tejado:

$$S_1 = 16,013^\circ \text{ (pdt. = 28,7\%)}$$

$$S_2 = 39,997^\circ \text{ (pdt. = 83,9\%)}$$

- Azimut (γ) = -21°.

A.1.2.- Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación:

Sabiendo que el ángulo de azimut del captador es de 21° hacia el Este (partiendo desde el Sur, por tanto $\gamma = -21^\circ$), se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima. Para ello se utilizará la figura 1, válida para una latitud (Φ) de 41°, de la siguiente forma:

– Conocido el azimut, determinamos en la figura 1 los límites para la inclinación en el caso $\Phi = 41^\circ$. Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10 %, para superposición, del 20 % y para integración arquitectónica, del 40 %. Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de azimut nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima.

– Si no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites. Si ambas curvas se intersectan, se obtienen los valores para latitud $\Phi = 41^\circ$ y se corrigen de acuerdo con lo que se cita a continuación.

Se corregirán los límites de inclinación aceptables en función de la diferencia entre la latitud del lugar en cuestión y la de 41°, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\text{Inclinación máxima} = \text{inclinación } (\Phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud}).$$

$$\text{Inclinación mínima} = \text{inclinación } (\Phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud}); \text{ siendo } 0^\circ \text{ su valor mínimo.}$$

Anejos.

En casos cerca del límite y como instrumento de verificación, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas (\%)} &= 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (S - S_{\text{ópt}})^2 + 3,5 \times 10^{-5} \gamma^2] && \text{para } 15^\circ < S < 90^\circ \\ \text{Pérdidas (\%)} &= 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (S - S_{\text{ópt}})^2] && \text{para } S \leq 15^\circ \end{aligned}$$

[NOTA: γ , S se expresan en grados]

Recordando que tenemos como datos conocidos, la latitud (Φ) = $42,6^\circ$, dos posibles inclinaciones (debido a las dos pendientes que hay por cada vertiente del tejado) $S_1 = 16,013^\circ$ (pdt. = 28,7%) y $S_2 = 39,997^\circ$ (pdt. = 83,9%) y el azimut (γ), cuyo valor es -21° , determinamos en la figura 1 los límites para la inclinación para el caso de $\Phi = 41^\circ$.

Los puntos de intersección del límite de pérdidas del 10 % (borde exterior de la región 90 % - 95 %), máximo para el caso general, con la recta de azimut (que en nuestro caso se intersectan) nos proporcionan los valores siguientes:

Inclinación máxima = 57° .

Inclinación mínima = 6° .

Corregido para la latitud del lugar nos quedarán los siguientes valores:

Inclinación máxima = $57^\circ - (41^\circ - 42,6^\circ) = 58,6^\circ$.

Inclinación mínima = $6^\circ - (41^\circ - 42,6^\circ) = 7,6^\circ$.

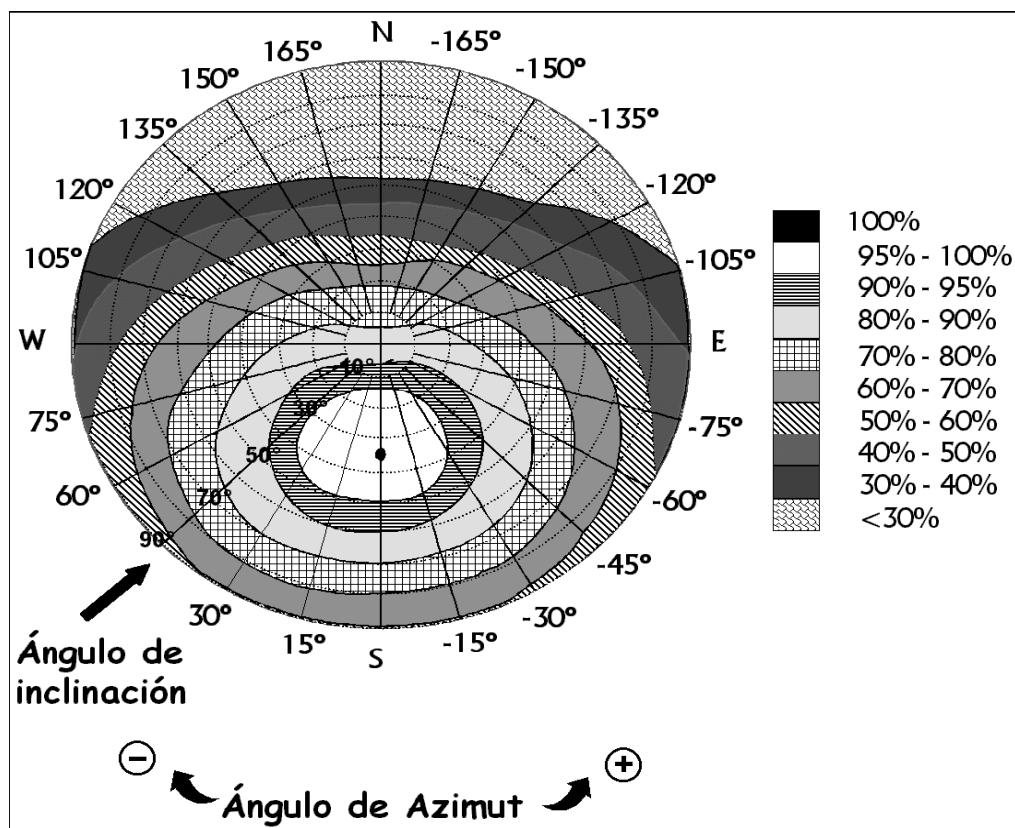


Fig. A.1.- Figura para el cálculo de pérdidas por orientación e inclinación.

Por tanto, esta instalación, en cualquiera de las dos pendientes cumpliría los requisitos de pérdidas por orientación e inclinación. No obstante la inclinación de los rayos del sol respecto a la superficie horizontal es variable a lo largo del año (máxima en verano y mínima en invierno) y por tanto, en aquellas instalaciones cuyos paneles estén fijos, existirá un ángulo de inclinación que optimizará la colección de energía sobre una base anual; es decir, conviene buscar el ángulo de inclinación de los paneles respecto al plano horizontal que hace máxima la potencia media anual recibida. En la mayoría de los casos este ángulo coincide con la latitud del lugar de la instalación, pero normalmente se suele tomar un ángulo mayor, aproximadamente entre: $10^\circ / 15^\circ$, en beneficio de una mayor captación durante el invierno, cuando la luminosidad disminuye, a costa de una peor captación en verano, cuando hay una mayor cantidad de luz; aunque también es una práctica habitual tomar un valor fijo de 45° en térmica y 30° en fotovoltaica. En cualquier caso, es recomendable una inclinación superior a los 15° , para permitir que el agua de la lluvia se escurra, y donde nieva con cierta frecuencia es recomendable una inclinación a partir de los 45° , para favorecer el deslizamiento de la nieve.

Por lo tanto recomendamos la instalación de los paneles solares con una orientación dirección Sur como orientación óptima (pero como la casa tiene una variación azimutal de -21° en la parte de la fachada principal, los pondremos ahí) y la mejor inclinación, $S_{\text{ópt.}}$, como debe depender de uno de los valores siguientes (según C.T.E.):

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

Aunque en cualquier caso, es importante recordar que desviaciones importantes (más de 25°) tanto con respecto a la orientación óptima (Sur) como a la inclinación óptima (más o menos su latitud) de los paneles solares no afecta de una manera muy significativa a su productividad energética anual.

No obstante siguiendo los C.T.E. se debería recomendar una inclinación de $42,6^\circ + 10^\circ = 52,6^\circ$, valor que cumple con todas las recomendaciones legales y evita todas las posibles problemáticas previstas antes. Pero antes de decantarnos por una inclinación definitiva deberemos hacer más comprobaciones para garantizar un mayor rendimiento de la instalación.

Nota: Hay que tener en cuenta que como mal menor, si esta inclinación no fuera posible o no interesase enteramente por alguna circunstancia, dicha inclinación debería rondar el ángulo propuesto con la mayor cercanía posible al mismo, para obtener el mayor aprovechamiento de los rayos solares que inciden en esta latitud. Recordando que debe ser:

$S < \text{Inclinación máxima} = 58,6^\circ$ (máxima dentro del margen de pérdidas por orientación e inclinación).

$S > \text{Inclinación mínima} = 7,6^\circ$ (máxima dentro del margen de pérdidas por orientación e inclinación).

Anejos.

$S > 15^\circ$ (para permitir que el agua no se estanque en los paneles).

$S > 45^\circ$ (por la existencia de nieves).

Las pérdidas exactas por orientación e inclinación causadas con nuestra elección, comprobando así que estamos dentro de los parámetros que exigen los C.T.E. (aunque según el procedimiento seguido esto no debería ser necesario, pero necesitaremos estos porcentajes a posteriori) serían:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (S - S_{\text{ópt}})^2 + 3,5 \times 10^{-5} \gamma^2] \quad \text{para } 15^\circ < S < 90^\circ$$

Considerando:

$$S = 52,6^\circ$$

$$S_{\text{ópt.}} = 52,6^\circ$$

$$\gamma = -21^\circ$$

Tendremos unas **pérdidas debidas a la orientación e inclinación del: 1,54%**.

Nota:

- Si la colocación de los paneles solares, se realizara en la pendiente que llega a la cumbre ($S_1 = 16,013^\circ$, pdt. = 28,7%), y los colectores no se instalaran con la inclinación sugerida sino que se acoplaran a la cubierta con la misma pendiente en la que se hallasen, práctica que a veces realizan como común algunos instaladores y que lo llevan a cabo sin fijarse en cuál es la inclinación del tejado, las pérdidas debidas a este hecho serían del: **17,61%**, este error supondría no cumplir los límites exigidos por los C.T.E. que recordamos están en un 10%. Y aunque no tuviéramos ningún porcentaje de pérdidas por sombras los C.T.E. exigen que la suma de las pérdidas por orientación e inclinación y las pérdidas por la existencia de sombras no supere para el caso general un 15%, valor que como vemos también es superado.

- Otra posibilidad sería que los instaladores colocaran los colectores a **45°**, que como ya comentamos es una práctica habitual, en este caso las pérdidas serían del: **2,24%**, unas pérdidas que pueden ser admitidas como muy aceptables ya que nuestra latitud lo permite, como ya lo hemos comentado con anterioridad.

- Si la colocación fuera con un ángulo de inclinación igual a nuestra latitud (**42,6°**), las pérdidas por orientación e inclinación, serían del: **2,74%** (también asumible).

- Si la colocación de los paneles solares, se realizara en la pendiente $S_2 = 39,997^\circ$ (pdt. = 83,9%), entonces tendríamos un: **3,45%** (sigue siendo bastante menor con respecto al límite del 10%).

Con posterioridad analizaremos más pérdidas de otras inclinaciones si nos salieran como propicias por el análisis de alguna otra circunstancia que influya directamente en el rendimiento de la instalación.

A.2.- Algunos criterios de diseño. Elección de S_1 o S_2 para la colocación de los paneles.

Todavía no sabemos el número de colectores necesarios aunque intuimos una necesidad de entorno a 1 m² de paneles solares por persona. De momento,

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

en esta parte del proyecto falta escoger una marca distribuidora certificada de colectores solares determinada, y por ello, concretar las medidas de los paneles; debido a la gran variedad de modelos de colectores es muy difícil generalizar ya que hay tantas dimensiones distintas como empresas y lo único fijo, más o menos, es la superficie de captación que oscila habitualmente para instalaciones en casas unifamiliares entre 2 m² y los 4 m² (dependiendo del número de personas, rendimiento de los colectores elegidos, latitud, etc.). Dicho esto, cabe decir que nuestra elección de paneles se va a ver condicionada por las dos pendientes existentes en la cubierta de la casa, como señalamos a continuación:

- A favor de colocar los colectores en la pdt. S₁:
 - En la vertiente más baja (S₂ = 39,997°, pdt. = 83,9%) disponemos de unas dimensiones algo más limitadas debido a la existencia de ventanas y unas chimeneas procedentes de la caldera, existen unas dimensiones de: entre 1,94 m (/ 2,3 m) y 5,25 m (/ 6,35 m) (dependiendo de si intentáramos colocar los colectores debajo de la chimenea aun a riesgo de tener sombras durante algún momento de la tardes de cada día). Por este motivo se puede aconsejar la colocación conjunta de todos los paneles, en serie, en la vertiente de arriba (S₁ = 16,013°, pdt. = 28,7%), este hecho nos garantiza la no necesidad de calcular las sombras y sus respectivas pérdidas de radiación por la existencia de ningún otro objeto.
 - La oferta de mercado en cuanto a modelos de paneles en ningún momento está limitada, debido a que se dispone de dimensiones suficientes para la colocación de casi cualquier panel que existe en el mercado para este tipo de instalaciones.

- En contra de colocar los colectores en la pdt. S₁:
 - En S₁ la instalación no debe ser colocada integrada en la estructura, como comprobamos antes las pérdidas por inclinación y orientación no hacen este hecho recomendable, y debido a ello no se puede garantizar, debido a su no integración en la cubierta, una seguridad total sobre la no generación de posibles filtraciones debidas a las precipitaciones. Además rompe la línea arquitectónica de la casa.
 - Además si integráramos los paneles en la cubierta su inclinación no sería recomendable para evitar el estancamiento de nieves en invierno. Generándose además riesgo de congelación del fluido caloportador.

- A favor de colocar los colectores en la pdt. S₂:
 - Se puede aprovechar la inclinación de dicha pendiente para hacer que la instalación de los colectores quedase integrada en la misma cubierta, generando así una mayor facilidad y seguridad de instalación, aportando también mayor confianza sobre el hecho de evitar posibles futuras filtraciones de precipitaciones en el interior de la cubierta. Además mediante los listones que se utilizarán en la instalación se puede lograr una inclinación un poco mayor que supere incluso los 45° sin que esto suponga que la instalación deje de estar incluida en la cubierta, no rompiendo a penas la línea arquitectónica de la casa.
 - Sus pérdidas por inclinación y orientación son asumibles.
 - La instalación aquí hace que esté más protegida de los vientos que le vendrían desde el Oeste, predominantes y más fuertes en la Provincia de León como ya hemos visto con anterioridad.

Anejos.

- En contra de colocar los paneles en la pdt. S_2 :
- En la pendiente S_2 sería posible colocar los paneles pero la oferta del mercado sería más limitada como hemos dicho antes, debido a las dimensiones de que disponemos.
- A falta de comprobar la cantidad de pérdidas que generarían las sombras en los paneles colocados en esta vertiente, este hecho ya genera una pérdida del rendimiento de los colectores, que no se tendría si los colocáramos más cerca de la cumbre.

A.3.-Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras.

Como se ha explicado con anterioridad, el cálculo de sombras sólo debería ser realizado para el caso en que la colocación de los paneles solares se realice en la parte de la vertiente donde la inclinación es de S_2 . Aun así sabemos por conocimientos propios que en el momento del día en que las mencionadas chimeneas podrían hacer algo de sombra sobre los colectores, ya será a unas horas bastante avanzadas en las que a penas existirá radiación incidente sobre los paneles; en invierno estará a punto de ocultarse el sol y en verano el mismo ya quedará detrás de los propios colectores, hecho que evitará la obtención de la incidencia directa de los rayos en los paneles. Por ello no se cree necesario tampoco en esta situación el cálculo de las mismas, aun siendo la disposición escogida, como explicaremos más adelante.

No obstante, explicaremos el procedimiento aconsejado por los nuevos Códigos Técnicos de la Edificación (C.T.E.):

El procedimiento consiste en la comparación del perfil de obstáculos que afecta a la superficie de estudio con el diagrama de trayectorias aparentes del Sol. Los pasos a seguir son los siguientes:

-Localización de los principales obstáculos que afectan a la superficie, en términos de sus coordenadas de posición azimuth (ángulo de desviación con respecto a la dirección Sur) y elevación (ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal). Para ello puede utilizarse un teodolito.

-Representación del perfil de obstáculos en el diagrama de la figura 8, en el que se muestra la banda de trayectorias del Sol a lo largo de todo el año, válido para localidades de la Península Ibérica y Baleares (para las Islas Canarias el diagrama debe desplazarse 12° en sentido vertical ascendente). Dicha banda se encuentra dividida en porciones, delimitadas por las horas solares (negativas antes del mediodía solar y positivas después de éste) e identificadas por una letra y un número (A1, A2,... D14).

Nota: Bien es cierto, que existen otras dos pequeñas chimeneas en la cumbre del tejado, pero por la colocación de la 1ª en la casa objeto de este proyecto, se puede apreciar que nunca generará sombra alguna; la otra chimenea, que se encuentra en la vivienda de al lado, puede generar a última hora de la tarde alguna sombra pero ya será cuando el sol se encuentre en una posición e inclinación en la que a penas incidirá sobre los paneles algo de radiación difusa y ni mucho menos radiación directa. Además, la colocación en serie de los colectores solares, que por otro lado es la más común en este tipo de

Anejos.

instalaciones y la más utilizada por los fabricantes para el diseño de los mismos en estas superficies, nos evita tener que calcular una distancia mínima entre colectores, si su disposición hubiera sido la de <<en paralelo>>.

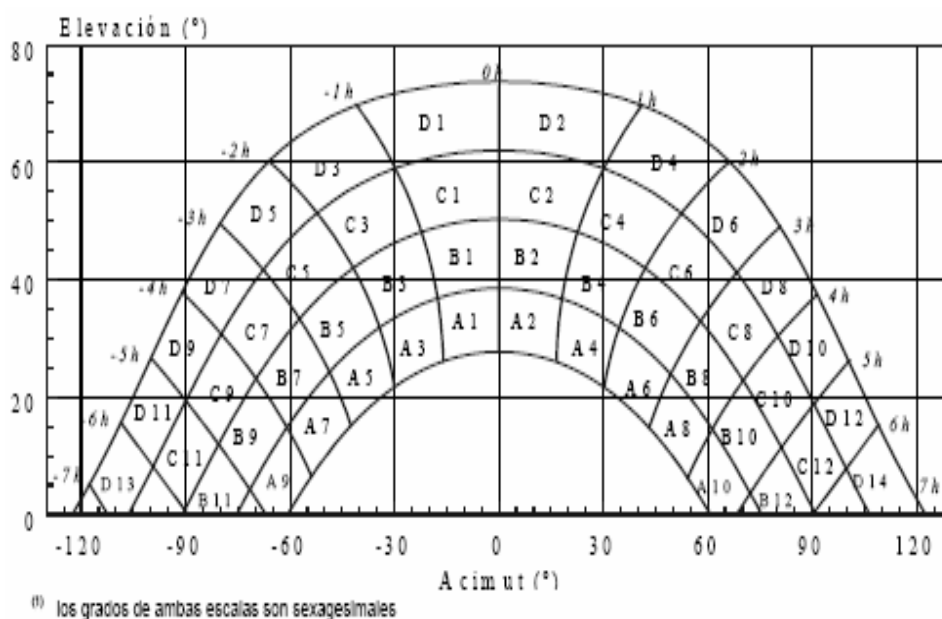


Fig. A.2.- Gráfico para el cálculo de sombras y sus respectivas pérdidas.

A.4- Cálculo de la carga de consumo.

Como no disponemos de datos más concretos acerca de consumos, que los de las facturas trimestrales del agua de la familia y estos consumos no nos sirven (sobredimensionaríamos las necesidades reales de la familia) debido a la inclusión en el gasto de los gastos de agua fría (inodoros, tareas de limpieza, fregadero, consumo como bebida, lavado de alimentos, etc.), consideraremos como dato el valor medio de 30 litros de A.C.S. por persona y día tomando como temperatura de consumo 60 °C. Los valores anteriores se han elegido siguiendo la recomendación de los nuevos Códigos Técnicos de la Edificación, C.T.E. como podemos ver en la tabla siguiente.

Demanda de referencia a 60 °C	
Criterio de demanda	Litros A.C.S. / día a 60 °C
Viviendas unifamiliares	30 por persona
Viviendas multifamiliares	22 por persona
Hospitales y clínicas	55 por cama
Hotel ****	70 por cama
Hotel ***	55 por cama
Hotel/Hostal **	40 por cama
Camping	40 por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35 por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55 por cama

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

Vestuarios/Duchas colectivas	15 por servicio
Escuelas	3 por alumno
Cuarteles	20 por persona
Fábricas y talleres	15 por persona
Administrativos	3 por persona
Gimnasios	20 a 25 por usuario
Lavanderías	3 a 5 por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10 por comida
Cafeterías	1 por almuerzo

Tabla A.1- Los litros de ACS / día a 60°C de la tabla se han calculado a partir de la tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 “Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética”.

A partir de los datos anteriores podemos calcular las necesidades energéticas para cada mes (hoja de carga):

Periodos	Consumo (l / persona · día) (C.T.E.)	Días por mes	Consumo familiar por mes (m ³)	T ^a _{mred} (por mes) (°C)	ΔT (°C)	Demanda (kcal)	Demanda (MJ)
Ene.	30	31	3,72	4	56	208320	870,778
Feb.	30	28	3,36	5	55	184800	772,464
Mar.	30	31	3,72	7	53	197160	824,129
Abr.	30	30	3,60	9	51	183600	767,448
May.	30	31	3,72	10	50	186000	777,480
Jun.	30	30	3,60	11	49	176400	737,352
Jul.	30	31	3,72	12	48	178560	746,381
Ago.	30	31	3,72	11	49	182280	761,930
Sep.	30	30	3,60	10	50	180000	752,400
Oct.	30	31	3,72	9	51	189720	793,023
Nov.	30	30	3,60	7	53	190800	797,544
Dic.	30	31	3,72	4	56	208320	870,778
Media Anual	30			8,3			789,309
Total Anual							9471,707

Donde:

- En la segunda columna se hace referencia al consumo diario en litros por persona y día. Según los datos tomados como referencia de los C.T.E.
- La tercera columna indica los días que hay por cada mes.
- La cuarta columna nos lleva a saber el consumo medio de A.C.S. estimado de los cuatro miembros de la familia por mes. Medido en m³.
- La quinta columna representa la temperatura media del agua de la red general, en °C (por mes).

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

- La sexta columna expresa la diferencia entre 60 °C y la temperatura del agua de red general, en °C.
- La séptima y octava columnas expresan la demanda energética para cubrir el consumo necesario de agua caliente, se obtiene aplicando la fórmula:

$$Q = m_1 \cdot c_e \cdot \Delta T$$

m_1 : masa.

c_e : calor específico del agua (1 cal/g °C o también: 4,18 J/g °C)

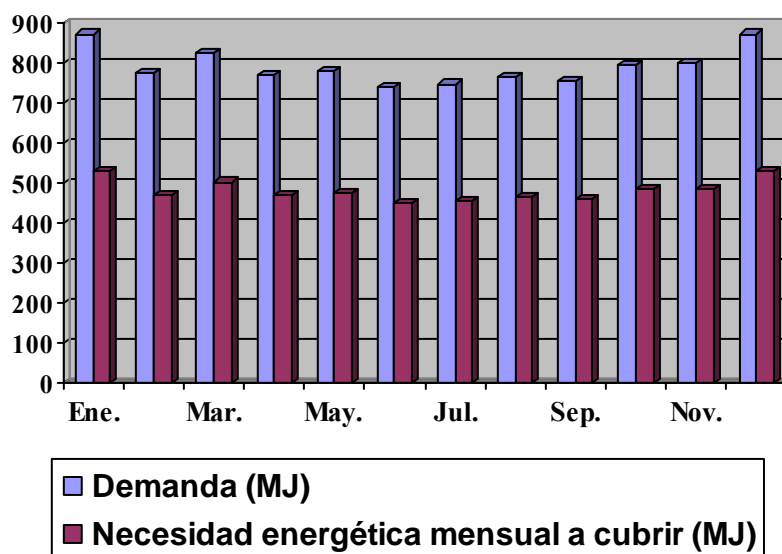
ΔT : salto térmico.

A.5.- Contribución solar mínima.

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales. En las tablas 2.1 y 2.2 del C.T.E. se indican, para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de agua caliente sanitaria (ACS) a una temperatura de referencia de 60 °C. En nuestro caso, por estar en S. Andrés del Rabanedo (Zona climática III) y por tener una demanda total de A.C.S. del edificio de entre 6000 y 7000 l / mes (consultar consumos de la vivienda apartado 1.6), se exige una **contribución solar mínima del 61% sobre el total necesario**, independientemente de la época del año.

Periodos	Demanda (MJ)	Criterio del 61%	Necesidad energética mensual (MJ)	Necesidad energética diaria (MJ)
Ene.	870,778	0,61	531,175	17,135
Feb.	772,464	0,61	471,203	16,828
Mar.	824,129	0,61	502,719	16,217
Abr.	767,448	0,61	468,143	15,605
May.	777,480	0,61	474,243	15,298
Jun.	737,352	0,61	449,785	14,993
Jul.	746,381	0,61	455,292	14,687
Ago.	761,930	0,61	464,777	14,993
Sep.	752,400	0,61	458,964	15,299
Oct.	793,023	0,61	483,744	15,605
Nov.	797,544	0,61	486,502	16,217
Dic.	870,778	0,61	531,175	17,135
Media	789,309		481,477	15,834
Total Anual	9471,707		5777,722	

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.



Gráfica A.1.- Representación de la demanda de A.C.S. y la cobertura mínima estipulada por la legislación vigente.

Para el cálculo ahora de la aportación de nuestro sistema solar térmico, lo primero es tomar de la tabla correspondiente, incluida al final del apartado de anexos de cálculos, la energía recibida del sol en una superficie horizontal o irradiación horizontal media, H, en MJ/m², para cada mes en la provincia de León (tabla 1, fila 27).

Al estar situada la vivienda en las afueras de la ciudad donde los niveles de polución son muy bajos, y al no advertirse obstáculo alguno que proyecte sombras sobre los colectores, no haremos corrección alguna del valor de H ya expresado. En caso de situarse en zonas de montaña o con atmósfera muy limpia se puede aplicar un coeficiente de corrección de 1,05 o de lo contrario disminuir el valor de H en zonas muy polucionadas con un coeficiente de 0,95. Además tampoco se observan otros factores como microclimas, nieblas o reflexión de superficies cercanas que puedan aumentar o disminuir la irradiación horizontal media calculada.

Para calcular el valor de la energía neta incidente, E, es necesario antes hallar el factor de corrección por inclinación, k. Con el valor de la latitud y la inclinación de los colectores buscamos en las tablas el valor de la corrección. Para la latitud del lugar, 42,6° por interpolación de los valores de 42° y 43 °. Así una vez hallados los valores de k para cada mes, obtendremos E simplemente multiplicando k por H; este es el valor de la energía total teórica que cabe esperar por metro cuadrado de colector. Debido a que no toda la radiación solar es aprovechada hay que afectar a dicho valor de un coeficiente corrector, vinculado a unas pérdidas que se han evaluado empíricamente aproximadamente en un 6%, por lo tanto el valor de la energía neta incidente por metro cuadrado valdrá:

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

Anejos.

La energía útil que aportará nuestro colector será: $\eta \cdot E$, a partir de ella se calcula el rendimiento de nuestros colectores, hay que recordar que el valor de rendimiento se puede aproximar por una recta, que nos suministrará el fabricante, y que es función de la temperatura de la placa absorbidora (t_m^a), de la temperatura ambiente (t_a^a), y de la intensidad incidente (I).

$$\eta = b - m \cdot (t_m^a - t_a^a) / I$$

En términos generales podemos decir que el factor “b” es el responsable de la cantidad de calor captado y el factor “m” el responsable de las pérdidas de calor. El rendimiento que puede proporcionarnos un colector térmico es la relación entre la energía que recibe y la que es capaz de captar. Para que esta relación tenga un valor alto han de cumplirse dos condiciones:

1ª- El colector debe tener gran facilidad para ser calentado por el sol y poca facilidad para perder el calor captado.

2ª- Las condiciones en que el colector desarrolla su trabajo deben ser propicias para una elevada captación.

En la ecuación de rendimiento de un colector térmico, el factor “b” es el que determina la facilidad que éste tiene para ser calentado por el sol.

El factor “m” determina la mayor o menor facilidad de ese colector para perder el calor captado.

La irradiancia (W/m^2), su temperatura interior y la temperatura ambiente forman el conjunto de condiciones de trabajo.

El origen de la curva que arroja la ecuación de rendimiento está determinado por el factor “b” y su pendiente por el factor “m”.

Pero también debemos hacer unas correcciones a este valor, ya que primero se ha supuesto que los rayos inciden perpendicularmente al colector, cosa que no ocurre en la realidad, y además hay efectos adversos debidos a la suciedad y envejecimiento de la cubierta. El conjunto de estas correcciones se engloba en un coeficiente de valor 0,94; de modo que el rendimiento que hay que considerar es:

$$\eta = 0.94 \cdot b - m \cdot (t_m^a - t_a^a) / I$$

Una vez corregido η , y hallado $\eta \cdot E$, debemos notar que el acumulador tiene unas pérdidas de calor. Se recomienda estimar unas pérdidas globales del 10% al estar situado éste en un recinto cerrado y calefactado.

Finalmente, podemos hallar el valor de la energía neta disponible al mes por metro cuadrado sin más que multiplicar la energía neta diaria por el número de días correspondientes a cada mes (aunque como nuestros datos se basan en facturas trimestrales, y el cálculo diario se ha considerado ya anteriormente con la media de 30 días por mes, seguiremos con este criterio también ahora). Por el hecho de la posibilidad de que la instalación se coloque a $S = 45^\circ$, también consideraremos esta posibilidad en los cálculos.

Los resultados para cada caso estudiado los podemos ver a continuación (considerando incidencia en un día medio de cada mes y teniendo en cuenta nuestra elección de modelo de captadores):

Anejos.

$$\eta = 0,94 \cdot 0,9471 - 6,725 \cdot (t_m - t_a) / I$$

considerando aquí $t_m = 60 \text{ }^\circ\text{C}$

Las inclinaciones que vamos a estudiar son:

Inclinación de 16,013°.

Inclinación de 40° (~ 39,997°).

Inclinación de 42,6°.

Inclinación de 45°.

Inclinación de 52,6°.

Para S = 16,013°

Periodos	Energía sobre superficie horizontal, H (MJ/m ²)	H corregida (MJ/m ²)	k para S=16,013°	Energía neta incidente, E (MJ/m ²)	Nº de horas de sol útiles	Intensidad neta incidente, I (W/m ²)
Ene.	5,8	5,8	1,226	6,684	8	232,083
Feb.	8,7	8,7	1,186	9,699	9	299,352
Mar.	13,8	13,8	1,136	14,736	9	454,815
Abr.	17,2	17,2	1,080	17,461	9,5	510,556
May.	19,5	19,5	1,046	19,173	9,5	560,614
Jun.	22,1	22,1	1,030	21,397	9,5	625,643
Jul.	24,2	24,2	1,046	23,794	9,5	695,731
Ago.	20,9	20,9	1,090	21,414	9,5	626,140
Sep.	17,2	17,2	1,160	18,755	9	578,858
Oct.	10,4	10,4	1,236	12,083	9	372,932
Nov.	7	7	1,286	8,462	8	293,819
Dic.	4,8	4,8	1,266	5,712	7,5	211,556
Media	14,3	14,3			8,917	
Total Anual				179,370		

Periodos	Temperatura ambiente (°C)	100·m·(t _m -t _a)/I	Rendimiento (%)	Aportación solar (MJ/m ²)	Energía neta disponible al día (MJ/m ²)	Energía neta disponible al mes (MJ/m ²)
Ene.	5	159,372	0,00	0,00	0,00	0,00
Feb.	6	121,312	0,00	0,00	0,00	0,00
Mar.	10	73,931	15,10	2,23	2,01	60,30
Abr.	12	63,225	25,80	4,50	4,05	121,50
May.	15	53,981	35,05	6,72	6,05	181,50
Jun.	19	44,071	44,96	9,62	8,66	259,80
Jul.	22	36,731	52,30	12,44	11,20	336,00
Ago.	22	40,814	48,21	10,32	9,29	278,70
Sep.	19	47,633	41,39	7,76	6,98	209,40
Oct.	14	82,951	6,08	0,73	0,66	19,80
Nov.	9	116,730	0,00	0,00	0,00	0,00
Dic.	6	171,657	0,00	0,00	0,00	0,00
Media	13,3					
Total Anual						1467,00

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

Para S = 40°.

Periodos	Energía sobre superficie horizontal, H (MJ/m ²)	H corregida (MJ/m ²)	k para S=40°	Energía neta incidente, E (MJ/m ²)	Nº de horas de sol útiles	Intensidad neta incidente, I (W/m ²)
Ene.	5,8	5,8	1,426	7,775	8	269,965
Feb.	8,7	8,7	1,322	10,811	9	333,673
Mar.	13,8	13,8	1,196	15,515	9	478,858
Abr.	17,2	17,2	1,066	17,235	9,5	503,947
May.	19,5	19,5	0,976	17,890	9,5	523,099
Jun.	22,1	22,1	0,946	19,652	9,5	574,620
Jul.	24,2	24,2	0,976	22,202	9,5	649,181
Ago.	20,9	20,9	1,086	21,336	9,5	623,860
Sep.	17,2	17,2	1,246	20,145	9	621,759
Oct.	10,4	10,4	1,432	13,999	9	432,068
Nov.	7	7	1,552	10,212	8	354,583
Dic.	4,8	4,8	1,532	6,912	7,5	256,000
Media	14,3	14,3			8,917	
Total Anual				183,684		

Periodos	Temperatura ambiente (°C)	100·m·(t ^a _m -t ^a _a)/I	Rendimiento (%)	Aportación solar (MJ/m ²)	Energía neta disponible al día (MJ/m ²)	Energía neta disponible al mes (MJ/m ²)
Ene.	5	137,009	0,00	0,00	0,00	0,00
Feb.	6	108,834	0,00	0,00	0,00	0,00
Mar.	10	70,219	18,81	2,92	2,63	78,90
Abr.	12	64,054	24,97	4,30	3,87	116,10
May.	15	57,852	31,18	5,58	5,02	150,60
Jun.	19	47,984	41,04	8,07	7,26	217,80
Jul.	22	39,365	49,66	11,03	9,93	297,90
Ago.	22	40,963	48,06	10,25	9,23	276,90
Sep.	19	44,346	44,68	9,00	8,10	243,00
Oct.	14	71,598	17,43	2,44	2,20	66,00
Nov.	9	96,726	0,00	0,00	0,00	0,00
Dic.	6	141,855	0,00	0,00	0,00	0,00
Media	13,3					
Total Anual						1447,20

Para S = 42,6°.

Periodos	Energía sobre superficie horizontal, H (MJ/m ²)	H corregida (MJ/m ²)	k para S=42,6°	Energía neta incidente, E (MJ/m ²)	Nº de horas de sol útiles	Intensidad neta incidente, I (W/m ²)
Ene.	5,8	5,8	1,434	7,818	8	271,458
Feb.	8,7	8,7	1,324	10,828	9	334,198

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

Mar.	13,8	13,8	1,191	15,450	9	476,852
Abr.	17,2	17,2	1,056	17,073	9,5	499,211
May.	19,5	19,5	0,960	17,600	9,5	514,620
Jun.	22,1	22,1	0,925	19,216	9,5	561,871
Jul.	24,2	24,2	0,960	21,838	9,5	638,538
Ago.	20,9	20,9	1,070	21,021	9,5	614,649
Sep.	17,2	17,2	1,241	20,064	9	619,259
Oct.	10,4	10,4	1,437	14,048	9	433,580
Nov.	7	7	1,568	10,317	8	358,229
Dic.	4,8	4,8	1,545	6,971	7,5	258,185
Media	14,3	14,3			8,917	
Total Anual				182,244		

Periodos	Temperatura ambiente (°C)	$100 \cdot m \cdot (t_m^a - t_a^a) / I$	Rendimiento (%)	Aportación solar (MJ/m ²)	Energía neta disponible al día (MJ/m ²)	Energía neta disponible al mes (MJ/m ²)
Ene.	5	136,255	0,00	0,00	0,00	0,00
Feb.	6	108,663	0,00	0,00	0,00	0,00
Mar.	10	70,515	18,51	2,86	2,57	77,10
Abr.	12	64,662	24,37	4,16	3,74	112,20
May.	15	58,806	30,22	5,32	4,79	143,70
Jun.	19	49,073	39,95	7,68	6,91	207,30
Jul.	22	40,021	49,01	10,70	9,63	288,90
Ago.	22	41,577	47,45	9,97	8,97	269,10
Sep.	19	44,525	44,50	8,93	8,04	241,20
Oct.	14	71,345	17,68	2,48	2,23	66,90
Nov.	9	95,742	0,00	0,00	0,00	0,00
Dic.	6	140,655	0,00	0,00	0,00	0,00
Media	13,3					
Total Anual						1406,4

Para S = 45°.

Periodos	Energía sobre superficie horizontal, H (MJ/m ²)	H corregida (MJ/m ²)	k para S=45°	Energía neta incidente, E (MJ/m ²)	Nº de horas de sol útiles	Intensidad neta incidente, I (W/m ²)
Ene.	5,8	5,8	1,442	7,862	8	272,986
Feb.	8,7	8,7	1,326	10,844	9	334,691
Mar.	13,8	13,8	1,186	15,385	9	474,846
Abr.	17,2	17,2	1,046	16,912	9,5	494,503
May.	19,5	19,5	0,946	17,340	9,5	507,018
Jun.	22,1	22,1	0,896	18,614	9,5	544,269
Jul.	24,2	24,2	0,946	21,520	9,5	629,240
Ago.	20,9	20,9	1,056	20,746	9,5	606,608
Sep.	17,2	17,2	1,236	19,984	9	616,790
Oct.	10,4	10,4	1,442	14,097	9	435,093
Nov.	7	7	1,582	10,410	8	361,458

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

Dic.	4,8	4,8	1,558	7,030	7,5	260,370
Media	14,3	14,3			8,917	
Total Anual				180,744		

Periodos	Temperatura ambiente (°C)	$100 \cdot m \cdot (t_m^a - t_a^a) / I$	Rendimiento (%)	Aportación solar (MJ/m ²)	Energía neta disponible al día (MJ/m ²)	Energía neta disponible al mes (MJ/m ²)
Ene.	5	135,492	0,00	0,00	0,00	0,00
Feb.	6	108,503	0,00	0,00	0,00	0,00
Mar.	10	70,812	18,21	2,80	2,52	75,6
Abr.	12	65,278	23,75	4,02	3,62	108,6
May.	15	59,687	29,34	5,09	4,58	137,4
Jun.	19	50,660	38,36	7,14	6,43	192,9
Jul.	22	40,612	48,41	10,42	9,38	281,4
Ago.	22	42,128	46,90	9,73	8,76	262,8
Sep.	19	44,703	44,32	8,86	7,97	239,1
Oct.	14	71,100	17,93	2,53	2,28	68,4
Nov.	9	94,887	0,00	0,00	0,00	0,00
Dic.	6	139,475	0,00	0,00	0,00	0,00
Media	13,3					
Total Anual						1366,20

Para $S = 52,6^\circ$.

Periodos	Energía sobre superficie horizontal, H (MJ/m ²)	H corregida (MJ/m ²)	k para $S=52,6^\circ$	Energía neta incidente, E (MJ/m ²)	Nº de horas de sol útiles	Intensidad neta incidente, I (W/m ²)
Ene.	5,8	5,8	1,452	7,916	8	274,861
Feb.	8,7	8,7	1,317	10,770	9	332,407
Mar.	13,8	13,8	1,156	14,996	9	462,840
Abr.	17,2	17,2	0,996	16,103	9,5	470,848
May.	19,5	19,5	0,878	16,094	9,5	470,585
Jun.	22,1	22,1	0,838	17,409	9,5	509,035
Jul.	24,2	24,2	0,880	20,018	9,5	585,322
Ago.	20,9	20,9	1,008	19,803	9,5	579,035
Sep.	17,2	17,2	1,252	20,242	9	624,753
Oct.	10,4	10,4	1,447	14,146	9	436,605
Nov.	7	7	1,605	10,56	8	366,667
Dic.	4,8	4,8	1,577	7,115	7,5	263,519
Media	14,3	14,3			8,917	
Total Anual				175,172		

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

Periodos	Temperatura ambiente (°C)	$100 \cdot m \cdot (t_m^a - t_a) / I$	Rendimiento (%)	Aportación solar (MJ/m ²)	Energía neta disponible al día (MJ/m ²)	Energía neta disponible al mes (MJ/m ²)
Ene.	5	134,568	0,00	0,00	0,00	0,00
Feb.	6	109,249	0,00	0,00	0,00	0,00
Mar.	10	72,649	16,38	2,46	2,21	66,30
Abr.	12	68,557	20,47	3,30	2,97	89,10
May.	15	64,308	24,72	3,98	3,58	107,40
Jun.	19	54,166	34,86	6,07	5,46	163,80
Jul.	22	43,660	45,37	9,08	8,17	245,10
Ago.	22	44,134	44,89	8,89	8,00	240,00
Sep.	19	44,133	44,89	9,09	8,18	245,40
Oct.	14	70,854	18,17	2,57	2,31	69,30
Nov.	9	93,539	0,00	0,00	0,00	0,00
Dic.	6	137,808	0,00	0,00	0,00	0,00
Media	13,3					
Total Anual						1226,4

De los resultados obtenidos se obtiene que la inclinación que mayor energía aporta por metro cuadrado es la de 16,013°, sin embargo se escoge una inclinación para el campo de colectores de 45° fundamentalmente porque, aun ofreciendo un rendimiento ligeramente mayor, la diferencia es lo suficientemente pequeña como para tomar en consideración otros motivos como son:

- Una mejor distribución de energías a lo largo del año ya que es más homogénea que en el caso de 16,013°, esto se debe a que al aumentar la inclinación favorecemos la captación en los meses de invierno, justamente cuando nos es más necesario. Y las razones por las que no tomamos otros ángulos de inclinación son:

- (*Motivo de tipo constructivo*). Es que se debe a la facilidad y rapidez para construir una estructura soporte con una inclinación de exactamente 45°.

- (*Motivo por necesidades energéticas*). En el caso particular de León es más normal la prolongación del tiempo típico invernal hasta llegado Marzo que no el adelantamiento de las heladas por Octubre, por ello es preferible tener para nuestra instalación un mayor rendimiento en Marzo que en Octubre, en todos los casos menos en el último conseguimos esto, por ello desechamos la posibilidad de la inclinación de 52,6° que nos sugiere los C.T.E., pero por el condicionante de tener una inclinación mínima de 45° para evitar el estancamiento de nieves no escogemos tampoco ángulos de inclinación menores.

Por lo tanto definitivamente recomendamos una inclinación que a parte de estar comprendida entre los márgenes establecidos, comentados anteriormente, por los C.T.E., estén además incluidos en el margen de valores entre 45° y $S_{\text{ópt.}} = 52,6^\circ$,

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

donde las pérdidas por orientación e inclinación son perfectamente asumibles. Y nos decantaremos por una inclinación que se acerque más a los 45° debido a que así podremos aprovechar para colocar los paneles incluidos en la cubierta con total seguridad hacia posibles filtraciones a través del tejado o generación de condensaciones por generación de un puente térmico; de esta manera la instalación será realizada en la parte de la cubierta con pendiente denominada como S₂ lo que generará una protección añadida a los paneles sobre gran parte de los vientos dominantes en la provincia de León.

Las dimensiones en esta parte de la cubierta, en principio, no deben suponer un problema ya que existen colectores con dimensiones muy dispares, escogeremos los que más nos convengan. La colocación en esta parte de la cubierta además tiene el añadido de tener la ventaja de disponer de un acceso rápido desde las ventanas del desván hacia los paneles lo que posibilita una mejor visión para su correcto mantenimiento y cuidado, derivándose éstas en otros beneficios como el de poder tapar, desde las mismas, cierta parte de los colectores (ejemplo de medida propuesta por los C.T.E.) para aquellas épocas del año en que no se necesita el total de la superficie colectora instalada (por ejemplo en verano).

A.6.- Cálculo del número de paneles solares.

En este punto ya estamos en disposición de calcular el área de la superficie colectora necesaria. Para ello dividimos la suma de todos los valores de la demanda energética de la vivienda a lo largo de un año por la suma de todos los valores de la energía neta disponible por cada mes (MJ/m²) a lo largo del mismo año que ha sido objeto de estudio:

Pero deberemos antes considerar una última corrección, la debida a pérdidas por inclinación y orientación que para los planos con orientación de 45° hemos estimado en: 2,24%.

$$\text{Energía neta disponible: } 1366,20 - 1366,20 \cdot 2,24\% = 1335,597 \text{ MJ/m}^2.$$

Obteniendo por lo tanto:

$$\text{Superficie de colectores} = 5777,722 \text{ MJ} / 1335,597 \text{ MJ/m}^2.$$

$$\text{Superficie de colectores} = 4,326 \text{ m}^2.$$

Y debido a que disponemos de unos colectores con una superficie efectiva tridimensional de: 2,538 m² (esta superficie se consigue gracias a 6.030 medias esferas embutidas quedando el área de toda la superficie aumentada en un 37% más) podremos obtener el número de colectores necesarios:

$$\text{N}^\circ \text{ de colectores} = 4,326 \text{ m}^2 / 2,538 \text{ m}^2/\text{panel}.$$

Nº de colectores ≈ 1,704 paneles y como estos no se pueden partir **pondremos 2 paneles.**

Anejos.

En la determinación de la superficie de captación el R.I.T.E. en su I.T.E. 10.1.3.2 establece los siguientes márgenes de superficie de captación:

$$1,25 < 100 A / M < 2$$

Esta disposición nos da problemas con el cumplimiento de los C.T.E. Para cumplir esta exigencia del R.I.T.E. necesitaríamos disminuir la superficie de captación, lo que implicaría una disminución significativa de la cobertura proporcionada por la instalación. Esta sería menor del 50%, que es el mínimo exigible a instalaciones de producción de A.C.S. en León. Dadas estas condiciones se a optado por seguir sugiriendo la colocación de dos colectores, ya que aun incumpliendo el R.I.T.E., obtenemos una cobertura solar aceptable que permitirá un ahorro energético considerable, cumpliendo además los C.T.E.

A.7.- Cobertura de los paneles solares.

Para realizar el cálculo de la demanda energética recurriremos al sistema anteriormente, expuesto en el apartado correspondiente a la demanda energética, mediante el cálculo mensual y total de:

$$\text{Demanda (Q)} = m_1 \cdot c_e \cdot \Delta T$$

Donde:

m_1 : masa.

c_e : calor específico del agua (1 cal/g °C o también: 4,18 J/g °C)

ΔT : salto térmico entre temperatura tomada como referencia: 60 °C y la temperatura del agua de la red.

En cambio para realizar el cálculo de la energía neta aportada por el sistema solar vamos a realizar un desarrollo más exhaustivo. Esto se debe a que nuestra instalación solar, como ya dijimos, no va a aportar la totalidad de la energía necesaria para calentar el agua hasta los 60 °C, sino que va a realizar una función de precalentamiento hasta una temperatura inferior a la de diseño, siendo el sistema convencional o auxiliar el que se ocupe de alcanzar la temperatura de diseño en aquellas épocas en que el sistema solar no alcance dicha temperatura. De este modo, al estar trabajando nuestro campo de colectores a una temperatura inferior a la de 60 °C, su rendimiento será mayor que en el caso habitual en que obligamos a aportar toda la energía al sistema solar.

La aportación solar mensual vendrá dada por la expresión:

$$A_{\text{solar}}(\text{MJ}) = E \cdot \eta \cdot S \cdot n$$

Donde:

E : es la aportación solar diaria en MJ/m².

η : es el rendimiento de los colectores.

S : es la superficie de captación en m².

n : es el número de días.

Sustituyendo el rendimiento por el valor de su expresión tenemos:

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

$$\text{Aportación solar mensual (MJ)} = E \cdot [0,94 \cdot b - m \cdot (T + 6 - t_a) / I] \cdot S$$

Donde:

E: es la aportación solar en MJ/m².

b: parámetro del colector dado por el fabricante.

m: parámetro del colector dado por el fabricante.

T: es la temperatura del agua del acumulador.

Nota: Darse cuenta de que T + 6 es la temperatura correspondiente al colector.

El regulador se coloca de modo que impida el funcionamiento del sistema para una diferencia de temperaturas entre colector y acumulador inferior a 6 °C.

t_a: es la temperatura ambiente (°C).

I: es la intensidad de radiación incidente (W/m²).

S: es la superficie de captación. En nuestro caso al hacer el estudio por metro cuadrado tomaremos su valor igual a uno.

Por lo tanto toda la energía aportada por la instalación solar precalentará el agua consumida. Esto es, la energía solar consumida seguirá la expresión ya conocida:

$$\text{Demanda (Q)} = m_1 \cdot c_e \cdot (T - t_{red}^a)$$

Donde:

m₁: masa de agua precalentada, que será igual al volumen de agua demandada (m³).

c_e: calor específico del agua (1 cal/g °C o también: 4,18 J/g °C)

T: es la temperatura del agua del acumulador (°C)

t_{red}^a: es la temperatura del agua de red (°C)

Como tanto la energía aportada por la instalación solar como la energía consumida de la energía solar en concepto de aumento de temperatura, deben ser iguales, podemos también igualar sus expresiones, así pues:

$$E \cdot S \cdot [0,94 \cdot b - m \cdot (T + 6 - t_a) / I] = m_1 \cdot C_e \cdot (60^\circ - t_{red}^a)$$

Al despejar T resulta:

$$E \cdot S \cdot [0,94 \cdot b - m \cdot (6 - t_a) / I] - E \cdot S \cdot m \cdot T / I = m_1 \cdot C_e \cdot (T - t_{red}^a)$$

$$E \cdot S \cdot [0,94 \cdot b - m \cdot (6 - t_a) / I] = E \cdot S \cdot m \cdot T / I + m_1 \cdot C_e \cdot (T - t_{red}^a)$$

$$E \cdot S \cdot [0,94 \cdot b - m \cdot (6 - t_a) / I] = E \cdot S \cdot m \cdot T / I + m_1 \cdot C_e \cdot T - m_1 \cdot C_e \cdot t_{red}^a$$

$$E \cdot S \cdot [0,94 \cdot b - m \cdot (6 - t_a) / I] + m_1 \cdot C_e \cdot t_{red}^a = [(E \cdot S \cdot m / I) + m_1 \cdot C_e] \cdot T$$

Y finalmente:

$$T = E \cdot S \cdot [0,94 \cdot b - m \cdot (6 - t_a) / I] + m_1 \cdot C_e \cdot t_{red}^a / [(E \cdot S \cdot m / I) + m_1 \cdot C_e]$$

Conocida ahora la temperatura media del acumulador para cada mes y, por tanto, también la del colector podemos calcular la energía neta aportada por la instalación solar (en MJ/m²) para así determinar, finalmente, aporte solar correspondiente a cada superficie colectora:

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

Para S = 45°.

Periodos	Energía sobre superficie horizontal, H (MJ/m ²)	H corregida (MJ/m ²)	k para S=45°	Energía neta incidente, E (MJ/m ²)	Nº de horas de sol útiles	Intensidad neta incidente, I (W/m ²)
Ene.	5,8	5,8	1,442	7,862	8	272,986
Feb.	8,7	8,7	1,326	10,844	9	334,691
Mar.	13,8	13,8	1,186	15,385	9	474,846
Abr.	17,2	17,2	1,046	16,912	9,5	494,503
May.	19,5	19,5	0,946	17,340	9,5	507,018
Jun.	22,1	22,1	0,896	18,614	9,5	544,269
Jul.	24,2	24,2	0,946	21,520	9,5	629,240
Ago.	20,9	20,9	1,056	20,746	9,5	606,608
Sep.	17,2	17,2	1,236	19,984	9	616,790
Oct.	10,4	10,4	1,442	14,097	9	435,093
Nov.	7	7	1,582	10,410	8	361,458
Dic.	4,8	4,8	1,558	7,030	7,5	260,370
Media	14,3	14,3			8,917	
Total Anual				180,744		

Periodos	T ^a _{red} (°C)	T ^a ambiente (°C)	T ^a de acumulación (°C)	Rendimiento (%)
Ene.	4	5	10,80	74,74
Feb.	5	6	14,61	71,73
Mar.	7	10	21,51	72,73
Abr.	9	12	25,36	70,86
May.	10	15	27,42	72,55
Jun.	11	19	30,47	74,86
Jul.	12	22	34,75	75,40
Ago.	11	22	33,06	76,77
Sep.	10	19	30,55	76,43
Oct.	9	14	23,23	74,76
Nov.	7	9	16,80	74,52
Dic.	4	6	10,23	78,10
Media	8,3	13,3		

Periodos	Aportación solar (MJ/m ²)	Energía neta disponible al día (MJ/m ²)	Energía neta disponible al mes (MJ/m ²)	Energía neta corregida (-2,24%) (MJ/m ²)
Ene.	5,88	5,29	158,70	155,15
Feb.	7,78	7,00	210,00	205,30
Mar.	11,19	10,07	302,10	295,33
Abr.	11,98	10,78	323,40	316,16
May.	12,58	11,32	339,60	331,99
Jun.	13,93	12,54	376,20	367,77
Jul.	16,23	14,61	438,30	428,48
Ago.	15,93	14,34	430,20	420,56

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

Sep.	15,27	13,74	412,20	402,97
Oct.	10,54	9,49	284,70	278,32
Nov.	7,76	6,98	209,40	204,71
Dic.	5,49	4,94	148,20	144,88
Media				
Total Anual			3633	3551,62

Periodos	Demanda (MJ)	Necesidad energética mensual criterio del 61% (MJ)	Energía neta disponible al mes (MJ/m²)	S_{colectora} necesaria según cada mes (m²)	Paneles solares necesarios
Ene.	870,778	531,175	155,15	3,42	1,35 ~ 2
Feb.	772,464	471,203	205,30	2,30	0,91 ~ 1
Mar.	824,129	502,719	295,33	1,70	0,67 ~ 1
Abr.	767,448	468,143	316,16	1,48	0,58 ~ 1
May.	777,480	474,243	331,99	1,43	0,56 ~ 1
Jun.	737,352	449,785	367,77	1,22	0,48 ~ 1
Jul.	746,381	455,292	428,48	1,06	0,42 ~ 1
Ago.	761,930	464,777	420,56	1,11	0,44 ~ 1
Sep.	752,400	458,964	402,97	1,14	0,45 ~ 1
Oct.	793,023	483,744	278,32	1,73	0,68 ~ 1
Nov.	797,544	486,502	204,71	2,38	0,94 ~ 1
Dic.	870,778	531,175	144,88	3,67	1,45 ~ 2
Total Anual	9471,707	5777,722	3551,62		

Periodos	Demanda (MJ)	Necesidad energética mensual criterio del 61% (MJ)	E_{neto} disponible al mes (MJ/m²)	E_{disponible} al mes (2 paneles) (MJ)	E_{aportada} respecto del total (2 paneles) (%)
Ene.	870,778	531,175	155,15	787,54	90,44
Feb.	772,464	471,203	205,30	1042,10	134,91
Mar.	824,129	502,719	295,33	1499,10	182,90
Abr.	767,448	468,143	316,16	1604,83	209,11
May.	777,480	474,243	331,99	1685,18	216,75
Jun.	737,352	449,785	367,77	1866,80	253,18
Jul.	746,381	455,292	428,48	2174,96	291,40
Ago.	761,930	464,777	420,56	2134,76	280,18
Sep.	752,400	458,964	402,97	2045,48	271,86
Oct.	793,023	483,744	278,32	1412,75	178,15
Nov.	797,544	486,502	204,71	1039,11	130,29
Dic.	870,778	531,175	144,88	735,41	84,45
Total Anual	9471,707	5777,722	3551,62		

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

Periodos	Demanda (MJ)	Necesidad energética mensual criterio del 61% (MJ)	E_{neta} disponible al mes (MJ/m ²)	$E_{disponible}$ al mes (1 panel) (MJ)	$E_{aportada}$ respecto del total (1 panel) (%)
Ene.	870,778	531,175	155,15	393,77	45,22
Feb.	772,464	471,203	205,30	521,05	67,45
Mar.	824,129	502,719	295,33	749,55	90,95
Abr.	767,448	468,143	316,16	802,41	104,56
May.	777,480	474,243	331,99	842,59	108,37
Jun.	737,352	449,785	367,77	933,40	127,56
Jul.	746,381	455,292	428,48	1087,48	145,70
Ago.	761,930	464,777	420,56	1067,38	140,09
Sep.	752,400	458,964	402,97	1022,74	135,93
Oct.	793,023	483,744	278,32	706,37	89,07
Nov.	797,544	486,502	204,71	519,55	65,14
Dic.	870,778	531,175	144,88	367,71	42,23
Total Anual	9471,707	5777,722	3551,62		

Los paneles elegidos tienen un rendimiento muy bueno, tal vez, incluso algo excesivo para la aplicación del actual reglamento, ahora la mayoría de los diseños de los futuros paneles solares caminan en torno al aprovechamiento máximo intentando mantener las dimensiones de modelos más antiguos o inclusive reduciendo las mismas.

Como podemos ver en los anteriores cálculos la mayor parte del año nos sirve con una distribución de entorno a 2,538 m² de superficie captadora (1 panel), necesitando algo más en invierno y debiendo inclusive reducir algo en verano (superando con creces el 61 % exigido por la ley). Por lo tanto como dijimos antes, nuestro rendimiento será mayor que el previsto inicialmente, generando un exceso de energía disponible durante muchos momentos del año, esta posibilidad ya es contemplada en los C.T.E. y en ellos se dice textualmente:

<<Con independencia del uso al que se destine la instalación, en el caso de que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110 % de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100 %, se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

- a) dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario);
- b) tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador);
- c) vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento;
- d) desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes. >>

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

Contemplando esto, hay dos medidas que recomendamos sobre las demás, que son el tapado parcial de la superficie de colectores y el desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones.

Otra opción posible sería la utilización de otro tipo de colectores solares que tuvieran un peor rendimiento, evitando posiblemente la necesidad de tapar los colectores en ciertos momentos del año, no obstante, si se prefieren estos paneles y la familia (promotor) no desea realizar de momento más inversiones, recomendamos manteniendo la elección tomada, aplicar luego como medida, el tapado parcial de colectores; adoptaremos en principio la solución más cómoda y barata a corto plazo, pero no cabe desdeñar la idea de que en su momento podemos querer invertir más en nuestro hogar y hacer que estos excedentes hoy, mañana sean aprovechados como apoyo al sistema de calefacción de la vivienda, por ejemplo. Y si estos no fueran suficientes para la amortización de la futura instalación siempre habría la posibilidad de la instalación de posiblemente uno o dos paneles solares más.

A.8.- Ahorro energético.

Suponiendo por tanto:

- Tapado de paneles cuando el porcentaje de contribución real > 110 %.
- Energía aportada con ese tapado parcial.
- Comparación de la energía obtenida con la demanda total puesto que hemos visto que el 61 % lo superamos ampliamente en cualquier momento del año.
- Enero y Diciembre no necesitarán tapado de paneles, Febrero y Noviembre necesitarán el tapado de un panel y el resto del año el de panel y medio.
- Estos son datos orientativos, cabe decir que se recomienda hablar con el fabricante para escuchar sus consejos y comprobar que realmente sus paneles tienen las características aquí citadas.

Procederemos a expresar el ahorro energético:

Periodos	Demanda (MJ)	Necesidad energética mensual criterio del 61% (MJ)	E_{neto} disponible al mes (MJ/m²)	Paneles sin tapar	E_{disponible} al mes (MJ)	E_{aportada} respecto del total (%)	Déficit de energía (MJ)
Ene.	870,778	531,175	155,15	2	787,54	90,44	83,24
Feb.	772,464	471,203	205,30	1 + 1/3	694,74	89,94	77,72
Mar.	824,129	502,719	295,33	1	749,55	90,95	74,58
Abr.	767,448	468,143	316,16	3/4	601,81	78,42	165,64
May.	777,480	474,243	331,99	3/4	631,94	81,28	145,54
Jun.	737,352	449,785	367,77	3/4	700,05	94,94	37,30
Jul.	746,381	455,292	428,48	2/3	724,99	97,13	21,39
Ago.	761,930	464,777	420,56	2/3	711,59	93,39	50,34
Sep.	752,400	458,964	402,97	2/3	681,83	90,62	70,57
Oct.	793,023	483,744	278,32	1	706,38	89,07	86,64
Nov.	797,544	486,502	204,71	1 + 1/2	779,33	97,72	18,21
Dic.	870,778	531,175	144,88	2	735,41	84,45	135,37
Total Anual	9471,707	5777,722	3551,62		8505,16		966,54

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

Por lo tanto tenemos que el ahorro energético anual será de:

$$8505,16 \text{ MJ} \sim 2362,54 \text{ kW} \cdot \text{h}.$$

Aunque considerando que la instalación no trabajará nunca al 100 % y suponiendo el rendimiento óptimo del 90 % (especificaciones del fabricante), tendremos:

$$2362,54 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot 0,9 = 2126,29 \text{ kW} \cdot \text{h}.$$

Considerando que la instalación convencional consumía para calefacción + A.C.S. unos 2000 l de combustible (gasóleo) al año y que de ahí se puede considerar un consumo de aproximadamente 200 l sólo para A.C.S. y sabiendo que el precio del combustible tiene un valor actual medio de 0,65 € / l. podemos deducir que estos 2126, 29 kW · h ahorrados suponen un ahorro de unos 179 l de combustible al año, unos 117 € / año.

Aunque en el estudio económico que presentamos en el proyecto se detallan otras variables que influirán directamente en la amortización de la instalación.

A.9.- Dimensionamiento del subconjunto de almacenamiento.

La dimensión de los tanques deberá ser proporcional al consumo, cubriendo la demanda de uno o dos días.

Existe una relación entre la superficie de captación y el tamaño del acumulador, de tal modo que grandes superficies de captación con acumuladores pequeños implicará poco agua pero a una temperatura alta y por tanto menos eficiencia en la captación, mientras que superficies pequeñas de captación con grandes acumuladores implican una gran cantidad de agua pero a una temperatura media con mayor necesidad de apoyo energético exterior.

En general se suele dimensionar con criterios de equilibrio y para los niveles de radiación en España, se utilizan los siguientes principios:

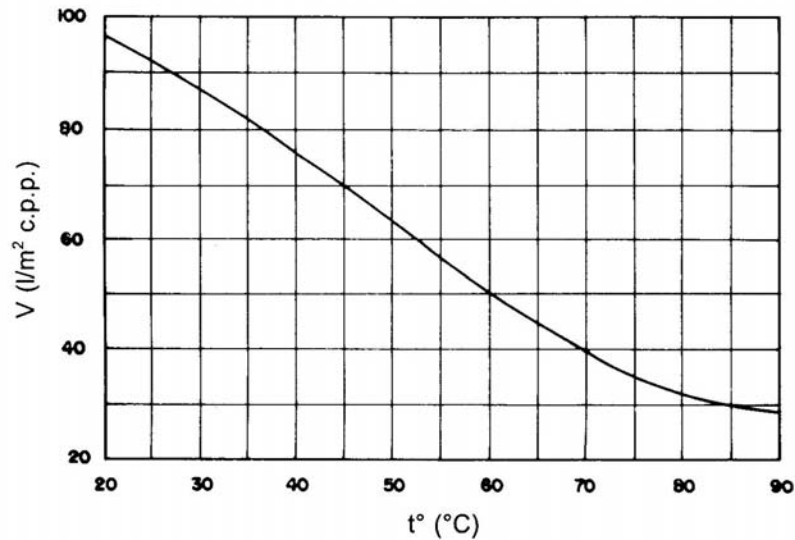
- En función de la superficie captadora. Se suele tomar como valor óptimo en torno a 70 l / m² de superficie captadora.

Tomando este criterio obtendríamos un volumen de acumulación de:

$$70 \text{ l} / \text{m}^2 \cdot 5,076 \text{ m}^2 = 355,32 \text{ l}.$$

- En función de la temperatura de utilización requerida. Se puede seguir el siguiente gráfico para determinarlo:

Anejos.



Gráfica A.2.- Gráfica de determinación del volumen del depósito en función de la tª de acumulación.

Con este criterio se llega a un valor de $V = 50 \text{ l / m}^2$, por lo tanto:

$$50 \text{ l / m}^2 \cdot 5,076 \text{ m}^2 = 253,8 \text{ l.}$$

- En función del desfase entre captación, almacenamiento y consumo. Así, para una coincidencia entre periodos de captación y consumo se toman valores entre 35 y 50 l / m². Para desfases, no superiores a 24 horas, se toman valores entre 60 y 90 l / m². Finalmente, para períodos superiores a 24 horas e inferiores a 72 se toma un volumen comprendido entre 75 y 150 l / m².

En nuestro caso el valor óptimo estaría entre los 50 l / m², por haber coincidencia en algunas horas entre aporte y consumo, y los 70 l / m². Con estas premisas los volúmenes de almacenamiento que resultan se sitúan entre los: 253,8 l y 355,32 l.

- En función de los m² de paneles solares instalados (R.I.T.E.). De tal forma que el volumen del depósito acumulador por cada m² instalado debe ser igual o menor de 80 l, por lo tanto como mucho deberíamos poner:

$$80 \text{ l / m}^2 \cdot 5,076 \text{ m}^2 = 406,08 \text{ l.}$$

- En función de lo que aconseja los C.T.E. para la aplicación de A.C.S., el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V / A < 180$$

Donde:

A: es la suma de las áreas de los captadores [m²].

V: es el volumen del depósito de acumulación solar [litros].

Anejos.

Por lo que los límites aconsejados serán:

$$50 < V / 5,076 < 180; 253,8 < V < 913,68 \text{ l.}$$

Pero el volumen de agua consumido diariamente, ronda:

$$30 \text{ [l / persona \cdot día]} \cdot 4 \text{ [personas]} = 120 \text{ l.}$$

Siendo por tanto un volumen de acumulación de 150 l para una familia de cuatro personas aceptable. Si además tenemos en cuenta que el rendimiento de los paneles hace más lógico la consideración de un panel solar la mayor parte del año y que por tanto podríamos estar hablando de un volumen de acumulación de:

$$50 \text{ l / m}^2 \cdot 2,538 \text{ m}^2 = 126,9 \text{ l.}$$

Aunque aplicándole el muy extendido criterio del 40 %, tendríamos entonces:

$$126,9 + 126,9 \cdot 40 \% = 177,66 \text{ l.}$$

Por tanto, viendo todas las recomendaciones y el consumo familiar, es mi consejo la instalación de un volumen total de acumulación solar de **200 litros**.

La opción de colocar un único depósito acumulador donde se caliente el agua con el intercambiador proveniente de la instalación solar y con el intercambiador de la caldera de gasoleo no lo permiten los C.T.E., ya que consideran que puede tomar la energía del sistema de apoyo, disminuyendo así el ahorro energético previsto inicialmente, de ahí que nuestra elección será la de la colocación de dos depósitos, uno de recepción de energía térmica solar de 200 l. y otro de recepción de energía de la caldera, que será el depósito de 90 l. que ya dispone la familia por la instalación actual.

A.10.- Subconjunto de termotransferencia.

A.10.1.- Intercambiador.

En este proyecto se utilizará un intercambiador-acumulador con serpentín.

Las características más importantes que se suelen considerar son:

- Eficacia > 0,7.
- Rendimiento \geq 95 %.
- Superficie útil de intercambio:

La superficie útil de intercambio para el calentamiento del agua del acumulador suele estar comprendida entre 1/5 y 1/3 de la superficie útil de los colectores.

En nuestro caso la superficie colectora es de 5,076 m² por lo que el intercambiador deberá tener una superficie comprendida entre: 1,015 y 1,692 m².

Pero para el caso de intercambiador incorporado al acumulador, los C.T.E. aconsejan una relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15, por lo que deberíamos tener según los códigos, una superficie útil >0,762 m². Si seguimos los anteriores márgenes,

Anejos.

cumpliríamos sobradamente el valor recomendado por los códigos, no obstante comprobaremos los márgenes disponibles en el mercado.

Los códigos además nos dicen que si en una instalación a medida sólo se usa un intercambiador entre el circuito de captadores y el acumulador (caso que aconsejamos), la transferencia de calor del intercambiador de calor por unidad de área de captador no debería ser menor que $40 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{°K}$. Será otra variable que influirá en la elección del modelo intercambiador.

A.10.2.- Fluido caloportador.

El fluido caloportador tendrá un calor específico no inferior a $3 \text{ kJ} / \text{kg} \cdot \text{°K}$ ($0,72 \text{ kcal} / \text{kg} \cdot \text{°C}$), en 5 °C por debajo de la mínima histórica registrada en la zona, con objeto de no producir daños en el circuito primario de captadores por heladas. Así, para la provincia de León la mínima histórica es de -18 °C , por lo que deberemos calcular la cantidad de anticongelante para -23 °C . A partir de las curvas de congelación podemos hallar la proporción en volumen de propilenglicol (también llamado glicol-propilénico) o etilenglicol necesarias. Si usamos propilenglicol el porcentaje en peso necesario de éste es de entorno a un 43 %, mientras que si usamos etilenglicol el porcentaje de anticongelante se reduce a un 39 %, ver gráfica 1.

Definitivamente el anticongelante utilizado será propilenglicol, debido a su mejor rendimiento para esta instalación y al cumplimiento de las siguientes características:

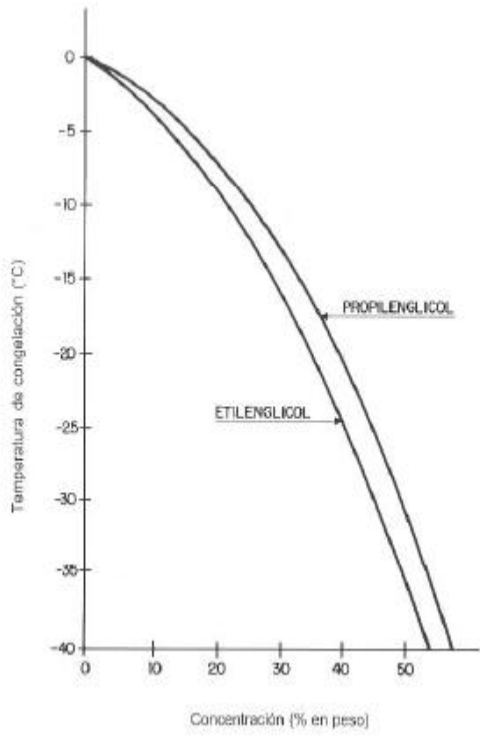
- El calor específico de la mezcla será aproximadamente de $0,91 \text{ kcal} / \text{kg} \cdot \text{°C}$ a 45 °C y de $0,92 \text{ kcal} / \text{kg} \cdot \text{°C}$ a 60 °C , y para el rango de temperaturas de trabajo (incluyendo temperatura 5 °C por debajo de la mínima histórica), en ningún momento el calor específico es inferior a $0,72 \text{ kcal} / \text{kg} \cdot \text{°C}$ tal y como indican las especificaciones técnicas (Gráfica 4).

- El fluido de trabajo tendrá un pH a 20 °C entre 5 y 9, y un contenido en sales que se ajustará a los señalados en los puntos reflejados en los C.T.E.

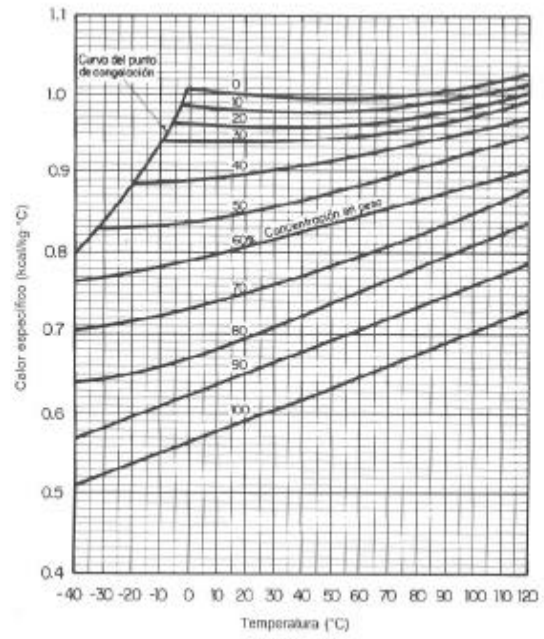
La viscosidad de la mezcla será igual a 1,8 centipoises a una temperatura de 45 °C y a 0,95 a 60 °C , ver gráfica 3.

En las gráficas 6 y 7 podemos hallar otras características de la mezcla tales como conductividad térmica y densidad.

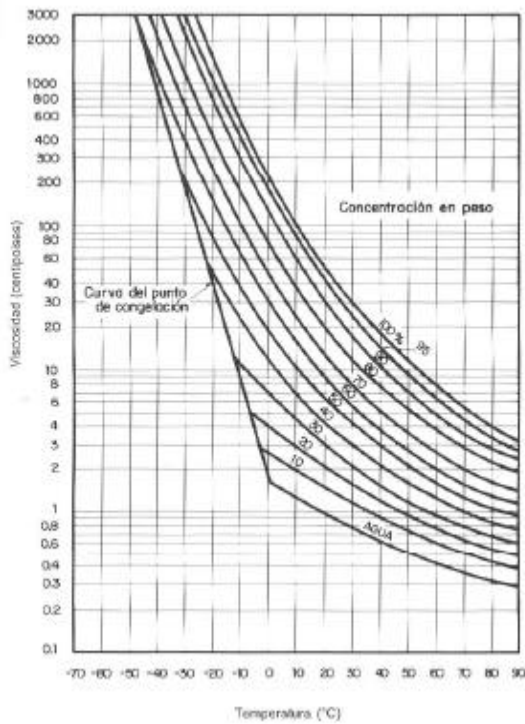
Anejos.



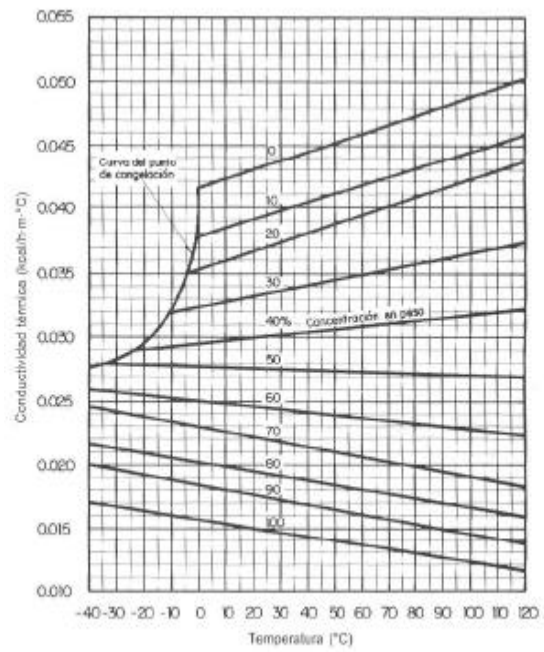
Gráfica A.3.



Gráfica A.4.



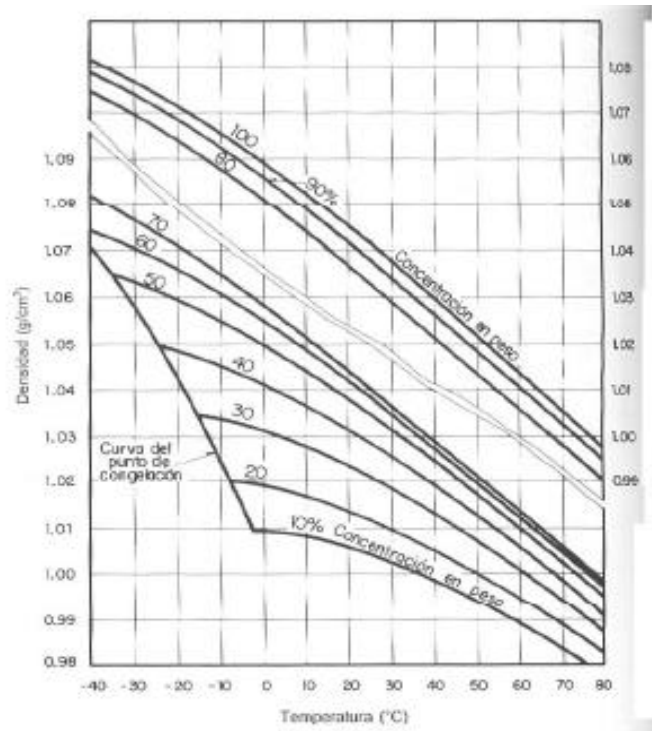
Gráfica A.5.



Gráfica A.6.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.



Gráfica A.7.

A.10.3.- Conducciones.

Los principios de cálculo para estas instalaciones son los mismos que para las instalaciones convencionales.

El caudal del fluido estará comprendido entre 1,2 l / s y 2 l / s por cada 100 m² de red de captadores. (En las instalaciones en las que los captadores estén conectados en serie, el caudal de la instalación se obtendría aplicando el criterio anterior y dividiendo el resultado por el número de captadores conectados en serie (C.T.E.), que no es nuestro caso). No obstante el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (R.I.T.E.) y sus instrucciones técnicas complementarias (I.T.E.), dicen que el valor del caudal de fluido caloportador por cada 100 m² superficie de colector debe estar entre: 1,2 l / s y 1,6 l / s.

$$1,2 \text{ [l / s]} \cdot 100 \text{ [m}^2\text{]} < q < 1,6 \text{ [l / s]} \cdot 100 \text{ [m}^2\text{]}$$

Que por unidad de superficie y hora sería:

$$43,2 \text{ [l / h} \cdot \text{m}^2\text{]} < q < 57,6 \text{ [l / h} \cdot \text{m}^2\text{]}$$

Dimensionando las conducciones para un caudal de: 45 l / h · m².

El caudal total del circuito primario en m³ sería:

$$C = 45 \text{ [l / h} \cdot \text{m}^2\text{]} \cdot \text{Superficie colectora}$$

$$C = 45 \cdot 5,076 / 1000 = 0,228 \text{ m}^3 / \text{h} = 6,35 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{s}$$

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

Por otro lado, sabemos que el fabricante de nuestros paneles solares ha realizado ensayos con los mismos manteniendo caudales medios de 2,7 l / min. Vemos a continuación si con este valor cumpliríamos la normativa:

(Nota: Para fluidos caloportadores que no sean agua debemos dividir el valor del caudal recomendado por el del calor específico correspondiente.)

$$C = 2,70 \text{ [l / min.} \cdot \text{colector]} / c_e \text{ [kcal / kg} \cdot \text{°C]} = 2,70 / 0,91 = 2,96 \text{ l / min.} \cdot \text{colector}$$

$$C = 2,96 \text{ [l / min.} \cdot \text{colector]} \cdot 2 \text{ [paneles]} = 5,93 \text{ l / min.} = 356 \text{ l / h} = 0,356 \text{ m}^3 / \text{h} = 9,89 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{s}.$$

Vemos que el caudal medio con el que ha ensayado el fabricante supera el límite máximo recomendado por los C.T.E., será un valor que obviamente no consideraremos.

No obstante el valor del caudal aconsejado por el fabricante oscila entre los valores de 120 y 150 l / h · colector, sabiendo que el caudal recomendado por los C.T.E., con los paneles de que disponemos, tendría que estar entre los valores de 109,64 y 146,19 l / h, consideramos que podemos aumentar un poco el caudal supuesto inicialmente, para que los rendimientos que cumplen los paneles solares con este caudal recomendado se acerquen lo máximo posible a los que obtengamos en la realidad. Aumentaremos el caudal considerado para el diseño hasta 55 l / h · m², por lo que obtendremos un caudal de:

$$C = 55 \cdot 5,076 / 1000 = 0,279 \text{ m}^3 / \text{h} = 7,76 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{s}$$

Las conducciones usadas para esta instalación serán de cobre.

El diámetro de tubería se calculará para cada uno de los tramos mediante la fórmula:

$$D = j \cdot C^{0,35}$$

Donde:

D: es el diámetro de la tubería en cm.

C: es el caudal en m³ / h.

J: vale 2,2 para tuberías metálicas.

Hemos despreciado la diferencia entre caudal másico y volumétrico ya que los valores obtenidos apenas varían al ser la densidad de la mezcla cercana a 1 g / cm³.

Sustituyendo el valor del caudal en la primera expresión resulta:

$$D = 2,2 \cdot 0,279^{0,35} = 1,41 \text{ cm} = 14,1 \text{ mm}$$

El diámetro comercial interior más cercano (en exceso) es de 16,5 mm con un diámetro exterior de 18 mm (tabla 6).

Longitudes y diámetros de los tramos de tuberías del circuito primario:

Tramos	Longitud (m)	Ø interior (mm)	Ø exterior (mm)
1	0,200	16,5	18
2	0,500	16,5	18
3	10,218	16,5	18
4	2,000	25,0	28
5	0,600	25,0	28
6	1,540	16,5	18
7	0,300	16,5	18
8	1,540	16,5	18
9	0,300	16,5	18
10	8,478	16,5	18
11	1,000	16,5	18
Total	28,516		

A continuación comprobaremos que para el diámetro obtenido se cumplen las condiciones siguientes que se consideran como de común cumplimiento:

- La pérdida de carga por metro lineal de tubo no supere los 40 mm. c. a.
- La velocidad de circulación del líquido ha de ser inferior a 1,5 m / s.
- La pérdida total de carga en el circuito principal no ha de superar los 7 m. c. a.

A partir de la gráfica Y, podemos determinar la pérdida de carga debida al rozamiento, así como la velocidad del fluido. Hay que tener en cuenta que, al ser el fluido caloportador distinto de agua, a los resultados obtenidos en estos ábacos debemos de afectarlos de un factor corrector igual a la raíz cuarta del cociente entre la viscosidad de la disolución y la del agua a la temperatura considerada (60 °C). Con la siguiente tabla de viscosidades obtendremos los datos que nos faltan:

Temperatura agua (°C)	Densidad (kg / m ³)	Viscosidad dinámica x10 ⁻³ (N · s / m ²)	Viscosidad cinemática x10 ⁻⁶ (m ² / s)
0	999.8	1.781	1.785
5	1000.0	1.518	1.519
10	999.7	1.307	1.306
15	999.1	1.139	1.139
20	998.2	1.102	1.003
25	997.0	0.890	0.893
30	995.7	0.708	0.800
40	992.2	0.653	0.658
50	988.0	0.547	0.553
60	983.2	0.466	0.474
70	977.8	0.404	0.413
80	971.8	0.354	0.364
90	965.3	0.315	0.326
100	958.4	0.282	0.294

Anejos.

Sabiendo que:

- Tenemos una viscosidad de la mezcla (propilenglicol y agua) de 0,95 centipoises a una temperatura de 60 °C.

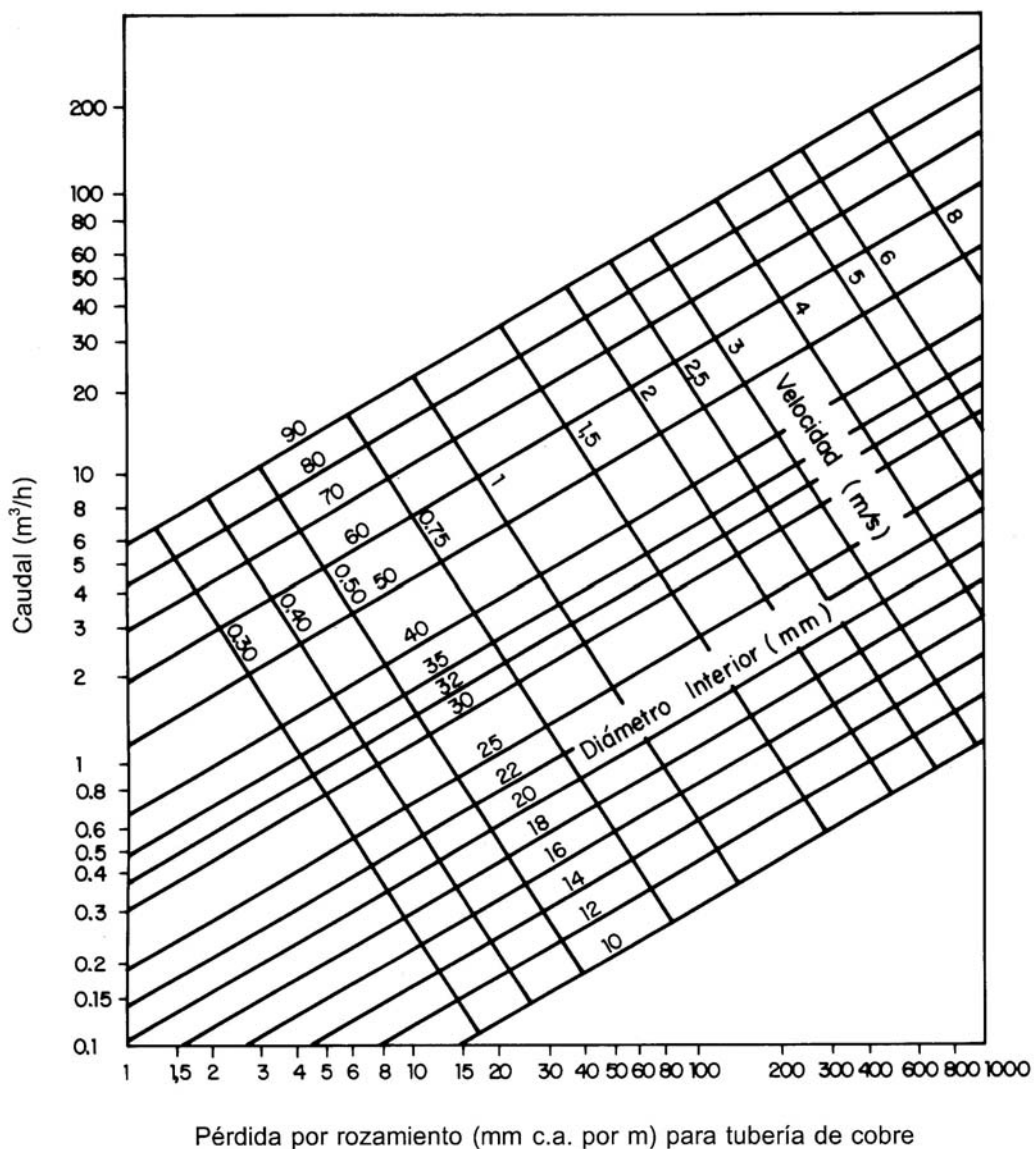
- $N \cdot s / m^2 = Pa \cdot s = 10 P \{poise\}$

A 60 °C el agua sola tiene una viscosidad = $0.466 \cdot 10^{-3} N \cdot s / m^2 = 0,466 \cdot 10^{-2} P$.

El factor de corrección será:

$$\text{factor} = \sqrt[4]{(0,95 \cdot 10^{-2} / 0,466 \cdot 10^{-2})} = 1,195.$$

Viendo la gráfica vemos que tenemos una pérdida de carga de: 13 mm. c. a. / m.



Gráfica A.8.- Pérdidas de rozamiento para tuberías de cobre (mm. c. a. por m.)

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

Aplicándole el factor calculado antes, consideraremos una pérdida de:

$$13 \cdot 1,195 = 15,535 \text{ mm. c. a. / m.} \sim 15,54 \text{ mm. c. a. / m.}$$

Y como podemos ver en la misma gráfica obtenemos una velocidad de aproximadamente: 0,38 m / s, en los tramos (de cobre) de $\varnothing_{\text{int.}} 16,5 \text{ mm.}$

Dicha velocidad también podría haber sido determinada con la siguiente ecuación:

$$v = C / (\pi \cdot R^2)$$

Con ella obtendríamos una velocidad de:

$$V = 0,279 / (\pi \cdot (16,5 \cdot 10^{-3} / 2)^2) = 1304,81 \text{ m}^3 / \text{h} \sim 0,36 \text{ m}^3 / \text{s.}$$

Una velocidad bastante parecida a la que nos había salido antes con la gráfica.

En cambio para los tramos que utilizaremos de tubos flexibles necesitaremos un cambio de gráfica, a causa de la naturaleza del interior de un tubo flexible circunvolucionado, la caída de la presión debida a la fricción es mayor que la de una tubería de interior liso. Pero como no disponemos de esa gráfica, ni de ninguna otra tabla que nos pudiese guiar, utilizaremos la anterior fórmula para sacar una velocidad aproximada. Por lo tanto para las tuberías flexibles de acero inox. de $\varnothing_{\text{int.}} 25 \text{ mm}$ consideraremos que tendrán una velocidad de:

$$V = 0,279 / (\pi \cdot (25 \cdot 10^{-3} / 2)^2) = 568,37 \text{ m}^3 / \text{h} \sim 0,16 \text{ m}^3 / \text{s.}$$

Y para el cálculo de pérdidas de carga por unidad de longitud utilizaremos como aproximación* la de: 1,5 mm. c. a. / m.

Aplicándole el factor calculado antes, por no utilizar agua sino una mezcla anticongelante, consideraremos una pérdida de:

$$1,5 \cdot 1,195 = 1,7925 \text{ mm. c. a. / m.} \sim 1,793 \text{ mm. c. a. / m.}$$

*(Nota: Considerando como aproximadamente equivalente la equivalencia con una tubería galvanizada de acero sin soldadura, $\varnothing 27 \text{ mm}$ $C = 0,299 \text{ m}^3 / \text{h}$, $V = 0,146 \text{ m}^3 / \text{s.}$ (UNE 19040) encontrada en la 3ª edición (julio 1973) del Manual << Cálculo de tuberías >> del Instituto Torroja de la construcción y del cemento).

A continuación procedemos a calcular de forma aproximada la pérdida de carga total en el circuito principal del primario:

Anejos.

Pérdidas de carga totales en los tramos de tuberías rectos:

Tramos	Longitud (m)	Pérdida de carga (mm. c. a. / m.)	Pérdida de carga (mm. c. a.)
1	0,200	15,54	3,108
2	0,500	15,54	7,770
3	10,218	15,54	158,788
4	2,000	1,793	3,586
5	0,600	1,793	1,076
6	1,540	15,54	23,932
7	0,300	15,54	4,662
8	1,540	15,54	23,932
9	0,300	15,54	4,662
10	8,478	15,54	131,748
11	1,000	15,54	15,540
Total	28,516		378,804

Pérdidas de carga totales en las resistencias simples.

Las pérdidas debidas a accesorios se calculan a partir de los respectivos coeficientes k. En el circuito primario tenemos la siguiente relación de puntos de pérdidas localizadas:

Resistencias simples	Unidades
Entradas de depósito	1
Salidas de depósito	1
Codos	10
Derivaciones en T	0
Válvulas de bola (o de paso)	6
Válvulas de retención (o antirretorno).	2
Uniones (de purgador, de purgador-desaireador y de vaso de expansión)	3
Contracciones bruscas	1
Ensanchamientos bruscos	1

De donde:

2 válvulas de corte (bola) y 1 purgador están situadas en las tuberías flexibles.

Con lo que ΣK para las tuberías de cobre de $\varnothing_{\text{interior}} 16,5$ será de:

$$\Sigma K = 1 \cdot 1,6 + 1 \cdot 1,2 + 10 \cdot 1,2 + 0 \cdot 1,4 + 4 \cdot 0,5 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 0,7 + 1 \cdot 0,6 + 1 \cdot 1$$

$$\Sigma K = 43,8.$$

Y la pérdida de carga valdrá:

$$\Delta p = \Sigma K \cdot v^2 / (2 \cdot g)$$

$$\Delta p = 43,8 \cdot 0,38^2 / (2 \cdot 9,8) = \mathbf{0,323 \text{ m. c. a.}}$$

Con lo que ΣK para las tuberías flexibles de acero inox. de $\varnothing_{\text{interior}} 25$ será de:

$$\Sigma K = 2 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,7$$

$$\Sigma K = 1,7.$$

Y la pérdida de carga valdrá:

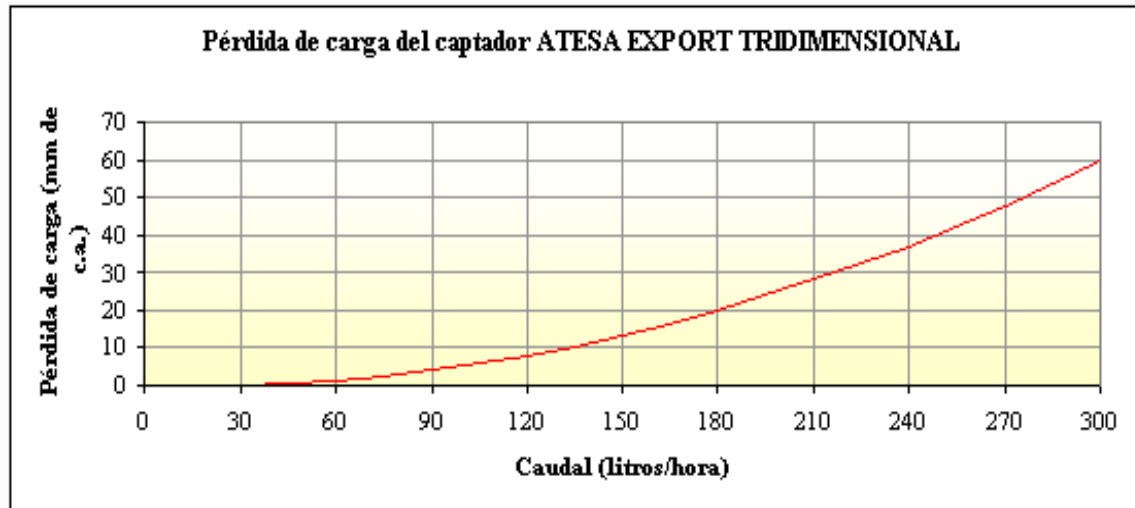
Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

$$\Delta p = 1,7 \cdot 0,16^2 / (2 \cdot 9,8) = 2,22 \cdot 10^{-3} \text{ m. c. a.}$$

Pérdidas de carga totales en los colectores.

En el caso de los colectores, el fabricante nos proporciona la siguiente gráfica:



Gráfica A.9.- Pérdidas de carga del colector en función del caudal del fluido caloportador.

Como en el colector entrará el fluido caloportador con un caudal de $C = 0,279 \text{ m}^3 / \text{h} = 279 \text{ l} / \text{h}$. Tendremos por lo tanto una pérdida de carga de 51 mm. c. a. por cada colector. En total las pérdidas por los colectores serán de **102 mm. c. a.**

Pérdidas de carga totales en el intercambiador.

La pérdida en el intercambiador suministrada por el fabricante es de **0,204 m. c. a.**

A.10.4.- Bombas de circulación.

Para la elección de la bomba de circulación hay que calcular previamente las pérdidas de carga en el circuito debidas a tuberías, accesorios, campo de colectores e intercambiador.

Por lo tanto la pérdida total de presión que debe de soportar el circulador es:

De las conducciones:

$$378,804 \text{ mm. c. a.} = 0,379 \text{ m. c. a.}$$

De los accesorios:

$$0,323 \text{ m. c. a.} + 2,22 \cdot 10^{-3} \text{ m. c. a.} = 0,325 \text{ m. c. a.}$$

De los colectores:

$$102 \text{ mm. c. a.} = 0,102 \text{ m. c. a.}$$

Del intercambiador:

$$0,204 \text{ m. c. a.}$$

Anejos.

Lo que da un valor aproximado de pérdidas de carga de la instalación: **1,01 m. c. a.**

El electrocirculador que elijamos deberá ser capaz de suministrar esta caída de presión con un margen suficiente, en torno a un **20 %**, para prevenir futuras pérdidas de rendimiento del mismo. Es decir, deberá proveer una presión de al menos **1,22 m. c. a.** para un caudal de **0,279 m³ / h.**

De todo lo anterior se puede deducir la potencia teórica aproximada para la electrobomba:

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

Donde:

P: Potencia eléctrica (W).

C: Caudal (m³ / s).

Δp: Pérdida de carga de la instalación (N / m²).

Y tendremos:

$$0,279 \text{ m}^3 / \text{h} / 3600 \text{ s} / \text{h} = 7,75 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{s}.$$

$$1,22 \text{ m. c. a.} \cdot 9,81 \cdot 10^3 \text{ (N / m}^2\text{)} / \text{m. c. a.} = 11968,2 \text{ N / m}^2.$$

$$P = 7,75 \cdot 10^{-5} \cdot 11968,2 = 0,928 \text{ W}$$

Este valor simboliza la potencia teórica. Dado que se trata de un electrocirculador de pequeña potencia, la potencia real (o potencia nominal) será aproximadamente un **75 %** mayor.

Procederemos a calcularlo con la siguiente expresión:

$$P_n = P / 0,25$$

Teniendo por lo tanto:

$$P_n = 0,928 / 0,25 = \mathbf{3,71 \text{ W.}}$$

(Nota: La serie de bombas encontradas en el mercado tienen sobrada potencia para estas necesidades y como mínimo 10 veces más. El modelo aconsejado en el apartado de componentes es una bomba de 30 W (valor máx. de la propia bomba) así que este hecho cubrirá la posible pérdida de carga de la propia bomba, el posible hecho de cambio de tubos flexibles por otros de mayor pérdida de carga y además así se cubre la instalación contra posibles modificaciones en obra como la inclusión de algún dispositivo más de valvulería, que el instalador haya creído necesario.)

Colocaremos entre la tubería de aspiración y la de impulsión de la bomba, un manómetro en by-pass, para poder medir la pérdida de carga de la instalación.

Las bombas de más de 1,5 kW de potencia y las válvulas automáticas de diámetro mayor que Ø_n 20 deberán protegerse por medio de filtros de malla o tela metálica situados aguas arriba del elemento a proteger. En los otros casos, se dispondrá de un filtro en cada circuito independiente, de paso de malla adecuado para proteger, entre otras, las válvulas de regulación de las unidades terminales (R.I.T.E.).

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

A.10.5.- Vaso de expansión.

Para el cálculo del volumen del vaso de expansión se suele realizar de acuerdo a dos caminos:

1^{er} procedimiento: Norma UNE 100-155-88:

$$V = V_t \cdot C_e \cdot C_p$$

Donde:

V_t : es el volumen total del circuito primario.

C_e : Coeficiente de dilatación del fluido.

C_p : Coeficiente de presión del gas.

Siendo C_e para agua (considerando para temperaturas de entre 30 y 70 °C):

$$C_e = (-1,75 + 0,064 \cdot t + 0,0036 \cdot t^2) \cdot 10^{-3}$$

Pudiendo utilizar de las diferentes fórmulas que proporciona la norma también la siguiente para márgenes de temperaturas de entre 30 y 120 °C:

$$C_e = (3,24 \cdot t^2 + 102,13 \cdot t - 2708,3) \cdot 10^{-6}$$

Este valor para fluidos que no sean agua sino una solución de glicol en agua, deberá ser multiplicado por un factor de corrección:

$$f_c = a \cdot (1,8 \cdot t + 32)^b$$

Donde:

$$a = -0,0134 \cdot (G^2 - 143,8 \cdot G + 1918,2)$$

$$b = 3,5 \cdot 10^{-4} \cdot (G^2 - 94,57 \cdot G + 500)$$

Válido para un contenido de glicol entre el 20% y el 50% en volumen y para temperatura de 65 °C hasta 115 °C.

Siendo $C_p = V_t / V_u$

Donde:

V_u : es volumen de fluido expansionado.

Aunque también podemos considerar:

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

Siendo nuestro vaso de expansión uno cerrado con diafragma, donde:

P_M : es la presión máxima de funcionamiento (se suele considerar la mínima de las máximas de trabajo de cualquier punto de la instalación).

P_m : es la presión mínima de funcionamiento (la que permita evitar fenómenos de cavitación en la zona de aspiración de la bomba).

Anejos.

Volumen total del circuito primario

El volumen total será:

$$V_t = V_{\text{tub}} + V_{\text{col}} + V_{\text{ser}}$$

Donde:

V_{tub} : es el volumen del fluido que circula por el total de metros de tuberías.

V_{col} : es el volumen del fluido en los colectores.

V_{ser} : es el volumen en el serpentín del acumulador.

El volumen de las tuberías del circuito primario se calcula mediante la ecuación:

$$V_{\text{tub}} = \Sigma \pi \cdot (\phi / 2)^2 \cdot l$$

Donde:

ϕ : es el diámetro de la tubería para cada tramo.

l : es la longitud de tubería de cada tramo.

$$V_{\text{tub}} = \pi \cdot (16,5 \cdot 10^{-3} / 2)^2 \cdot 0,200 + \pi \cdot (16,5 \cdot 10^{-3} / 2)^2 \cdot 0,500 + \pi \cdot (16,5 \cdot 10^{-3} / 2)^2 \cdot 10,218 + \pi \cdot (25 \cdot 10^{-3} / 2)^2 \cdot 2,000 + \pi \cdot (25 \cdot 10^{-3} / 2)^2 \cdot 0,600 + \pi \cdot (16,5 \cdot 10^{-3} / 2)^2 \cdot 1,540 + \pi \cdot (16,5 \cdot 10^{-3} / 2)^2 \cdot 0,300 + \pi \cdot (16,5 \cdot 10^{-3} / 2)^2 \cdot 1,540 + \pi \cdot (16,5 \cdot 10^{-3} / 2)^2 \cdot 0,300 + \pi \cdot (16,5 \cdot 10^{-3} / 2)^2 \cdot 8,478 + \pi \cdot (16,5 \cdot 10^{-3} / 2)^2 \cdot 1,000 = 6,818 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \sim 6,818 \text{ litros.}$$

La capacidad de líquido caloportador por colector, según el fabricante, es de 2,8 kg. Como la densidad para nuestra temperatura de trabajo del fluido caloportador será de aprox.: 1,01 g/cm³, el volumen por colector que resulta es de: 2,828 litros. Siendo en total (2 colectores) V_{col} : 5,656 l.

La capacidad del serpentín será de: 10 l.

Y por tanto tendremos un total de:

$$V_t = 6,818 + 5,656 + 10 = 22,474 \text{ l.}$$

Considerando:

$$C_e = 0,02 \cdot 2 = 0,04$$

$$C_p = 2$$

Por lo que tendremos:

$$V = 22,474 \cdot 0,04 \cdot 2 = 1,8 \text{ l.}$$

2º Procedimiento:

A parte del método recomendado por las normas U.N.E. para el cálculo del volumen del depósito de expansión, V , existe otra forma que se usa también frecuentemente es el resultante de cumplir la siguiente expresión:

$$V = V_T \cdot (0,2 + 0,01 \cdot h)$$

Donde:

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

V_T : es el volumen total del circuito primario.

h : es la diferencia de alturas, en metros, entre el punto más alto del campo de colectores y el depósito de expansión.

De esta manera obtenemos un volumen entorno a 6,72 l.

Conclusiones.

Como vemos hay mucha variación de resultados, cabe señalar que el 2º procedimiento es el que normalmente se utiliza para el cálculo de estas instalaciones de Energía solar térmica, por lo tanto cogeremos el 2º valor como volumen de referencia.

Además según la legislación vigente, 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 %. Por lo que nuestro volumen considerado será como mínimo de: **7,39 l.**

A.10.6.- Purgadores y desaireadores.

Se dispondrá de un sistema de purga en la batería de colectores. El volumen útil del botellín de desaireación será de 15 cm³ por m² de colector, lo que en nuestro caso equivale a un volumen útil de unos: 38,07 cm³.

A.11.- Aislamiento.

Recordemos que las conducciones de cobre de nuestra instalación tienen un diámetro exterior de valor: 18 mm.

El resto de conducciones (tubos flexibles) tienen un diámetro exterior de valor: 28 mm.

Así pues y siguiendo las indicaciones del R.I.T.E. deberemos poner un espesor de aislamiento determinado para cada tramo y en las instalaciones que contengan fluidos a temperaturas > 40 °C se dispondrá un aislamiento térmico equivalente a los espesores que se indican en la tabla siguiente para un coeficiente de conductividad, $\lambda = 0,04 \text{ W / (m} \cdot \text{°C)}$.

Fluido interior caliente				
Diámetro exterior (mm) (*)	Temperatura del fluido (°C) (**)			
	40 a 65	66 a 100	101 a 150	151 a 200
$D \leq 35$	20	20	30	40
$35 < D \leq 60$	20	30	40	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40	50
$90 < D \leq 140$	30	40	50	50
$140 < D$	30	40	50	60

(*) Diámetro exterior de la tubería sin aislar.

(**) Se escoge la temperatura máxima en la red.

Tabla A.2.- Relación de espesores de aislamiento en función del diámetro de la tubería y de la t^a del fluido que transporta.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

- Para conducciones interiores y fijándonos en la tabla correspondiente del R.I.T.E., el valor del espesor será de 20 mm.
- Para conducciones externas el espesor del incremento se aumenta en 10 mm para fluidos calientes. Por lo que deberemos colocar un espesor de 30 mm para las mismas.

Si bien estos cálculos están realizados para materiales con una conductividad térmica a 20 °C de 0,040 W / (m · K), si queremos calcular el espesor de los mismos para otros valores deberemos aplicar la siguiente fórmula:

$$e = \frac{D_i}{2} * \left[\text{EXP} \left(\frac{\lambda}{\lambda_{\text{ref}}} * \ln \frac{D_i + 2 * e_{\text{ref}}}{D_i} \right) - 1 \right]$$

Donde:

e: es el espesor del aislamiento buscado,

e_{ref}: es el espesor de referencia

D_i: es el diámetro interior de la sección circular

λ y **λ_{ref}:** son las conductividades térmicas respectivas. (λ_{ref} = 0,04)

También podemos acudir a los datos suministrados por el fabricante, pero serán muy similares, así que adoptaremos los recomendados por el reglamento.

B.- ANEXO DE ESPECIFICACIONES DE LOS FABRICANTES SOBRE SUS PRODUCTOS.

B.1.- Recomendaciones del distribuidor de colectores solares.

- Para garantizar el mantenimiento de las prestaciones energéticas del captador solar a lo largo del tiempo, ATESA recomienda la utilización de los mismos en circuitos cerrados. El empleo de circuitos abiertos, con renovación continua del agua que circula por los colectores, puede dar lugar a deposiciones calcáreas en las paredes interiores de los tubos, reduciendo su rendimiento energético y acortando su vida útil.
- Los captadores solares ATESA EXPORT TRIDIMENSIONAL se pueden conectar entre sí en paralelo, mediante las uniones roscadas, formando grupos de hasta 6 colectores en paralelo. La entrada del fluido caloportador al grupo, se realizará por la parte inferior del primer captador (a la derecha o la izquierda, indistintamente) y la salida, por la parte superior del último captador. Las salidas no utilizadas de los captadores de los extremos del grupo se cerrarán con tapones roscados.
- Los grupos de captadores se pueden unir entre sí en paralelo para formar un campo de captación solar del tamaño adecuado a las necesidades del edificio.
- La conexión de grupos de captadores solares en serie es también posible cuando se requieran temperaturas elevadas, aunque este tipo de conexión puede penalizar el rendimiento energético global de la instalación.
- Se recomienda dotar a cada grupo de captadores de válvulas de aislamiento a la entrada y la salida, que permitan independizar el grupo del resto de la instalación ante eventuales reparaciones.
- En la salida del grupo, en la parte superior del último captador, se instalará un purgador de aire apto para soportar temperaturas de 120°C, preferentemente de tipo automático y con válvula de aislamiento para facilitar las operaciones de puesta en marcha de la instalación y las tareas de mantenimiento posteriores.
- Las uniones de los grupos de captadores a las tuberías del circuito primario deben realizarse de modo que las dilataciones del material no produzcan esfuerzos en los puntos de unión, por ejemplo, mediante la utilización de tubos flexibles de malla de acero inoxidable de diámetro 1” (en la actualidad no nos regimos por pulgadas y el $\varnothing_{int.}$ normalizado con el que se le da equivalencia es el de 25 mm, será el que adoptaremos para los cálculos).
- El fluido caloportador del circuito primario deberá ser apto para su utilización en tuberías de cobre. En zonas donde exista riesgo de heladas, el circuito primario de captadores deberá ser protegido con la adición de líquidos anticongelantes en proporción suficiente para eliminar cualquier riesgo de congelación o un método de similar eficacia.

Anejos.

- El caudal recomendado para el circuito primario de captadores está comprendido entre 120 y 150 litros/hora por captador. En instalaciones con más de un grupo de captadores, se deberá tomar las precauciones necesarias para garantizar que el reparto del caudal del circuito primario se realiza de forma homogénea, con la instalación de válvulas de equilibrado hidráulico o mediante el trazado de circuitos con retorno invertido.

C.- ANEXO DE TABLAS.

C.1.- Tablas.

En este apartado, están expuestas todas aquellas tablas, gráficas, documentos y demás a los cuales se ha hecho referencia con anterioridad, que han servido para la realización o que pueden ayudar a la consulta de este proyecto, y que no era conveniente su inclusión en cada parte que era necesaria su consulta.

Tabla C.1.- Energía H (MJ) que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes.

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1	ALAVA	4.6	6.9	11.2	13	14.8	16.6	18.1	17.3	14.3	9.5	5.5	4.1	11.3
2	ALBACETE	6.7	10.5	15	19.2	21.2	25.1	26.7	23.2	18.8	12.4	8.4	6.4	16.1
3	ALICANTE	8.5	12	16.3	18.9	23.1	24.8	25.8	22.5	18.3	13.6	9.8	7.6	16.8
4	ALMERIA	8.9	12.2	16.4	19.6	23.1	24.6	25.3	22.5	18.5	13.9	10	8	16.9
5	ASTURIAS	5.3	7.7	10.6	12.2	15	15.2	16.8	14.8	12.4	9.8	5.9	4.6	10.9
6	AVILA	6	9.1	13.5	17.7	19.4	22.3	26.3	25.3	18.8	11.2	6.9	5.2	15.1
7	BADAJOS	6.5	10	13.6	18.7	21.8	24.6	25.9	23.8	17.9	12.3	8.2	6.2	15.8
8	BALEARES	7.2	10.7	14.4	16.2	21	22.7	24.2	20.6	16.4	12.1	8.5	6.5	15
9	BARCELONA	6.5	9.5	12.9	16.1	18.6	20.3	21.6	18.1	14.6	10.8	7.2	5.8	13.5
10	BURGOS	5.1	7.9	12.4	16	18.7	21.5	23	20.7	16.7	10.1	6.5	4.5	13.6
11	CACERES	6.8	10	14.7	19.6	22.1	25.1	28.1	25.4	19.7	12.7	8.9	6.6	16.6
12	CADIZ	8.1	11.5	15.7	18.5	22.2	23.8	25.9	23	18.1	14.2	10	7.4	16.5
13	CANTABRIA	5	7.4	11	13	16.1	17	18.4	15.5	13	9.5	5.8	4.5	11.3
14	CASTELLON	8	12.2	15.5	17.4	20.6	21.4	23.9	19.5	16.6	13.1	8.6	7.3	15.3
15	CEUTA	8.9	13.1	18.6	21	24.3	26.7	26.8	24.3	19.1	14.2	11	8.6	18.1
16	CIUDAD REAL	7	10.1	15	18.7	21.4	23.7	25.3	23.2	18.8	12.5	8.7	6.5	15.9
17	CORDOBA	7.2	10.1	15.1	18.5	21.8	25.9	28.5	25.1	19.9	12.6	8.6	6.9	16.7
18	LA CORUÑA	5.4	8	11.4	12.4	15.4	16.2	17.4	15.3	13.9	10.9	6.4	5.1	11.5
19	CUENCA	5.9	8.8	12.9	17.4	18.7	22	25.6	22.3	17.5	11.2	7.2	5.5	14.6
20	GERONA	7.1	10.5	14.2	15.9	18.7	19	22.3	18.5	14.9	11.7	7.8	6.6	13.9
21	GRANADA	7.8	10.8	15.2	18.5	21.9	24.8	26.7	23.6	18.8	12.9	9.6	7.1	16.5
22	GUADALAJARA	6.5	9.2	14	17.9	19.4	22.7	25	23.2	17.8	11.7	7.8	5.6	15.1
23	GUIPUZCOA	5.5	7.7	11.3	11.7	14.6	16.2	16.1	13.6	12.7	10.3	6.2	5	10.9
24	HUELVA	7.6	11.3	16	19.5	24.1	25.6	28.7	25.6	21.2	14.5	9.2	7.5	17.6
25	HUESCA	6.1	9.6	14.3	18.7	20.3	22.1	23.1	20.9	16.9	11.3	7.2	5.1	14.6
26	JAEN	6.7	10.1	14.4	18	20.3	24.4	26.7	24.1	19.2	11.9	8.1	6.5	15.9
27	LEON	5.8	8.7	13.8	17.2	19.5	22.1	24.2	20.9	17.2	10.4	7	4.8	14.3
28	LERIDA	6	9.9	18	18.8	20.9	22.6	23.8	21.3	16.8	12.1	7.2	4.8	15.2
29	LUGO	5.1	7.6	11.7	15.2	17.1	19.5	20.2	18.4	15	9.9	6.2	4.5	12.5
30	MADRID	6.7	10.6	13.6	18.8	20.9	23.5	26	23.1	16.9	11.4	7.5	5.9	15.4
31	MALAGA	8.3	12	15.5	18.5	23.2	24.5	26.5	23.2	19	13.6	9.3	8	16.8
32	MELILLA	9.4	12.6	17.2	20.3	23	24.8	24.8	22.6	18.3	14.2	10.9	8.7	17.2
33	MURCIA	10.1	14.8	16.6	20.4	24.2	25.6	27.7	23.5	18.6	13.9	9.8	8.1	17.8
34	NAVARRA	5	7.4	12.3	14.5	17.1	18.9	20.5	18.2	16.2	10.2	6	4.5	12.6
35	ORENSE	4.7	7.3	11.3	14	16.2	17.6	18.3	16.6	14.3	9.4	5.6	4.3	11.6
36	PALENCIA	5.3	9	13.2	17.5	19.7	21.8	24.1	21.6	17.1	10.9	6.6	4.6	14.3
37	LAS PALMAS	11.2	14.2	17.8	19.6	21.7	22.5	24.3	21.9	19.8	15.1	12.3	10.7	17.6
38	PONTEVEDRA	5.5	8.2	13	15.7	17.5	20.4	22	18.9	15.1	11.3	6.8	5.5	13.3
39	LA RIOJA	5.6	8.8	13.7	16.6	19.2	21.4	23.3	20.8	16.2	10.7	6.8	4.8	14
40	SALAMANCA	6.1	9.5	13.5	17.1	19.7	22.8	24.6	22.6	17.5	11.3	7.4	5.2	14.8
41	STA.C.TENERIFE	10.7	13.3	18.1	21.5	25.7	26.5	29.3	26.6	21.2	16.2	10.8	9.3	19.1
42	SEGOVIA	5.7	8.8	13.4	18.4	20.4	22.6	25.7	24.9	18.8	11.4	6.8	5.1	15.2
43	SEVILLA	7.3	10.9	14.4	19.2	22.4	24.3	24.9	23	17.9	12.3	8.8	6.9	16
44	SORIA	5.9	8.7	12.8	17.1	19.7	21.8	24.1	22.3	17.5	11.1	7.6	5.6	14.5
45	TARRAGONA	7.3	10.7	14.9	17.6	20.2	22.5	23.8	20.5	16.4	12.3	8.8	6.3	15.1
46	TERUEL	6.1	8.8	12.9	16.7	18.4	20.6	21.8	20.7	16.9	11	7.1	5.3	13.9
47	TOLEDO	6.2	9.5	14	19.3	21	24.4	27.2	24.5	18.1	11.9	7.6	5.6	15.8
48	VALENCIA	7.6	10.6	14.9	18.1	20.6	22.8	23.8	20.7	16.7	12	8.7	6.6	15.3
49	VALLADOLID	5.5	8.8	13.9	17.2	19.9	22.6	25.1	23	18.3	11.2	6.9	4.2	14.7
50	VIZCAYA	5	7.1	10.8	12.7	15.5	16.7	17.9	15.7	13.1	9.3	6	4.6	11.2
51	ZAMORA	5.4	8.9	13.2	17.3	22.2	21.6	23.5	22	17.2	11.1	6.7	4.6	14.5
52	ZARAGOZA	6.3	9.8	15.2	18.3	21.8	24.2	25.1	23.4	18.3	12.1	7.4	5.7	15.6

Anejos.

Tablas C.2 y C.3.- Factor de corrección k para superficies inclinadas. Representa el cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el ecuador e inclinada un determinado ángulo, y otra horizontal. (Fuente: CENSOLAR).

Latitud 42°

Inclinación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
0°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5°	1,08	1,06	1,05	1,03	1,02	1,02	1,02	1,04	1,06	1,08	1,09	1,09
10°	1,15	1,12	1,09	1,06	1,04	1,03	1,04	1,06	1,11	1,15	1,18	1,17
15°	1,21	1,17	1,13	1,08	1,04	1,03	1,04	1,09	1,15	1,22	1,26	1,25
20°	1,27	1,21	1,15	1,09	1,04	1,03	1,05	1,10	1,18	1,28	1,34	1,32
25°	1,32	1,25	1,17	1,09	1,04	1,01	1,04	1,10	1,21	1,33	1,40	1,38
30°	1,36	1,28	1,19	1,09	1,02	1	1,02	1,10	1,23	1,37	1,46	1,44
35°	1,39	1,30	1,19	1,08	1	0,97	1	1,09	1,23	1,40	1,51	1,48
40°	1,42	1,31	1,19	1,06	0,97	0,94	0,97	1,08	1,24	1,42	1,54	1,52
45°	1,43	1,32	1,18	1,04	0,94	0,90	0,94	1,05	1,23	1,43	1,57	1,54
50°	1,44	1,31	1,16	1	0,89	0,86	0,90	1,02	1,21	1,44	1,59	1,56
55°	1,44	1,30	1,13	0,97	0,85	0,80	0,85	0,98	1,19	1,43	1,59	1,57
60°	1,43	1,28	1,10	0,92	0,79	0,75	0,80	0,93	1,15	1,41	1,59	1,57
65°	1,41	1,25	1,06	0,87	0,74	0,69	0,74	0,88	1,11	1,39	1,57	1,55
70°	1,38	1,21	1,01	0,81	0,67	0,62	0,67	0,82	1,07	1,35	1,55	1,53
75°	1,35	1,17	0,96	0,75	0,60	0,55	0,60	0,76	1,01	1,31	1,52	1,50
80°	1,30	1,12	0,90	0,68	0,53	0,48	0,53	0,69	0,95	1,25	1,47	1,46
85°	1,25	1,06	0,83	0,61	0,46	0,40	0,46	0,62	0,88	1,19	1,42	1,41
90°	1,19	1	0,76	0,54	0,38	0,32	0,38	0,54	0,81	1,12	1,36	1,35

Latitud 43°

Inclinación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
0°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5°	1,08	1,07	1,05	1,03	1,02	1,02	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,09
10°	1,15	1,12	1,09	1,06	1,04	1,03	1,04	1,07	1,11	1,16	1,19	1,18
15°	1,22	1,18	1,13	1,08	1,05	1,03	1,05	1,09	1,15	1,23	1,27	1,26
20°	1,28	1,22	1,16	1,09	1,05	1,03	1,05	1,10	1,19	1,29	1,35	1,33
25°	1,33	1,26	1,18	1,10	1,04	1,02	1,04	1,11	1,22	1,34	1,42	1,40
30°	1,37	1,29	1,20	1,10	1,03	1	1,03	1,11	1,24	1,38	1,48	1,45
35°	1,41	1,31	1,20	1,09	1,01	0,98	1,01	1,10	1,25	1,42	1,52	1,50
40°	1,43	1,33	1,20	1,07	0,98	0,95	0,98	1,09	1,25	1,44	1,56	1,54
45°	1,45	1,33	1,19	1,05	0,95	0,91	0,95	1,06	1,24	1,45	1,59	1,57
50°	1,46	1,33	1,17	1,02	0,91	0,87	0,91	1,03	1,23	1,46	1,61	1,58
55°	1,46	1,32	1,15	0,98	0,86	0,82	0,86	1	1,21	1,45	1,62	1,59
60°	1,45	1,30	1,12	0,94	0,81	0,76	0,81	0,95	1,17	1,44	1,62	1,59
65°	1,43	1,27	1,08	0,89	0,75	0,70	0,75	0,90	1,13	1,41	1,61	1,58
70°	1,41	1,23	1,03	0,83	0,69	0,64	0,69	0,84	1,09	1,38	1,58	1,56
75°	1,37	1,19	0,98	0,77	0,62	0,57	0,62	0,78	1,03	1,34	1,55	1,53
80°	1,33	1,14	0,92	0,70	0,55	0,49	0,55	0,71	0,97	1,28	1,51	1,49
85°	1,28	1,08	0,85	0,63	0,47	0,42	0,47	0,64	0,90	1,22	1,45	1,44
90°	1,22	1,02	0,78	0,56	0,40	0,34	0,39	0,56	0,83	1,16	1,39	1,38

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Tabla C.4.- Temperatura ambiente media durante las horas de sol, en °C.

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1	ALAVA	7	7	11	12	15	19	21	21	19	15	10	7	13.7
2	ALBACETE	6	8	11	13	17	22	26	26	22	16	11	7	15.4
3	ALICANTE	13	14	16	18	21	25	28	28	26	21	17	14	20.1
4	ALMERIA	15	15	16	18	21	24	27	28	26	22	18	16	20.5
5	ASTURIAS	9	10	11	12	15	18	20	20	19	16	12	10	14.3
6	AVILA	4	5	8	11	14	18	22	22	18	13	8	5	12.3
7	BADAJOS	11	12	15	17	20	25	28	28	25	20	15	11	18.9
8	BALEARES	12	13	14	17	19	23	26	27	25	20	16	14	18.8
9	BARCELONA	11	12	14	17	20	24	26	26	24	20	16	12	18.5
10	BURGOS	5	6	9	11	14	18	21	21	18	13	9	5	12.5
11	CACERES	10	11	14	16	19	25	28	28	25	19	14	10	18.3
12	CADIZ	13	15	17	19	21	24	27	27	25	22	18	15	20.3
13	CANTABRIA	11	11	14	14	16	19	21	21	20	17	14	12	15.8
14	CASTELLON	13	13	15	17	20	24	26	27	25	21	16	13	19.2
15	CEUTA	15	15	16	17	19	23	25	26	24	21	18	16	19.6
16	CIUDAD REAL	7	9	12	15	18	23	28	27	20	17	11	8	16.3
17	CORDOBA	11	13	16	18	21	26	30	30	26	21	16	12	20
18	LA CORUÑA	12	12	14	14	16	19	20	21	20	17	14	12	15.9
19	CUENCA	5	6	9	12	15	20	24	23	20	14	9	6	13.6
20	GERONA	9	10	13	15	19	23	26	25	23	18	13	10	17
21	GRANADA	9	10	13	16	18	24	27	27	24	18	13	9	17.3
22	GUADALAJARA	7	8	12	14	18	22	26	26	22	16	10	8	15.8
23	GUIPUZCOA	10	10	13	14	16	19	21	21	20	17	13	10	15.3
24	HUELVA	13	14	16	20	21	24	27	27	25	21	17	14	19.9
25	HUESCA	7	8	12	15	18	22	25	25	21	16	11	7	15.6
26	JAEN	11	11	14	17	21	26	30	29	25	19	15	10	19
27	LEON	5	6	10	12	15	19	22	22	19	14	9	6	13.3
28	LERIDA	7	10	14	15	21	24	27	27	23	18	11	8	17.1
29	LUGO	8	9	11	13	15	18	20	21	19	15	11	8	14
30	MADRID	6	8	11	13	18	23	28	26	21	15	11	7	15.6
31	MALAGA	15	15	17	19	21	25	27	28	26	22	18	15	20.7
32	MELILLA	15	15	16	18	21	25	27	28	26	22	18	16	20.6
33	MURCIA	12	12	15	17	21	25	28	28	25	20	16	12	19.3
34	NAVARRA	7	7	11	13	16	20	22	23	20	15	10	8	14.3
35	ORENSE	9	9	13	15	18	21	24	23	21	16	12	9	15.8
36	PALENCIA	5	7	10	13	16	20	23	23	20	14	9	6	13.8
37	LAS PALMAS	20	20	21	22	23	24	25	25	26	25	23	21	22.9
38	PONTEVEDRA	11	12	14	16	18	20	22	23	20	17	14	12	16.6
39	LA RIOJA	7	9	12	14	17	21	24	24	21	16	11	8	15.3
40	SALAMANCA	6	7	10	13	16	20	24	23	20	14	9	6	14
41	STA.C.TENERIFE	19	20	20	21	22	24	26	27	26	25	23	20	22.8
42	SEGOVIA	4	6	10	12	15	20	24	23	20	14	9	5	13.5
43	SEVILLA	11	13	14	17	21	25	29	29	24	20	16	12	19.3
44	SORIA	4	6	9	11	14	19	22	22	18	13	8	5	12.6
45	TARRAGONA	11	12	14	16	19	22	25	26	23	20	15	12	17.9
46	TERUEL	5	6	9	12	16	20	23	24	19	14	9	6	13.6
47	TOLEDO	8	9	13	15	19	24	28	27	23	17	12	8	16.9
48	VALENCIA	12	13	15	17	20	23	26	27	24	20	16	13	18.6
49	VALLADOLID	4	6	9	12	17	21	24	23	18	13	8	4	13.3
50	VIZCAYA	10	11	12	13	16	20	22	22	20	16	13	10	15.4
51	ZAMORA	6	7	11	13	16	21	24	23	20	15	10	6	14.3
52	ZARAGOZA	8	10	13	16	19	23	26	26	23	17	12	9	16.6

Tabla C.5.- Altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica.

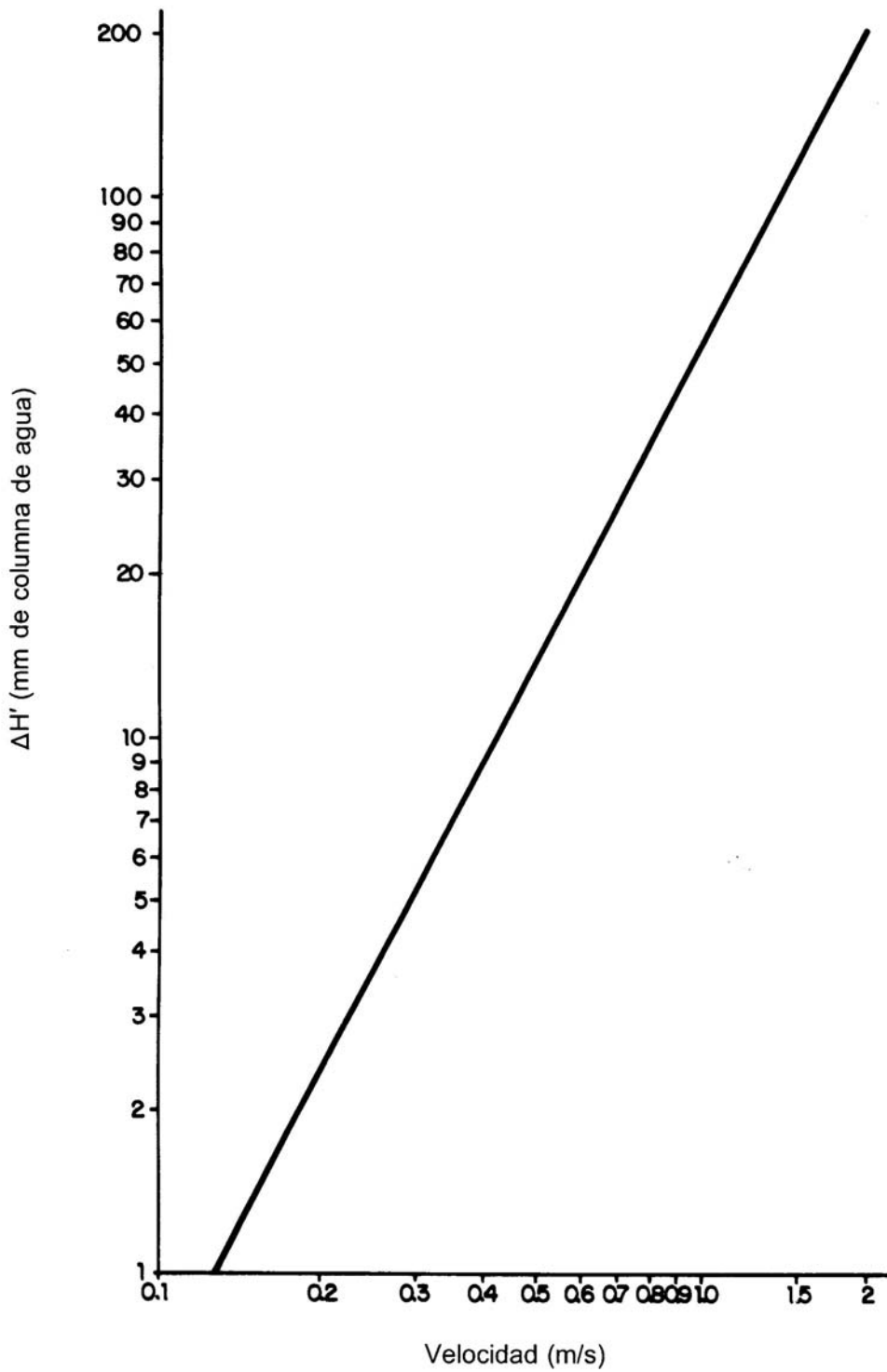
PROVINCIA	ALTITUD (m) (de la capital)	LATITUD (°) (de la capital)	LONGITUD (°) (de la capital)	TEMP. MÍNIMA HISTÓRICA (°C)
1 ÁLAVA	542	42.9	2.7 W	-18
2 ALBACETE	686	39.0	1.8 W	-23
3 ALICANTE	7	38.4	0.5 W	-5
4 ALMERÍA	65	36.9	2.4 W	-1
5 ASTURIAS	232	43.4	5.8 W	-11
6 ÁVILA	1126	40.7	4.9 W	-21
7 BADAJOZ	186	38.9	7.0 W	-6
8 BALEARES	28	39.6	2.6 E	-4
9 BARCELONA	95	41.4	2.2 E	-7
10 BURGOS	929	42.3	3.7 W	-18
11 CÁCERES	459	39.5	6.4 W	-6
12 CÁDIZ	28	36.5	6.3 W	-2
13 CANTABRIA	69	43.5	3.8 W	-4
14 CASTELLÓN	27	40.0	0	-8
15 CEUTA	206	35.9	5.3 W	-1
16 CIUDAD REAL	628	39.0	3.9 W	-10
17 CÓRDOBA	128	37.9	4.8 W	-6
18 LA CORUÑA	54	43.4	8.4 W	-9
19 CUENCA	949	40.1	2.1 W	-21
20 GERONA	95	42.0	2.7 E	-11
21 GRANADA	775	37.2	3.7 W	-13
22 GUADALAJARA	685	40.6	3.2 W	-14
23 GUIPÚZCOA	181	43.3	2.0 W	-12
24 HUELVA	4	37.3	6.9 W	-6
25 HUESCA	488	42.1	0.4 W	-14
26 JAÉN	586	37.8	3.8 W	-8
27 LEÓN	908	42.6	5.6 W	-18
28 LÉRIDA	323	41.7	1.2 E	-11
29 LUGO	465	43.0	7.6 W	-8
30 MADRID	667	40.4	3.7 W	-16
31 MÁLAGA	40	36.7	4.4 W	-4
32 MELILLA	47	35.3	3.0 W	-1
33 MURCIA	42	38.0	1.1 W	-5
34 NAVARRA	449	42.8	1.6 W	-16
35 ORENSE	139	42.3	7.8 W	-8
36 PALENCIA	734	42.0	4.5 W	-14
37 LAS PALMAS	6	28.2	15.4 W	+6
38 PONTEVEDRA	19	42.4	8.6 W	-4
39 LA RIOJA	380	42.5	2.4 W	-12
40 SALAMANCA	803	41.0	5.6 W	-16
41 STA. CRUZ DE TENERIFE	37	28.5	16.2 W	+3
42 SEGOVIA	1002	41.0	4.1 W	-17
43 SEVILLA	30	37.4	6.0 W	-6
44 SORIA	1063	41.8	2.5 W	-16
45 TARRAGONA	60	41.1	1.2 E	-7
46 TERUEL	915	40.4	1.1 W	-14
47 TOLEDO	540	39.9	4.0 W	-9
48 VALENCIA	10	39.5	0.4 W	-8
49 VALLADOLID	694	41.7	4.7 W	-16
50 VIZCAYA	32	43.3	3.0 W	-8
51 ZAMORA	649	41.5	5.7 W	-14
52 ZARAGOZA	200	41.7	0.9 W	-11

Tabla C.6.- Características de los tubos de cobre comprendidos en la norma UNE 37.141-76.

Diámetro exterior (mm)	Espesor (mm)	Diámetro interior (mm)	Peso lineal (kg/m)	Superficie pared exterior (cm ² / m)	Sección interior (mm ²)	Capacidad (l/m)	Resistencia útil (kp/cm ²)	Resistencia rotura (kp/cm ²)
6	0.75	4.5	0.110	188	16	0.016	147	733
	1	4	0.140	188	13	0.013	220	1100
8	0.75	6.5	0.152	251	33	0.033	102	510
	1	6	0.196	251	28	0.028	147	733
10	0.75	8.5	0.194	314	57	0.057	78	388
	1	8	0.252	314	50	0.050	110	550
12	0.75	10.5	0.236	377	87	0.087	63	314
	1	10	0.308	377	78	0.078	88	440
15	0.75	13.5	0.299	471	143	0.143	49	244
	1	13	0.391	471	133	0.133	68	338
18	0.75	16.5	0.362	565	214	0.214	40	199
	1	16	0.475	565	201	0.201	55	275
22	1	20	0.587	691	314	0.314	44	220
	1.2	19.6	0.698	691	302	0.302	54	269
	1.5	19	0.860	691	284	0.284	69	347
28	1	26	0.753	880	531	0.531	34	169
	1.2	25.6	0.899	880	515	0.515	41	206
	1.5	25	1.111	880	491	0.491	53	264
35	1	33	0.951	1100	855	0.855	27	133
	1.2	32.6	1.134	1100	835	0.835	32	162
	1.5	32	1.405	1100	804	0.804	41	206
42	1	40	1.146	1319	1257	1.257	22	110
	1.2	39.6	1.369	1319	1232	1.232	27	133
	1.5	39	1.699	1319	1195	1.195	34	169
54	1.2	51.6	1.172	1696	2091	2.091	20	102
	1.5	51	2.202	1696	2043	2.043	26	129
63	1.5	60	2.579	1979	2827	2.827	22	110
	2	59	3.411	1979	2734	2.734	30	149
80	1.5	77	3.292	2513	4657	1.657	17	86
	2	76	4.362	2513	4356	4.536	23	116
100	2	96	5.840	3142	7238	7.238	18	92
	2.5	95	6.815	3142	7088	7.088	23	116

Anejos.

Tabla C.7.- Valor de las pérdidas de carga localizadas $k \cdot (v^2/2g)$ en función de la velocidad del agua y para $k = 1$.



Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Tabla C.8.- Coeficientes K de pérdidas localizadas para algunas piezas o accesorios.

<i>Denominación del accesorio o singularidad</i>	<i>K</i>
Cambios de dirección a 45°	0.3
Cambios de dirección a 90° de radio medio	0.4
Codos	1.2
Contracciones bruscas	0.6
Derivación en T	1.4
Ensanchamientos bruscos	1
Entradas de depósitos	1.6
Salidas de depósitos	1.2
Uniones lisas	0.05
Uniones diversas	0.7
Válvulas de compuerta:	
Abiertas	0.5
Medio abiertas	5
Tres cuartos cerradas:	25
Válvulas de asiento	
Abiertas	6
Medio abiertas	36
Tres cuartos cerradas	112
Válvulas de mariposa:	
Abiertas	0.5
Medio abiertas	25
Tres cuartos cerradas	250
Válvula de retención de clapeta	12
Válvulas de bola (abiertas)	0.5

Anejos.

Tabla C.9.- Características de algunos aislantes fibrosos.

	Presentación. Utilización principal	Temperat. límite (°C)	Corro- sión	Igni- fugo	Resistencia mecánica	Resistencia al agua	Peso específico (kg/m ³)	Coef. conductividad (W/m·K)	
AMIANTO	Borra, placas	500 °C	No (salvo aglome- rante)	Muy buen	En aglo- merantes buena	Muy débil	160 a 200	0 °C	0.04
Fibras cortas	Coquillas	a						50 °C	0.042
Fibras largas		600 °C						100 °C	0.047
FIBRA DE VIDRIO Estirado de vidrio	Normal Refractario	500 °C	No Según resina	Total Según resina	Débil Según resina	Muy débil	4 a 200	0 °C	0.039
(mecánico, chorro de vapor o de gas)	Con resina	700 °C						50 °C	0.041
		var. con resina						100 °C	0.046
FIBRA MINE- RAL	Borra, placas	600 °C	Depende del conte- nido de sulfuro y de la resi- na	Total Salvo con resina	Débil Según resina	Muy débil	30 a 300	0 °C	0.04 a 0.04
Estirado de rocas naturales o artificiales	Coquillas, fi- bras con aglome- rante	a						50 °C	0.042 a 0.04
		700 °C						100 °C	0.047 a 0.05
FIBRA ANIMAL Y VEGETAL	Borra, placas	80 °C	No	Muy malo	Media	Muy mala	200	0 °C	0.04 kcal/ h·m·°C

Tabla C.10.- Características de algunos aislantes granulosos.

	Presentación. Utilización principal	Temperat. límite (°C)	Corro- sión	Igni- fugo	Resistencia mecánica	Resistencia al agua	Peso específico (kg/m ³)	Coef. conductividad (W/m·K)	
PERLITE	A granel, grá- nulos, placas, coquillas, Baja tempera- tura	-200 +900	No	Buen	Débil	Mala	40 a 100	-50 °C	0.04
Material								0 °C	0.045
volcánico								50 °C	0.052
expandido								100 °C	0.058
VERMICULITE	Fabricación de hormigón refractario.	1000	No (salvo el aglome- rante).	Muy buen (salvo aglom.)	Débil (según aglom.)	Muy débil	70 a 110	50 °C	0.092
Silicato de alúmi- na y magnesio ex- pandido	Coquillas, placas, borra							100 °C	0.095

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

Tabla C.11.- Características de algunos aislantes granulosos (continuación).

	Presentación. Utilización principal	Temperat. limite (°C)	Corro- sión	Igni- fugo	Resistencia mecánica	Resistencia al agua	Peso especifico (kg/m ³)	Coef. conductividad (W/m·K)	
KIESELGUHR diatomeas fosili- zadas, secadas o calcinadas (Fire- backing)	A granel, pla- cas, coquillas, pasta	900	Si, en for- ma de pasta	Muy buen	Débil a buena	Muy débil	200 a 300	0 °C 50 °C 100 °C	0.05 0.055 0.06
SILICATO DE CALCIO «Kieselguhr artificial» (kaylo)	Placas, coqui- llas	900	Ataca el aluminio	Buen	Buena	Muy débil	200	50 °C 100 °C	0.055 0.062
MAGNESIA Carbonato hidra- tado de magnesio por calcinación de dolomias	Placas, coqui- llas, a granel	300	Ph. 9 a 10 Ataca el aluminio	Buen	Buena	Muy débil	200		

Tabla C.12.- Características de algunos aislantes celulares.

	Presentación Utilización principal	Temperat. limite (°C)	Corro- sión	Igni- fugo	Resistencia mecánica	Resistencia al agua	Peso especifico (kg/m ³)	Coef. conductividad (W/m·K)	
CORCHO expandido	Pulvo, gránu- los, placas, coquillas	-100 °C a 80 °C	No	Mal	Buena	Débil	100 a 200	-50 °C 0 °C 50 °C	0.04 0.047 0.052
ESPUMA DE VIDRIO Expansión de vidrio por gas pesado	Placas, coquillas	-200 °C a 450 °C	No	Muy buen	Buena	Excelente	130 a 160	-50 °C 0 °C 50 °C 100 °C	0.043 0.05 0.059 0.068
HORMIGON EXPANDIDO (hormigón + agua oxigenada)	Placas, coqui- llas ladrillos	-20 °C a 120 °C	No	Buen	Buena	Muy débil	800 a 2000	0 °C 50 °C 100 °C	0.071 0.079 0.085
RESINAS SIN- TETICAS EX- PANDIDAS (Urea, formol, poliéster, poliesti- reno, polietileno, etc.)	Utilización a baja temperatura	Variable -150 °C a 170 °C, se- gún tipo	No	De regu- lar a débil	Media	Variable, según cé- lulas	De 10 a 80		0.029 a 0.045
ESPUMAS ELASTOMERI- CAS	Coquillas, Planchas Cintas	105 °C	No	Auto extingui- bles	Media	Muy buc- na	60	20 °C	0.035

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Anejos.

Planos.

PLANOS

Planos.

Índice.

Plano de situación.....	A-1
Plano de emplazamiento.....	A-2
Distribución general del edificio.....	B-1
Instalación de paneles solares.....	B-2
Guardilla, 1ª planta y planta baja con parte de la instalación (plantas).....	B-3
Detalle de la cubierta y de la instalación (vista lateral).....	B-4
Vista lateral con detalle de parte de la instalación (vista clásica).....	B-5
Esquema hidráulico.....	C-1

Planos.

Pliego de condiciones.

PLIEGO DE **CONDICIONES.**

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Índice.

1.- Disposiciones preliminares.....	3
2.- Descripción de la obra.....	5
- Colectores.....	5
- Interacumulador.....	5
- Tuberías de circuitos y demás elementos.....	5
- Hormigón.....	5
- Materiales de acero.....	5
3.- Condiciones de materiales y equipos.....	6
- Materiales.....	6
- Reconocimiento de los materiales.....	6
4.- Ejecución de la obra.....	6
4.1.- Generalidades.....	6
4.2.- Montaje de estructura soporte y captadores.....	8
4.3.- Montaje del interacumulador.....	8
4.4.- Montaje de las bombas.....	8
4.5.- Montaje de tuberías y accesorios.....	9
4.6.- Montaje del aislamiento.....	10
5.- Medición y abono de obras.....	11
- Colectores solares de placa plana.....	11
- Replanteo.....	11
- Mediciones.....	11
- Abono de las obras.....	11
- Comienzos de las obras.....	11
- Responsabilidades en la ejecución.....	11
6.- Disposiciones finales.....	12
6.1.- Condiciones de contratación.....	12
- Elección de componentes.....	12
- Prescripciones generales de la instalación.....	12
6.2.- Ejecución del proyecto.....	12
- Plazo de ejecución.....	12
- Comprobación del circuito.....	12
- Prueba final de entrega.....	12
6.3.- Condiciones facultativas.....	12
- Dirección.....	12
- Interpretación.....	13
- Responsabilidad de la casa constructora.....	13
- Duración de obra.....	13
- Exclusividad de proyecto.....	13
6.4.- Garantías.....	13
- Plazo de garantía.....	13
- Recepción definitiva.....	14
6.5.- Tramitación.....	14
- Tramitación oficial.....	14
- Validez del presupuesto.....	14
- Cambio de constructor.....	15

1.- Disposiciones preliminares.

La legislación que deberemos de tener como punto de referencia para la realización del proyecto es la siguiente:

- Real Decreto 891 / 1980, de 14 de abril, sobre homologación de los paneles solares (B.O.E. de 12 mayo de 1980).
- Orden del 28 Julio 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los paneles solares (B.O.E. 18 de agosto de 1980).
- Orden del 9 de abril de 1981, por la que se especifican las exigencias técnicas que deben cumplir los sistemas solares para agua caliente y climatización, a efectos de la concesión de subvenciones a los propietarios, en el desarrollo del artículo 13 de la ley 82/1980, del 30 de diciembre, sobre conservación de la energía (BOE 25 de Abril de 1981)
- Real Decreto 1751 / 1998 del 31 de julio, que aprueba el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (R.I.T.E.) y sus instrucciones técnicas complementarias (B.O.E. 5 de Agosto de 1998)
- Real Decreto 1218 / 2002, de 22 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1751 / 1998, de 31 de julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (I.T.E.) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios. B.O.E. núm. 289 de 3 de diciembre.
- Pliego de condiciones técnicas de las instalaciones de energía solar térmica I.D.E.A. (ref. PET-REV-16.6.18.5/I-01).
- Ley 82 / 1980 del 30 de diciembre, sobre conservación de la energía (B.O.E. 27 de enero de 1981).
- Resolución de la Dirección General del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), de 12 de marzo de 2002, por la que se establecen las bases reguladoras y la convocatoria para la concesión de ayudas para apoyo a la energía solar térmica, en el marco del Plan de Fomento de las Energías Renovables.
- Resolución del 5 de Noviembre de 2001, de la consejería de industria, comercio y turismo, por la que se aprueban las bases que han de regir las convocatorias públicas de subvenciones para programas de ahorro energético y uso de energías renovables en el año 2002.
- Reglamento de recipientes a presión.

Pliego de condiciones.

- Reglamento electrotécnico de baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.

- Ley 31 / 1995 del 8 de Noviembre sobre la prevención de riesgos laborales (BOE nº 269 del 10 de Noviembre).

- Real Decreto 1627 / 97, de 24 de Octubre de 1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- También se seguirá en todo lo posible otras normas como las U.N.E. de la asociación española de normalización y certificación (AENOR), normas C.T.E. del ministerio de obras públicas y urbanismos, y otras de organismos internacionales como las C.E.N. o I.S.O., como las siguientes:

UNE-EN 12975-1 Sistemas solares térmicos y componentes—Captadores Solares — Parte 1: Requisitos Generales.

UNE-EN 12975-2 Sistemas solares térmicos y componentes—Captadores Solares — Parte 2: Métodos de Ensayo.

UNE-EN 12976-1. Sistemas solares térmicos y componentes—Sistemas solares prefabricados— Parte 1: Requisitos Generales

UNE-EN 12976-2 Sistemas solares térmicos y componentes— Sistemas solares prefabricados — Parte 2: Métodos de Ensayo.

UNE-EN 12977-1. Sistemas solares térmicos y componentes—Sistemas solares a medida— Parte 1: Requisitos Generales

UNE-EN 12977-2 Sistemas solares térmicos y componentes— Sistemas solares a medida — Parte 2: Métodos de Ensayo.

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.

ENV 1991-2-3, Eurocode 1 — Basis of design and actions on structures — Part 2 - 3: Action on structures; snow loads.

ENV 1991-2-4, Eurocode 1 — Basis of design and actions on structures — Part 2 - 4: Action on structures; wind loads.

EN 60335-1:1995, Safety of household and similar electrical appliances — Part 1: General requirements (IEC 335-1:1991 modified).

Pliego de condiciones.

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).

ISO 9488 Energía Solar — Vocabulario.

Se considerará la edición más reciente de las normas antes mencionadas, con las últimas modificaciones oficialmente aprobadas.

2.- Descripción de la obra.

Colectores.

Los colectores serán suministrados en jaulas de madera adecuadas para su traslado o elevación mediante carretillas elevadoras.

Las jaulas se almacenarán depositándolas sobre suelo plano y a cubierto. En caso de almacenaje exterior, las jaulas se cubrirán para protegerlas del agua de lluvia.

En el caso de que los colectores, una vez desembalados y previamente a su montaje sobre los perfiles de apoyo, deban ser dejados de forma interina a la intemperie, se colocarán con un ángulo mínimo de inclinación de 20 ° y máximo de 80 °, con la cubierta de cristal orientada hacia arriba. Se evitará la posición horizontal y vertical.

Hasta que los colectores no estén llenos de fluido caloportador es conveniente cubrirlos, a fin de evitar excesivas dilataciones.

Interacumulador.

Éste se instalará en el cuarto existente en la terraza de la vivienda, siendo la altura mínima del solado al interacumulador de 500 mm y sujeto a los tacones de la pared mediante espárragos roscados.

En espera de su instalación, puede ser almacenado horizontal o verticalmente en el suelo sin desembalar, para evitar golpes.

Tuberías de circuitos y demás elementos.

Serán todos ellos de primera calidad, evitando que en el almacenamiento de espera para su instalación estén expuestos a daños por golpes o descubiertos de su embalaje de fábrica.

Hormigón.

El hormigón empleado como base de sustentación de los colectores será el de las características especificadas en mediciones.

El árido empleado será limpio, suelto y áspero, exento de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si es necesario se tamizará y lavará convenientemente con agua potable.

El cemento debe ser lento, marca de fábrica y perfectamente seco. Su peso específico debe ser como mínimo de 3,05 kg / dm³ y la finura de molido, residuo del 5 % en el tamiz de 900 mallas y del 20 % en el de 4900.

Pliego de condiciones.

Materiales de acero.

Los materiales de acero empleados serán de buena calidad sin deformaciones, roturas ni otros defectos. No se admitirán empalmes ni acopladuras en las piezas que formen parte de las estructuras, tanto en la zona soporte-colector como de los redondos para armar el hormigón.

El límite elástico será de 24 kg / mm² como corresponde a los aceros tipo A – 41.

3.- Condiciones de materiales y equipos.

Materiales.

Todos los materiales serán de buena calidad y de reconocida casa comercial. Tendrán las dimensiones que indiquen los documentos del proyecto y fije la dirección facultativa.

Reconocimiento de los materiales.

Los materiales serán reconocidos en obra antes de su empleo por la dirección facultativa, sin cuya aprobación no podrán ser empleados en la obra.

El contratista proporcionará a la dirección facultativa muestra de los materiales para su aprobación. Los ensayos y análisis que la dirección facultativa crea necesarios, se realizarán en laboratorios autorizados para ello.

Los accesorios, codos, latiguillos, racores, etc., serán de buena calidad y estarán igualmente exentos de defectos, tanto en su fabricación como en la calidad de los materiales empleados.

4.- Ejecución de la obra.

4.1.- Generalidades.

Las obras se ejecutarán de acuerdo con lo expuesto en el presente proyecto y a lo que dictamine la dirección facultativa.

El replanteo de las instalaciones se ajustará por el director de la obra, marcando sobre el terreno claramente todos los puntos necesarios para la ejecución de la obra en presencia del contratista y según proyecto.

El contratista facilitará por su cuenta todos los elementos que sean necesarios para la ejecución de los referidos replanteos y señalamiento de los mismos, cuidando bajo su responsabilidad de la invariabilidad de las señales o datos fijados para su determinación.

Si el contratista causara algún desperfecto en las propiedades colindantes, tendrá que restaurarlas a su cuenta, dejándolas en el estado que las encontró al dar comienzo las obras de la instalación solar.

La instalación se construirá en su totalidad utilizando materiales y procedimientos de ejecución que garanticen las exigencias del servicio, durabilidad, salubridad y mantenimiento.

Se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes.

A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, éstas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes que tengan competencia en el caso.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Pliego de condiciones.

Es responsabilidad del suministrador comprobar que el edificio reúne las condiciones necesarias para soportar la instalación, indicándolo expresamente en la documentación.

Es responsabilidad del suministrador comprobar la calidad de los materiales y del agua utilizada, cuidando que se ajusten a lo especificado en estas normas y el evitar el uso de materiales incompatibles entre sí.

El suministrador será responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, en tanto no se proceda a su unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato.

Especial cuidado se tendrá con materiales frágiles y delicados, como luminarias, mecanismos, equipos de medida, etc., que deberán quedar debidamente protegidos.

Durante el montaje, el suministrador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente todos los equipos (captadores, acumuladores, etc.), cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc. de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección se realizará con los correspondientes accesorios y / o cajas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, el suministrador aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente.

La instalación de los equipos, válvulas y purgadores permitirá su posterior acceso a las mismas a efectos de su mantenimiento, reparación o desmontaje.

Una vez instalados, se procurará que las placas de características de los equipos sean visibles.

Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante, serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante.

Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria, se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

Todos los equipos y circuitos podrán vaciarse total o parcialmente, esto se realizará desde los puntos más bajos de la instalación.

Las conexiones entre los puntos de vaciado y desagües se realizarán de forma que el paso del agua quede perfectamente visible.

Los botellines de purga estarán siempre en lugares accesibles y, siempre que sea posible, visibles.

4.2.- Montaje de estructura soporte y captadores.

Si los captadores son instalados en los tejados de edificios, deberá asegurarse la estanqueidad en los puntos de anclaje.

La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

Las tuberías flexibles se conectarán a los captadores utilizando, preferentemente, accesorios para mangueras flexibles.

Cuando se monten tuberías flexibles se evitará que queden retorcidas y que se produzcan radios de curvatura superiores a los especificados por el fabricante.

El suministrador evitará que los captadores queden expuestos al sol por períodos prolongados durante el montaje. En este período las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

Terminado el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que éste pueda prolongarse, el suministrador procederá a tapar los captadores.

4.3.- Montaje del interacumulador.

La estructura soporte para depósitos y su fijación se realizará según la normativa vigente.

La estructura soporte y su fijación para depósitos de más de 1000 l situados en cubiertas o pisos deberá ser diseñada por un profesional competente. La ubicación de los acumuladores y sus estructuras de sujeción, cuando se sitúen en cubiertas de piso, tendrá en cuenta las características de la edificación y requerirá, para depósitos de más de 300 l, el diseño de un profesional competente.

Se tendrá en cuenta la accesibilidad del intercambiador, para operaciones de sustitución o reparación.

4.4.- Montaje de las bombas.

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser fácilmente desmontado. El acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado hasta el diámetro DN 32.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos.

La conexión de las tuberías a las bombas no podrá provocar esfuerzos recíprocos (se utilizarán manguitos antivibratorios cuando la potencia de accionamiento sea superior a 700 W).

Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en aspiración e impulsión.

Pliego de condiciones.

Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

Cuando se monten bombas con prensa-estopas se instalarán sistemas de llenado automáticos.

4.5.- Montaje de tuberías y accesorios.

Antes del montaje deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o de cualquier manera dañadas.

Se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anticorrosión.

Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanqueidad, etc., se guardarán en locales cerrados.

Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando fundamentalmente, tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deban darse.

Las tuberías se instalarán lo más próximas posible a paramentos, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. En cualquier caso, la distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm.

Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente.

La distancia en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento, y la del cable o tubo protector no deben ser inferiores a las siguientes:

- 5 cm para cables bajo tubo con tensión inferior a 1000 V.
- 30 cm para cables sin protección con tensión inferior a 1000 V.
- 50 cm para cables con tensión superior a 1000 V.

Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos como cuadros o motores.

No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación.

Las conexiones de las tuberías a los componentes se realizarán de forma que no se transmitan esfuerzos mecánicos.

Las conexiones de componentes al circuito deben ser fácilmente desmontables por bridas o racores, con el fin de facilitar su sustitución o reparación.

Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas.

Para evitar la formación de bolsas de aire, los tramos horizontales de tubería se montarán siempre con una pendiente ascendente en el sentido de circulación, de aproximadamente un 1 %.

Se facilitarán las dilataciones de tuberías utilizando los cambios de dirección o dilatadores axiales.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Pliego de condiciones.

Las uniones de tuberías de acero podrán ser por soldadura o roscadas. Las uniones con valvulería y equipos podrán ser roscadas hasta 2", para diámetros superiores se realizarán las uniones por bridas.

Las uniones de tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad.

En circuitos abiertos el sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre.

El dimensionado, distancia y disposición de los soportes de tubería se realizará de acuerdo con las prescripciones de UNE 100.152.

Durante el montaje de las tuberías se evitarán en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.

En las ramificaciones soldadas, el final del tubo ramificado no debe proyectarse en el interior del tubo principal.

Los sistemas de seguridad y expansión se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o impurezas.

Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción.

En las salas de máquinas se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección, para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar las variaciones de longitud.

En los trazados de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, se compensarán los movimientos de tuberías mediante dilatadores axiales.

4.6.- Montaje del aislamiento.

El aislamiento no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio.

El manguito pasamuros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con su aislamiento, con una holgura máxima de 3 cm.

Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos por el material aislante.

El puente térmico constituido por el mismo soporte deberá quedar interrumpido por la interposición de un material elástico (goma, fieltro, etc.) entre el mismo y la conducción.

Después de la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volante, etc. deberán quedar visibles y accesibles.

Las franjas y flechas que distinguen el tipo de fluido transportado en el interior de las conducciones se pintarán o se pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de su protección.

5.- Medición y abono de obras.

Colectores solares de placa plana.

Se entiende por unidad de colector solar de placa plana al número de éstos para que el rendimiento de la instalación sea el requerido en el proyecto.

En el precio unitario están incluidos portes, descarga, instalación y accesorios de unión de éstos a todos sus elementos (tuberías, sondas, etc.)

Replanteo.

Todas las operaciones y medios auxiliares que se necesite para los replanteos serán de cuenta del contratista, no teniendo por este concepto derecho a indemnización de ninguna clase. El contratista será responsable de los errores que resulten de los replanteos con relación a los planos acotados que el director de la obra facilite a su debido tiempo.

Mediciones.

Los circuitos se medirán en metros lineales y partes proporcionales de elementos de anclaje y accesorios (codos, empalmes, etc.)

El hormigón para armar se cubicará en su verdadera magnitud en metros cúbicos.

La mezcla anticongelante se cubicará en litros.

Todos los elementos de la instalación se medirán por unidades totalmente instaladas y funcionando, con partes proporcionales de sujeción y accesorios.

Abono de las obras.

Se abonarán al contratista las obras que realmente ejecuta con sujeción al proyecto aprobado, las modificaciones debidamente autorizadas y que se introduzcan, y las órdenes que le hayan sido comunicadas por el director de la obra.

Si en virtud de alguna disposición del director de la obra, se introdujera alguna reforma en la misma que suponga aumento o disminución del presupuesto, el contratista queda obligado a ejecutarla con los precios que figuran en el presupuesto del contrato y de no haberlos se establecerán previamente.

El abono de las obra se efectuará en la recepción la las mismas.

Comienzos de las obras.

El contratista deberá comenzar las obras a los quince días de la firma del contrato y en su ejecución se ajustará a los planos que le suministre el director de la obra.

Él se sujetará a las leyes, reglamentos, normas y ordenanzas vigentes, así como los que se dicten durante la ejecución de las obras.

Responsabilidades en la ejecución.

El contratista es el único responsable de la ejecución de las obras que haya contratado. No tendrá derecho a indemnización alguna por el mayor precio a que pudieran costarle los materiales ni por las erradas maniobras que cometiese durante la construcción, siendo todas ellas de su cuenta y riesgo e independiente de la inspección del director de la obra.

Pliego de condiciones.

Será asimismo responsable ante los tribunales de los accidentes que por su inexperiencia o descuido ocurran en la construcción de la instalación, en cuyo caso, si no fuese persona competente en los trabajos, tendrá obligación de hacerse representar por otra que tenga para ello los debidos conocimientos.

6.- Disposiciones finales.

6.1.- Condiciones de contratación.

- Elección de componentes.

Todos los materiales utilizados en el montaje de la instalación corresponden a los de mayor fiabilidad de los que se encuentran en el mercado, cumpliendo a su vez, todas y cada una de las condiciones de trabajo a que éstos se someten.

- Prescripciones generales de la instalación.

Se aplicarán todas las previstas en el R.I.T.E.

6.2.- Ejecución del proyecto.

La casa constructora encargada de la ejecución del presente proyecto deberá tener en cuenta todas las normas que sobre el montaje existan. Todas las obras deberán ser realizadas por personal cualificado.

- Plazo de ejecución.

Será fijado en el plazo de ejecución de las bases de contratación

- Comprobación del circuito.

Una vez terminado el montaje se efectuarán los siguientes controles:

- Verificar sentido de la bomba.
- Verificar sentido de las válvulas anti-retorno.
- Colocación de sondas de temperatura.
- Verificar la inexistencia de fugas.
- Purgar la instalación.
- Comprobar la correcta puesta en marcha y parada del grupo de control.
- Ajustar el caudal del circuito primario para un óptimo rendimiento.
- Vigilar la presión de los circuitos y verificar, si existen o no golpes de ariete.

- Prueba final de entrega.

Antes de dar por finalizada la ejecución del proyecto se someterá a la instalación a una prueba en iguales condiciones a las que va a ser empleada normalmente.

6.3.- Condiciones facultativas.

- Dirección.

La dirección del montaje estará realizada en su totalidad por la persona firmante de este proyecto.

La instalación de los elementos se adecuará totalmente a los planos y documentos del presente proyecto.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Pliego de condiciones.

Si hubiera necesidad de variar algún punto de este proyecto, será el director del montaje el único autorizado para ello.

- Interpretación.

La interpretación del proyecto en toda su amplitud correrá a cargo del técnico, al que la casa constructora deberá obedecer en todo momento. Si hubiese alguna diferencia en la interpretación de las condiciones del citado proyecto, la casa constructora deberá aceptar y obedecer la opinión del técnico.

- Responsabilidad de la casa constructora.

Esta será la única responsable de las indemnizaciones a que hubiera lugar por el sobreprecio que pudiera costarle la instalación de los elementos del proyecto y por las erradas maniobras que pudiera cometer durante la realización del mismo.

- Duración de obra.

La casa constructora abonará una determinada cantidad por cada día de retraso en la entrega de la instalación totalmente terminada.

- Exclusividad de proyecto.

La casa constructora no podrá en ningún caso traspasar este contrato ni dar su trabajo a otra persona, sin previa autorización de la dirección técnica.

6.4.- Garantías.

- Plazo de garantía.

El suministrador garantizará la instalación durante un periodo mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Pliego de condiciones.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la ejecución del aval prestado y de la reclamación por daños y perjuicios en que se hubiere incurrido el suministrador.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo de:

- 24 horas, si se interrumpe el suministro de agua caliente, procurando establecer un servicio mínimo hasta el correcto funcionamiento de ambos sistemas (solar y de apoyo).
- 48 horas, si la instalación solar no funciona.
- una semana, si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

- Recepción definitiva.

Al cumplirse el plazo de garantía, se procederá a la recepción definitiva, mediante las pruebas consiguientes. Si los resultados fueran satisfactorios, se levantará acta en la que se hará constar el resultado de las demás pruebas unificadas durante el período de garantía.

6.5.- Tramitación.

- Tramitación oficial.

Serán por cuenta del contratista los trámites necesarios entre los organismos interesados para la legalización de la instalación.

Todos los gastos, incluidas las copias del proyecto que se produzcan, serán también por su cuenta.

Será responsable de cualquier demora que dé lugar los fallos en esta tramitación.

Pliego de condiciones.

- Validez del presupuesto.

El presupuesto del proyecto será válido por un período máximo de 30 días, transcurridos los cuales aplicará sobre la totalidad de éste, el incremento o la disminución en porcentaje igual al que el estado publique en concepto de incremento de precios, no pudiendo sobrepasar en ningún caso el índice de fluctuación oficial.

Al precio indicado en el presupuesto se le repercutirá el I.V.A. correspondiente.

- Cambio de constructor.

El adjudicatario no podrá ceder ni traspasar a otra persona física o jurídica la contrata, sin la plena ni expresa autorización de la administración.

Pliego de condiciones.

Pliego de condiciones.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Mediciones y presupuesto.

MEDICIONES **Y** **PRESUPUESTO**

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Mediciones y presupuesto.

Índice.

1.- Mediciones – Unidades de obra.....	3
2.- Precios unitarios.....	4
3.- Precios unitarios descompuestos.....	5
4.- Presupuesto general.....	14

1.- Mediciones – Unidades de obra.

Ordenación.	Componente.	Unidades.
1	Soporte tejado (para 2 colectores) (opcional).	1 u.
2	Paneles solares (y un juego de conexiones por cada par de captadores).	2 u.
3	Interacumulador solar.	1 u.
4	Tubería flexible Ø _{ext.} 28.	2,6 m
5	Tubería de cobre Ø _{ext.} 18.	30,5 m
6	Aislamiento.	
6.1	- Coquilla 20 mm.	29,5 m
6.2	- Coquilla 30 mm.	3 m
6.3	- Planchas.	6 m ²
6.4	- Pintura.	5 l
7	Bomba de circulación.	2 u.
8	Manómetro (termohidrómetro).	1 u.
9	Depósito de expansión A.C.S. (con sist. de llenado automático).	1 u.
10	Purgador.	
10.1	- Purgador.	1 u.
10.2	- Purgador-desaireador.	1 u.
11	Termómetro.	2 u.
12	Válvulas y accesorios.	
12.1	- V. de paso.	11 u.
12.2	- V. de retención.	2 u.
12.3	- Grifo de vaciado.	1 u.
12.4	- V. de 3 vías.	1 u.
13	Filtro.	2 u.
14	Depósito fluido caloportador (propilenglicol) 20 l.	1 u.
15	Abrazaderas.	24 u.
16	Sistema de reg. y control.	
16.1	- Regulador (sondas).	1 u.
16.2	- Sonda (col. solar).	1 u.
17	Últimas comprobaciones.	1

2.- Precios unitarios.

Ordenación.	Componente.	Precio unitario (€).
1	Soporte tejado (para 2 colectores) (opcional).	37,85
2	Paneles solares (y un juego de conexiones por cada par de captadores).	417,97
3	Interacumulador solar.	1389,99
4	Tubería flexible Ø _{ext.} 28.	23,75
5	Tubería de cobre Ø _{ext.} 18.	138,82
6	Aislamiento.	
6.1	- Coquilla 20 mm.	8,17
6.2	- Coquilla 30 mm.	15,19
6.3	- Planchas.	9,01
6.4	- Pintura.	11,23
7	Bomba de circulación.	187,56
8	Manómetro (termohidrómetro).	21,97
9	Depósito de expansión A.C.S. (con sist. de llenado automático).	31,22
10	Purgador.	
10.1	- Purgador.	28,84
10.2	- Purgador-desaireador.	33,99
11	Termómetro.	29,51
12	Válvulas y accesorios.	
12.1	- V. de paso.	17,30
12.2	- V. de retención.	10,20
12.3	- Grifo de vaciado.	9,68
12.4	- V. de 3 vías.	82,30
13	Filtro.	28,53
14	Depósito fluido caloportador (propilenglicol) 20 l.	92,96
15	Abrazaderas.	12,54
16	Sistema de reg. y control.	
16.1	- Regulador (sondas).	385,43
16.2	- Sonda (col. solar).	29,66
17	Últimas comprobaciones.	24,10

3.- Precios unitarios descompuestos.

1.- Soporte tejado (para 2 colectores) (opcional).

3 h.	Peón especializado del albañil.	9,00	27,00
0,25 h	Grúa.	39,00	9,75
	Suma de la partida.		36,75
	Costes indirectos (3 %).		1,10
	Total partida.		37,85

El precio asciende a la cantidad señalada de TREINTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS DE EURO.

2.- Panel solar.

1 u.	Colector solar Atesa Export Tridimensional. Con carcasa de acero inox. AISI 304 (e = 0,6 mm), cubierta transparente de vidrio templado (e = 4 mm), con una parrilla de 10 tubos verticales de Cu, Ø 10 mm, soldada a dos colectores horizontales de Cu de Ø 22 mm. Capac. de líquido: 2,8 kg, $t_{\text{máx.}}$ de funcionamiento: 120 °C, $P_{\text{máx.}}$ de trabajo: 7 bares. $S_{\text{útil}}$ de captación: 1,852 m ² . $S_{\text{útil}}$ de captación tridimensional 2,538 m ² .	343,75	343,75
1 u.	Juego de acoplamiento-conexiones para colectores.	4,00	4,00
1 u.	Juego de acoplamiento-conexiones entre colectores.	4,80	4,80
0,5 h.	Grúa.	39,00	19,50
0,75 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	13,50
2,25 h.	Peón especializado del albañil.	9,00	20,25
	Suma de la partida.		405,80
	Costes indirectos (3 %).		12,17
	Total partida.		417,97

El precio asciende a la cantidad señalada de CUATROCIENTOS DIECISIETE EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS DE EURO.

3.- Interacumulador solar.

1 u.	Interacumulador solar BRV-200. Con dos entradas y dos salidas, una recirculación, posesión de resistencia eléctrica. Capac. = 200 l, $t_{\text{máx.}}$ de funcionamiento: 99 °C, $P_{\text{máx.}}$ de trabajo: 12 bares, $S_{\text{útil}}$ del intercambiador = 1,1 m ² .		
------	---	--	--

Mediciones y presupuesto.

	1300,00	1300,00
1,5 h. Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	27,00
2,5 h. Peón especializado del albañil.	9,00	22,50
Suma de la partida.		1349,50
Costes indirectos (3 %).		40,49
Total partida.		1389,99

El precio asciende a la cantidad señalada de MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS DE EURO.

4.- Tubería flexible Ø_{ext.} 28.

1 m. Tubería flexible Ø _{ext.} 28. De acero inoxidable del distribuidor Comercial Gassó, margen de t ^{as} continuo de – 200 °C a +800 °C.	20,00	20,00
0,17 h. Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	3,06
Suma de la partida.		23,06
Costes indirectos (3 %).		0,69
Total partida.		23,75

El precio asciende a la cantidad señalada de VEINTITRÉS EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS DE EURO.

5.- Tubería de cobre Ø_{ext.} 18.

1 m. Tubería de cobre Ø _{ext.} 18.	7,34	7,34
6,33 h. Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	113,94
1,50 h. Peón especializado del albañil.	9,00	13,50
Suma de la partida.		134,78
Costes indirectos (3 %).		4,04
Total partida.		138,82

El precio asciende a la cantidad señalada de CIENTO TREINTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS DE EURO.

6.- Aislamiento.

6.1.- Coquilla Armaflex 20 mm.

1 m. Coquilla Armaflex 20 mm.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Mediciones y presupuesto.

Con coeficiente de conductividad = 0.035 W / (m · K) a los 20 °C. T^a_{lim.} = 105 °C. No vulnerable a la corrosión. Autoextinguible.

	6,00	6,00
0,102 h. Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	1,84
0,001 h. Peón especializado del albañil.	9,00	0,09
Suma de la partida.		7,93
Costes indirectos (3 %).		0,24
Total partida.		8,17

El precio asciende a la cantidad señalada de OCHO EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS DE EURO.

6.2.- Coquilla Armaflex 30 mm.

1 m. Coquilla Armaflex 30 mm. Con coeficiente de conductividad = 0.035 W / (m · K) a los 20 °C. T ^a _{lim.} = 105 °C. No vulnerable a la corrosión. Autoextinguible.	11,00	11,00
0,167 h. Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	3,00
0,083 h. Peón especializado del albañil.	9,00	0,75
Suma de la partida.		14,75
Costes indirectos (3 %).		0,44
Total partida.		15,19

El precio asciende a la cantidad señalada de QUINCE EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS DE EURO.

6.3.- Plancha Armaflex 25 mm.

1 m ² . Plancha 25 mm AF Armaflex.	8,00	8,00
0,083 h. Peón especializado del albañil.	9,00	0,75
Suma de la partida.		8,75
Costes indirectos (3 %).		0,26
Total partida.		9,01

El precio asciende a la cantidad señalada de NUEVE EUROS CON UN CÉNTIMO DE EURO.

6.4.- Pintura Armafinish 20.

1 l.	Pintura Armafinish.	10,00	0,00
0,10 h.	Peón especializado del albañil.	9,00	0,90
	Suma de la partida.		10,90
	Costes indirectos (3 %).		0,33
	Total partida.		11,23

El precio asciende a la cantidad señalada de ONCE EUROS CON VEINTITRÉS CÉNTIMOS DE EURO.

7.- Bomba de circulación.

1 u.	Bomba de circulación modelo SB-5 Y de Roca. Con alto par de arranque, $t^a_{m\acute{a}x.}$ recomendada: 60 °C, $P_{m\acute{a}x.}$ de trabajo: 10 bares, resistencia a aguas de pH < 7, Potencia absorbida máx.: 30 W. Con motor autoprotegido contra sobrecargas. No precisa guardamotor.	147,00	147,00
1,90 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	34,20
0,10 h.	Peón especializado del albañil.	9,00	0,90
	Suma de la partida.		182,10
	Costes indirectos (3 %).		5,46
	Total partida.		187,56

El precio asciende a la cantidad señalada de CIENTO OCHENTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS DE EURO.

8.- Manómetro.

1 u.	Termohidrómetro modelo 60 m.c.a. vertical (Roca). Margen de t^{as} de registro: 20 °C – 120 °C. $\varnothing_{esfera} = 80$ mm.	4,68	4,68
0,85 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	15,30
0,15 h.	Peón especializado del albañil.	9,00	1,35
	Suma de la partida.		21,33
	Costes indirectos (3 %).		0,64
	Total partida.		21,97

Mediciones y presupuesto.

El precio asciende a la cantidad señalada de VEINTIÚN EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS DE EURO.

9.- Depósito de expansión A.C.S. (con sist. de llenado automático).

1 u.	Depósito de expansión A.C.S. modelo CMF 8 l. Distribuidor Salvador Escoda. Dispone de una membrana fija y nos ofrece una $P_{\text{máx.}} = 4$ bar y una capacidad de 8 l.	21,31	21,31
0,50 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	9,00
	Suma de la partida.		30,31
	Costes indirectos (3 %).		0,91
	Total partida.		31,22

El precio asciende a la cantidad señalada de TREINTA Y UN EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS DE EURO.

10.- Purgadores.

10.1- Purgador.

1 u.	Purgador automático de aire Flexvet (Roca). Está hecho de latón y dispone de una válvula de cierre. $P_{\text{máx.}} = 10$ bar, $t^{\text{a}}_{\text{máx.}} = 110$ °C.	19,00	19,00
0,5 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	9,00
	Suma de la partida.		28,00
	Costes indirectos (3 %).		0,84
	Total partida.		28,84

El precio asciende a la cantidad señalada de VEINTIOCHO EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS DE EURO.

10.2- Purgador – desaireador.

1 u.	Purgador – Desaireador Flexair 32 sk (Roca). Está hecho de latón y dispone de una válvula de cierre y de un separador de aire centrífugo. $P_{\text{máx.}} = 10$ bar, $t^{\text{a}}_{\text{máx.}} = 110$ °C.	24,00	24,00
0,5 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	9,00

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Mediciones y presupuesto.

Suma de la partida.		33,00
Costes indirectos (3 %).		0,99
Total partida.		33,99

El precio asciende a la cantidad señalada de TREINTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS DE EURO.

11.- Termómetro.

1 u. Termómetro modelo TV-80 de Roca. Margen de t^{as} de registro: 0 °C – 120 °C. $\varnothing_{esfera} = 80$ mm.		
	12,00	12,00
0,85 h. Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	15,30
0,15 h. Peón especializado del albañil.	9,00	1,35
Suma de la partida.		28,65
Costes indirectos (3 %).		0,86
Total partida.		29,51

El precio asciende a la cantidad señalada de VEINTINUEVE EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS DE EURO.

12.- Válvulas y accesorios.

12.1.- Válvula de paso.

1 u. Válvula de paso.	14,00	14,00
0,083 h. Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	1,50
0,144 h. Peón especializado del albañil.	9,00	1,30
Suma de la partida.		16,80
Costes indirectos (3 %).		0,50
Total partida.		17,30

El precio asciende a la cantidad señalada de DIECISIETE EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS DE EURO.

12.2.- Válvula de retención.

1 u. Válvula de retención.	5,70	5,70
0,125 h. Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	2,25
0,217 h. Peón especializado del albañil.	9,00	1,95
Suma de la partida.		9,90

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Mediciones y presupuesto.

Costes indirectos (3 %).		0,30
Total partida.		10,20

El precio asciende a la cantidad señalada de DIEZ EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS DE EURO.

12.3.- Grifo.

1 u. Grifo (sistema de vaciado).	4,00	4,00
0,25 h. Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	4,50
0,10 h. Peón especializado del albañil.	9,00	0,90
Suma de la partida.		9,40
Costes indirectos (3 %).		0,28
Total partida.		9,68

El precio asciende a la cantidad señalada de NUEVE EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS DE EURO.

12.4.- Válvula de 3 vías.

1 u. Válvula de tres vías (motorizada).	70,00	70,00
0,50 h. Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	9,00
0,10 h. Peón especializado del albañil.	9,00	0,90
Suma de la partida.		79,90
Costes indirectos (3 %).		2,40
Total partida.		82,30

El precio asciende a la cantidad señalada de OCHENTA Y DOS EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS DE EURO.

13.- Filtro.

1 u. Filtro.	25,00	25,00
0,15 h. Oficial 1ª fontanero calefactor.	18,00	2,70
Suma de la partida.		27,70
Costes indirectos (3 %).		0,83
Total partida.		28,53

El precio asciende a la cantidad señalada de VEINTIOCHO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS DE EURO.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Mediciones y presupuesto.

14.- Depósito fluido caloportador.

1 u.	Depósito fluido caloportador (propilenglicol) 20 l.	88,00	88,00
0,25 h.	Peón especializado del albañil.	9,00	2,25
	Suma de la partida.		90,25
	Costes indirectos (3 %).		2,71
	Total partida.		92,96

El precio asciende a la cantidad señalada de NOVENTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS DE EURO.

15.- Abrazaderas.

1 u.	Abrazaderas.	1,82	1,82
0,50 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	18,00	9,00
0,15 h.	Peón especializado del albañil.	9,00	1,35
	Suma de la partida.		12,17
	Costes indirectos (3 %).		0,37
	Total partida.		12,54

El precio asciende a la cantidad señalada de DOCE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS DE EURO.

16.- Sistema de reg. y control.

16.1.- Control electrónico.

1 u.	Control electrónico Cosmocell modelo CP (incluye 4 sondas y 5 salidas).		
		250,00	250,00
6,5 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	18,00	117,00
0,80 h.	Peón especializado del albañil.	9,00	7,20
	Suma de la partida.		374,20
	Costes indirectos (3 %).		11,23
	Total partida.		385,43

El precio asciende a la cantidad señalada de TRESCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS DE EURO.

Mediciones y presupuesto.

16.2.- Sonda.

1 u.	Sonda (salida de paneles solares).	18,00	18,00
0,50 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	18,00	9,00
0,20 h.	Peón especializado del albañil.	9,00	1,80
	Suma de la partida.		28,80
	Costes indirectos (3 %).		0,86
	Total partida.		29,66

El precio asciende a la cantidad señalada de VEINTINUEVE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS DE EURO.

17.- Últimas comprobaciones.

1 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	18,00	18,00
0,60 h.	Peón especializado del albañil.	9,00	5,40
	Suma de la partida.		23,40
	Costes indirectos (3 %).		0,70
	Total partida.		24,10

El precio asciende a la cantidad señalada de VEINTICUATRO EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS DE EURO.

4.- Presupuesto general.

Ordenación.	Componente.	Precio unitario (€).	Unidades.	Precio total (€).
1	Soporte tejado (para 2 colectores) (opcional).	37,85	1	37,85
2	Paneles solares (y un juego de conexiones por cada par de captadores).	417,97	2	835,94
3	Interacumulador solar.	1389,99	1	1389,99
4	Tubería flexible Ø _{ext.} 28.	23,75	2,6	61,75
5	Tubería de cobre Ø _{ext.} 18.	138,82	30,5	4234,01
6	Aislamiento.			
6.1	- Coquilla 20 mm.	8,17	29,5	241,02
6.2	- Coquilla 30 mm.	15,19	3	45,57
6.3	- Planchas.	9,01	6	54,06
6.4	- Pintura.	11,23	5	56,15
7	Bomba de circulación.	187,56	2	375,12
8	Manómetro (termohidrómetro).	21,97	1	21,97
9	Depósito de expansión A.C.S. (con sist. de llenado automático).	31,22	1	31,22
10	Purgador.			
10.1	- Purgador.	28,84	1	28,84
10.2	- Purgador-desaireador.	33,99	1	33,99
11	Termómetro.	29,51	2	59,02
12	Válvulas y accesorios.			
12.1	- V. de paso.	17,30	11	190,30
12.2	- V. de retención.	10,20	2	20,40
12.3	- Grifo de vaciado.	9,68	1	9,68
12.4	- V. de 3 vías.	82,30	1	82,30
13	Filtro.	28,53	2	57,06
14	Depósito fluido caloportador (propilenglicol) 20 l.	92,96	1	92,96
15	Abrazaderas.	12,54	24	300,96
16	Sistema de reg. y control.			
16.1	- Regulador (sondas).	385,43	1	385,43
16.2	- Sonda (col. solar).	29,66	1	29,66
17	Últimas comprobaciones.	24,10	1	24,10

Mediciones y presupuesto.

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL (€).	8699,35
15,00 % Gastos generales.	1304,90
6,00 % Beneficio industrial.	521,96
	SUMA DE G.G. y B.I.
	1826,86
	SUMA DE P.E.M., G.G. y B.I.
	10526,21
16,00 % I.V.A.	1684,19
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA (€).	12210,40
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL (€).	12210,40

El precio asciende a la cantidad señalada de DOCE MIL DOSCIENTOS DIEZ EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS DE EURO.

León, a de Septiembre de 2006.

El promotor.

La dirección facultativa.

Mediciones y presupuesto.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Estudios de entidad propia.

ESTUDIOS **DE** **ENTIDAD PROPIA**

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Estudios de entidad propia.

Índice.

1.- Estudio básico de seguridad y salud.

1.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Índice.

1.1.- Introducción.....	3
1.2.- Objeto del Estudio de Seguridad y Salud.....	4
1.3.- Consideración general de riesgos.....	4
1.4.- Análisis y prevención de riesgos en las fases de obra.....	5
1.4.1.- Tipos de riesgos.....	5
1.4.2.- Medidas preventivas en la organización del trabajo.....	14
1.4.3.- Protecciones colectivas.....	14
1.4.4.- Protecciones personales.....	15
1.5.- Análisis y prevención de los riesgos en los medios y en la maquinaria.....	15
1.6.- Análisis y prevención de riesgos catastróficos.....	16
1.7.- Cálculo de los medios de seguridad.....	17
1.8.- Medicina preventiva y primeros auxilios.....	17

1.1.- Introducción.

La publicación de Real Decreto 1627 / 1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, viene a completar lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en este sector.

El R.D. 1627 / 1997 sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, traspuso al Derecho Español la Directiva 92 / 57 / CEE del Consejo, de 24 de Junio de 1992, relativa a las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud que deben aplicarse en las Obras de Construcción Temporales o Móviles.

Esta directiva se fundamenta en que la integración de la Seguridad y Salud antes y durante el proceso constructivo, requiere ser planificada en la fase de proyecto y de ejecución. Esto se debe al hecho de que muchos de los accidentes están producidos por una falta de planificación ya en la fase de proyecto, a lo que se une en la mayoría de los casos la dificultad de coordinar en la fase de ejecución el trabajo a realizar por las diferentes empresas de manera simultánea. Por ello en esta directiva se pretende integrar la seguridad en el proceso constructivo de una forma natural y lógica durante las dos fases que lo integran.

El R.D. 1627 / 97 define las responsabilidades de los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras que esté en alguno de los siguientes supuestos:

- Presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450759,07 €).
- Duración estimada superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores, simultáneamente.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Estudios de entidad propia.

- Volumen de mano de obra estimada superior a 500, entendiéndose por tal, la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra.
- Realización de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En todos los proyectos de obra no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud, el cual será elaborado por el técnico competente designado por el promotor.

En aplicación del estudio de seguridad y salud o, en nuestro caso, del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrá implicar disminuciones de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico. Además deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

En este Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores, siempre dentro del marco de la Ley 31/1.995 de prevención de Riesgos Laborales.

1.2.- Objeto del Estudio de Seguridad y Salud.

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627 / 1997, el Estudio Básico deberá contemplar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas y específicas 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.- Consideración general de riesgos.

Por la situación del edificio y su entorno no se generan riesgos adicionales a los propios de nuestra construcción.

No está previsto el empleo de materiales peligrosos, ni tampoco elementos o piezas constructivas de peligrosidad desconocida en su puesta en obra. Además, los materiales componentes del edificio sobre el que se construirá nuestra

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

instalación son conocidos y no suponen riesgo adicional ni por su composición ni por sus dimensiones. Aunque sí cabe decir que durante el proceso en el que se quitarán las tejas, para la colocación de los montantes y guías donde irán colocados los paneles solares, dichas tejas se podrían caer, con las consecuencias tan azarosas que oportuna la casualidad. Esta posibilidad es contemplada a continuación en las tablas identificativas de riesgos, al igual que su oportuna medida correctora.

1.4.- Análisis y prevención de riesgos en las fases de obra.

Vamos a exponer en primer lugar los procedimientos y equipos técnicos a utilizar y, a continuación, la deducción de riesgos en estos trabajos, las medidas preventivas adecuadas, las protecciones colectivas necesarias y las protecciones personales exigidas para los trabajadores.

Para la realización de este hecho como comprobaremos a continuación, nos basaremos en el procedimiento del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (I.N.S.H.T.).

1.4.1.- Tipos de riesgos.

Un paso preliminar a la evaluación de riesgos es preparar una lista de actividades de trabajo, agrupándolas en forma racional y manejable. Una posible forma de clasificar las actividades de trabajo es la siguiente:

- Áreas externas a las instalaciones de la empresa.
- Etapas en el proceso de producción o en el suministro de un servicio.
- Trabajos planificados y de mantenimiento.
- Tareas definidas, como por ejemplo la de los conductores de carretillas elevadoras.

Para cada actividad de trabajo puede ser preciso obtener información, sobre los siguientes aspectos:

- Tareas a realizar. Su duración y frecuencia.
- Lugares donde se realiza el trabajo.
- Quien realiza el trabajo, tanto permanente como ocasional.
- Otras personas que puedan ser afectadas por las actividades de trabajo (por ejemplo: visitantes, subcontratistas, público).
- Formación que han recibido los trabajadores sobre la ejecución de sus tareas.
- Procedimientos escritos de trabajo, y/o permisos de trabajo.
- Instalaciones, maquinaria y equipos utilizados.
- Herramientas manuales.
- Instrucciones de fabricantes y suministradores para el funcionamiento y mantenimiento de planta, maquinaria y equipos.
- Tamaño, forma, carácter de la superficie y peso de los materiales a manejar.
- Distancia y altura a las que han de moverse de forma manual los materiales.
- Energías utilizadas (por ejemplo: aire comprimido).
- Sustancias y productos utilizados y generados en el trabajo.

Estudios de entidad propia.

- Estado físico de las sustancias utilizadas (humos, gases, vapores, líquidos, polvo, sólidos).
 - Contenido y recomendaciones del etiquetado de las sustancias utilizadas.
 - Requisitos de la legislación vigente sobre la forma de hacer el trabajo, instalaciones, maquinaria y sustancias utilizadas.
 - Medidas de control existentes.
 - Datos relativos a la actuación en prevención de riesgos laborales: incidentes, accidentes, enfermedades laborales derivadas de la actividad que se desarrolla, de los equipos y de las sustancias utilizadas. Debe buscarse información dentro y fuera de la organización.
 - Datos de evaluaciones de riesgos existentes, relativos a la actividad desarrollada.
- Organización del trabajo.

La tabla siguiente da un método simple para estimar los niveles de riesgo de acuerdo a su probabilidad estimada y a sus consecuencias esperadas.

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo Trivial T	Riesgo Tolerable TO	Riesgo Moderado MO
	Media M	Riesgo Tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo Importante I
	Alta A	Riesgo Moderado MO	Riesgo Importante I	Riesgo Intolerable IN

Tabla 1.- Niveles de riesgo.

Los niveles de riesgos indicados en el cuadro anterior forman la base para decidir si se requiere mejorar los controles existentes o implantar unos nuevos, así como la temporización de las acciones.

En la tabla xx se muestra un criterio sugerido como punto de partida para la toma de decisión. La tabla también indica que los esfuerzos precisos para el control de los riesgos y la urgencia con la que deben adoptarse las medidas de control deben ser proporcionales al riesgo.

Riesgo	Acción correctora y temporización
Trivial (T)	No se requiere acción específica.
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado esta asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Tabla 2.- Descripción de los niveles de riesgo.

Con el fin de ayudar en el proceso de identificación de peligros, es útil categorizarlos en distintas formas, por ejemplo, por temas: mecánicos, eléctricos, radiaciones, sustancias, incendios, explosiones, etc. En cada caso habrá que desarrollar una lista propia, teniendo en cuenta el carácter de sus actividades de trabajo y los lugares en los que se desarrollan.

Vamos analizar los distintos riesgos que hay en función de la tarea que realiza el trabajador, a saber:

- Montador.
- Soldador.
- Sopletero.
- Electricista e instrumentista.

Estudios de entidad propia.

Localización: Vivienda unifamiliar. c/ Antonio de Lebrija, nº 40. Barrio La Sal, Trobajo del Camino (León). Puesto de trabajo: MONTADOR. Nº de trabajadores:	Evaluación:										
	Inicial						Periódica				
	Fecha última evaluación:										
	Probabilidad			Severidad			Estimación del Riesgo				
Riesgo Identificado. Medidas de protección.	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
1.- Caída de personas a distinto nivel. Usar andamios estables, con dos barandillas, rodapiés y escaleras interiores o cestas hidráulicas. Usar arnés de seguridad y anclarlo a un punto fijo. Usar redes de seguridad. Sistemas provisionales de protección de borde.	X					X			X		
2.-Caída de objetos de cotas superiores. Usar casco, calzado de seguridad y marquesinas de protección en las zonas de paso. Limpiar de objetos las zonas superiores.	X				X			X			
3.-Pisadas sobre objetos, caídas al mismo nivel. Limpiar la zona de trabajo, iluminar correctamente la zona de trabajo.	X			X			X				
4.-Cortes por objetos y herramientas. Usar guantes y ropa que cubra brazos y piernas. Usar las herramientas en buen estado de uso.		X			X				X		
5.- Golpes con objetos o herramientas. Usar casco, proteger y señalizar las zonas de choque y reconocer el espacio útil antes de comenzar el trabajo.		X		X				X			
6.-Caída de objetos izados. Respetar las tablas de carga, acotar la zona de izado, no colocarse en la vertical de la pieza. Inspeccionar previamente la zona de izado para eliminar los posibles obstáculos. Únicamente izará el personal adiestrado.	X					X			X		
7.- Contactos eléctricos. Toda la instalación eléctrica estará puesta a tierra. Las herramientas con doble aislamiento no se conectarán a tierra. Los cuadros eléctricos irán protegidos con un relé diferencial. Los cuadros eléctricos tendrán un interruptor de corte exterior. Los cables y herramientas eléctricas serán reparados sólo por personal experto.	X				X			X			
8.- Proyecciones de partículas en ojos. Usar gafas de seguridad. Para trabajos intensivos con la radial usar pantallas de protección facial. Impartir formación de cómo quitarse las gafas y lavarse.		X		X				X			
9.- Sobreesfuerzos. Coger las cargas con la espalda recta y posicionar el cuerpo en posturas estables. Usar medios de izado o la ayuda de otro compañero para mover cargas pesadas.		X			X				X		
10.- Quemaduras.		X		X				X			

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Estudios de entidad propia.

Usar guantes y ropa que cubra los brazos y piernas, no tocar las partes recién cortadas o soldadas y no dirigir el chorro de chispas hacia el cuerpo.												
11.- Exposición a ruidos. Uso recomendado de tapones en ambientes ruidosos.	X			X			X					
12.- Incendio de la zona de trabajo. Limpiar la zona de trabajo y proteger los materiales combustibles. Conocer la situación de los medios de extinción.	X					X			X			
13.- Explosión e incendio de botellas de gases comprimidos. Mantener las botellas siempre en posición vertical. Para los sopletes usar válvulas antirretroceso a la salida de las botellas y entrada a la caña.	X					X			X			
14.- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas. Usar ropa, guantes y botas resistentes a dichas sustancias.	X				X			X				
15.- Trabajo en condiciones de stress térmico. Establecer turnos de trabajo y descanso en función del WBGT. No permitir que un trabajador permanezca sólo en el área de trabajo.	X				X		X					

Localización: Vivienda unifamiliar. c/ Antonio de Lebrija, nº 40. Barrio La Sal, Trobajo del Camino (León). Puesto de trabajo: SOLDADOR. Nº de trabajadores:	Evaluación:											
	Inicial						Periódica					
	Fecha última evaluación:											
	Probabilidad				Severidad				Estimación del Riesgo			
Riesgo Identificado. Medidas de protección.	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN	
1.- Caída de personas a distinto nivel. Usar andamios estables, con dos barandillas, rodapiés y escaleras interiores o cestas hidráulicas. Usar arnés de seguridad y anclarlo a un punto fijo. Usar redes de seguridad. Sistemas provisionales de protección de borde.	X					X			X			
2.-Caída de objetos de cotas superiores. Usar casco, calzado de seguridad y marquesinas de protección en las zonas de paso. Limpiar de objetos las zonas superiores.	X				X			X				
3.-Pisadas sobre objetos, caídas al mismo nivel. Limpiar la zona de trabajo, iluminar correctamente la zona de trabajo.	X			X			X					
4.-Cortes por objetos y herramientas. Usar guantes y ropa que cubra brazos y piernas. Usar las herramientas en buen estado de uso.		X			X				X			

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Estudios de entidad propia.

<p>5.- Golpes con objetos o herramientas. Usar casco, proteger y señalizar las zonas de choque y reconocer el espacio útil antes de comenzar el trabajo.</p>		X		X				X			
<p>6.-Caída de objetos izados. Respetar las tablas de carga, acotar la zona de izado, no colocarse en la vertical de la pieza. Inspeccionar previamente la zona de izado para eliminar los posibles obstáculos. Únicamente izará el personal adiestrado.</p>	X						X		X		
<p>7.- Contactos eléctricos. Toda la instalación eléctrica estará puesta a tierra. Las herramientas con doble aislamiento no se conectarán a tierra. Los cuadros eléctricos irán protegidos con un relé diferencial. Los cuadros eléctricos tendrán un interruptor de corte exterior. Los cables y herramientas eléctricas serán reparados sólo por personal experto.</p>	X				X			X			
<p>8.- Proyecciones de partículas en ojos. Usar gafas de seguridad. Para trabajos intensivos con la radial usar pantallas de protección facial. Impartir formación de cómo quitarse las gafas y lavarse.</p>		X		X				X			
<p>9.- Sobreesfuerzos. Coger las cargas con la espalda recta y posicionar el cuerpo en posturas estables. Usar medios de izado o la ayuda de otro compañero para mover cargas pesadas.</p>		X			X				X		
<p>10.- Conjuntivitis. Usar pantalla de soldador sin ranuras o aberturas por donde penetre la luz.</p>		X		X				X			
<p>11.- Quemaduras. Usar guantes y ropa que cubra los brazos y piernas, no tocar las partes recién cortadas o soldadas y no dirigir el chorro de chispas hacia el cuerpo.</p>		X		X				X			
<p>12.- Exposición a ruidos. Uso recomendado de tapones en ambientes ruidosos.</p>	X			X			X				
<p>13.- Incendio de la zona de trabajo. Limpiar la zona de trabajo y proteger los materiales combustibles. Conocer la situación de los medios de extinción.</p>	X					X			X		
<p>14.- Explosión e incendio de botellas de gases comprimidos. Mantener las botellas siempre en posición vertical. Para los sopletes usar válvulas antirretroceso a la salida de las botellas y entrada a la caña.</p>	X					X			X		
<p>15.- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas. Usar ropa, guantes y botas resistentes a dichas sustancias.</p>	X				X			X			
<p>16.- Trabajo en condiciones de stress térmico. Establecer turnos de trabajo y descanso en función del WBGT. No permitir que un</p>	X					X			X		

Estudios de entidad propia.

trabajador permanezca sólo en el área de trabajo.												
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Localización: Vivienda unifamiliar. c/ Antonio de Lebrija, nº 40. Barrio La Sal, Trobajo del Camino (León). Puesto de trabajo: SOPLETERO. Nº de trabajadores:	Evaluación:										
	Inicial						Periódica				
	Fecha última evaluación:										
Riesgo Identificado. Medidas de protección.	Probabilidad			Severidad			Estimación del Riesgo				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
1.- Caída de personas a distinto nivel. Usar andamios estables, con dos barandillas, rodapiés y escaleras interiores o cestas hidráulicas. Usar arnés de seguridad y anclarlo a un punto fijo. Usar redes de seguridad. Sistemas provisionales de protección de borde.	X					X			X		
2.-Caída de objetos de cotas superiores. Usar casco, calzado de seguridad y marquesinas de protección en las zonas de paso. Limpiar de objetos las zonas superiores.	X				X			X			
3.-Pisadas sobre objetos, caídas al mismo nivel. Limpiar la zona de trabajo, iluminar correctamente la zona de trabajo.	X			X			X				
4.-Cortes por objetos y herramientas. Usar guantes y ropa que cubra brazos y piernas. Usar las herramientas en buen estado de uso.		X			X				X		
5.- Golpes con objetos o herramientas. Usar casco, proteger y señalizar las zonas de choque y reconocer el espacio útil antes de comenzar el trabajo.		X		X				X			
6.-Caída de objetos izados. Respetar las tablas de carga, acotar la zona de izado, no colocarse en la vertical de la pieza. Inspeccionar previamente la zona de izado para eliminar los posibles obstáculos. Únicamente izará el personal adiestrado.	X					X			X		
7.- Contactos eléctricos. Toda la instalación eléctrica estará puesta a tierra. Las herramientas con doble aislamiento no se conectarán a tierra. Los cuadros eléctricos irán protegidos con un relé diferencial. Los cuadros eléctricos tendrán un interruptor de corte exterior. Los cables y herramientas eléctricas serán reparados sólo por personal experto.	X				X			X			
8.- Proyecciones de partículas en ojos. Usar gafas de seguridad. Para trabajos intensivos con la radial usar pantallas de protección facial. Impartir formación de cómo quitarse las gafas y lavarse.		X		X				X			
9.- Sobreesfuerzos. Coger las cargas con la espalda recta y		X			X				X		

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Estudios de entidad propia.

posicionar el cuerpo en posturas estables. Usar medios de izado o la ayuda de otro compañero para mover cargas pesadas.												
10.- Quemaduras. Usar guantes y ropa que cubra los brazos y piernas, no tocar las partes recién cortadas o soldadas y no dirigir el chorro de chispas hacia el cuerpo.		X		X				X				
11.- Exposición a ruidos. Uso recomendado de tapones en ambientes ruidosos.	X			X			X					
12.- Incendio de la zona de trabajo. Limpiar la zona de trabajo y proteger los materiales combustibles. Conocer la situación de los medios de extinción.	X					X			X			
13.- Explosión e incendio de botellas de gases comprimidos. Mantener las botellas siempre en posición vertical. Para los sopletes usar válvulas antirretroceso a la salida de las botellas y entrada a la caña. Vigilar el correcto funcionamiento de los manómetros. Retirar de uso las mangueras reseca o cuarteadas.	X					X			X			
14.- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas. Usar ropa, guantes y botas resistentes a dichas sustancias.	X				X			X				
15.- Trabajo en condiciones de stress térmico. Establecer turnos de trabajo y descanso en función del WBGT. No permitir que un trabajador permanezca sólo en el área de trabajo.		X			X				X			

Localización: Vivienda unifamiliar. c/ Antonio de Lebrija, nº 40. Barrio La Sal, Trobajo del Camino (León). Puesto de trabajo: ELECTRICISTA E INSTRUMENTISTA. Nº de trabajadores:	Evaluación:												
	Inicial						Periódica						
	Fecha última evaluación:												
	Probabilidad				Severidad				Estimación del Riesgo				
Riesgo Identificado. Medidas de protección.	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN		
1.- Caída de personas a distinto nivel. Usar andamios estables, con dos barandillas, rodapiés y escaleras interiores o cestas hidráulicas. Usar arnés de seguridad y anclarlo a un punto fijo. Usar redes de seguridad. Sistemas provisionales de protección de borde.	X					X			X				
2.-Caída de objetos de cotas superiores. Usar casco, calzado de seguridad y marquesinas de protección en las zonas de paso. Limpiar de objetos las zonas superiores.	X				X			X					
3.-Pisadas sobre objetos, caídas al mismo nivel. Limpiar la zona de trabajo, iluminar	X			X			X						

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Estudios de entidad propia.

correctamente la zona de trabajo.												
4.-Cortes por objetos y herramientas. Usar guantes y ropa que cubra brazos y piernas. Usar las herramientas en buen estado de uso.		X			X					X		
5.- Golpes con objetos o herramientas. Usar casco, proteger y señalizar las zonas de choque y reconocer el espacio útil antes de comenzar el trabajo.		X		X					X			
6.-Caída de objetos izados. Respetar las tablas de carga, acotar la zona de izado, no colocarse en la vertical de la pieza. Inspeccionar previamente la zona de izado para eliminar los posibles obstáculos. Únicamente izará el personal adiestrado.	X						X			X		
7.- Contactos eléctricos. Para trabajar en instalaciones eléctricas se tiene que cortar la corriente, se retirarán los fusibles de la acometida, bloqueará el interruptor o se pondrá un vigilante, de forma que no pueda conectarse por terceras personas o descuidos. Sólo en casos excepcionales como comprobación, ensayos o revisiones se podrá trabajar con tensión, usando guantes y herramientas aislantes. Se cuidará especialmente el estado de las herramientas, retirando las que presentes desgastes o pérdida de aislamiento.	X						X			X		
8.- Proyecciones de partículas en ojos. Usar gafas de seguridad. Para trabajos intensivos con la radial usar pantallas de protección facial. Impartir formación de cómo quitarse las gafas y lavarse. Durante las comprobaciones, ensayos o revisiones se usarán gafas de seguridad. A parte de usar gafas para trabajos con la radial también usar en trabajos con generación de chispas o zonas de polvo.	X			X				X				
9.- Sobreesfuerzos. Coger las cargas con la espalda recta y posicionar el cuerpo en posturas estables. Usar medios de izado o la ayuda de otro compañero para mover cargas pesadas.	X					X				X		
10.- Quemaduras. Usar guantes y ropa que cubra los brazos y piernas, no tocar las partes recién cortadas o soldadas y no dirigir el chorro de chispas hacia el cuerpo.	X			X				X				
11.- Exposición a ruidos. Uso recomendado de tapones en ambientes ruidosos.	X			X				X				
12.- Incendio de la zona de trabajo. Limpiar la zona de trabajo y proteger los materiales combustibles. Conocer la situación de los medios de extinción.	X						X			X		
13.- Explosión e incendio de botellas de gases comprimidos. Mantener las botellas siempre en posición	X						X			X		

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Estudios de entidad propia.

vertical. Para los sopletes usar válvulas antirretroceso a la salida de las botellas y entrada a la caña.											
14.- Trabajo en condiciones de stress térmico. Establecer turnos de trabajo y descanso en función del WBGT. No permitir que un trabajador permanezca sólo en el área de trabajo.		X			X					X	

1.4.2.- Medidas preventivas en la organización del trabajo.

Para esta obra las medidas preventivas se impondrán según las líneas siguientes:

- Normativa de prevención dirigida y entregada a los operarios de las máquinas y herramientas para su aplicación en todo su funcionamiento.
- Cuidar del cumplimiento de la normativa vigente en:
 - Manejo de máquinas y herramientas.
 - Movimiento de materiales y cargas.
 - Utilización de los medios auxiliares.
- Mantener los medios auxiliares y las herramientas en buen estado de conservación.
- Disposición y ordenamiento del tráfico de vehículos, aceras y pasos para los trabajadores.
- Señalización de la obra en su generalidad y de acuerdo con la normativa vigente.
- Protección de huecos, en general, para evitar caídas de objetos.
- Protecciones de fachadas evitando la caída de objetos o personas.
- Asegurar la entrada y salida de materiales de forma organizada y coordinada con los trabajos de realización de obra.
- Orden y limpieza en toda la obra.
- Delimitación de las zonas de trabajo y cercado si es necesaria la prevención.
- Medidas específicas.

1.4.3.- Protecciones colectivas.

Las protecciones colectivas necesarias se estudiarán sobre los planos de edificación y en consideración a las partidas de obra en cuanto a los tipos de riesgos indicados anteriormente y a las necesidades de los trabajadores. Las protecciones previstas son:

- Redes de seguridad.
- Señales varias en la obra de indicación de peligro.
- Señales normalizadas para el tránsito de vehículos.
- Sistemas provisionales de protección de borde.
- Valla de obra delimitando y protegiendo el centro de trabajo.

Estudios de entidad propia.

- Plataforma de madera cubriendo el espacio entre el edificio y las instalaciones del personal.
- Comprobación de que todas las máquinas y herramientas disponen de sus protecciones colectivas de acuerdo con la normativa vigente.

Finalmente, el plan puede adoptar mayores protecciones colectivas. En primer lugar todas aquéllas que resulten según la normativa vigente y que aquí no estén relacionadas, y en segundo lugar, aquellas que considere el autor del plan incluso incidiendo en los medios auxiliares de ejecución de obra para una buena construcción.

Todo ello armonizado con las posibilidades y formación de los trabajadores en la prevención de riesgos.

1.4.4.- Protecciones personales.

Las protecciones necesarias para la realización de los trabajos previstos desde el proyecto son las siguientes:

- Protección del cuerpo, de acuerdo con la climatología, mediante ropa de trabajo adecuada.
- Protección del trabajador en su cabeza, extremidades, ojos y contra caídas de altura con los siguientes medios:
 - Casco.
 - Poleas de seguridad.
 - Cinturón de seguridad.
 - Gafas antipartículas.
 - Pantalla de soldadura eléctrica.
 - Gafas para soldadura autógena.
 - Guantes finos de goma para contactos con el hormigón.
 - Guantes de cuero para manejo de materiales.
 - Guantes de soldador.
 - Mandil.
 - Polainas.
 - Gafas antipolvo.
 - Botas de agua.
 - Impermeables.
 - Protectores gomados.
 - Protectores contra ruido mediante elementos normalizados.
 - Complementos de calzado, polainas y mandiles.

1.5.- Análisis y prevención de los riesgos en los medios y en la maquinaria.

- Medios auxiliares.

Los medios auxiliares previstos en la realización de esta obra son:

- Andamios colgantes.
- Escaleras de mano.
- Plataforma de entrada y salida de materiales.
- Otros medios sencillos de uso corriente.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Estudios de entidad propia.

De estos medios, la ordenación de la prevención se realizará mediante la aplicación de las partes no derogadas de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, o sino por la aplicación de la propia ley.

Tanto los andamios y las escaleras de mano como las plataformas de entrada y salida de materiales están totalmente normalizados.

Referente a las protecciones colectivas se dispondrán de: barandillas, enganches para cinturón de seguridad, sistemas provisionales de protección de borde y demás elementos de uso corriente.

- Maquinaria y herramientas.

La maquinaria prevista a utilizar en esta obra es la siguiente:

- Camiones.

La previsión de utilización de herramientas es:

- Sierra circular.
- Vibrador.
- Hormigonera.
- Herramientas manuales diversas.

La prevención sobre la utilización de estas máquinas y herramientas se desarrollará en el PLAN de acuerdo con los siguientes principios:

- Reglamentación oficial.

Se cumplirá lo indicado en el Reglamento de máquinas, en las Instrucciones Técnicas Complementarias (I.T.C.) correspondientes, y con las especificaciones de los fabricantes.

En el Plan se hará especial hincapié en las normas de seguridad sobre montaje y uso de la grúa torre, si decidiera utilizarse una por parte de la empresa encargada de la instalación proyectada.

- Las máquinas y herramientas a utilizar en obra dispondrán de su folleto de instrucciones de manejo que incluya:

- Riesgos que entraña para los trabajadores.
- Modo de uso con seguridad.
- Limitaciones de los mismos.
- Indicaciones para su correcto mantenimiento y almacenaje.
- Otras especificaciones concernientes.

- No se prevé la utilización de máquinas sin reglamentar.

1.6.- Análisis y prevención de riesgos catastróficos.

El único riesgo catastrófico previsto es el de incendio. Por otra parte no se espera la acumulación de materiales con alta carga de fuego.

El riesgo considerado posible se cubrirá con las siguientes medidas:

- Realizar revisiones periódicas en la instalación eléctrica de la obra.
- Colocar en los lugares, o locales, independientes aquellos productos muy inflamables con señalización expresa sobre su mayor riesgo.

Ahorro energético en una vivienda mediante la aportación de energía solar térmica y el uso eficiente de la energía.

Estudios de entidad propia.

- Prohibir hacer fuego dentro del recinto de la obra; las temperaturas del momento previsto para la realización de esta instalación tampoco son extremadamente bajas, además la mayor parte de la instalación se realizará dentro de la vivienda. Aun en caso de necesitar calentarse algún trabajador, no deberá hacerse tampoco fuegos controlados como por ejemplo en recipientes o bidones, en donde se mantendrían las ascuas, ya que en el exterior, la mayor parte del tiempo no se va a estar; por lo que se recomienda la previsión por parte de los trabajadores para llevar alguna ropa de abrigo por si lo necesitaran.
- Disponer en la obra de extintores (mejor polivalentes), situados en lugares de fácil y rápido acceso, tales como las escaleras internas de la vivienda, situando al menos uno por planta (guardilla, planta segunda, planta primera y cochera).

1.7.- Cálculo de los medios de seguridad.

El cálculo de los medios de seguridad se realizará de acuerdo con lo establecido en el R.D. 1627 / 1997 de 24 de Octubre y partiendo de las experiencias en obras similares. El cálculo de las protecciones personales partirá de fórmulas generalmente admitidas y el de las protecciones colectivas resultará de la medición de las medidas oportunas sobre los planos del proyecto del edificio. Los costes de seguridad y salud, de este Estudio Básico, se suponen incluidos proporcionalmente en los precios facilitados por los fabricantes, distribuidores e instaladores concernientes a cada una de las partes a desarrollar en esta instalación.

1.8.- Medicina preventiva y primeros auxilios.

- Medicina preventiva.

Las posibles enfermedades profesionales que puedan originarse en esta obra son las normales que tratan la medicina del trabajo y la higiene industrial.

Todo ello se resolverá de acuerdo con los servicios de prevención de empresa quienes ejercerán la dirección y el control de las enfermedades profesionales, tanto en la decisión de utilización de los medios preventivos como la observación médica de los trabajadores.

- Primeros auxilios.

Para atender a los primeros auxilios existirá un botiquín de urgencia situado en los vestuarios, y se comprobará que, entre los trabajadores presentes en la obra, uno, por lo menos, haya recibido un curso de socorrismo.