

Departamento de Ingeniería Energética y Mecánica de Fluidos
Escuela Superior de Ingenieros Industriales
Universidad de Sevilla



PROYECTO FIN DE CARRERA

“INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE EN UN HOTEL”

AUTOR: D. DAVID PÁEZ RODRÍGUEZ

TUTOR: D. JOSÉ GUERRA MACHO

Sevilla, Septiembre de 2001

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi agradecimiento a las siguientes personas:

Al Profesor Dr. D. José Guerra Macho, Catedrático de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla por su inestimable labor de enseñanza, dirección y corrección.

A D. Álvaro Martín de Agar Ruíz y a D. Antonio Carrillo por sus consejos y recomendaciones sobre el correcto uso del programa TRNSYS.

Al Grupo de Termotecnia del Departamento de Ingeniería Energética y Mecánica de Fluidos de la Universidad de Sevilla por poner a mi disposición todos los medios necesarios para la elaboración del proyecto.

A Fátima y a mi familia por su apoyo incondicional.



ÍNDICE

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA.....	9
1.1 Antecedentes y objeto.....	10
1.2 Descripción del edificio.....	11
1.3 Consumo de A.C.S.	12
1.4 Descripción del método de cálculo basado en el uso de TRNSYS.....	12
1.5 Descripción de las instalaciones.....	14
1.5.1 General.....	14
1.5.2 Captación solar.....	15
1.5.3 Acumulación solar.....	15
1.5.4 Sistema auxiliar.....	16
1.5.5 Transporte.....	16
1.5.6 Sistema de control.....	18
1.5.6.1 Control del equipo de energía solar.....	18
1.5.6.2 Control del sistema de apoyo auxiliar.....	19
1.6 Descripción del funcionamiento del sistema.....	20
1.6.1 Funcionamiento.....	20
1.6.2 Valores nominales y límites funcionales.....	20
1.6.3 Instrucciones de manejo y seguridad.....	21
1.6.4 Recomendaciones de uso.....	22
1.6.5 Planes de vigilancia y mantenimiento.....	23
1.6.5.1 Plan de vigilancia.....	24
1.6.5.2 Plan de mantenimiento preventivo.....	26
1.6.5.3 Mantenimiento correctivo.....	29
1.7 Descripción del cálculo de la chimenea de evacuación de los productos de combustión.....	31
1.8 Descripción del cálculo de los sistemas de expansión.....	31



1.9	Sistemas de tratamiento de aguas.....	32
1.10	Dimensionado de la sala de máquinas.....	34
1.11	Dimensionado de los cuadros y líneas eléctricas.....	35
1.12	Fuentes de energía utilizadas.....	36
1.13	Características técnicas de los equipos.....	36
1.13.1	Colectores solares.....	36
1.13.2	Acumuladores solares.....	37
1.13.3	Acumuladores auxiliares.....	39
1.13.4	Calderas.....	39
1.13.5	Intercambiador de calor.....	43
1.13.6	Bombas del circuito solar.....	44
1.13.7	Bombas del circuito primario del sistema auxiliar.....	46
1.13.8	Bombas del circuito secundario del sistema auxiliar.....	48
1.13.9	Sistema de protección catódica.....	48
1.13.10	Descalcificador.....	51
1.13.11	Vaso de expansión.....	52
1.14	Cumplimiento de la Normativa.....	53
1.14.1	Cumplimiento de ITE 02.5.1 “Producción centralizada de agua caliente sanitaria. Temperatura de preparación”.....	54
1.14.2	Cumplimiento de ITE 02.5.2 “Producción centralizada de agua caliente sanitaria. Sistemas de preparación”.....	54
1.14.3	Cumplimiento de ITE 02.5.3 “Producción centralizada de agua caliente sanitaria. Redes de distribución”.....	54
1.14.4	Cumplimiento de ITE 02.6.1 “Fraccionamiento de potencia”.....	54
1.14.5	Cumplimiento de ITE 02.7 “Sala de máquinas”.....	54
1.14.6	Cumplimiento de ITE 02.8 “Tuberías y accesorios”.....	56
1.14.7	Cumplimiento de ITE 02.10 “Aislamiento térmico”.....	57
1.14.8	Cumplimiento de ITE 02.11.3 “Control. Instalaciones centralizadas de producción de agua caliente para usos sanitarios”.....	57
1.14.9	Cumplimiento de ITE 02.12 “Medición”.....	57
1.14.10	Cumplimiento de ITE 02.14 “Chimeneas y conductos de humos”.....	59



1.14.11	Cumplimiento de ITE 02.15 “Requisitos de seguridad”.....	58
1.14.12	Cumplimiento de ITE 02.16 “Prevención de la corrosión”.....	59
1.15	Referencias.....	60

2.- MEMORIA DE CÁLCULO.....62

2.1	DATOS DE PARTIDA.....	62
2.1.1	Datos geográficos.....	63
2.1.2	Datos climáticos.....	63
2.1.2.1	Temperaturas ambientes medias mensuales.....	63
2.1.2.2	Niveles de irradiación mensuales.....	68
2.1.2.3	Temperaturas medias mensuales del agua de red.....	68
2.1.3	Datos de consumo de A.C.S.....	69
2.1.3.1	Dato de ocupación.....	69
2.1.3.2	Consumo unitario de A.C.S.....	70
2.1.3.3	Temperatura del A.C.S. Perfil corregido de consumo.....	71
2.2	DIMENSIONAMIENTO.....	73
2.2.1	Sistema de captación de energía solar.....	73
2.2.1.1	Análisis paramétrico previo.....	73
2.2.1.2	Superficie de captación.....	85
2.2.1.3	Volumen de acumulación.....	87
2.2.1.4	Disposición de los colectores solares.....	87
2.2.1.4.1	Inclinación de colectores.....	88
2.2.1.4.2	Cálculo de sombras.....	89
2.2.2	Estructura soporte.....	90
2.2.3	Sistema hidráulico.....	92
2.2.3.1	Conexión de colectores y trazado de tuberías.....	92
2.2.3.2	Cálculo de tuberías.....	92



2.2.3.3 Bombas del circuito solar.....	96
2.2.4 Sistema de apoyo.....	96
2.2.4.1 Potencia de calderas.....	96
2.2.4.2 Sistema de acumulación.....	97
2.2.4.3 Intercambiador de calor.....	98
2.2.4.4 Bombas de circulación.....	98
2.2.4.5 Vaso de expansión.....	100
2.2.4.6 Descalcificador de agua de calderas.....	101
2.2.4.7 Chimenea de evacuación.....	102
2.2.4.7.1 Tramo horizontal.....	104
2.2.4.7.2 Tramo vertical.....	104
2.2.5 Simulación de la instalación.....	105
2.2.6 Aislamiento térmico de las instalaciones.....	110
2.2.7 Instalación eléctrica.....	111

3.- PRESUPUESTO.....114

3.1 Equipo solar.....	115
3.2 Equipo de energía auxiliar.....	118
3.3 Instalación hidráulica.....	121
3.4 Resumen.....	122



4.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.....	123
4.1 Objeto.....	124
4.2 Condiciones generales y normas legales.....	124
4.2.1 Condiciones generales.....	124
4.2.2 Normativa aplicable.....	138
4.3 Materiales y unidades de obra.....	138
4.3.1 Tuberías y accesorios.....	138
4.3.2 Valvulería en redes de agua.....	148
4.3.3 Aislamiento.....	152
4.3.4 Depósitos de expansión-contracción.....	161
4.3.5 Grupos de electrobombas.....	162
4.3.6 Colectores solares.....	164
4.3.7 Control eléctrico o electrónico.....	166
4.3.8 Aparatos de medida.....	167
4.3.9 Calderas.....	167
4.3.10 Depósitos de acumulación.....	169
4.4 Planning de ejecución.....	172
4.5 Pruebas de las instalaciones y recepción de las mismas.....	173
4.5.1 General.....	173
4.5.2 Ensayos e inspección de materiales y equipos.....	174
4.5.3 Ensayos de funcionamiento y equilibrado.....	174
4.5.4 Pruebas finales de recepción provisional.....	176
4.5.5 Recepciones de obra.....	177
4.6 Tramitaciones oficiales.....	178



5.- PLANOS.....179

- 5.1 Plano de situación
- 5.2 Esquema de principio
- 5.3 Esquema de línea
- 5.4 Estructura soporte de colectores
- 5.5 Esquema eléctrico
- 5.6 Sala de máquinas



1.- MEMORIA DESCRIPTIVA



1.1 ANTECEDENTES Y OBJETO

El abastecimiento energético de España en la actualidad depende casi en su totalidad del uso de combustibles fósiles, la inmensa parte de los cuales son importados de países extranjeros. Concretamente, el grado de autoabastecimiento en Andalucía no llega al 10 %, debido a la carencia de estas fuentes de energía convencionales.

No obstante, España y más concretamente nuestra Comunidad posee un elevado potencial de fuentes de energía alternativas, con enclaves de grandes posibilidades para utilizar la energía eólica, hidráulica, biomasa y solar.

Si nos centramos en el potencial uso de la energía solar, aparece claro que España se caracteriza por unos niveles de irradiación solar privilegiados. Esta energía renovable se muestra aún más interesante si tenemos en cuenta los siguientes beneficios incuestionables que reporta su uso:

- La energía solar es una energía con mínimo impacto medioambiental si se compara con fuentes de energía tradicionales.
- La energía solar es inagotable.
- La investigación y desarrollo de aplicaciones que utilizan esta energía revierte directamente en el desarrollo económico y en la creación de nuevos puestos de trabajo en nuestro país.
- El uso de la energía solar en lugar de las convencionales se traduce en el aumento de la *independencia energética* de nuestro país ante eventuales crisis de los mercados internacionales energéticos, proporcionando pues a España una mayor seguridad energética.

Por todo esto, resulta interesante el objeto de este proyecto que no es otro sino el diseño y cálculo de un sistema de producción de agua caliente sanitaria (A.C.S.) para un establecimiento hotelero basándonos en la energía solar como principal medio productor de energía.

La preparación de agua caliente sanitaria mediante sistemas térmicos solares utilizados para aplicaciones a baja temperatura constituye una fuente de energía económica y fácil de utilizar. No obstante, estos sistemas térmicos deben presentar un diseño correcto para garantizar el máximo aprovechamiento de las ventajas propias de los sistemas solares. Una mala elección de alguno de los parámetros que lo definen y caracterizan puede conducir a una eficiencia energética muy baja de estos.

En el dimensionado del presente proyecto, la evaluación energética de las posibles instalaciones será realizada mediante el empleo de una simulación con el programa TRNSYS del sistema solar térmico a baja temperatura a implantar. Esto constituye la principal novedad de este proyecto, pues tradicionalmente la evaluación



energética de sistemas solares siempre se ha realizado mediante el empleo del método de cálculo F-CHART.

Por último, ha de señalarse que la realización de este proyecto tiene fines académicos, como es la de servir de Proyecto Fin de Carrera de la titulación de Ingeniero Superior Industrial.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio afectado por el presente proyecto es una edificación existente, la cual se vio afectada por diversas modificaciones para destinarlo a establecimiento hotelero con categoría de cuatro estrellas y que pasó a denominarse HOTEL GUADACORTE PARK.

Dicho hotel se encuentra situado en el kilómetro 114 de la Carretera Nacional 340 Cádiz-Barcelona, a la que es lindero en su fachada norte y emplazado en el término municipal de Los Barrios, en la provincia de Cádiz.

Las calidades constructivas del edificio existente están formadas por estructuras metálicas, excepto la zona ampliada donde la estructura es de hormigón armado, con forjados de hormigón, cerramientos a base de capuchina de ladrillo hueco doble aislada térmicamente mediante espuma de poliuretano y tejados con tejas cerámicas árabes.

Se mantuvieron los volúmenes edificables existentes debido a la gran integración arquitectónica del conjunto en la zona.

El hotel está formado por cuatro plantas, denominadas semisótano, baja, primera y segunda.

La disposición de habitaciones es la siguiente:

	HABITACIONES SENCILLAS	HABITACIONES DOBLES
SEMISÓTANO	15	1
PLANTA BAJA	29	2
PLANTA PRIMERA	29	2
PLNTA SEGUNDA	29	2
TOTAL	102	7

Según lo anterior, el número de plazas máximo disponible es de 116. No obstante, ha de considerarse además la zona de servicios donde se ubican las zonas de personal,



masaje, lavandería y bar a los cuales se les debe dar servicio a través de la instalación de A.C.S. Así el presente proyecto estima un consumo igual en la zona de clientes que en la zona de servicios, por lo que el número real de plazas a considerar en el diseño será de 232.

1.3 CONSUMO DE A.C.S.

Todo método de cálculo, incluido el presentado en este proyecto basado en el uso del programa TRNSYS, ha de estar apoyado en un cierto número de hipótesis. Éstas han de estar basadas, cuando sea posible, en datos obtenidos empíricamente. Una de estas hipótesis de cálculo introducida será el perfil de demanda diario de A.C.S. en instalaciones hoteleras, que aparece desarrollada con más detalle en el punto 2.1.3.

El consumo de A.C.S. varía fuertemente según el tipo de edificio, el mes del año, el día de la semana y la hora del día. Existen bastantes datos recogidos sobre consumo de A.C.S. en viviendas, que muestran cómo éste varía a lo largo del año, la semana, e incluso del día. Desafortunadamente, carecemos de tales datos en el caso que a este proyecto afecta, el de una instalación hotelera.

En el caso que nos ocupa, disponemos de datos de ocupación mensual del hotel a lo largo del año. Así mismo, según viene recogido en las “Especificaciones Técnicas de Diseño y Montaje de Instalaciones Solares Térmicas para Producción de Agua Caliente en el programa PROSOL” el consumo diario de A.C.S. en una instalación hotelera de categoría superior o igual a 3 estrellas puede estimarse en 80 l por persona y día, para una temperatura de referencia de 45 °C. No obstante se carece de toda información respecto a la distribución diaria de estos 80 l por persona. El presente proyecto asume una distribución diaria, la cual viene recogida en el punto 2.1.3.

1.4 DESCRIPCIÓN DEL USO DE TRNSYS

Este proyecto aborda la simulación por ordenador del funcionamiento de la instalación proyectada. Esta simulación permitirá analizar el comportamiento energético del sistema de preparación de A.C.S. así como contrastar la elección de los parámetros que caracterizan la instalación. La simulación se llevará a cabo con el programa TRNSYS, en su última versión 15

TRNSYS es un programa de simulación de sistemas en régimen transitorio con una estructura modular. Esta naturaleza modular proporciona al programa una gran flexibilidad y facilita la adición al programa de modelos matemáticos que no están incluidos en la librería estándar. TRNSYS se adapta bien al análisis de sistemas cuyo comportamiento depende del paso del tiempo, típicamente sistemas térmicos en general y de energía solar especialmente.



El programa TRNSYS ha sido desarrollado en el Solar Energy Laboratory (SEL) de la Universidad de Wisconsin-Madison. Desde la primera aparición del programa en 1975 han aparecido multitud de nuevas versiones hasta llegar a la versión 15 que es con la que se ha trabajado para la elaboración de este proyecto.

TRNSYS se basa en una aproximación modular para la resolución de grandes sistemas de ecuaciones descrita por subrutinas en Fortran. Cada subrutina en Fortran contiene un modelo de un componente del sistema. Por ejemplo, la subrutina Tipo 1 contiene un modelo de colector solar de placa plana. Cada componente está caracterizado por unos parámetros, unas entradas (*inputs*), unas salidas (*outputs*) y unas condiciones iniciales (para aquellos modelos que involucren ecuaciones diferenciales). Mediante la creación de un archivo de entrada, el usuario dirige a TRNSYS hacia la conexión de varias subrutinas para formar un sistema. El *motor* de TRNSYS llama a los componentes del sistema basándose en el fichero de entrada e itera en cada paso de tiempo hasta resolver el sistema de ecuaciones. La alternativa a este método es escribir un programa único y monolítico que modele todo el sistema, *a mano*. Subsiguientes cambios de la configuración del sistema resultan más dificultosos con programas monolíticos que con programas modulares como TRNSYS.

A diferencia de otros programas, TRNSYS permite al usuario definir completamente y controlar todas las interacciones entre los componentes del sistema. Por ejemplo el usuario ha de determinar las conexiones entre las salidas del tipo que simula una bomba y el resto de componentes del sistema. La modularidad del programa permite al usuario tener tantas bombas, depósitos de acumulación, colectores, etc. como desee, en la configuración que más le interese.

Puesto que las subrutinas de los diferentes componentes están escritas en Fortran, cualquier usuario puede fácilmente generar un componente de TRNSYS para modelar cualquier nueva tecnología que aparezca. Históricamente, TRNSYS ha sido usado para la simulación de sistemas solares térmicos, sistemas que utilizaban nuevas fuentes de energía renovables (sistemas fotovoltaicos, eólicos, etc.) así como sistemas más generales de acondicionamiento térmico y edificios.

La simulación de TRNSYS realizada se ha llevado a cabo a través del entorno *ILSiBat*. *ILSiBat*, traducido aproximadamente del francés, significa “Interface Inteligente para la Simulación de Edificios”. Es un entorno general para simulaciones que se ha adaptado para albergar el software de simulación de TRNSYS. Dentro de este entorno se pueden integrar numerosas herramientas y utilidades, la más importante de las cuales es quizás el programa gráfico para realizar los ensamblajes. Esto facilita la interconexión de modelos TRNSYS para generar sistemas complejos y que genera el fichero de entrada que luego lee TRNSYS para realizar la simulación. El entorno *ILSiBat* permite además la creación y manejo de librerías de ensamblajes y de modelos, lo cual resulta otra de sus características más interesantes. Este entorno gráfico ha sido notablemente mejorado en la última versión 15, lo que convierte al software TRNSYS en una herramienta de trabajo



para investigadores y profesionales más *amigable* y asequible de lo que era en pasadas versiones.

1.5 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

1.5.1 GENERAL

El sistema de preparación de A.C.S. está formado por dos subsistemas: el solar y el auxiliar. El presente proyecto se centra en el desarrollo, análisis y diseño del sistema solar, aunque no por ello deja de lado el diseño del sistema auxiliar de apoyo, definiéndolo completamente aunque sin entrar en tantas consideraciones teóricas como con el solar.

El sistema solar puede clasificarse de diferentes formas. Siguiendo la clasificación de las instalaciones solares recogida en las “Especificaciones Técnicas de Diseño y Montaje de Instalaciones Solares Térmicas para Producción de Agua Caliente de aplicación en el programa PROSOL”, la instalación solar proyectada es:

- Instalación por circulación forzada, el fluido circula impulsado por una bomba.
- Instalación de transferencia directa sin intercambiador de calor, es decir, el fluido caloportador y el de consumo son el mismo. El agua de consumo pasa por los colectores solares.
- Instalación con sistema de energía auxiliar en depósito secundario centralizado. Ver figura 1.5.a
- Instalación de producción de agua caliente para uso sanitario.

Los componentes más importantes de este sistema son:

- Sistema de captación
- Sistema de acumulación
- Sistema de transporte
- Sistema de control

En cuanto al sistema auxiliar de apoyo, su funcionamiento está previsto en aquellas situaciones de baja o nula radiación solar, o en caso de que la demanda sea superior a la de diseño. Los componentes más importantes de este sistema son:

- Sistema de generación
- Sistema de intercambio
- Sistema de acumulación
- Sistema de transporte



- Sistema de control

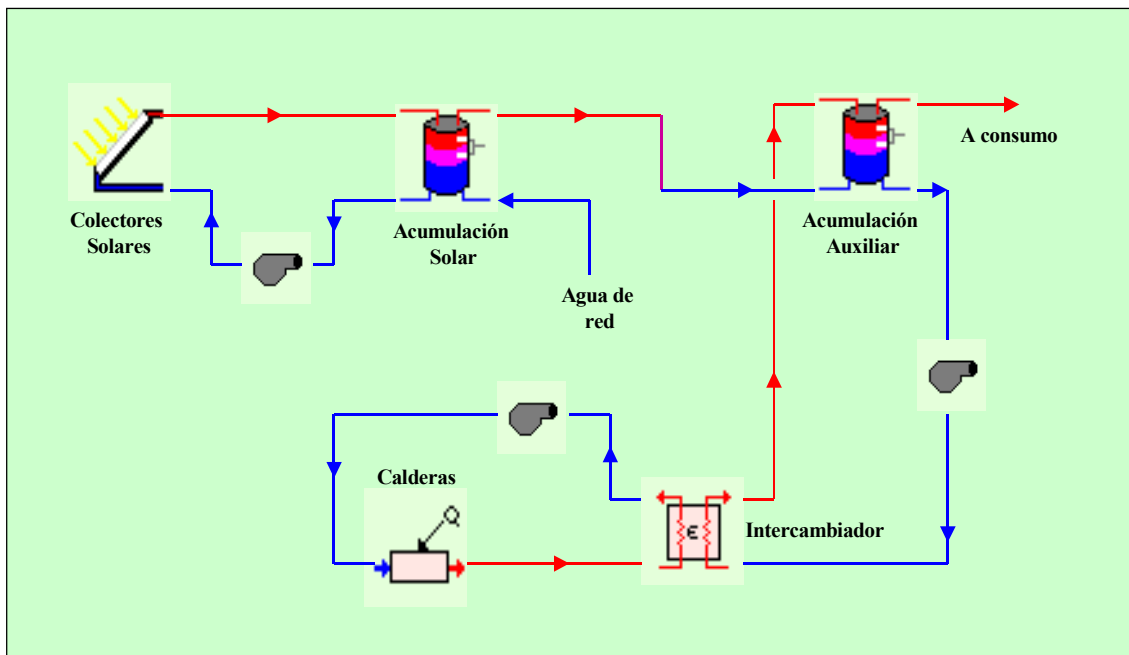


Figura 1.5.a. Esquema general de la instalación

1.5.2 CAPTACIÓN SOLAR

El sistema de captación solar está formado por 64 colectores solares planos conectados en paralelo que absorberán la radiación solar que incide sobre su superficie, transformándola en energía térmica y transfiriéndola al fluido que circula por el interior de estos, elevando progresivamente su temperatura.

Los colectores están orientados hacia el sur geográfico con una desorientación de 15 ° hacia el este, debido a la propia orientación del edificio. Los colectores están inclinados 45 ° sobre la horizontal.

Las características técnicas de los captadores solares vienen reflejadas en el punto 1.13.1 del presente documento proyecto.

1.5.3 ACUMULACIÓN SOLAR

Una vez que el agua que circula por los colectores ha visto incrementada su temperatura, ésta se irá almacenando en el sistema de acumulación solar.



Se instalan 10.500 l de acumulación, repartidos en tres depósitos de 3.500 l cada uno, conectados en serie entre sí. Los depósitos están situados, en disposición vertical, en la sala de máquinas del hotel, ubicada en la planta semisótano del edificio.

Las características técnicas de los acumuladores solares vienen reflejadas en el punto 1.13.2 del presente documento proyecto.

1.5.4 SISTEMA AUXILIAR

La instalación de preparación de A.C.S. del hotel contará con dos calderas con quemadores modulantes atmosféricos, previstos para gas propano, que entrarán en funcionamiento cuando el sistema de calentamiento solar no sea suficiente o se supere la demanda máxima de diseño.

Este sistema auxiliar se instala en un circuito indirecto con intercambiador de calor. Así aparecen dos circuitos independientes entre sí, denominados primario y secundario.

El agua calentada por las calderas pasa al intercambiador de calor, dando lugar al circuito primario. Allí cede calor al fluido del circuito secundario. El intercambiador es de placas de acero inoxidable marca Sedical, una potencia de 200 kW y un aislamiento equivalente a 40 mm de espesor de fibra de vidrio (conductividad térmica de 0,040 W/m K).

El agua calentada indirectamente por las calderas se almacenará en un grupo formado por dos depósitos acumuladores conectados en serie. Cada uno tiene una capacidad unitaria de 2000 l, con lo que el sistema de acumulación auxiliar contará con una capacidad de 4000 l.

El circuito secundario es obviamente de tipo abierto, es decir, el agua de consumo pasa directamente por él.

Las características técnicas de los equipos mencionados en el presente apartado vienen recogidas en los puntos 1.13.3, 1.13.4 y 1.13.5 del presente documento proyecto.

1.5.5 TRANSPORTE

Todos los circuitos están formados por tuberías de cobre con aislamiento de fibra de vidrio (conductividad 0.040 W/K m) de 30 mm de espesor para las situadas en el exterior y de 20 mm las situadas en el interior. La razón del uso del cobre en detrimento del acero galvanizado aparece claro si se contempla la figura 1.5.5.a. El agua que procede de la red pública está saturada de oxígeno a su temperatura y a la presión atmosférica del lugar. Cuando el agua se calienta, el oxígeno queda disuelto en condiciones de sobresaturación y, por tanto, presenta una agresividad muy elevada.



Para el sistema solar el caudal de diseño será de 50 l/h m². Así el caudal de entrada en el campo de colectores será de 6816 l/h, proporcionado por un grupo de bombeo (formado por dos bombas funcionando alternativamente) que vence la pérdida de carga del circuito de 24 m.c.a.

Para el sistema auxiliar, hay que distinguir entre el circuito primario y el secundario. Por el primario, un grupo de bombeo formado por dos bombas (una en reserva) vehicula un caudal de 9 m³/h, venciendo 8,5 m.c.a. Mientras que por el secundario circula un caudal de 5,8 m³/h, impulsado por otro grupo de bombeo formado por dos bombas, una en reserva, funcionando alternativamente, el cual vence una altura manométrica de 3,9 m.c.a.

Las características técnicas de todas las bombas mencionadas en el presente apartado vienen recogidas en los puntos 1.13.5, 1.13.6 y 1.13.7 del presente documento proyecto.

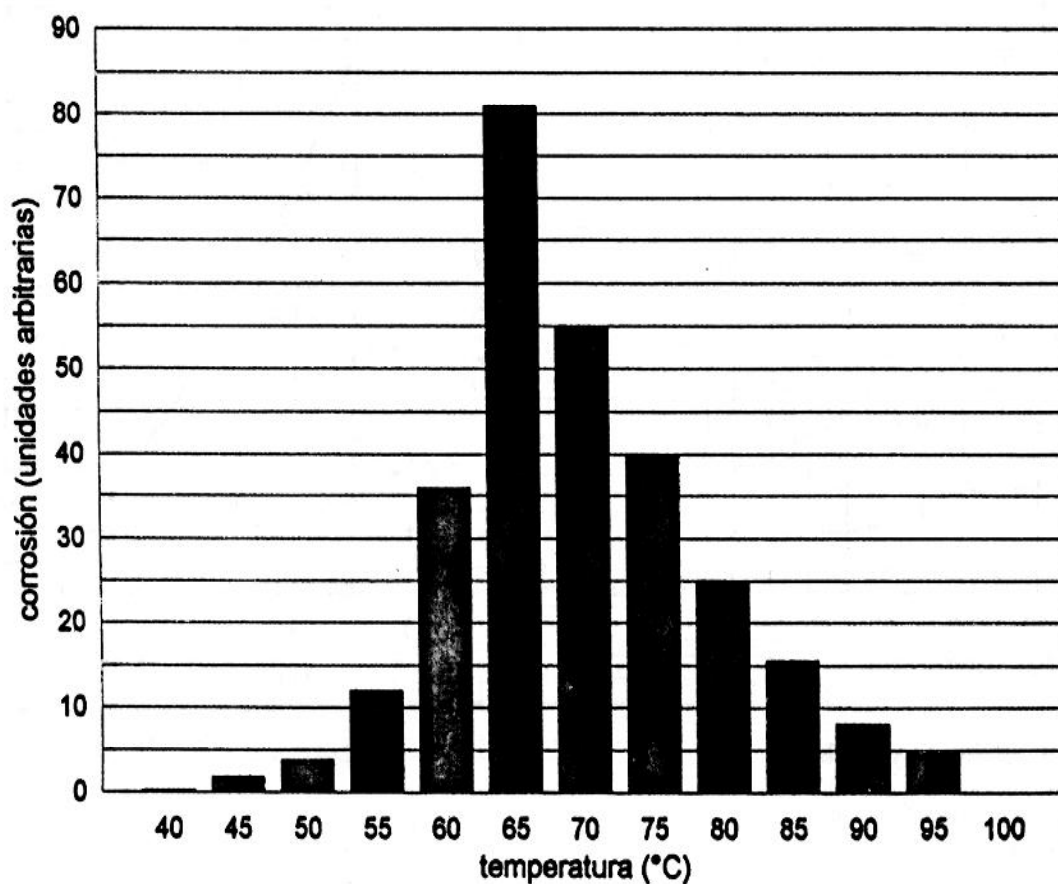


Figura 1.5.5.a. Variación de la corrosión con la temperatura del agua.



1.5.6 SISTEMA DE CONTROL

Tanto la instalación solar como la instalación auxiliar de apoyo están controladas automáticamente. A continuación analizaremos estos sistemas que regulan el funcionamiento, arranque y parada de dichas instalaciones.

1.5.6.1 Control del equipo de energía solar

El control que existe sobre el conjunto de captadores solares es totalmente automático y es efectuado a través de un controlador electrónico diferencial-proporcional que funciona como termostato diferencial. Así, se encarga de gobernar las bombas del circuito solar en función de la diferencia de temperatura que existe a la salida de agua caliente de uno de los captadores y la parte inferior de los depósitos.

La lectura de dichas temperaturas se realiza a través de dos sondas situadas tanto en la salida de uno de los captadores como en la parte inferior de un depósito de acumulación solar.

Los controladores están dotados de histéresis, es decir, que la señal de salida del controlador depende tanto de la diferencia de temperaturas entre depósito y colector como de la historia del sistema. Esto implica que cuando la bomba funciona, seguirá funcionando mientras la diferencia de temperaturas entre el fondo del depósito y la salida del colector no sea inferior a un valor dado (dos grados en nuestro caso). Así, el controlador emite una señal de funcionamiento, una señal de 1. Si la diferencia cae por debajo de este valor inferior, el controlador emite una señal cero de parada que detendrá el funcionamiento de la bomba.

Si por el contrario la bomba no estaba funcionando, el controlador emite una señal de parada mientras la mencionada diferencia de temperaturas entre las sondas de medida no supere otro valor dado (siete grados en nuestro caso). Tan pronto como se supere este valor, el controlador emitirá una señal de funcionamiento y la bomba se pondrá en marcha.

Este funcionamiento aparece claro en la figura 1.5.6.a. El control del sistema solar persigue los siguientes objetivos:

- Evitar que circule agua por los captadores en horas sin radiación, lo cual no conduciría sino a una disminución de la energía acumulada en los depósitos y por tanto a una disminución de la eficiencia energética de todo el sistema solar.
- Evitar un excesivo número de arranques y paradas de las bombas, lo que conduciría al disparo del consumo de energía eléctrico y a la consiguiente disminución de la eficiencia energética del sistema. Además estas fluctuaciones penalizarían la vida útil de los circuladores.



1.5.6.2 Control del sistema de apoyo auxiliar

El equipo de apoyo energético auxiliar, que está constituido por dos calderas alimentadas con gas propano, entrará en funcionamiento de forma automática o manual dependiendo de la posición en la que se encuentre el conmutador situado en el cuadro eléctrico.

Si éste se encuentra en posición manual, el grupo de calderas entrará en funcionamiento cuando el usuario actúe sobre el interruptor de puesta en marcha. Esto ocurrirá cuando lo estime conveniente, ya sea por falta de radiación solar o ante un aumento en la demanda de agua caliente.

Si por el contrario el conmutador se encuentra en posición automática, el sistema de control se encargará de regular el funcionamiento de este sistema de apoyo. Para ello se instala un programador remoto de temperatura en cada uno de los dos depósitos de acumulación auxiliar, los cuales se encargan de controlar la temperatura de estos. Así, cuando se registre una temperatura inferior a la mínima fijada, que para nuestra instalación es de 55 °C, interesa que se pongan en marcha las calderas así como las bombas de los circuitos primario y secundario del sistema de apoyo. Cuando se detecta que la temperatura alcanzada coincide con la programada, el programador se encargará de desactivar el sistema de apoyo.

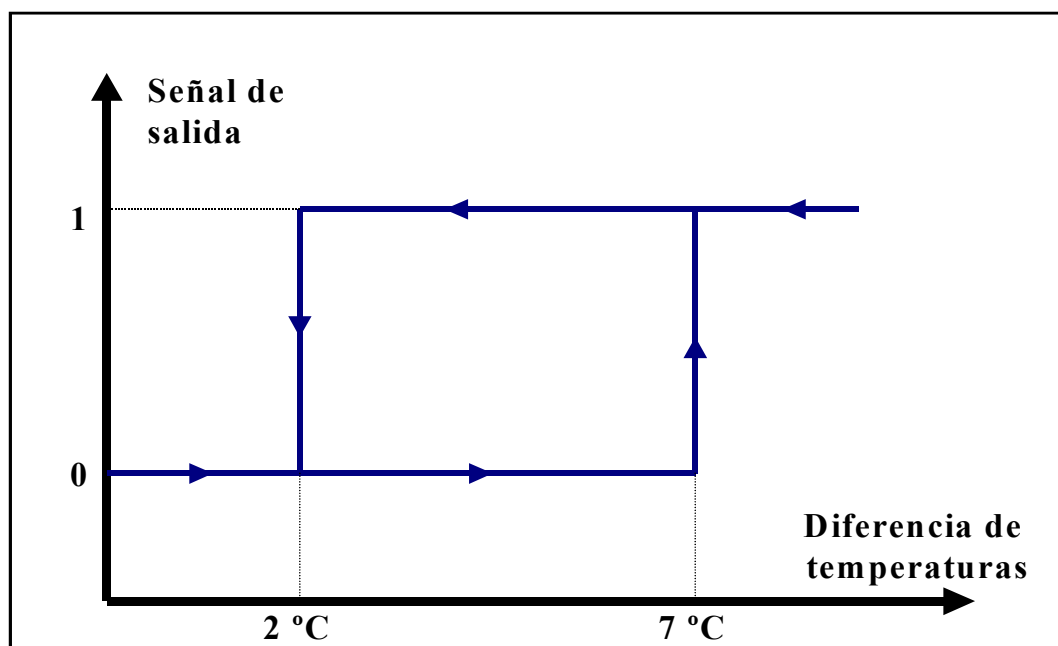


Figura 1.5.6.a. Ciclo con histéresis.

En este caso de nuevo se planteará una estrategia con histéresis. Así si el sistema de apoyo estaba funcionando, tan pronto como se llegue a 55 °C el programador emitirá una señal de parada. Sin embargo, si el sistema estaba parado, tan pronto como se



alcance una temperatura en los depósitos inferior a 50 °C el programador emitirá una señal de puesta en marcha.

1.6 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

1.6.1 FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento de las instalaciones recogidas en el presente proyecto ya fue introducido en el anterior apartado.

En el sistema solar el fluido de consumo, agua, se calienta aumentando su temperatura al pasar a través de los captadores solares. En los captadores, la radiación solar es transformada pues en energía térmica. Esta energía térmica es acumulada en los depósitos acumuladores solares, los cuales van satisfaciendo la demanda de agua caliente.

Por otro lado, el sistema auxiliar de apoyo se encarga de proporcionar la energía necesaria cuando el sistema solar no cubra la demanda total requerida, ya sea por un nivel de irradiación solar insuficiente o por un aumento de la demanda por encima del máximo contemplado en diseño. Dicho sistema auxiliar consta de dos calderas de gas propano, un intercambiador de calor y un sistema de acumulación auxiliar. En este sistema auxiliar la energía térmica suministrada surge de la combustión de un combustible fósil. Es un sistema de calentamiento indirecto, donde la caldera calienta un fluido caloportador del circuito primario que después pasa a través del intercambiador, aumentando la temperatura del fluido de consumo que circula por el circuito secundario. Esta energía térmica generada se acumula en dos depósitos auxiliares.

1.6.2 VALORES NOMINALES Y LÍMITES FUNCIONALES

Las características de funcionamiento de la instalación están sometidas a las continuas variaciones de las condiciones de uso, meteorológicas y de operación. Los valores nominales están referidos a las condiciones de diseño de la instalación, las cuales, de acuerdo a la norma UNE 100030 y a las “Especificaciones Técnicas para el Diseño y Montaje de Instalaciones Solares Térmicas de aplicación en el programa PROSOL de la Junta de Andalucía”, se han establecido en:

- La temperatura de consumo de referencia es de 50 °C
- Presiones de todos los circuitos comprendidas entre 1,5 y 4,0 kg/cm²



Los equipos y materiales que constituyen la instalación están diseñados para soportar las condiciones de trabajo extremas y más desfavorables que se pueden presentar, a saber:

- La temperatura en el circuito solar, en la rama de salida del campo de colectores, en verano puede alcanzar temperaturas de hasta 120 °C. Tanto los colectores solares como las partes del circuito a ellos conectados están preparados para soportar esa temperatura extrema.
- La temperatura en los acumuladores solares, en el caso de que no hubiera consumo de agua caliente durante una serie de días de alta radiación, podría alcanzar valores de entre 60 y 70 °C. Por ello se ha previsto un termostato de máxima que evite la temperatura en el acumulador solar sobrepase los 60 °C.
- En caso de rotura del vaso de expansión situado en el circuito primario del sistema auxiliar de apoyo, la presión de dicho circuito aumentaría, lo cual podría hacer saltar las válvulas de seguridad pero en ningún caso se sobrepasaría la presión de tarado de estas, la cual coincide con la presión máxima admisible (4 kg/cm²).
- El hecho de que se alcanzase la presión máxima en el resto de circuitos de la instalación (circuitos abiertos) sólo podría deberse al fallo de la red y/o del grupo de presión, pero los acumuladores están protegidos con válvulas de seguridad.

1.6.3 INSTRUCCIONES DE MANEJO Y SEGURIDAD DEL SISTEMA SOLAR

En condiciones normales de funcionamiento la instalación no requiere ningún tipo de manipulación por parte del usuario y únicamente es necesario vigilar las condiciones de operación; no obstante la instalación dispone de una serie de componentes y sistemas que pueden ser actuados en los casos establecidos.

En relación con el circuito hidráulico cabe significar los siguientes:

- La conexión de la instalación solar dispone de válvulas de corte de forma que puede quedar completamente aislada del circuito de distribución de agua caliente.
- En caso de averías o fugas en alguna parte del circuito se han previsto válvulas de corte que permiten el aislamiento de los equipos principales:
 - baterías de colectores
 - acumuladores
 - bombas de circulación
 - intercambiador de calor
 - calderas



- El sistema de llenado del circuito primario del sistema auxiliar, circuito cerrado, del tipo automático, dispone de una válvula de corte para cerrar manualmente la alimentación al circuito.

En relación con el circuito eléctrico deben señalarse las siguientes posibilidades de actuación:

- La centralita de control dispondrá de un interruptor para cortar la alimentación eléctrica al mismo.
- La alimentación eléctrica a las bombas de circulación puede cortarse actuando el interruptor magnetotérmico correspondiente.

Debe revisarse periódicamente el correcto posicionamiento de todos los componentes que pueden ser manualmente actuados y con mayor frecuencia si las instalaciones son accesibles a personas ajenas al servicio de mantenimiento propio de la instalación.

En caso de detectarse alguna anomalía que requiera la actuación de algunos de los componentes referidos conviene asegurarse que la operación a realizar no afecte a los requisitos de seguridad y, en caso de duda, consultar con el instalador.

1.6.4 RECOMENDACIONES DE USO

En este apartado se dan los criterios generales para la correcta utilización de la instalación solar que es una de condiciones necesarias para conseguir un máximo aprovechamiento de toda la instalación de producción de A.C.S. y, por tanto, un máximo ahorro tanto energético como económico.

El agua caliente debe considerarse un bien de consumo que debe utilizarse de forma racional; para ello deben evitarse las condiciones que producen un gasto no necesario tanto de agua como de energía. Para ello es conveniente seguir las siguientes premisas:

- ajustar la presión de suministro a la red de agua.
- vigilar las posibles fugas de la red de tuberías.
- reducir la temperatura de preparación y distribución.
- cuidar el aislamiento de las tuberías de agua caliente
- realizar un adecuado mantenimiento de las instalaciones

Lo importante es que el consumo de agua caliente sea el preciso para satisfacer el



servicio que se quiera dar; con ello se conseguirá reducir al mínimo los gastos de funcionamiento y obtener el máximo beneficio de la inversión realizada.

Dado que el fin de la instalación solar es realizar un calentamiento de agua sin gasto energético previo a la instalación convencional es importante asegurarse del funcionamiento continuo de la primera para que el gasto que se produzca en la segunda sea mínimo. Es necesario, para ello, seguir todas las recomendaciones que se establecen en el plan de vigilancia y mantenimiento preventivo de la instalación.

La instalación solar ha sido diseñada para el consumo nominal establecido pero, lógicamente, el consumo real será una variable de funcionamiento que proporcionará los siguientes resultados:

- si el consumo de agua caliente es superior al previsto la instalación solar proporcionará una cobertura (fracción del consumo) inferior a la calculada pero, en términos absolutos, proporcionará más energía térmica. Esto es debido a la reducción de la temperatura de trabajo de la instalación solar.
- si el consumo de agua caliente es inferior al previsto se alcanzan mayores temperaturas de trabajo, se aumenta la cobertura pero se reduce la energía térmica total aportada.

Naturalmente, estos criterios están afectados por la disponibilidad de la radiación solar y serán tanto más significativos cuanto mayor sea esta. A estos efectos es necesario significar que un adecuado rendimiento de la instalación se obtendrá si las temperaturas de trabajo de la instalación solar no son muy elevadas (40-45 °C) debiéndose vigilar las condiciones de funcionamiento si las temperaturas no son las previstas.

1.6.5 PLANES DE VIGILANCIA Y MANTENIMIENTO

El objeto de este apartado es definir las condiciones que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de la instalación de producción de agua caliente. Estas condiciones prolongarán el correcto funcionamiento y la duración de la instalación.

Se definen tres escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma:

- Vigilancia
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Para cada uno de los escalones se establecen los objetivos perseguidos, las acciones necesarias y los agentes que las deben ejecutar. En lo que sigue se establecen las



consideraciones generales, los criterios y procedimientos de actuación para los planes de vigilancia y de mantenimiento preventivo. En cuanto a las condiciones de mantenimiento correctivo sólo cabe señalar que surge de las operaciones de vigilancia y mantenimiento preventivo cuando hay algún tipo de fallo en la instalación que es preciso subsanar, algún componente defectuoso que sustituir, etc.

1.6.5.1 Plan de vigilancia

- Consideraciones generales:

Este plan de vigilancia refleja las operaciones que deben realizarse para asegurar que los valores operacionales de la instalación son correctos; es un plan de observación simple de los parámetros principales para verificar que la instalación funciona y que funciona bien. Si una instalación deja de funcionar conviene detectarlo en el plazo más breve de tiempo posible. Los ahorros de energía que se puedan obtener están en relación muy directa con los días de funcionamiento correcto de la instalación.

La instalación dispone de los sistemas de visualización de medidas y los dispositivos de control necesarios para facilitar que el plan de vigilancia se lleve a cabo. En los puntos siguientes se describen los sistemas de medida y los procedimientos de actuación:

- Equipos de medida:

La instalación dispone de los siguientes equipos de medida:

- a) Un manómetro en el vaso de expansión cerrado existente en el circuito primario del sistema auxiliar de apoyo.
- b) Un manómetro antes y otro después de las bombas para una lectura diferencial.
- c) En el intercambiador se han situado un termohidrómetro a la entrada y a la salida de cada circuito.
- d) Un pirómetro (o pirostato con indicador) en la chimenea.
- e) Un termómetro en la impulsión y otro en el retorno en los circuitos secundarios de distribución.

- Criterios de medida:

En este apartado se establecen los criterios y el procedimiento para toma de las medidas, las condiciones que pueden afectar a la misma así como los valores nominales y el rango de valores funcionales esperados:



PRESIÓN DEL CIRCUITO.

La presión del circuito cerrado (circuito primario del sistema auxiliar de apoyo) puede variar debido a las fluctuaciones de la temperatura del mismo: la presión alcanzará su valor mínimo cuando el circuito esté frío y su máximo valor cuando el circuito alcance su máxima temperatura.

Es necesario verificar que la presión varía entre dos límites establecidos:

- La presión mínima debe ser superior a $1,5 \text{ kg/cm}^2$ para asegurarse de que el circuito esté completamente lleno de fluido. Si la presión llega a bajar de $1,0 \text{ kg/cm}^2$ puede entrar aire en el mismo con lo que se perjudica el funcionamiento del mismo.
- Cuando aumenta la temperatura del circuito la presión puede aumentar normalmente hasta $2,5$ ó 3 kg/cm^2 .

Para verificar que la presión se encuentra entre los límites anteriores, han de tomarse medidas de la presión:

- mínima por la mañana temprano
- máxima a primera hora de la tarde en días soleados

TEMPERATURAS FUNCIONALES.

La temperatura de la instalación que más interesa controlar es la de la parte alta de los acumuladores; las otras temperaturas que se miden también deben ser verificarlas con cierta asiduidad.

Los valores que pueden adoptar estas temperaturas durante el funcionamiento dependen de las condiciones de radiación y del consumo de agua caliente. En condiciones normales los valores que pueden alcanzar estas variables serán:

- Temperatura caliente del acumulador solar de salida a acumulación auxiliar: define la temperatura suministrada por el acumulador solar al sistema de energía auxiliar. Dependiendo de la radiación y del consumo puede variar desde $35\text{-}45^\circ\text{C}$ en invierno a $45\text{-}55^\circ\text{C}$ en verano.
- Temperatura de salida de colectores: cuando la bomba esté funcionando esta temperatura será superior a la temperatura fría de la acumulación solar en, al menos, el valor fijado para el control diferencial (2°C). Puede llegar a ser unos 15°C superior a la citada temperatura fría de acumulación; pero no debe ser superior en más de 30°C a ésta.
- Temperatura fría de acumulación solar: mientras exista consumo de agua caliente esta temperatura será próxima a la temperatura de la red de



abastecimiento (entre 15 y 20 °C). Cuando no exista consumo esta temperatura podrá subir de temperatura hasta alcanzar un máximo de unos 5-10 °C por debajo de la temperatura de salida de colectores.

- Temperatura de salida de las calderas: cuando el sistema auxiliar de apoyo esté en marcha, esta temperatura estará entorno a los 80 °C.
- Temperatura de entrada en calderas: cuando el sistema auxiliar de apoyo esté en marcha, esta temperatura estará entorno a los 60 °C.
- Temperatura de entrada al intercambiador por el circuito secundario: cuando el sistema auxiliar de apoyo esté en marcha, esta temperatura dependerá de la temperatura de acumulación. Como muy baja, rondará los 20 °C.
- Temperatura de salida del intercambiador por el circuito secundario: cuando el sistema auxiliar de apoyo esté en marcha, esta temperatura rondará los 50 °C.
- Temperatura de salida de la acumulación auxiliar: es la temperatura que va a consumo. No podrá sobrepasar los 55 °C.

ESTADO DE FUNCIONAMIENTO.

Debe vigilarse que en días soleados la bomba del circuito solar está funcionando salvo cuando el acumulador solar esté caliente y que en períodos con poco sol las bombas y calderas del sistema auxiliar hagan lo propio.

- Procedimientos de actuación.

Una vez instruido el usuario, o la persona en quién este delegue, sobre los equipos de medida y los criterios que debe seguir en la vigilancia del funcionamiento de la instalación, este vigilará continuamente que los valores de las variables medidas están en el rango de funcionamiento; si no fuera así realizará la verificación de fallos adoptando las medidas oportunas que estén definidas.

Se anotará el fallo en el parte de incidencias utilizando el modelo que se adjunta en la figura 1.6.6.1.a. y se avisará al instalador.

En el parte de incidencias se anotará la fecha de detección de la incidencia, la descripción de la misma, la causa aparente de fallo, así como la persona que lo detectó. Después de que la incidencia haya sido subsanada, el usuario vigilará más exhaustivamente el funcionamiento de la instalación para verificar que el fallo ha sido correctamente subsanado y no se vuelve a repetir. Si se considera necesario, el instalador realizará una visita en plazo recomendable.



PARTE DE INCIDENCIAS			
FECHA	DESCRIPCIÓN	CAUSA APARENTE	OBSERVADA POR:

Figura 1.6.6.1.a. Parte de incidencias de la instalación

1.6.5.2 Plan de mantenimiento preventivo.

- Consideraciones generales:

El programa de mantenimiento preventivo está constituido por operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros que aplicados a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación. Estas operaciones serán realizadas por el Servicio Técnico de la empresa instaladora con el carácter periódico establecido pero podrán estipularse visitas esporádicas cuando así se requiera.

- Operaciones a realizar y periodicidad máxima:

A continuación se definen las operaciones de mantenimiento preventivo que se realizarán así como la periodicidad mínima establecida (en meses) y observaciones en relación con las prevenciones a observar.

En lo que sigue aparecen las siguientes abreviaturas:

IV: inspección visual
CF: control de funcionamiento



A. SISTEMA DE CAPTACIÓN

Colectores	6	IV diferencias sobre original y entre colectores
Cristales	6	IV condensaciones y suciedad
Juntas	6	IV agrietamientos, deformaciones, degradación.
Absorbedor	6	IV corrosión, deformaciones
Carcasa	6	IV deformación, ventanas de respiración
Conexiones	6	IV aparición de fugas.
Estructura	6	IV degradación, indicios corrosión, apriete tornillos

B. SISTEMA DE ACUMULACIÓN

Depósito	12	IV Presencia de lodos en fondo
Ánodos sacrificio	12	IV Comprobación del desgaste
Aislamiento	12	IV Comprobación de que no hay humedad

C. SISTEMA DE INTERCAMBIO

intercambiador de placas	12	CF eficiencia y prestaciones
--------------------------	----	------------------------------

D. CIRCUITO HIDRÁULICO

Estanqueidad	12	Efectuar prueba de presión.
Aislamiento exterior	6	IV degradación protección, uniones y humedad.
Aislamiento interior	12	IV uniones y ausencia de humedad.
Purgadores automáticos	12	CF y limpieza.
Purgadores manuales	6	Vaciar el aire del botellín.
Bombas	12	Estanqueidad.
V. expansión cerrado	6	Comprobación de la presión.
Sistema de llenado	6	CF actuación.
Válvulas de corte	12	CF (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento.
Válvulas de seguridad	12	CF actuación.

E. SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL

Armario eléctrico	12	Comprobar cierre para evitar que entre polvo.
Diferencial	12	CF actuación.
Termostato	12	CF actuación.

F. CALDERAS

Quemador	12	Limpieza de los filtros de combustible
	12	Limpieza del tubo de llama y del cabezal de combustión
	12	Limpieza de la fotorresistencia
	12	Limpieza del electrodo y del estabilizador
	12	Limpieza de la boquilla



Caldera	1	Medida de consumos de combustible y de agua
	6	Limpieza
	6	comprobación de estanqueidad y cierre de la caldera y de la unión con el quemador
	6	Comprobación del material refractario.
Chimenea	6	Medida de temperaturas de gases de combustión y ambiente
	6	Medidas de los índices de CO ₂ , O ₂ , CO y opacidad de humos
	6	Limpieza
	6	Revisión del estado del aislamiento térmico

Las actividades de mantenimiento preventivo serán recogidas en los partes de mantenimiento preventivos. En estos aparecerán recogidos los diferentes componentes sometidos a operaciones de mantenimiento preventivo, su estado (correcto o incorrecto), el período de tiempo de operación que dicha actividad de mantenimiento cubre, la acción que se ha llevado a cabo en caso de que el estado del componente sea incorrecto para subsanar esta situación y la firma del responsable de la actividad de mantenimiento de ese componente. Se adjunta como ejemplo el parte de mantenimiento preventivo del sistema de captación, en la figura 1.6.6.2.a. Los partes correspondientes al resto de componentes de la instalación serían análogos.

1.6.5.3 Mantenimiento correctivo.

- *Consideraciones generales:*

Las actividades de mantenimiento correctivo no pueden estar sometidas a un plan, dado el carácter impredecible de estas acciones. Como su nombre indica las acciones de mantenimiento correctivo se realizarán para corregir anomalías observadas durante el funcionamiento normal de la instalación.

No obstante, sí es posible llevar un control de las acciones de mantenimiento correctivo realizadas, mediante el uso de un parte de mantenimiento correctivo como se muestra en la figura 1.6.6.3.a. En este parte aparece recogido el componente afectado, la causa aparente del problema, la acción correctiva realizada, además de la fecha y la firma del responsable de dicha acción.



PARTE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMA DE CAPTACIÓN					
	Estado		Período mantenimiento	Incorrección subsanaada	Firma
	Correcto	Incorrecto			
Colectores					
Cristales					
Juntas					
Absorbedor					
Conexiones					
Estructura					
Carcasa					

Figura 1.6.6.2.a Parte de mantenimiento preventivo del sistema de captación

PARTE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO				
Componente	Causa acción correctiva	Acción correctiva	Fecha	Firma

Figura 1.6.6.3.a. Parte de mantenimiento correctivo



1.7 DESCRIPCIÓN DEL CÁLCULO DE LA CHIMENEA DE EVACUACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN

El cálculo y diseño de la chimenea se ha realizado siguiendo lo especificado en la norma UNE 123001:1994 “Chimeneas. Cálculo y diseño”, al tratarse de generadores de calor de una potencia superior a los 10 kW. Dicho cálculo viene desarrollado en el punto 2.2.4.6 del presente documento proyecto.

El uso de la chimenea será exclusivamente para canalizar los productos de la combustión de las calderas hacia el exterior. De cada una de las calderas saldrá un conducto de evacuación de humos en el tramo horizontal con pendiente ascendente superior al 3 %, como se especifica en la norma UNE 123100, que posteriormente se unificarán en el tramo vertical.

1.8 DESCRIPCIÓN DEL CÁLCULO DE LOS SISTEMAS DE EXPANSIÓN

Los sistemas cerrados de agua o soluciones acuosas deben estar equipados con un dispositivo de expansión de tipo cerrado. Este es el caso del circuito primario del sistema auxiliar de apoyo. Dicho dispositivo de expansión ha sido diseñado siguiendo la norma UNE 100155:1988 “Climatización. Cálculo de vasos de expansión”, al existir una potencia térmica superior a los 70 kW.

La función del vaso de expansión es la de absorber las variaciones de volumen de fluido caloportador que se puedan producir en un circuito cerrado, en este caso se trata del circuito caldera-intercambiador.

Esta variación de volumen del fluido se produce al variar su temperatura. El vaso mantiene la presión entre los límites preestablecidos e impide a la vez pérdidas y reposiciones de la masa de fluido.

El valor mínimo de la presión con la que trabaja el vaso se fija teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Mantener en el punto geométrico más elevado del sistema una presión superior a la atmosférica, suficiente no sólo para evitar entradas de aire sino para favorecer su salida en los puntos dotados de válvula de purga.
- Evitar la eventual formación de vapor de agua en los puntos más elevados de la red



- Eliminar la posibilidad de que se produzcan fenómenos de cavitación en la aspiración de las bombas.

Por otro lado, la presión máxima, producida por la expansión del fluido en el circuito cuando se alcanza la temperatura más elevada, estará limitada a un valor inferior al de la presión máxima de trabajo del circuito (4 kg/cm^2).

El exceso de volumen de fluido en el circuito, resultado del aumento de temperatura del valor mínimo al máximo, debe ser almacenado en su totalidad en el depósito de expansión. Cuando la temperatura disminuya, el fluido almacenado será restituido, total o parcialmente, al circuito.

Si no se almacenara el fluido en su totalidad durante la expansión, la renovación periódica del mismo conduciría a un aumento de la concentración de sales y oxígeno.

La variación del volumen de fluido en el circuito provoca una variación del mismo signo en la presión de trabajo: un aumento del volumen conlleva un aumento de presión y viceversa. Este aumento de presión, para el caso como este de un vaso cerrado, es importante debido a la necesidad de reducir su volumen.

1.9 DESCRIPCIÓN DEL CÁLCULO DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA DE CALDERAS

El presente proyecto recogerá el diseño de un sistema de tratamiento del agua destinado a calderas, consistente en un sistema de descalcificación.

Se proyectará una planta descalcificadora por intercambio iónico para conseguir una agua blanda que nos evite los problemas que lleva consigo el uso de aguas duras, con altas concentraciones de iones de calcio y magnesio.

La utilización de agua cargada de calcio y magnesio presenta graves inconvenientes en el funcionamiento de las calderas y de los intercambiadores de calor. Su evaporación o incluso su simple calentamiento provoca incrustaciones por la cristalización de sales de calcio y/o magnesio.

Estas incrustaciones reducen la sección útil de las tuberías y conductos y disminuyen los rendimientos térmicos de las instalaciones de una forma notable. Incluso puede llegar a producirse roturas en las conducciones por ataques de naturaleza muy variada, en los que de una forma u otra está presente el fenómeno de la corrosión.



La descalcificación por intercambio catiónico

En el proceso proyectado, calculado en el punto 2.2.4.4, se utilizan resinas sintéticas que tienen la propiedad de intercambiar los cationes de calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}) presentes en el agua dura, por cationes de sodio (Na^+) que forman sales no incrustantes.

Los cationes de calcio y magnesio son retenidos por el lecho de resinas hasta que se alcance la saturación del mismo, en cuyo momento la dureza del agua de entradas será igual a la de salida.

Dado que estas resinas son regenerables, bastará con hacer una solución de salmuera saturada para que se recupere su afección por los cationes calcio y magnesio.

Regeneración

Se denomina regeneración al conjunto de operaciones destinadas a devolver a la resina de intercambio catiónico su poder de retención de los cationes calcio y magnesio.

Esta regeneración es necesaria debido a que los componentes de la resina liberan cationes sodio (Na^+), intercambiándolo por los de calcio y magnesio presentes en el agua.

Esta capacidad de intercambio tiene un límite, según la dureza del agua y el caudal que pase a través del lecho. Es lo que se denomina ciclo de descalcificador.

En la regeneración, que se realiza haciendo pasar una solución concentrada de cloruro sódico (NaCl), podemos distinguir cuatro fases bien diferenciadas:

- Esponjamiento de la resina
- Aspiración de la salmuera regenerante y paso por el lecho de resina
- Lavado lento para limpiar los restos de Na^+ no adsorbidos por los granos de resina.
- Lavado rápido

El tiempo para realizar estas operaciones depende de cada tipo de aparato, pero se suele situar entre las dos y las tres horas en total.

Una vez realizada la regeneración, la resina está lista para realizar un nuevo ciclo de descalcificación.

La resina utilizada en esta instalación en sus descalcificadores será del tipo poliestirénico sulfonado.



1.10 DIMENSIONADO DE LA SALA DE MÁQUINAS

Se denominará sala de máquinas al local técnico donde se alojarán las dos calderas de gas propano, el descalcificador del agua de calderas, los cinco depósitos de acumulación de A.C.S., el intercambiador de calor y los grupos de bombeo de los sistemas solar y auxiliar de apoyo con los que cuenta la instalación, así como el cuadro eléctrico de control y protección.

La sala de máquinas cumplirá lo dispuesto en la norma UNE 100-020-89 “Climatización. Sala de máquinas” en los aspectos relativos a la ventilación, así como para el nivel de iluminación, las dimensiones mínimas de la sala, separación entre elementos y otros aspectos.

Se localizarán tres zonas dentro de la sala de máquinas. Una primera estará destinada al alojamiento de ambos sistemas de acumulación y maniobras, existirá una segunda zona donde se encontrarán instaladas exclusivamente ambas calderas y por último una última zona donde se ubicarán las bombas, el intercambiador de placas, el descalcificador del agua de calderas y el cuadro eléctrico.

Las tres salas de máquinas verificarán las siguientes prescripciones:

- La puerta de acceso comunicará directamente con el exterior y a través de un vestíbulo compartido con el resto del edificio, como puede observarse en el plano “Sala de máquinas”.
- Ningún punto de la sala estará a menos de 15 m de la salida.
- Las puertas de acceso se abrirán hacia fuera.
- La permeabilidad de las puertas no será superior a $1 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ bajo una presión diferencial de 100 Pa, salvo la que se encuentra en contacto directo con el exterior.
- La resistencia ante el fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-180, por lo menos.
- La clase de combustibilidad de los materiales empleados en los cerramientos y acabados de la sala será M0.
- Los elementos de cerramiento de la sala no permitirán filtraciones de humedad.
- No existe ninguna toma de aire que comunique con locales cerrados.
- El cuadro eléctrico de mando y protección estará situado en las proximidades a la puerta de acceso principal.



- El nivel de iluminación medio en servicio de la sala de máquinas será calculado para un mínimo de 200 lux, con una uniformidad media de 0,5, que podrá reforzarse por medio de elementos portátiles para acceder a lugares escondidos. Las luminarias y tomas de corriente tendrán un grado de protección IP 55 y una protección mecánica grado 7, por lo menos.
- Cada salida de la sala estará señalizada por medio de un aparato autónomo de emergencia.

Puesto que la sala de calderas se trata de una sala de máquinas de seguridad elevada también debe cumplirse con lo siguiente:

- La resistencia al fuego de los elementos delimitadores y estructurales será al menos de RF-240.
- La sala de calderas tendrá dos accesos, uno de ellos da directamente al exterior, dicho acceso no está próximo a ninguna escalera, ni escape de humos o fuego.
- El cuadro eléctrico de protección y mando se encuentra instalado fuera de la sala.

Entre la maquinaria y los elementos que delimitan la sala de máquinas se dejarán pasos y accesos libres para permitir el movimiento de los equipos, o parte de ellos, desde la sala exterior y viceversa. La maquinaria estará accesible en todas sus partes de forma que puedan realizarse de manera adecuada y sin peligro las operaciones de mantenimiento, vigilancia y conducción. Los espacios libres que se dejan alrededor de los generadores de calor en la sala de calderas son superiores a los mínimos indicados en la norma UNE 100-020-89.

Se ha adoptado un sistema de ventilación natural directa al exterior, ya que se trata de una sala contigua a una zona al aire libre. En el caso de la sala de calderas se realiza mediante aberturas, protegidas por medio de rejillas que impidan la entrada del agua de lluvia y tengan malla metálica antipájaro.

1.11 DIMENSIONADO DE LOS CUADROS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS

Todos los elementos que necesiten la energía eléctrica para su funcionamiento dispondrán de una línea de alimentación debidamente dimensionada y protegida, tal y como se contempla en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, con sus correspondientes protecciones magnetotérmicas y diferenciales que se situarán en el cuadro eléctrico correspondiente en la sala de máquinas.



1.12 FUENTES DE ENERGÍA UTILIZADAS

Las fuentes de energía utilizadas en las instalaciones objeto del presente proyecto son:

- ENERGÍA ELÉCTRICA

Para el funcionamiento del sistema será necesaria la energía eléctrica, en la alimentación de los siguientes equipos:

- Unidad de control electrónico proporcional, encargado del gobierno de las bombas de circulación del circuito solar.
- Bombas de circulación del circuito solar
- Bombas del circuito primario auxiliar
- Bombas del circuito secundario auxiliar
- Servomotor para válvula de tres vías en el circuito primario auxiliar
- Sistemas de protección catódica permanente para depósitos
- Iluminación en la sala de calderas
- **GAS PROPANO**

Es el combustible utilizado para la alimentación de las calderas, por lo que se dispondrá de un sistema de almacenamiento reglamentario basado en tanques enterrados de gas propano, objeto de proyecto aparte.

1.13 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

1.13.1 Colectores solares

Los colectores de placa plana escogidos para la instalación son de la marca MADE, modelo 4000-E y sus características son las siguientes:



- Placa absorbente:
 - Constituida por parrilla de tubos de 8 mm de diámetro, con aleta de cobre y unida a dos tubos colectores de 22 mm de diámetro de gual material.
 - Tratamiento superficial de la placa selectivo por oxidación del cobre mediante proceso Ebonol-C.
 - Absortancia (α) : 0,96 ÷ 0,98.
 - Emitancia (ϵ): 0,45 ÷ 0,55.
 - Volumen del fluido contenido: 1,3 litros.
- Cubierta transparente:
 - Cristal templado de 4 mm de espesor.
 - Transmitancia (τ): 0,85 ÷ 0,90.
- Caja colector: perfil extruido de aluminio anodizado. Fondo base de chapa de acero galvanizado (60 micras).
- Dimensiones de apoyo: 1050 x 2120 x 86,2 mm
- Superficie útil de captación: 2,13 m²
- Peso del colector: 47 kg (en vacío)
- Presión de trabajo: 6,5 kg/cm²
- Curva de rendimiento: $\eta = -0,797829 - 0,6167247 \times T^*$

con: $T^* = (T_{\text{ent}} - T_{\text{amb}}) / I$ (en °C m² / W)

donde:

T_{ent} : temperatura del agua de entrada en el colector
 T_{amb} : temperatura ambiente
 I : radiación incidente

1.13.2 Acumuladores solares

Se ha proyectado la instalación de tres depósitos acumuladores de 3500 l de capacidad cada uno. Fabricados de acero al carbono, protegidos interiormente contra la corrosión por recubrimiento de resinas epoxídicas y con protección catódica incorporada.

El sistema de protección interior consiste en el revestimiento de toda la superficie metálica del depósito en contacto con el agua, con un compuesto a base de resinas epoxídicas de calidad alimentaria, que dotan al depósito de una gran resistencia a la corrosión producida por las aguas agresivas. Este revestimiento interior de gran resistencia al desgaste, tiene una ventaja añadida por su flexibilidad y capacidad de adaptación a las deformaciones del propio depósito producidas por dilataciones térmicas

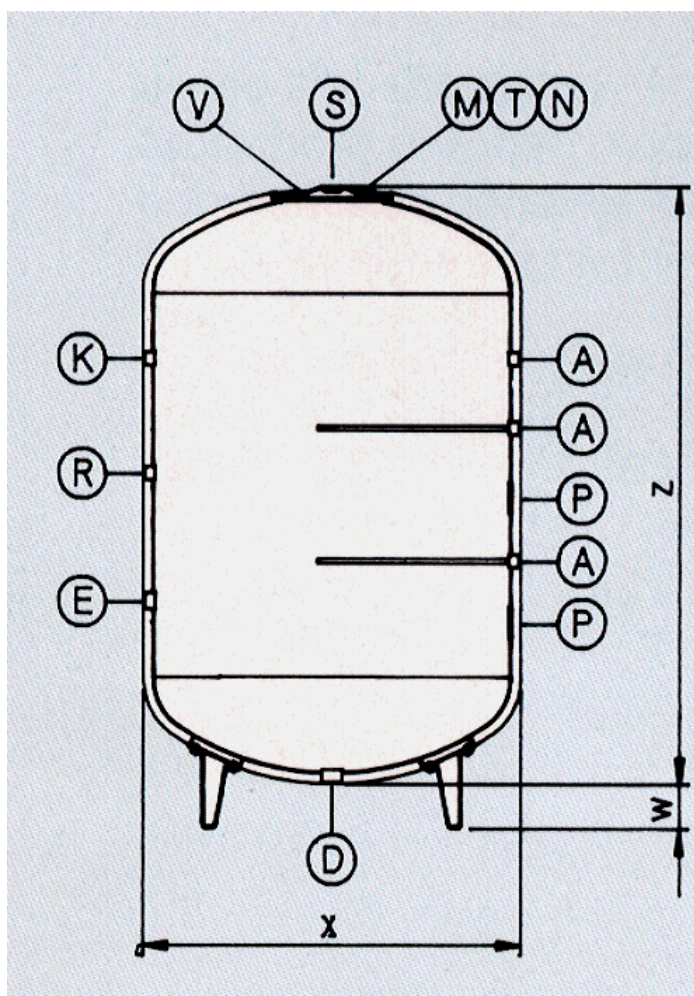


y cambios bruscos de presión en su interior, evitando de esta forma su rotura por agrietamiento, que suele producirse en los revestimientos convencionales más frágiles. Su sistema de aplicación garantiza la total adherencia a la superficie metálica y una impermeabilidad completa del interior del depósito, con un espesor final del revestimiento de 400 μm .

Los depósitos están aislados térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectado en molde, de 40 mm de espesor y una densidad de 45-50 kg/m^3 . El resultado de su aplicación por inyección y moldeo es un espesor constante y homogéneo en toda la superficie exterior del depósito. Formando un bloque compacto y perfectamente adherido al mismo, sin juntas de unión. El espesor de aislamiento supera en un 65 % lo exigido por la IT.IC 17.5.2. y 19.1.1.

El sistema de protección catódica incorporado en los depósitos aparece descrito en el punto

A continuación se muestra un esquema del depósito:





CONEXIONES

A: Conexión ánodos de protección catódica 1 1/2"
D: Purga
E: Entrada de agua fría
M: Conexión manómetro 1 1/2"
P: Conexión primario 2"
R: Retorno 1 1/2"
K: Conexión resistencia eléctrica 1 1/2"
S: Salida A.C.S. 2"
T: Conexión termómetro 1-1/2"
N: Conexión termostato 1-1/2"
V: Válvula de seguridad 1-1/2"

DIMENSIONES:

Z: 2.375 mm
X: 1.500 mm
W: 175 mm
E: 2"
D: 3"
R: 1 1/2"

1.13.3 Acumuladores auxiliares

Se ha proyectado la instalación de dos depósitos acumuladores de 2.000 l de capacidad cada uno, de características idénticas a los depósitos acumuladores solares. Sólo varían las dimensiones que son las siguientes:

Z: 2095 mm
X: 1200 mm
W: 195 mm
E: 1 1/2"
D: 2"
R: 1 1/2"

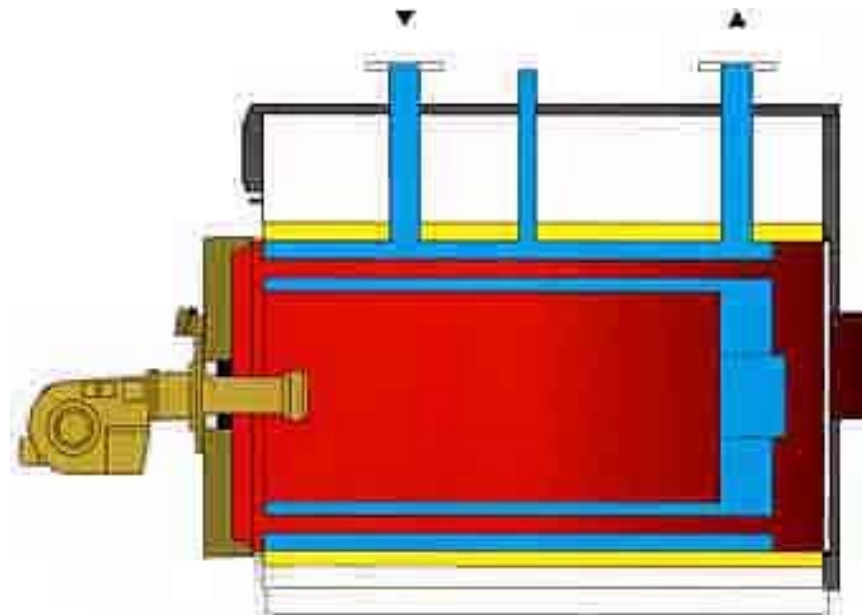
1.13.4 Calderas

Las calderas elegidas en el presente proyecto son marca FERROLI, modelo PREXTHERM 100. Son calderas construidas con chapa de acero, de hogar presurizado, para producción de agua caliente para calefacción, de potencia nominal 100 kW (86.000 kcal/h). Funcionan con gas propano como combustible.

A continuación se muestra una fotografía de su aspecto exterior y un esquema de su hogar.



El cuerpo de la caldera está constituido por un hogar cerrado por un extremo, una envolvente cilíndrica, concéntrica con el hogar, soldada a las placas tubulares y un haz de tubos distribuidos regularmente alrededor del mismo. El hogar, sometido a choques térmicos alternados puede dilatar libremente evitando esfuerzos perjudiciales sobre la estructura de la caldera.



En cuanto a la circulación de gases, la llama, al invertir su sentido de circulación en el fondo del hogar, permite que las partículas de combustible no quemadas en su totalidad, completen su combustión al atravesar nuevamente la zona de mayor



temperatura, reduciendo así los efectos contaminantes y aprovechando completamente el combustible. Desde el hogar, donde se ha producido una importante cesión de calor al agua, principalmente por radiación, los gases pasan al haz tubular. Al conjunto de tubos que lo forman se les ha introducido unas helicoides que aumentan la velocidad de los gases, su rozamiento, creando turbulencias en su recorrido, incrementando la cesión de calor por convección. Los gases salen finalmente a la caja de humos provista de tapa antiexplosión y registro de limpieza, a temperaturas reducidas, que permiten alcanzar altos rendimientos.

La circulación del agua garantiza una uniformidad de temperatura en el interior de la caldera. El agua fría de retorno de la instalación, guiada por un distribuidor situado en su interior, refrigera las partes más solicitadas térmicamente, evitando la formación de depósitos calcáreos, que tendrían lugar eventualmente en las zonas del cuerpo de caldera con carga térmica más reducida.

De la accesibilidad puede indicarse que la puerta, que puede abrirse a uno y otro lado, permite el total acceso al hogar y haz tubular, para su inspección y mantenimiento. Está recubierto interiormente con una especial capa de fibra cerámica que evita temperaturas excesivas en la parte externa.

El cuerpo de caldera está recubierto por una gruesa manta de lana de vidrio, que reduce las pérdidas a valores despreciables. El revestimiento está constituido por paneles de chapa de acero, cuidadosamente esmaltados al horno, con pintura en polvo epoxi-poliéster, ensamblados entre sí mediante pivotes y clips metálicos.

Las calderas están equipadas con una instrumentación situada en un panel de mandos y compuesta de:

- Termostato de regulación 1ª etapa
- Termostato de regulación 2ª etapa
- Termostato de seguridad
- Termohidrómetro
- Interruptor luminoso
- Lámpara señalización bloqueo quemador
- Cuenta-horas 1ª etapa
- Cuenta-horas 2ª etapa

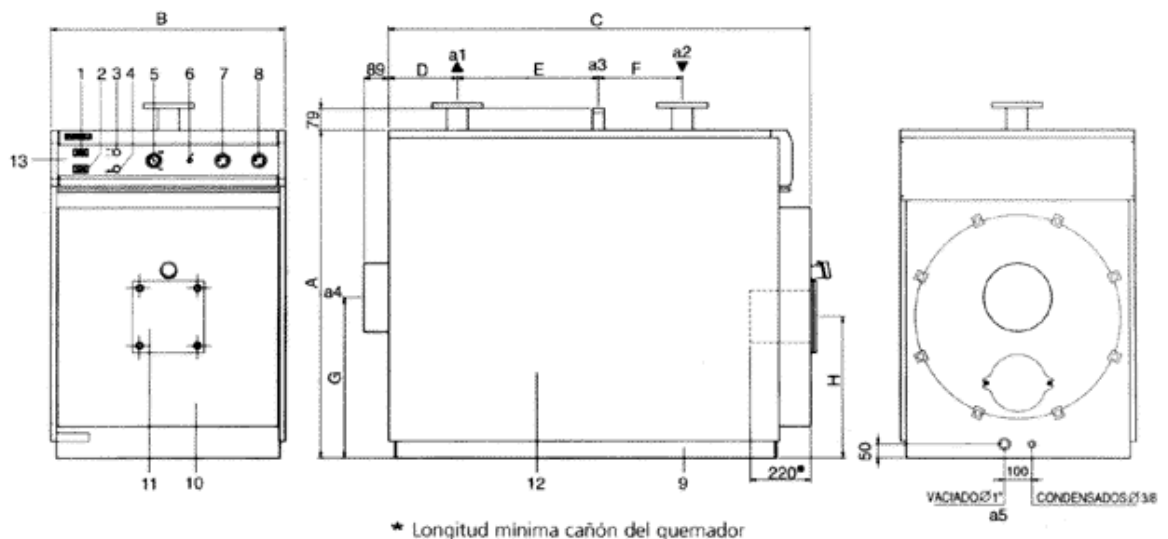
Sus principales características técnicas se muestran a continuación:

- Potencia nominal útil:	100 kW (86.000 kcal/h)
- Gasto calorífico (P.C.I.):	109 kW (93.740 kcal/h)
- Rendimiento:	91,7 %
- Dimensiones:	
- A:	1110 mm
- B:	760 mm
- C:	995 mm
- D:	181 mm



- E: 215 mm
- F: 145 mm
- G: 540 mm
- H: 470 mm
- Conexiones:
 - a₁-a₂: 50 mm
 - a₃: 1 1/4 "
 - a₄: 200 mm
 - a₅: 1 "
- Contenido en agua: 120 l
- Pérdida de carga en el lado del agua: 40 mm.c.a.
- Pérdida de carga en el lado de humos: 6 mm.c.a.
- Presión timbre: 5 kg/cm²
- Peso: 284 kg

A continuación se muestran las dimensiones del equipo:



Elementos:

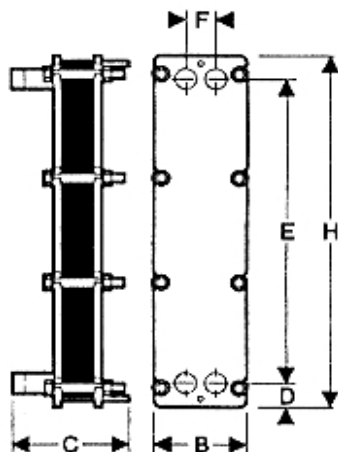
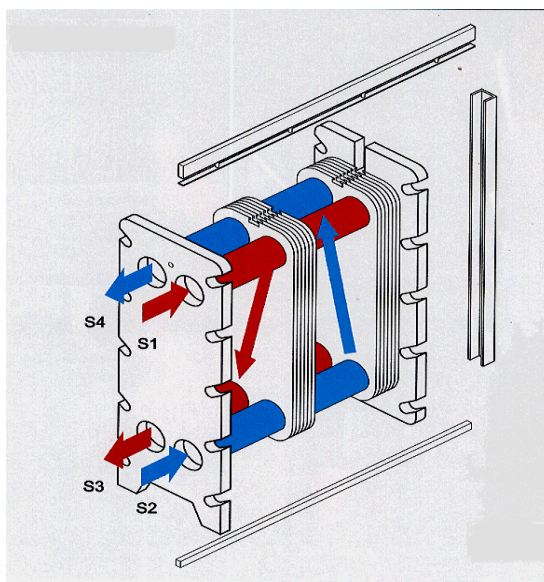
- | | |
|--|--|
| 1. Cuenta-horas 2ª etapa | 10. Puerta |
| 2. Cuenta-horas 1ª etapa | 11. Placa portaquemador |
| 3. Interruptor luminoso | 12. Envolvertes |
| 4. Lámpara señalización bloqueo quemador | 13. Panel portainstrumentos |
| 5. Termohidrómetro | a1. Ida instalación |
| 6. Termostato de seguridad | a2. Retorno instalación |
| 7. Termostato de regulación 1ª etapa | a3. Conexión vaso de expansión y
válvula de seguridad |
| 8. Termostato de regulación 2ª etapa | a4. Salida de humos |
| 9. Cuerpo de caldera | |



1.13.5 Intercambiador de calor

El presente proyecto contempla la instalación de un intercambiador de placas de la marca SEDICAL modelo UFX-6L/33, cuyas principales características técnicas son mostradas a continuación:

- Caudal primario: 9,0 m³/h
- Caudal secundario: 5,8 m³/h
- Salto térmico en primario: 80 – 60 °C
- Salto térmico en secundario: 20 – 50 °C
- Pérdida de carga en primario: 5,7 m.c.a.
- Pérdida de carga en secundario: 2,9 m.c.a.
- Potencia de intercambio: 172.000 kcal/h (200 kW)
- Diámetro de conexiones: R 1 1/4"
- Material de placas: AISI 316



DIMENSIONES:

- B: 186 mm
- H: 744 mm
- D: 53 mm
- E: 640 mm
- F: 60 mm
- C: 214 mm



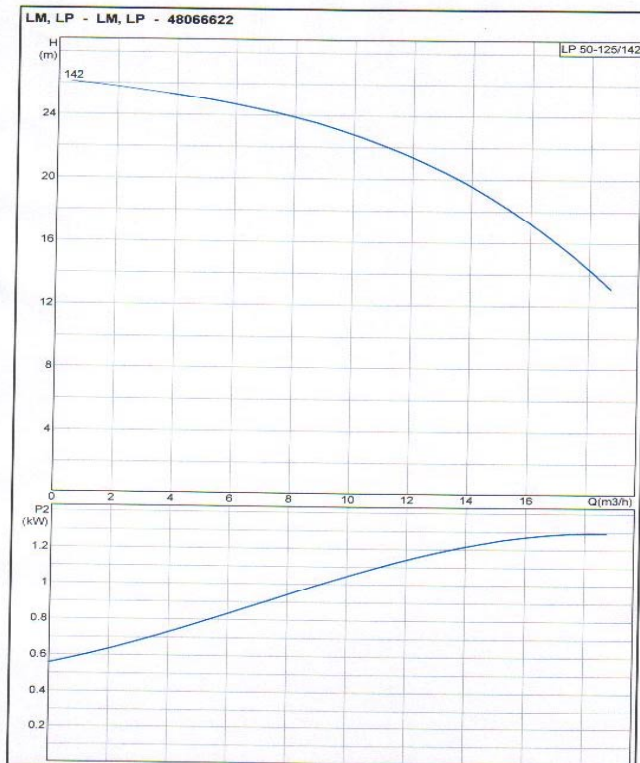
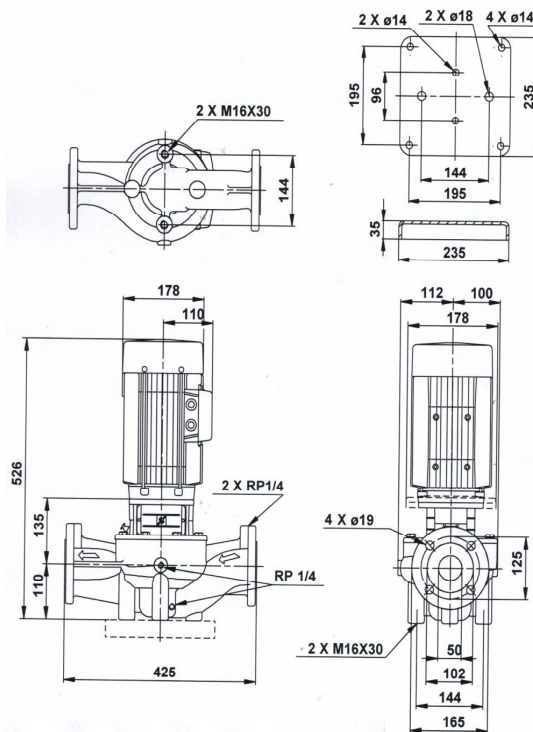
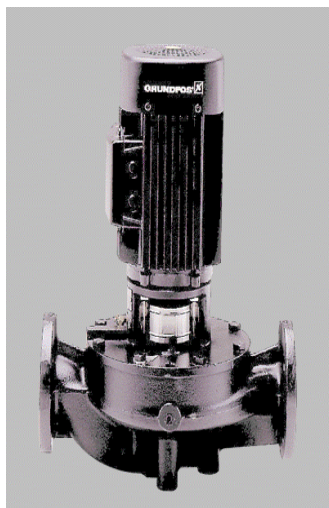
1.13.6 Bombas del circuito solar

Para el circuito solar se han elegido bombas marca GRUNDFOS modelo LP-125/142, con las siguientes características técnicas:

- Caudal de diseño: 6,8 m³
- Altura de diseño: 24 m.c.a.
- Descripción: bomba sencilla centrífuga monocelular en línea.
- Cierre mecánico resistente a la corrosión y libre de mantenimiento.
- Motor CA trifásico
- Líquido:
 - Temperatura min. del líquido: 0 °C
 - Temperatura max. del líquido: 140 °C
- Datos técnicos:
 - Velocidad de bomba: 2910 rpm
 - Diámetro real del impulsor: 142 mm
 - Tipo de cierre: BUBE
- Materiales:
 - Material, cuerpo hidráulico: Fundición
 - Material, cuerpo hidráulico: 0.6025 DIN W.-Nr.
 - Material, impulsor: Acero inox.
 - Material, impulsor: 1.4301 DIN W.-Nr.
- Instalación:
 - Temperatura ambiente max.: 40 °C
 - Presión max.a temp. de trabajo: 10/140 bar / °C
 - Presión min.a temp. de trabajo: 16/100 bar / °C
 - Conexión de tubería, estándar: DIN
 - Dimensión de conexión de tubería: DN 50
 - Presión, conexión de tubería: PN 16
 - Dimensión de la brida del motor: F115
- Datos eléctricos:
 - Tipo de motor: 90SA
 - N° de polos: 2
 - Potencia nominal (P2): 1.50 kW
 - Frecuencia red: 50 Hz
 - Tensión nominal: 3 x 220-240 D/380-415 Y V
 - Corriente nominal: 5,90/5,90 A
 - Corriente de arranque: 630-690 %
 - Cos ϕ - factor de potencia: 0,85-0,79
 - Velocidad nominal: 2860-2890 rpm
 - Grado de protección (IEC 34-5): 55
 - Clase de aislamiento (IEC 85): F
- Otros:
 - Peso neto: 45 kg
 - Peso bruto: 57 kg
 - Volumen: 0.13 m³



A continuación se muestra una fotografía de la bomba así como las curvas Altura – Caudal y Potencia – Caudal y las dimensiones de la bomba..





1.13.7 Bombas del circuito primario del sistema auxiliar

Para el circuito primario del sistema auxiliar se han escogido bombas marca GRUNDFOS modelo UPS 50-120 F, cuyas características son enunciadas a continuación:

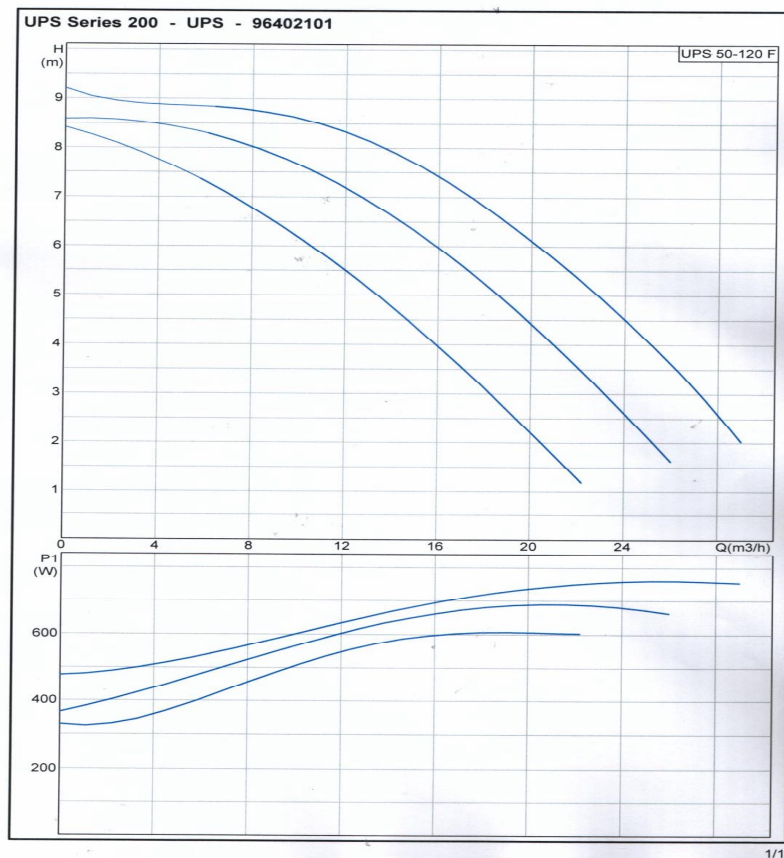
- Caudal nominal: 9 m³/h
- Altura nominal: 8,5 m.c.a.

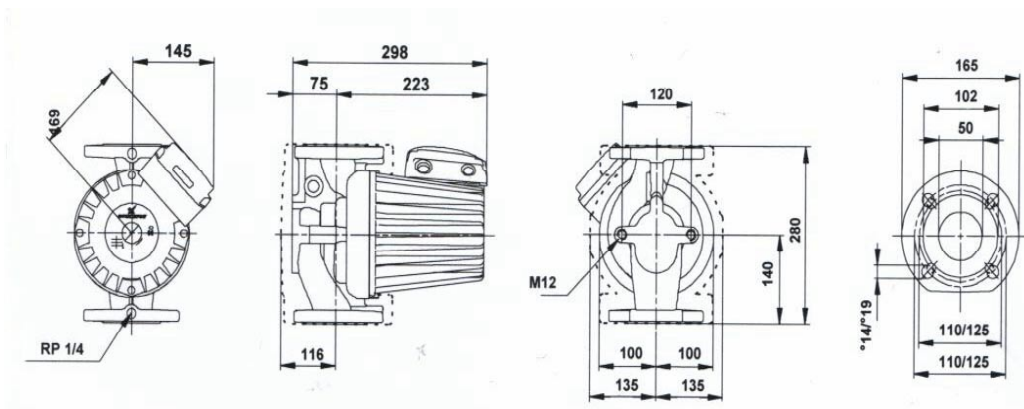
- Descripción: La bomba es del tipo de rotor encapsulado, es decir la bomba y el motor forman una unidad íntegra sin cierre y con sólo dos juntas para el sellado. Los cojinetes están lubricados por el líquido bombeado.
- Características:
 - Motor de tres velocidades.
 - Cojinetes radiales de cerámica.
 - Cojinete axial de carbono.
 - Camisa del rotor, placa de soporte y revestimiento del rotor en acero inoxidable.
 - Alojamiento del estator en aleación de aluminio.
 - Cuerpo de la bomba de fundición.
 - Estator con interruptor térmico incorporado.
- La bomba se suministra con un módulo estándar en la caja de conexiones. El módulo estándar debe conectarse al suministro de red mediante un contactor externo.
- Líquido:
 - Temperatura min. del líquido: -10 °C
 - Temperatura max. del líquido: 120 °C
- Datos técnicos:
 - Certificados en placa: CE,B
- Materiales:
 - Material, cuerpo hidráulico: Fundición
 - Material, cuerpo hidráulico: 0.6025 DIN W.-Nr.
 - Material, impulsor: Acero inox.
 - Material, impulsor: 1.4301 DIN W.-Nr.
- Instalación:
 - Temperatura ambiente min.: 0 °C
 - Temperatura ambiente max.: 40 °C
 - Presión max.de trabajo: 10 bar
 - Conexión de tubería, estándar: DIN
 - Dimensión de conexión de tubería: DN 50
 - Presión, conexión de tubería: PN 6 / PN 10
- Datos eléctricos:
 - Potencia de entrada velocidad 1-2-3: 620-700-760 W
 - Frecuencia red: 50 Hz
 - Tensión nominal: 1 x 230-240 V



- Corriente en velocidad 1-2-3:	3.05-3.35-3.60 A
- Cos ϕ en vel. 1-2-3:	0.88-0.91-0.92
- Condensador - trabajo:	25 μ F/400 V
- Grado de protección (IEC 34-5):	44
- Clase de aislamiento (IEC 85):	H
- Otros:	
- Peso neto:	28.4 kg

A continuación se muestran el aspecto exterior de las citadas bombas así como las curvas características y sus dimensiones:





1.13.8 Bombas del circuito secundario del sistema auxiliar

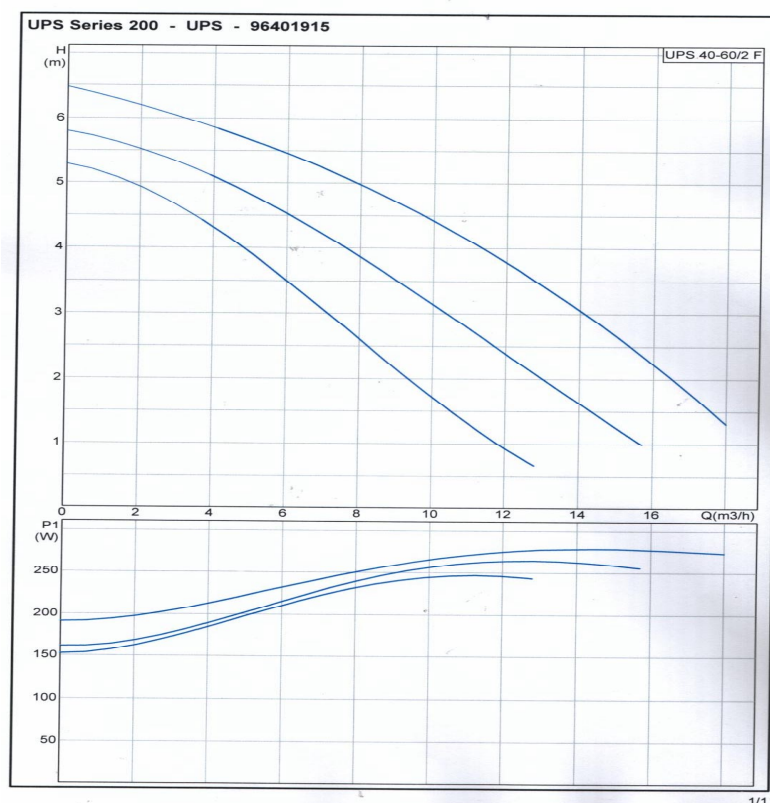
Para el circuito primario del sistema auxiliar se han escogido bombas marca GRUNDFOS modelo UPS 40-60/2 F, cuyas características son enunciadas a continuación:

- Caudal nominal: 5,8 m³/h
- Altura nominal: 4,5 m.c.a.
- Descripción: La bomba es del tipo de rotor encapsulado, es decir la bomba y el motor forman una unidad íntegra sin cierre y con sólo dos juntas para el sellado. Los cojinetes están lubricados por el líquido bombeado.
- Características:
 - Motor de tres velocidades.
 - Cojinetes radiales de cerámica.
 - Cojinete axial de carbono.
 - Camisa del rotor, placa de soporte y revestimiento del rotor en acero inoxidable.
 - Alojamiento del estator en aleación de aluminio.
 - Cuerpo de la bomba de fundición.
 - Estator con interruptor térmico incorporado.
- La bomba se suministra con un módulo estándar en la caja de conexiones. El módulo estándar debe conectarse al suministro de red mediante un contactor externo.
- Líquido:
 - Temperatura min. del líquido: -10 °C
 - Temperatura max. del líquido: 120 °C
- Datos técnicos:
 - Certificados en placa: CE,B
- Materiales:
 - Material, cuerpo hidráulico: Fundición
 - Material, cuerpo hidráulico: 0.6025 DIN W.-Nr.



- Material, impulsor: Acero inox.
- Material, impulsor: 1.4301 DIN W.-Nr.
- Instalación:
 - Temperatura ambiente min.: 0 °C
 - Temperatura ambiente max.: 40 °C
 - Presión max.de trabajo: 10 bar
 - Conexión de tubería, estándar: DIN
 - Dimensión de conexión de tubería: DN 40
 - Presión, conexión de tubería: PN 6 / PN 10
- Datos eléctricos:
 - Número de polos: 2
 - Potencia de entrada velocidad 1-2-3: 250-260-280 W
 - Frecuencia red: 50 Hz
 - Tensión nominal: 1 x 230-240 V
 - Corriente en velocidad 1-2-3: 1.25-1.25-1.30 A
 - Cos ϕ en vel. 1-2-3: 0.87-0.90-0.94
 - Condensador - trabajo: 25 μ F/400 V
 - Grado de protección (IEC 34-5): 44
 - Clase de aislamiento (IEC 85): F
- Otros:
 - Peso neto: 18,3 kg

A continuación se muestran las curvas características de estas bombas. El aspecto exterior es idéntico al de las anteriores bombas del circuito primario.





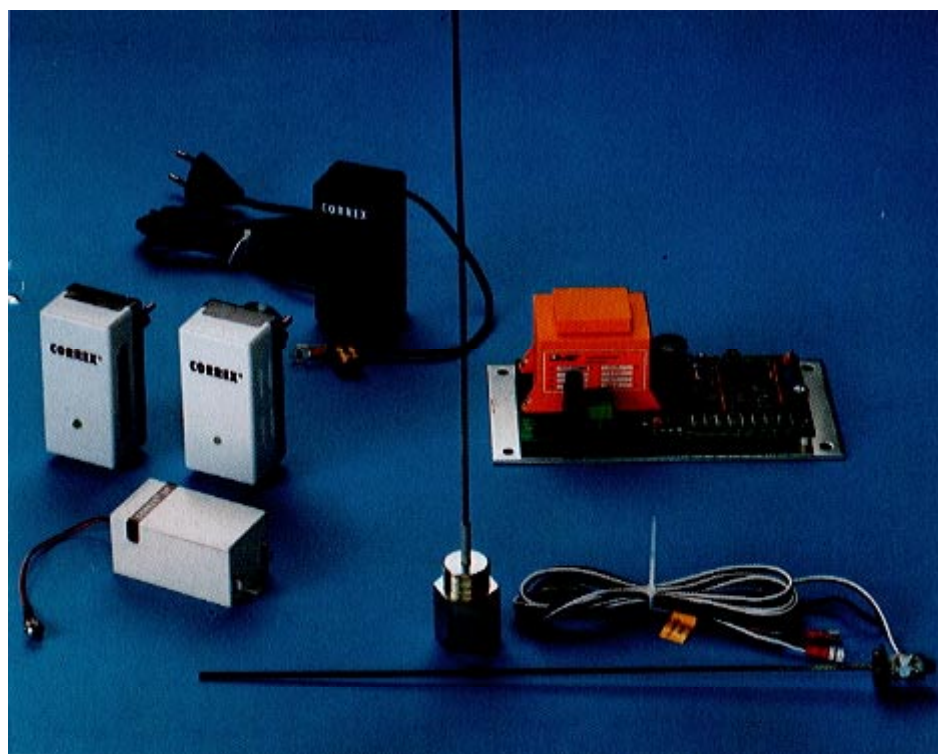
1.13.9 Sistema de protección catódica

Los depósitos acumuladores instalados tanto en el circuito solar como en el auxiliar de marca LAPESA incorporan sistemas de protección catódica formados por ánodos permanentes de emisión de corriente, exentos de mantenimiento.

Estos ánodos de emisión de corriente marca LAPESA modelo CORREX-UP constan esencialmente de:

- Cabezal electrónico con potenciómetro y transformador de cortocircuito 10V/2VA, con clavija para enchufar directamente a la red y lámpara diodo ligada con la corriente de protección, para control óptico de funcionamiento.
- Electrodo de referencia de plata pura revestido de cloruro de plata.
- Electrodo de emisión de corriente de titanio platinado.

Ambos electrodos van montados en la cabeza de electrodos para montaje en el depósito R $\frac{3}{4}$ ". Su núcleo está aislado con estaetita.



Aspecto exterior del sistema de protección catódica

El ánodo de corriente aportada trabaja según el principio de regulación potencióstática por el que el potencial de la pared del depósito a proteger (cátodo) se disminuye por debajo de un cierto valor negativo (potencial de protección) en cuya zona de influencia no se produce la corrosión del acero.



Los potenciales de referencia para la protección del acero son -530 mV comparado con un electrodo normal de hidrógeno o bien -930 mV comparado con un electrodo de plata-cloruro de plata, ambos en medio acuoso.

El potenciostato regula constantemente la corriente emitida por el electrodo hacia la pared del depósito, sea igual a la tensión de protección prefijada y permanezca constante en dicho valor.

El potenciostato está ajustado a un valor de tensión $U_s = -1350\text{ mV}$ que garantiza la protección de toda la superficie del depósito con una tensión mínima negativa $E_{\text{Ag/AgCl}} = -930\text{ mV}$, impidiendo por otra parte la formación de hidrógeno en las paredes del depósito (fenómeno que se produce en potenciales inferiores a -1350 mV).

El electrodo de titanio platinado asegura una larga vida incluso con grandes intensidades de corriente, como lo viene mostrando desde hace años en condiciones extremas en aguas marinas.

La carga máxima de trabajo de un platinado en agua dulce es de $6\text{--}8\text{ A/dm}^2$, mientras que la densidad máxima de corriente que se obtiene durante el funcionamiento de un ánodo de corriente aportada es de 1.3 A/dm^2 .

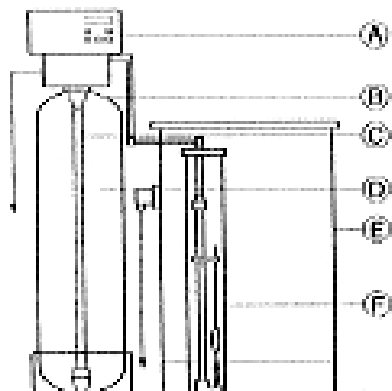
1.13.10 Descalcificador

El descalcificador instalado será de la marca QT ERIE. Se instalará un Sistema Dúplex formado por dos descalcificadores idénticos, modelo BiBloc Serie S-541 Electrónicos Volumétricos, con las siguientes características:

- Capacidad de resina: 12 l
- Presión mínima de trabajo: $1,50\text{ kg/cm}^2$
- Presión máxima de trabajo: $8,75\text{ kg/cm}^2$
- Temperatura máxima de trabajo: $45\text{ }^\circ\text{C}$
- Caudal continuo: $0,5\text{ m}^3/\text{h}$
- Pérdida de carga: $0,5\text{ kg/cm}^2$
- Consumo eléctrico: 3 W
- Tipo de control de regeneración: Volumétrico
- Ciclo entre dos regeneraciones: $2,6\text{ m}^3$ (Agua a $30\text{ }^\circ\text{C}$)
- Conexiones: $\phi\text{ }^{3/4}\text{''}$ y 1''
- Materiales:
 - Cuerpo de válvula en noril
 - Columna de resina en poliéster
 - Depósito de salmuera en polietileno
- Dimensiones:
 - Diámetro columna de resina: 190 mm
 - Altura columna de resina: 1110 mm
 - Diámetro tanque de salmuera: 450 mm



En la siguiente figura puede observarse los diferentes componentes del equipo descalcificador:



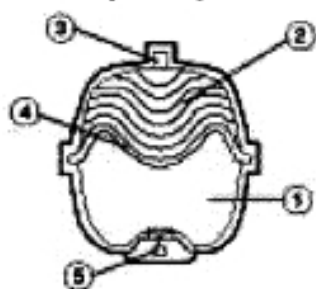
- A – Válvula-programador
- B – Columna de resina
- C – Tubo central-distribuidor
- D – Resina
- E – Depósito de salmuera
- F – Conjunto de salmuera

1.13.11 Vaso de expansión

El vaso de expansión instalado será de la marca ROCA, modelo VASOFLEX, con una capacidad de 12 l. Las principales características técnicas de este vaso de expansión son:

- Depósito cerrado de acero de alta calidad, pintado exteriormente y provisto de membrana elástica especial.
- Cámara de gas conteniendo nitrógeno a presión.
- Capacidad: 12 l
- Dimensiones del cuerpo (cilíndrico):
 - Diámetro del cuerpo: 245 mm
 - Altura: 381 mm
 - Diámetro del orificio de conexión: $\frac{3}{4}$ "
- Peso: 2,7 kg
- Presión máxima de trabajo: 3 bar

Los componentes principales del vaso son mostrados a continuación:



- 1.-Cámara de nitrógeno
- 2.-Cámara de expansión de agua
- 3.-Orificio de conexión a la instalación
- 4.-Membrana especial
- 5.-Válvula de llenado de gas precintada



1.14 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA

Para la elaboración del presente proyecto y el cálculo de los equipos que componen la instalación solar se han seguido y respetado todas las recomendaciones recogidas en las “Especificaciones Técnicas de diseño y montaje de instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente de aplicación en el programa PROSOL de la Junta de Andalucía”. Además este proyecto cumple con las siguientes ITEs del RITE:

1.14.1 CUMPLIMIENTO DE LA ITE 02.5.1 “Producción centralizada de agua caliente sanitaria. Temperatura de preparación”

El agua caliente para usos sanitarios se preparará a la temperatura mínima que resulte compatible con su uso considerando las pérdidas en la red de distribución.

Al tratarse de un edificio que tiene como destino el alojamiento colectivo de personas y además la instalación da servicio principalmente a duchas, se han considerado las reglas y criterios contenidos en la norma UNE 100030:1994 IN “Climatización. Guía para la prevención de la legionela en las instalaciones”.

De esta forma la temperatura de almacenamiento del agua caliente será de 55 °C y la temperatura de distribución será superior a los 50 °C en el punto más alejado del circuito. Esta temperatura es un compromiso entre la necesidad de ofrecer un nivel de temperatura aceptable para el usuario, para prevenir el riesgo de quemaduras, y la de conseguir la temperatura necesaria para reducir la multiplicación de la bacteria.

Además el sistema de calentamiento propuesto será capaz de llevar la temperatura del agua hasta los 70 °C de forma periódica para su pasteurización. Los depósitos están fabricados en acero inoxidable, material que resiste la acción combinada del agua a la temperatura de 70 °C y del cloro disuelto en la misma.

Los depósitos de acumulación están fuertemente aislados para evitar el descenso de la temperatura hacia el intervalo de máxima multiplicación de la bacteria y están dotados de una boca de registro y de conexión para la válvula de vaciado. Se encuentran instalados de forma que se faciliten las operaciones de vaciado y limpieza.

El intercambiador de placas del sistema auxiliar de apoyo está situado fuera del cuerpo de los depósitos de acumulación para facilitar las labores de limpieza y mantenimiento.

El sistema de acumulación solar está formado por tres depósitos conectados en serie y en disposición vertical; en la entrada de agua fría se instala un elemento que reduce rápidamente la velocidad residual.

La temperatura del agua fría nunca supera los 20 °C, para lo cual se aislarían térmicamente las tuberías de distribución del agua fría, en caso de que sea necesario.



1.14.2 CUMPLIMIENTO DE LA ITE 02.5.2 “Producción centralizada de agua caliente sanitaria. Sistemas de preparación”

El sistema de preparación del agua caliente está justificado en función de la demanda, lo cual aparece reflejado en el punto 2 “Memoria de cálculo” del presente documento proyecto. El uso de la instalación del sistema de captación de energía solar garantiza plenamente un uso racional de la energía.

1.14.3 CUMPLIMIENTO DE LA ITE 02.5.3 “Producción centralizada de agua caliente sanitaria. Redes de distribución”

Las redes de distribución se diseñarán para que el tiempo desde la apertura del grifo y la llegada del agua caliente sea el mínimo posible. La tubería de entrada del agua fría en la central de preparación dispone de una válvula de retención.

Las tuberías estarán aisladas tal y como indica el Apéndice 03.1 del RITE, lo cual se justifica en el apartado 2.2.5 del presente documento proyecto.

Se instalarán tuberías de cobre en el interconexión hidráulico entre todos los elementos, material de probada durabilidad ante la temperatura y presión de servicio, así como ante la agresividad del agua caliente.

1.14.4 CUMPLIMIENTO DE LA ITE 02.6 “Fraccionamiento de potencia”

Con el fin de conseguir que la producción centralizada de A.C.S. se aproxime lo máximo posible al régimen con rendimiento máximo, se ha dispuesto de generadores de calor en el sistema auxiliar de apoyo en número, potencia y tipos adecuados a la demanda de energía térmica de la instalación. Así se han considerado dos calderas de gas propano de 86.000 kcal/h (100 kW).

Cuando uno de los generadores se encuentra en reposo pararán también los equipos y accesorios que están directamente relacionados con él.

Los generadores instalados son modulantes por lo que su regulación es óptima, consiguiendo de esta forma un ahorro de energía, que es objetivo a alcanzar en este tipo de instalaciones.

1.14.5 CUMPLIMIENTO DE LA ITE 02.7 “Sala de máquinas”

La sala de máquinas diseñada en el presente proyecto se ha diseñado según lo dispuesto en la norma UNE 100020:1989 “Climatización. Sala de máquinas”, tal y como fue descrito en el apartado 1.10 de este documento proyecto.



Además, particularmente, al encontrarse calderas de gas de potencia superior a 70 kW, la instalación de estas cumplirá lo dispuesto en la norma UNE 60-601-93 “Instalación de calderas a gas para calefacción y/o agua caliente de potencia útil superior a 70 kW (60200 kcal/h)”.

La sala de calderas cumplirá las condiciones de protección contra incendios, correspondiéndole un grado de riesgo bajo.

Se instalará un extintor de eficiencia mínima de 89B exterior próximo a la Sala de Calderas, de esta forma el recorrido real hasta el extintor desde cualquier punto de la sala no será superior a 15 metros.

Los cerramientos tienen un elemento o disposición constructiva de superficie no inferior a 1 m² y de baja resistencia, que da directamente a la zona exterior.

En el exterior de la puerta y en un lugar y forma visible se colocará la siguiente inscripción:

**CALDERA DE GAS
PROHIBIDA LA ENTRADA A TODA
PERSONA AJENA AL SERVICIO**

Las dimensiones de la sala de calderas permiten el acceso sin dificultad a los órganos de maniobra y control así como una correcta explotación y mantenimiento de la sala.

El espacio existente entre la parte más saliente de una de las calderas y la opuesta de la caldera contigua es de 1 metro.

No obstante, la sala de calderas no podrá ser utilizada para otros fines diferentes a los de alojar las calderas ni efectuar en ellas trabajos ajenos a los propios de la instalación.

Se prohíbe igualmente la utilización de la sala de máquinas como almacén de productos inflamables.

Toda la instalación de gas existente en la sala se realizará cumpliendo la normativa vigente, las tuberías serán de acero según las normas UNE 19-045, UNE 19-046 ó UNE 36-864, el espesor mínimo estará de acuerdo con la UNE 19-040, las uniones se harán de acuerdo a la UNE 37-141, UNE 19-049, UNE 60-712 ó UNE 60-713. Además la instalación llevará válvulas de seguridad independientes a la entrada de cada equipo.

En la sala de calderas se ha previsto una entrada de aire que permite la perfecta combustión del gas en los quemadores y para la ventilación general del local.



Las aportaciones de aire se tomarán siempre de tomas de aire libre y el aire llegará a través de orificios en contacto con el aire libre. Estos orificios estarán protegidos para evitar la entrada de cuerpos extraños. Se dispone de dos orificios de entrada de aire situados en la parte superior e inferior de la sala.

En las tres salas de la sala de máquinas se han dispuesto puertas de lamas de baja resistencia mecánica, tal y como se contempla en el correspondiente punto del apartado 3, de planos, del presente documento proyecto.

1.14.6 CUMPLIMIENTO DE LA ITE 02.8 “Tuberías y accesorios”

Los circuitos se han diseñado para conseguir un equilibrio hidráulico entre ellos.

Las tuberías serán situadas en lugares que permiten su accesibilidad a lo largo de su recorrido facilitando así su inspección, sobretodo en los tramos principales y de sus accesorios.

La alimentación del circuito primario del sistema auxiliar de apoyo se hará por medio de un dispositivo o aparato que servirá al mismo tiempo para reponer manualmente las pérdidas de agua. El dispositivo deberá ser capaz de crear una solución de continuidad en caso de caída de presión de la red de alimentación.

Antes del dispositivo de reposición se dispondrá una válvula de retención y un contador, precedidos por un filtro de malla metálica. Las válvulas de interceptación serán de tipo esfera, asiento o cilíndrico.

El diámetro mínimo de conexión se ha elegido de acuerdo con la potencia térmica de la instalación, por lo que el diámetro nominal de la tubería será de 25 mm, al estar la potencia de la instalación auxiliar comprendida entre 150 y 500 kW.

Todas las redes de distribución de agua estarán diseñadas de tal forma que puedan vaciarse total y parcialmente.

Los vaciados parciales de la red se harán usualmente por la base de las columnas, a través de un elemento cuyo diámetro será como mínimo igual a 20 mm. El vaciado total se hará por el punto más bajo de la instalación, cuando éste sea accesible, a través de un elemento cuyo diámetro se ha determinado en función de la potencia térmica de la instalación obteniendo un diámetro mínimo de la tubería de vaciado de 32 mm.

La conexión entre la válvula y el desagüe se hará de tal forma que el paso de agua resulte visible.

Se utilizarán válvulas de esfera, asiento o cilindro, que se protegerán adecuadamente contra maniobras accidentales.



El circuito primario del sistema auxiliar, al tratarse de un circuito cerrado, estará equipado de un dispositivo de expansión de tipo cerrado. Este sistema de expansión ha sido diseñado de acuerdo con la norma UNE 100155 como viene descrito en el apartado 1.8 y desarrollado en el 2.2.4.5 del presente documento proyecto.

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

En aquellos diámetros mayores de 40 mm se evitará el empleo de válvulas de retención del tipo clapeta.

1.14.7 CUMPLIMIENTO DE LA ITE 02.10 “Aislamiento térmico”

Los aparatos, equipos y conducciones estarán aislados térmicamente. De esta forma, se evitan consumos energéticos superfluos y que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales con una temperatura próxima a la de salida de producción, además se cumple con las condiciones de seguridad evitando contactos accidentales con superficies calientes.

Los espesores de los revestimientos que aparecen calculados en el apartado 2.2.5 de este documento proyecto cumplen las especificaciones establecidas en el apéndice 03.1 del RITE.

1.14.8 CUMPLIMIENTO DE LA ITE 02.11.3 “Control. Instalaciones centralizadas de producción de agua caliente para usos sanitarios”

Los sistemas de control de los distintos sistemas que configuran la instalación objeto del proyecto aparecen descritos en el punto 1.5.6 del mismo, los cuales cumplen con los mínimos exigibles por esta norma: control y limitación de temperatura.

1.14.9 CUMPLIMIENTO DE LA ITE 02.12 “Medición”

Todos los parámetros que intervienen de forma fundamental en el funcionamiento de la instalación, como son la temperatura y la presión disponen de sus correspondientes elementos de medición: termómetros, termostatos y manómetros.

Los aparatos de medición disponen de una escala de lectura en el mismo lugar de emplazamiento del elemento sensible o están acoplados a un elemento de lectura a distancia.



Los termómetros utilizados serán de inmersión, por lo que el sensor penetra en el interior de la tubería a través de una vaina de una sustancia conductora de calor.

Los aparatos de medida se situarán en lugares visibles y fácilmente accesibles para su sustitución y el tamaño de la escala será suficiente para que la lectura pueda efectuarse sin problemas.

Los aparatos de medición, indicadores o registradores proyectados son los siguientes:

- a) Un manómetro en el vaso de expansión cerrado existente en el circuito primario del sistema auxiliar de apoyo.
- b) Un manómetro antes y otro después de las bombas para una lectura diferencial.
- c) En el intercambiador se han situado un termohidrómetro a la entrada y a la salida de cada circuito.
- d) Un pirómetro (o pirostato con indicador) en la chimenea.
- e) Un termómetro en la impulsión y otro en el retorno en los circuitos secundarios de distribución.

1.14.10 CUMPLIMIENTO DE LA ITE 02.14 “Chimeneas y conductos de humos”

Los conductos de humos han sido diseñados siguiendo la norma UNE 123001:1994 “Chimeneas. Cálculo y diseño”, tal y como viene descrito en el punto 1.7 y desarrollado en el apartado 2.2.4.6 de este documento proyecto.

1.14.11 CUMPLIMIENTO DE LA ITE 02.15 “Requisitos de seguridad”

Ninguna superficie instalada con la que exista posibilidad de contacto accidental, salvo las superficies de elementos emisores de calor, podrá tener una temperatura superior a 60 °C, debiéndose proceder, en caso necesario, a su protección.

En el circuito primario del sistema auxiliar de apoyo, que es un sistema cerrado, hay proyectada una válvula de seguridad cuya apertura impida el aumento de la presión interior por encima de la timbre. Se descarga es visible y estará conducida a un lugar seguro. Esta válvula de seguridad tiene, para su control y mantenimiento, un dispositivo de accionamiento manual tal que, cuando sea accionado, no modifique el tarado de la misma.



Los dispositivos de seguridad han sido diseñados de acuerdo con las prescripciones que se establecen en la norma UNE 100-157-89 “Climatización. Diseño de sistemas de expansión”.

Las características de las válvulas de seguridad de calderas de vapor cumplirán con lo especificado en la norma UNE 9100:1986 “Calderas de vapor. Válvulas de seguridad”.

Las calderas de gas propano tendrán un dispositivo de corte del quemador en caso de retroceso de los productos de combustión hacia el interior.

En el interior de la sala de máquinas figurará un cuadro con las siguientes indicaciones:

- a) Instrucciones para efectuar la parada de la instalación en caso necesario, con señal de alarma de urgencia y dispositivo de corte rápido.
- b) Nombre, dirección y número de teléfono de la persona o entidad encargada del mantenimiento de la instalación.
- c) Dirección y número de teléfono del servicio de bomberos más próximo, y del responsable del edificio.
- d) Indicación de la situación de los puestos de extinción y extintores cercanos.
- e) Plan de emergencia y evacuación del edificio.

La sala de calderas cumple con las condiciones de protección contra incendio que establece la norma básica vigente sobre condiciones de protección contra incendios de los edificios, para los recintos de riesgo bajo (puesto que la potencia útil conjunta está comprendida entre 70 kW y 600 kW)

Los conductos de ventilación (entrada y salida de aire) y de extracción de aire de la sala de calderas cumplen las condiciones que especifica la mencionada norma.

La distancia a una salida desde todo punto de la sala ocupable por una persona no es mayor a 15 m

1.14.12 CUMPLIMIENTO DE LA ITE 02.16 “Prevención de la corrosión”

En el diseño de la instalación objeto del presente proyecto se han previsto varias medidas para prevenir la corrosión de todos aquellos elementos o partes de la misma susceptibles de sufrir este fenómeno físico-químico indeseable.



Se han adoptado los criterios aportados por el informe técnico UNE 100050 para prevenir los fenómenos de la corrosión de estas instalaciones.

Como protección para evitar la corrosión exterior se instalarán cinco sistemas de protección catódica para cada uno de los depósitos acumuladores, compuestos por ánodos permanentes de titanio – plata.

Para la prevención de la corrosión interior, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Con el fin de evitar la creación de depósitos bajo los cuales puede iniciarse la corrosión, debe efectuarse una limpieza exhaustiva de los circuitos, previamente al llenado, de acuerdo con lo establecido en el reglamento vigente.
- Deben evitarse, sobre todo en el circuito primario, las entradas de aire al mínimo posible, procurando que no se produzcan entradas incontroladas. Para ello se ha utilizado un vaso de expansión, así como purgadores de aire.
- Con el fin de evitar la aparición de incrustaciones de sales de calcio y/o magnesio en los tubos de las calderas se instala un descalcificador en la entrada de agua al circuito primario del sistema auxiliar.
- Deben mantenerse las temperaturas de funcionamiento sensiblemente constantes
- Deben establecerse barreras de filtración que eviten la acumulación de sólidos en suspensión, productos de corrosión, etc., mediante filtración a través de un filtro de asiento inclinado del agua de aportación.

1.15 REFERENCIAS

- Beckman W.A., Klein S.A., Duffie J.A., "Proyecto de sistemas térmico-solares por el método de las curvas-f". Editorial Index .(1982)
- Brandemuehl M.J., Beckman W.A., "Transmission of diffuse radiation through CPC and flat-plate collector glazings". Solar Energy 24, 511-513. (1980)
- Censolar, "Instalaciones de energía solar. Tomo III. Sistema de aprovechamiento térmico I". Editorial Progensa.(1990)
- Censolar, "Instalaciones de energía solar. Tomo IV. Sistema de aprovechamiento térmico II". Editorial Progensa.(1990)
- Dirección General de Industria, Energía y Minas. Junta de Andalucía. Especificaciones técnicas de diseño y montaje de Instalaciones Solares Térmicas para la producción de agua caliente. (1990)



- Duffie J.A., Beckman W.A., “Solar Engineering of thermal processes”, Wiley. (1991)
- IDAE, “Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios” (RITE) y sus instrucciones técnicas complementarias. (1998)
- INISOLAR. Manual de instalación colectores.(1982)
- INTA, Criterios de diseño de las instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente. Junta de Andalucía. (1991)
- Martínez Escribano J.C., “Instalaciones solares térmicas para calentamiento de agua”. (1991)
- ROCA, “Utilización de la energía solar a baja temperatura por medio de captadores planos”. (1989)
- Viti A., “Documentos técnicos de instalaciones en la edificación (DTIE 1.01). Preparación de agua caliente para usos sanitarios”. Editorial Atecyr.(1996)



2.- MEMORIA DE CÁLCULO



2.1 DATOS DE PARTIDA

2.1.1 DATOS GEOGRÁFICOS

Las instalaciones objeto del presente proyecto se sitúan en el HOTEL GUADACORTE PARK, establecimiento hotelero de cuatro estrellas situado en el kilómetro 114 de la carretera nacional 340 Cádiz-Barcelona, a la que es lindero en su fachada norte. Dicho hotel está emplazado en el término municipal de Los Barrios, en la provincia de Cádiz. Sus coordenadas UTM aparecen reflejadas en el punto 5.1 “Plano de situación” del presente proyecto.

2.1.2 DATOS CLIMÁTICOS

Los datos climáticos que se usarán para el cálculo y dimensionado de las instalaciones corresponderán a la ciudad de Cádiz, que es la ciudad más próxima a la ubicación del hotel de la que se tienen datos estadísticos climáticos fiables.

2.1.2.1 Temperaturas ambiente medias mensuales

A continuación se muestran gráficas que reflejan los valores horarios tomados para la temperatura ambiente en las instalaciones objeto del presente proyecto. Aparece la evolución de la temperatura a lo largo de un año completo (figura 2.1.2.1.a), así como la evolución a lo largo de cada uno de los 12 meses (figura 2.1.2.1.b).

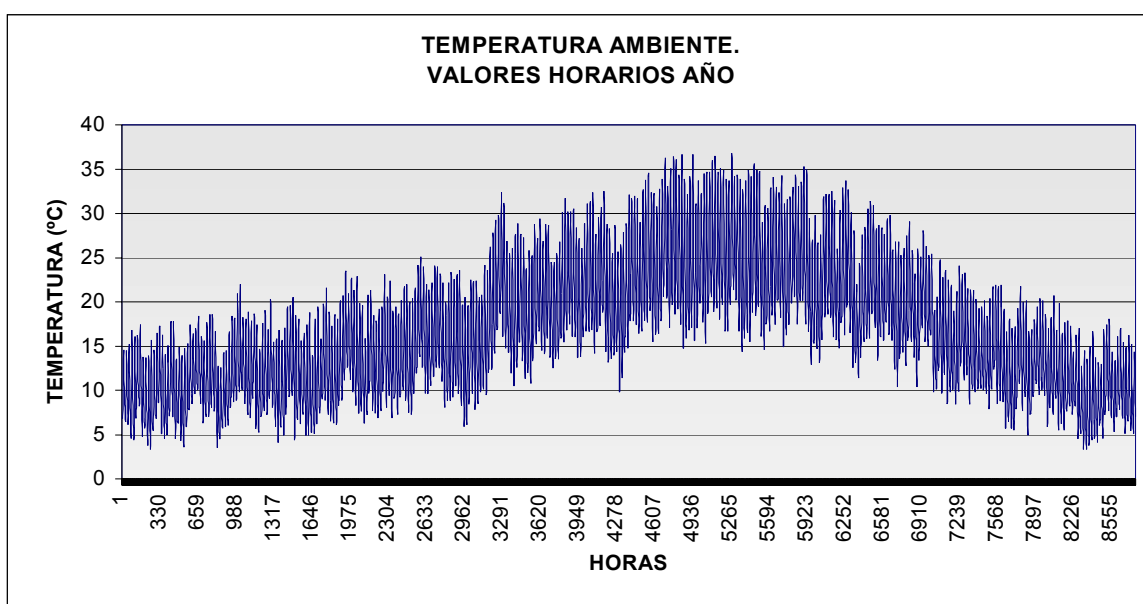
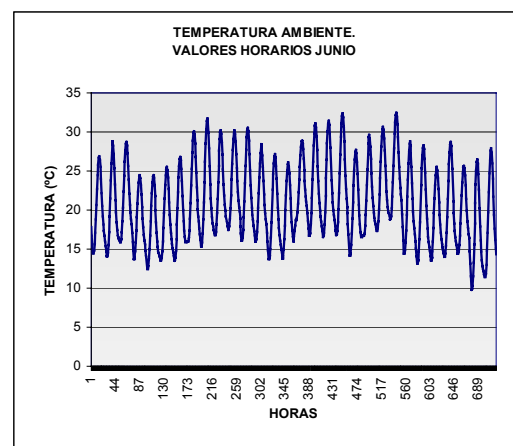
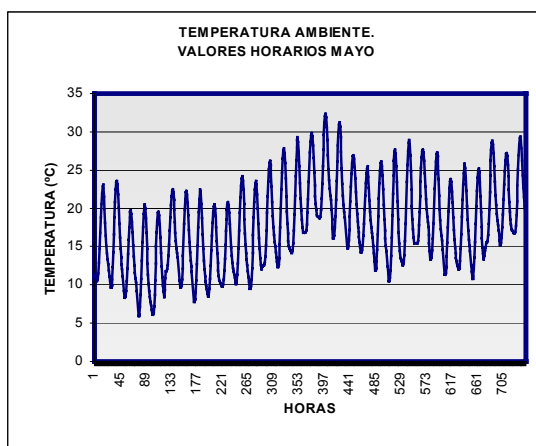
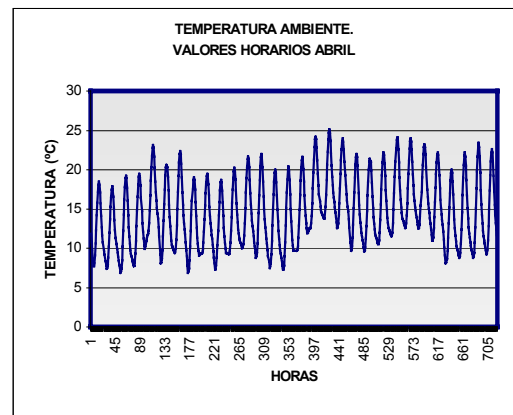
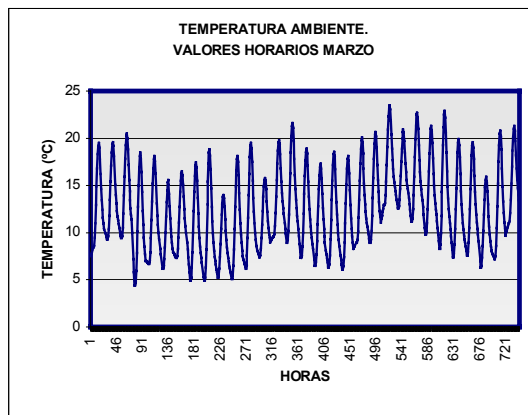
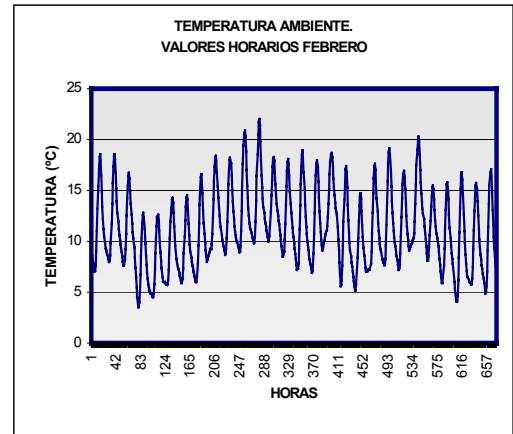
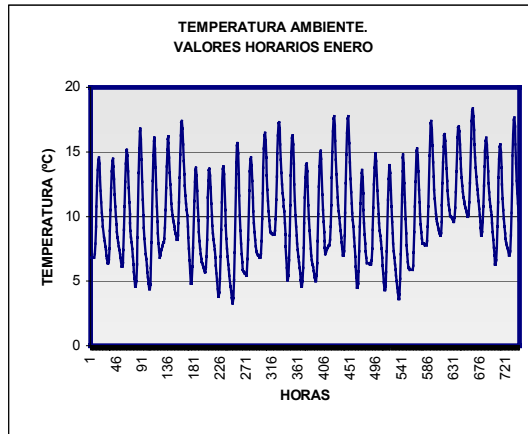


Figura 2.1.2.1.a. Temperatura ambiente. Valores horarios a lo largo del año



Figura 2.1.2.1.b. Temperatura ambiente. Valores horarios a lo largo de los doce meses



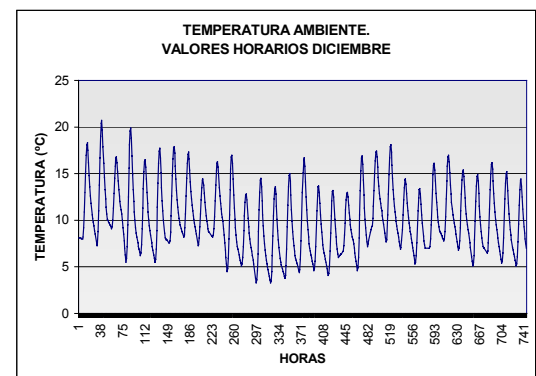
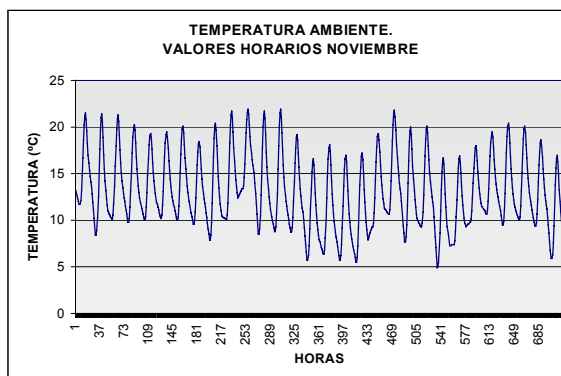
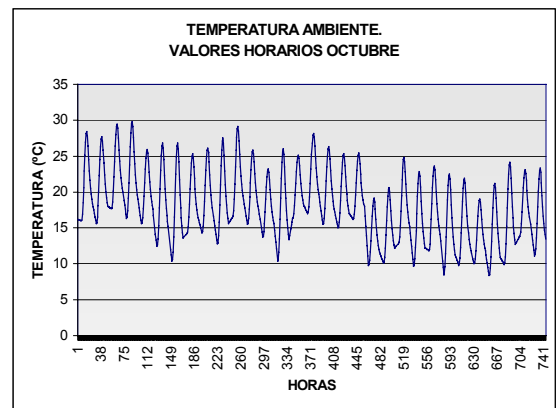
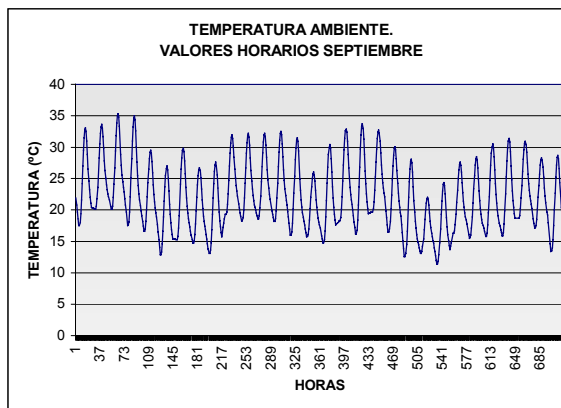
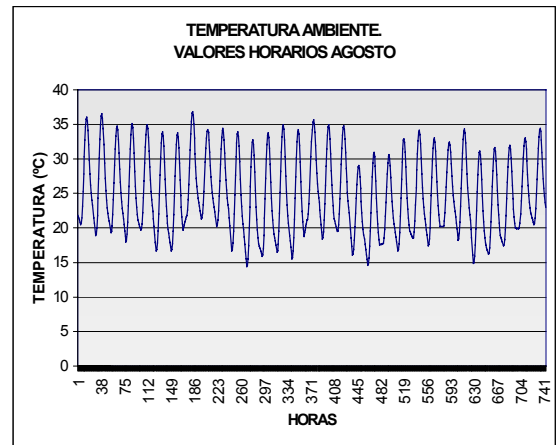
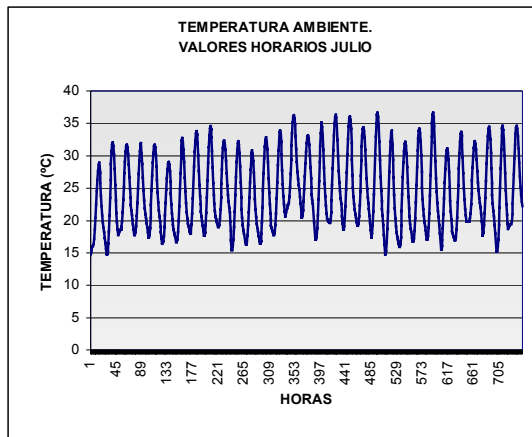




Figura 2.1.2.2.a. Radiación incidente horizontal. Valores horarios a lo largo del año

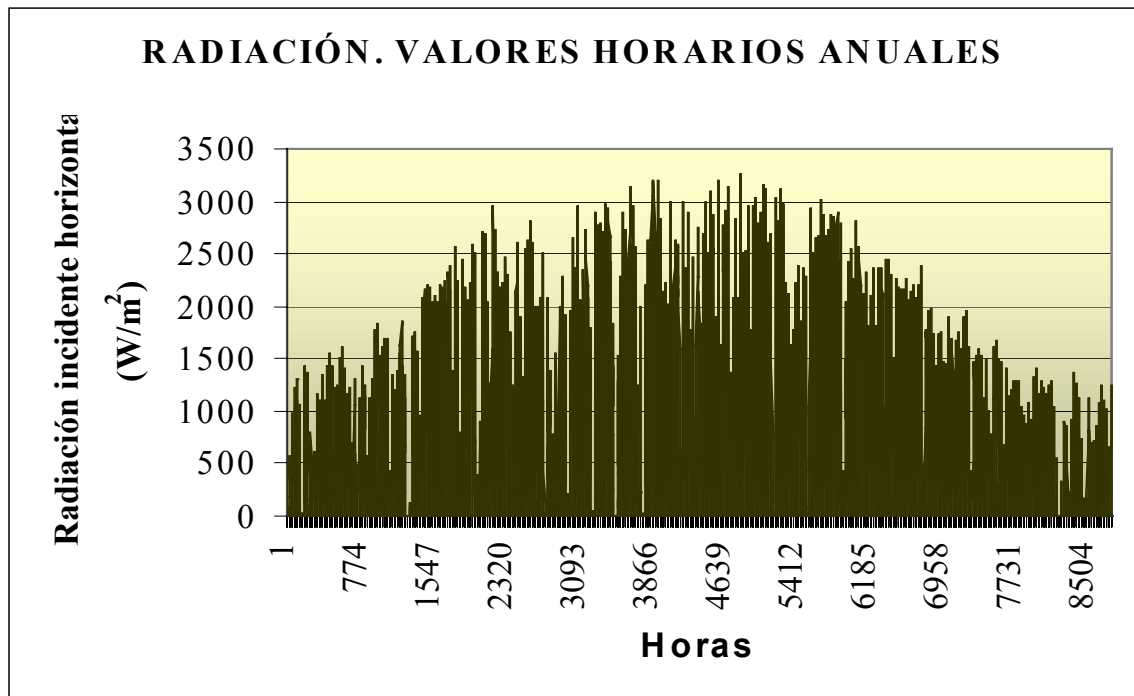
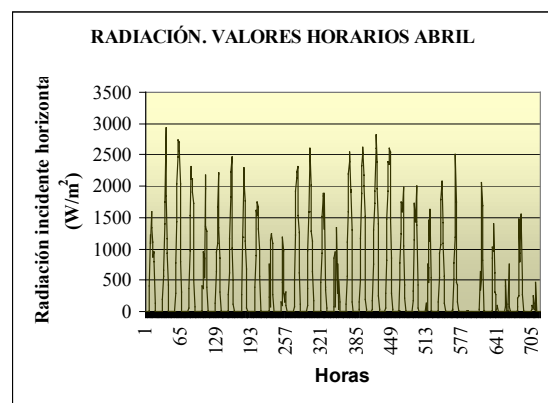
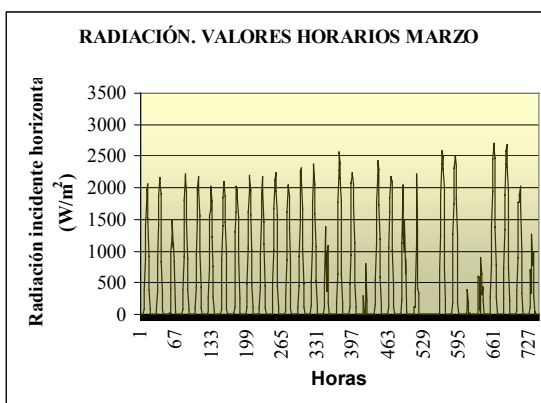
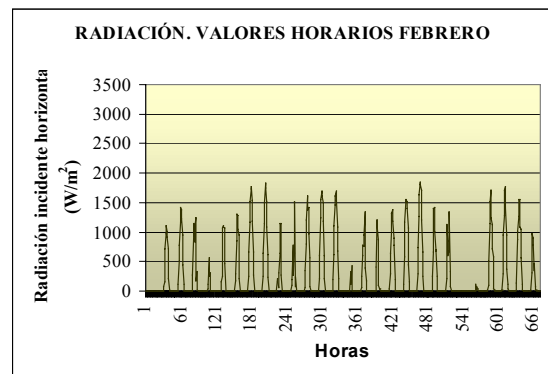
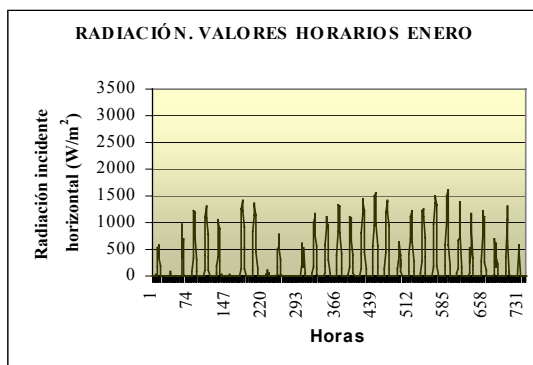
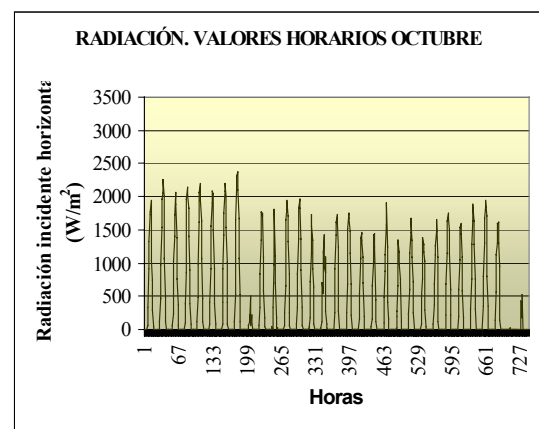
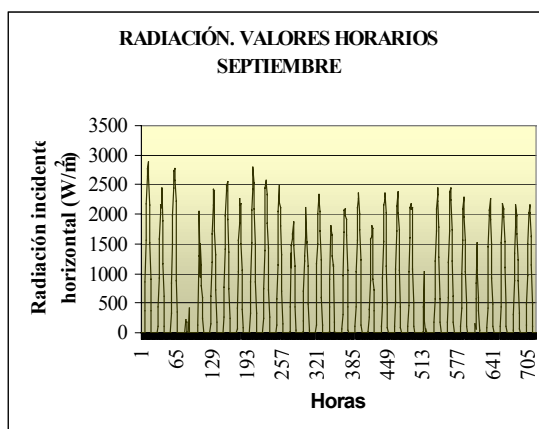
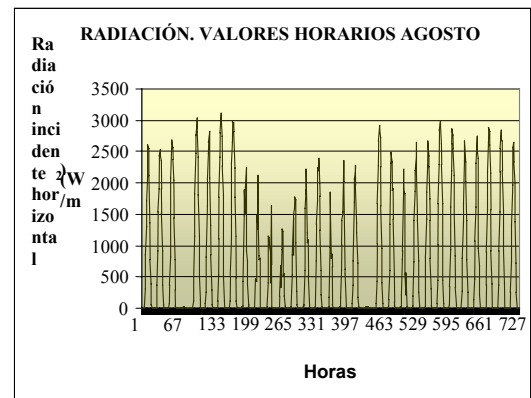
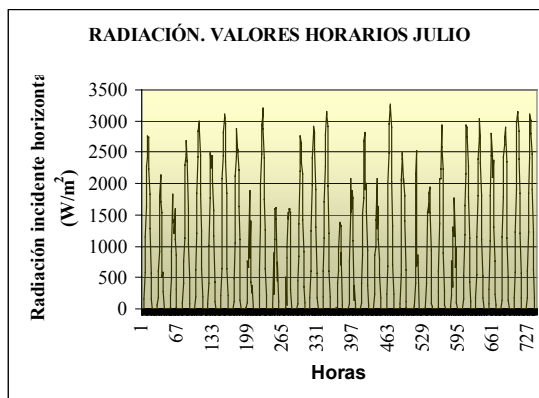
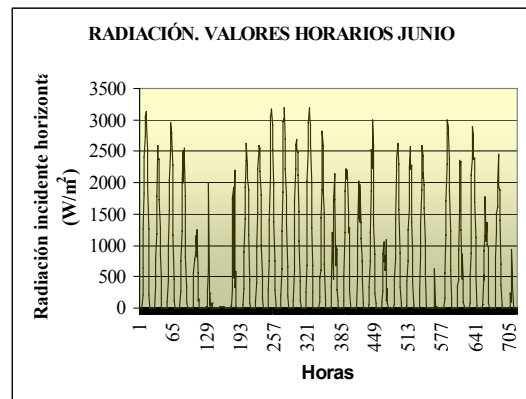
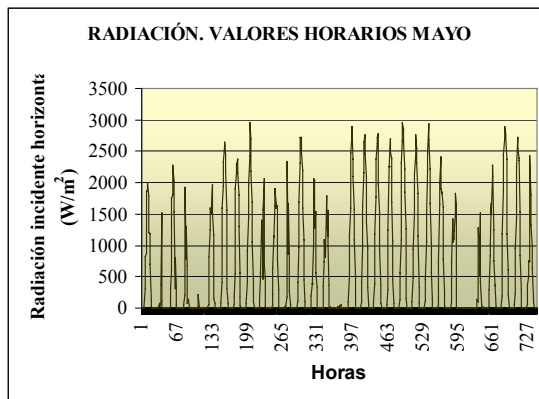
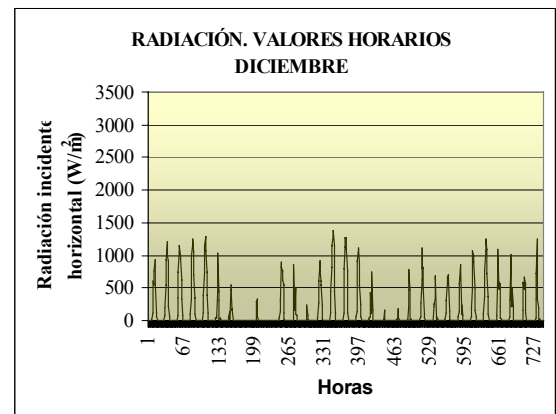
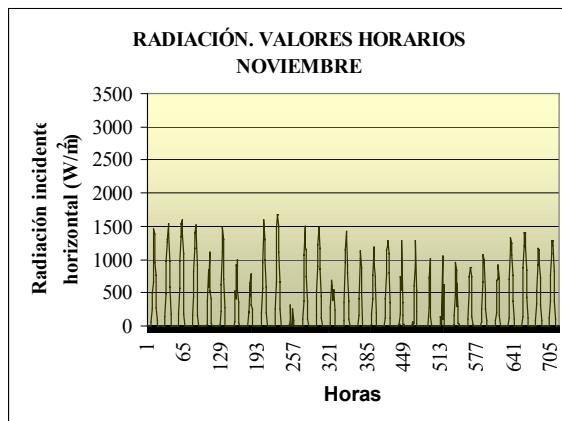


Figura 2.1.2.1.b. Radiación incidente. Valores horarios a lo largo de los doce meses







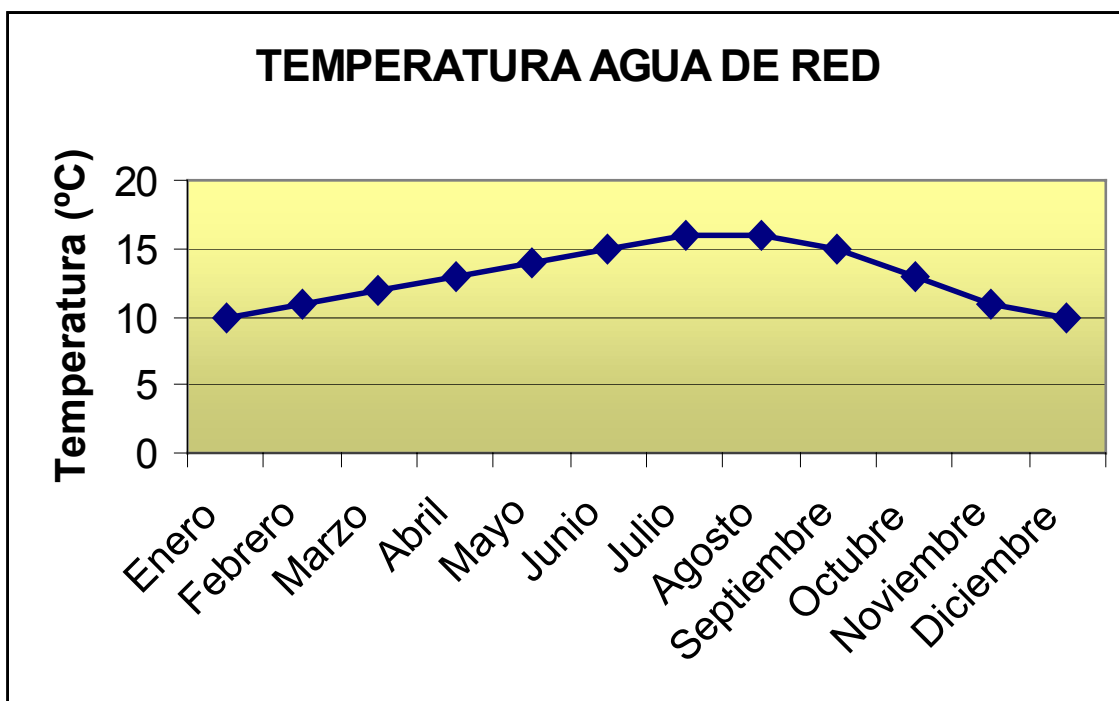
2.1.2.2 Niveles de irradiación mensuales

Análogamente se representan gráficamente los valores horarios de radiación incidente horizontal considerados. De nuevo se muestra la evolución a lo largo del año (figura 2.1.2.2.a) y durante cada uno de los doce meses del año (figura 2.1.2.2.b).

2.1.2.3 Temperaturas medias mensuales del agua de red

Los datos de temperatura media mensuales del agua fría procedente de la red de abastecimiento de la localidad, a efectos de cálculo de la carga de consumo son tomados de las “Especificaciones técnicas para el diseño y el montaje de las instalaciones térmicas solares para producción de agua caliente en el programa PROSOL”, representados en la siguiente tabla:

MES	TEMPERATURA
ENERO	10 °C
FEBRERO	11 °C
MARZO	12 °C
ABRIL	13 °C
MAYO	14 °C
JUNIO	15 °C
JULIO	16 °C
AGOSTO	16 °C
SEPTIEMBRE	15 °C
OCTUBRE	13 °C
NOVIEMBRE	11 °C
DICIEMBRE	10 °C

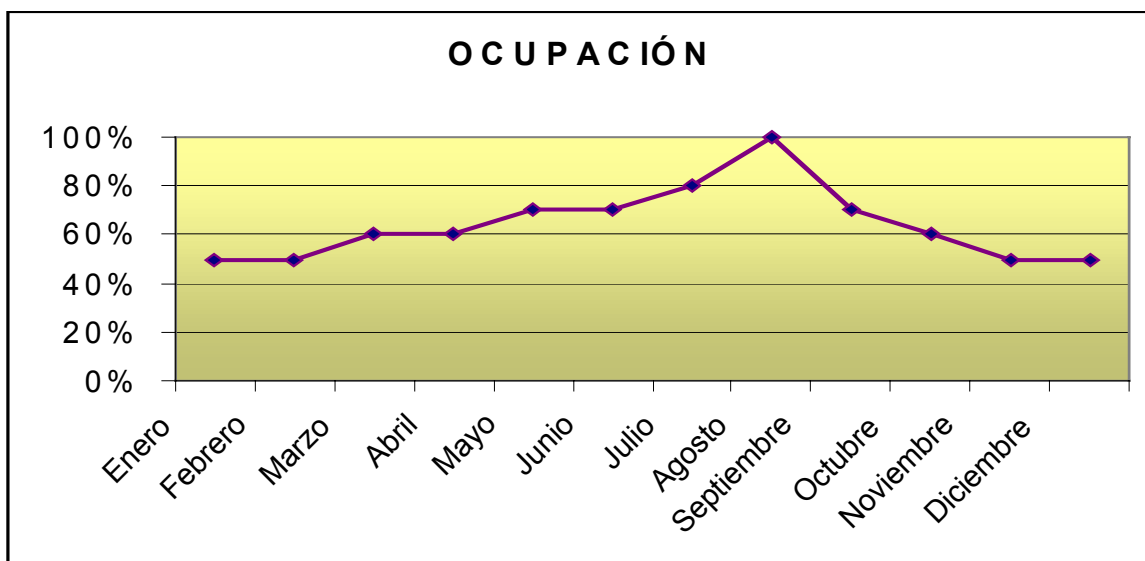


2.1.3 DATOS DE CONSUMO DE A.C.S.

2.1.3.1 Datos de ocupación

Como se justificó en el punto 1.2 del presente documento proyecto, el hotel en el que se ubica la instalación objeto del proyecto tiene una ocupación máxima equivalente de 232 plazas. A lo largo del año esta ocupación es variable, tal y como presenta la siguiente tabla, expresando los resultados en tanto por ciento:

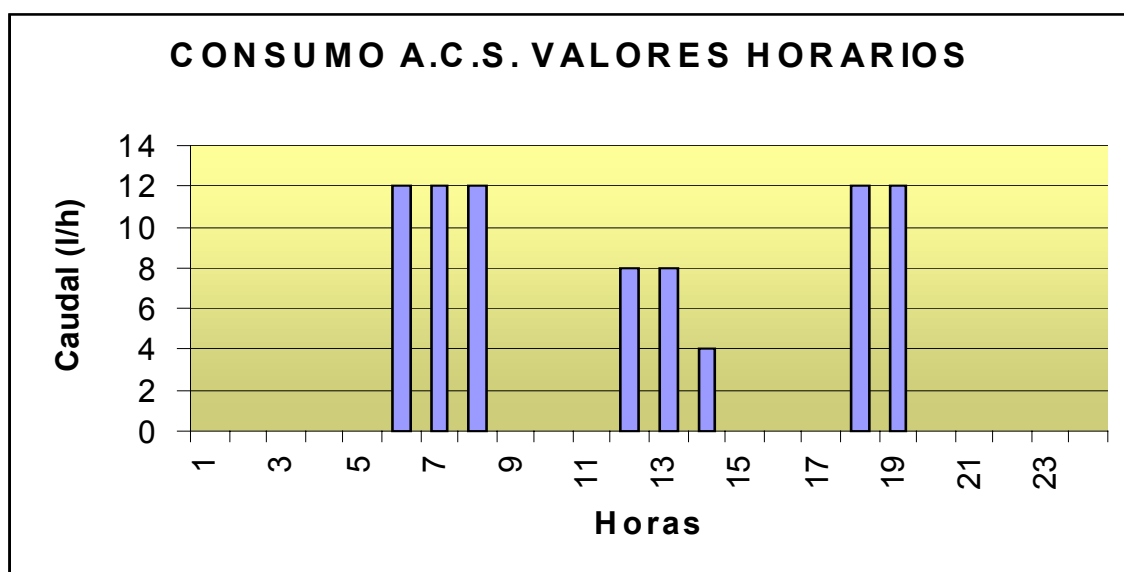
MES	OCUPACIÓN
ENERO	50%
FEBRERO	50%
MARZO	60%
ABRIL	60%
MAYO	70%
JUNIO	70%
JULIO	80%
AGOSTO	100%
SEPTIEMBRE	70%
OCTUBRE	60%
NOVIEMBRE	50%
DICIEMBRE	50%



2.1.3.2 Consumo de A.C.S.

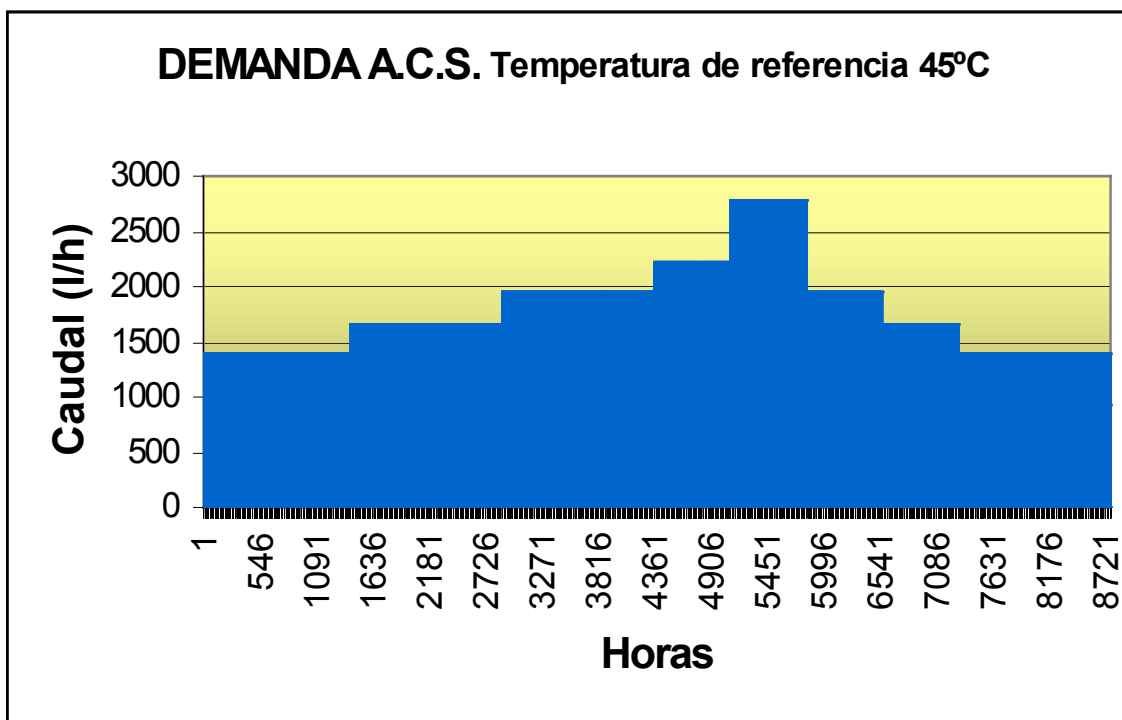
Como se ha apuntado anteriormente es necesario suponer un perfil horario de demanda de A.C.S. a lo largo del día para el correcto cálculo de la carga de consumo y el uso del método de simulación de sistemas térmicos que supone TRNSYS.

Son escasos y poco fiables los datos que existen al respecto referentes a instalaciones hoteleras. Las Especificaciones técnicas para el diseño y montaje de instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente sólo apuntan un consumo de A.C.S. global diario de 80 l por persona y plaza (a una temperatura de referencia de 45 °C), pero no indican cómo se distribuye dicho consumo a lo largo del día. Se ha supuesto el siguiente perfil:





Si combinamos los datos de ocupación anual con los datos de consumo horario arriba mostrados obtenemos los consumos de A.C.S. horarios a lo largo del año, que aparecen reflejados en la siguiente gráfica:



2.1.3.3 Temperatura A.C.S. Perfil corregido de consumo

La temperatura de preparación de A.C.S. será la mínima a la que resulte compatible con su uso, considerando las pérdidas de la red.

En relación con la temperatura de preparación y almacenamiento del A.C.S. se han considerado las reglas y criterios de proyecto contenidos en los apartados correspondientes de la norma UNE 100030:1994 IN “Climatización. Guía para la prevención de la legionela en las instalaciones”

Cumpliendo con dicha norma la temperatura de almacenamiento será de 55 °C, y la temperatura de distribución no llega a ser inferior a los 50 °C en el punto más alejado del circuito.

El sistema de calentamiento será capaz de llevar la temperatura del agua hasta los 70°C de forma periódica para su pasteurización cuando sea necesario.

Puesto que los antes comentados 80 l por persona y plaza están referidos a una temperatura de consumo referencia de 45 °C y que la temperatura de consumo de



referencia en esta instalación es de 50 °C, es necesario hacer la corrección del anterior perfil de consumo de A.C.S.:

$$Q_1 \cdot (T_{\text{ref1}} - T_{\text{red}}) = Q_2 \cdot (T_{\text{ref2}} - T_{\text{red}})$$

con:

Q_1 : caudal de consumo de A.C.S. (l/h) correspondiente a la T_{ref1}

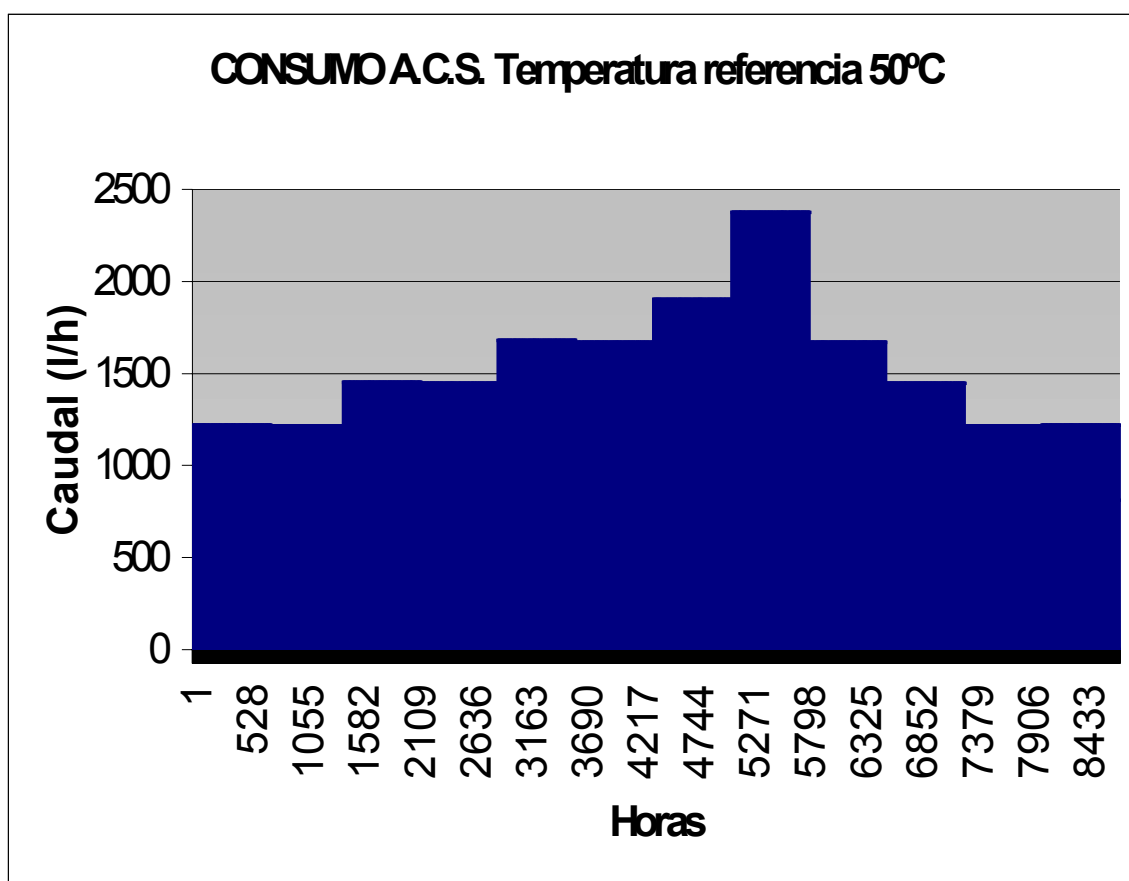
Q_2 : caudal de consumo de A.C.S. (l/h) correspondiente a la T_{ref2}

T_{ref1} : 45 °C

T_{ref2} : 50 °C

T_{red} : Temperatura de agua de abastecimiento de red

El perfil de valores horarios de demanda corregido para 50 °C de temperatura de referencia es representado a continuación:





2.2 DIMENSIONAMIENTO

2.2.1 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR

2.2.1.1 Análisis paramétrico previo

Previo al cálculo y dimensionado de los componentes de la instalación de producción de A.C.S. objeto de este proyecto se aborda, en el presente apartado, el estudio de la influencia de los principales parámetros que caracterizan un sistema de energía térmica solar a baja temperatura en el comportamiento de este.

Este estudio paramétrico será realizado mediante la simulación por ordenador del funcionamiento de la instalación real proyectada, con el programa de simulación transitoria de sistemas térmicos TRNSYS.

Los parámetros evaluados son los siguientes:

- Superficie de captación
- Volumen de acumulación en el circuito solar
- Orientación del campo de colectores
- Inclinación de los colectores
- Perfil de consumo horario a lo largo de un día.

Los valores de partida de los parámetros anteriormente citados serán los siguientes:

- Superficie de captación: **136,32 m²**
- Relación volumen de acumulación–superficie de captación: **77 l/m²**
- Orientación del campo de colectores: **-15 °**
- Inclinación de los colectores: **45 °**
- Perfil de consumo: **el indicado en el punto 2.1.3.2**

Por otro lado, el parámetro usado para caracterizar el comportamiento de la instalación será la fracción de cobertura solar (f), que se define a continuación:

$$f = \frac{Q_{solar}}{Q_{cons}} = \frac{Q_{cons} - Q_{aux}}{Q_{cons}}$$

donde:

Q_{cons} : Potencia térmica consumida a lo largo de un año de funcionamiento de la instalación

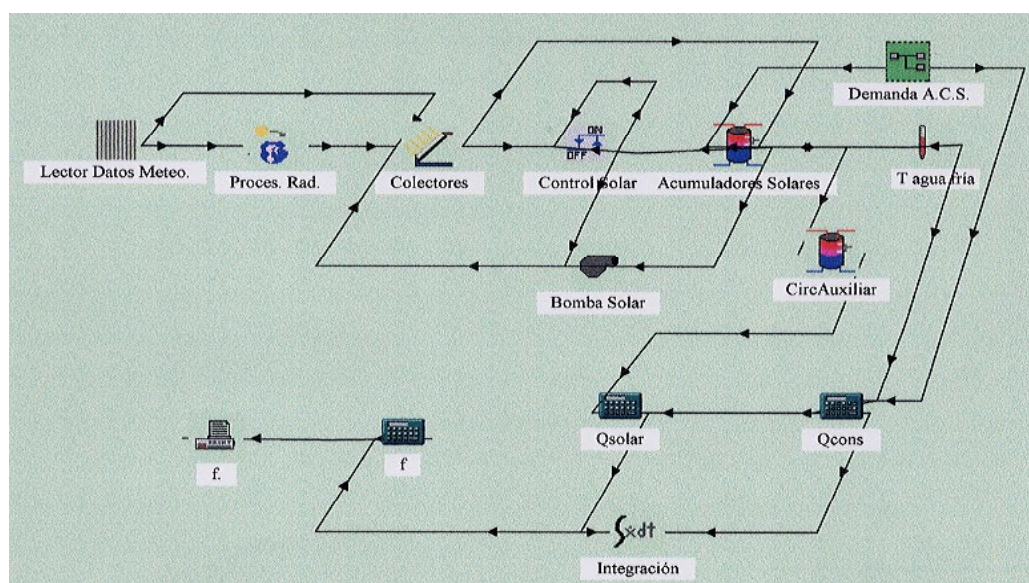
Q_{solar} : Potencia térmica aprovechada de la radiación solar incidente a lo largo de un año de funcionamiento de la instalación



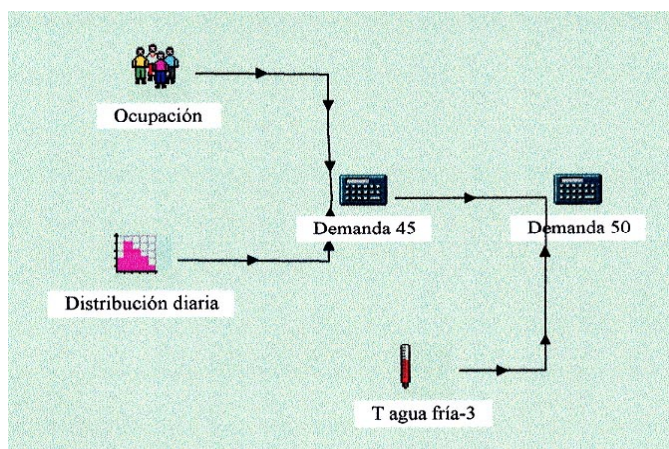
Q_{aux} : Potencia térmica aportada por el sistema auxiliar de apoyo a lo largo de un año de funcionamiento de la instalación

Un aumento pues de la fracción de cobertura solar indicará, en principio, una mejora en el funcionamiento de la instalación solar, puesto que significará que la fracción de la potencia térmica consumida que es proporcionada por la radiación solar se ve incrementada.

A continuación aparece reflejado el esquema general de la simulación en TRNSYS, así como el esquema del bloque “Demanda de A.C.S.”, que aparece en el esquema general.



Esquema general de la simulación en TRNSYS



Esquema del bloque “Demanda de A.C.S.”



TRNSYS permitiría la obtención de otros parámetros para caracterizar el funcionamiento de la instalación, sin embargo ninguno sería tan concluyente y representativo como la fracción de cobertura solar. Además, este parámetro es el que tradicionalmente más se ha utilizado en la bibliografía al respecto para la caracterización de instalaciones solares térmicas.

Superficie de captación

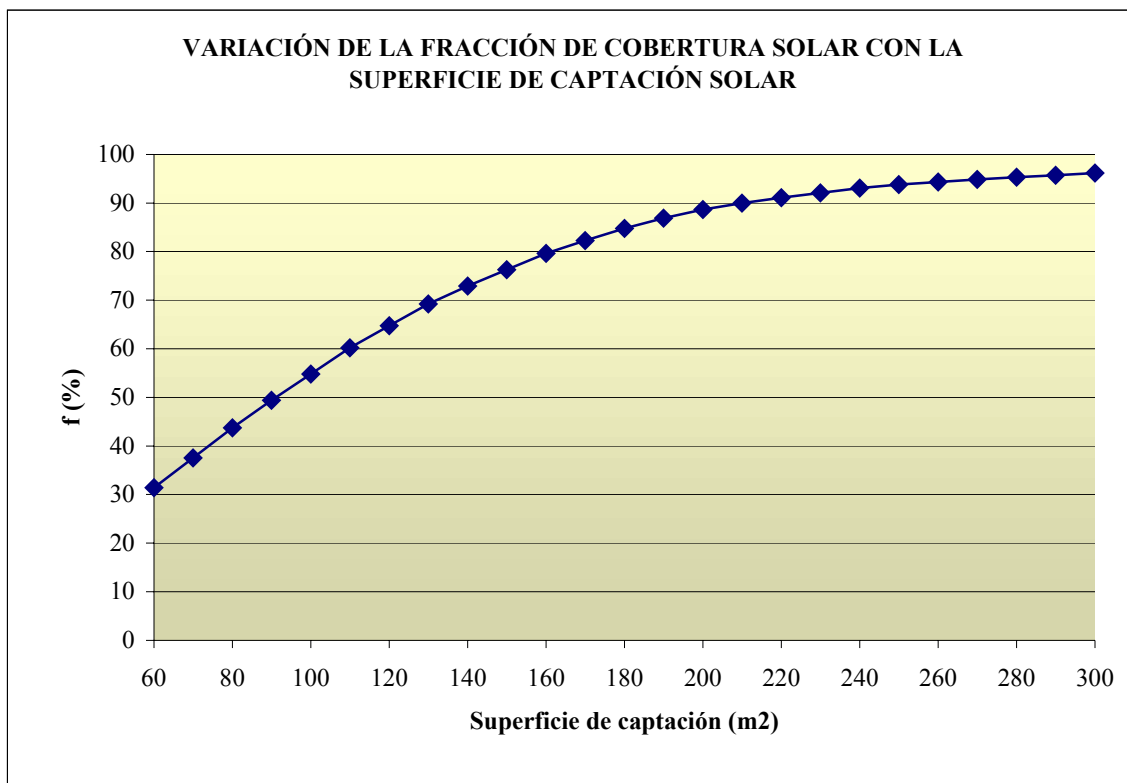
El primer parámetro objeto de estudio será la superficie de captación solar. Así, modificaremos la superficie de captación en el modelo simulado de instalación en TRNSYS, desde un valor de 60 m² hasta un valor de 300 m². Los demás parámetros serán mantenidos en sus valores de partida, manteniendo igualmente el caudal de agua del circuito solar en los 50 l/h·m².

Los resultados obtenidos son mostrados a continuación:

SUPERFICIE DE CAPTACIÓN (m²)	FRACCIÓN DE COBERTURA SOLAR (%)
60	31.38
70	37.51
80	43.70
90	49.38
100	54.76
110	60.19
120	64.72
130	69.19
140	72.93
150	76.25
160	79.65
170	82.27
180	84.77
190	86.90
200	88.63
210	90.00
220	91.11
230	92.06
240	93.05
250	93.77
260	94.31
270	94.84
280	95.31
290	95.71
300	96.18



Si representamos gráficamente estos resultados numéricos obtenemos la siguiente representación:



Vemos que el funcionamiento de la instalación depende fuertemente de la superficie de captación instalada, y así la fracción de cobertura solar, en el rango considerado, varía desde el 31 % hasta el 96 %-

Observamos cómo la fracción de cobertura solar aumenta con la superficie de captación.. Este incremento es importante hasta alrededor de los 180 m². A partir de aquí, la pendiente de la curva comienza a disminuir rápidamente y tiende hacia una asíntota horizontal.

La ITE 10.1.3.2 de RITE recomienda un valor de superficie de captación comprendido en el intervalo 159 m² – 254 m² (ver punto 2.2.1.2), que se correspondería con un intervalo de fracción solar entre el 79 % y el 94 %.

Por otro lado, las especificaciones técnicas del programa Prosol de la Junta de Andalucía recomienda el intervalo 119 m² – 198 m² (ver punto 2.2.1.2), que equivaldrían a unos valores de f entre el 64 % y el 88 %.

El valor instalado será de 136,32 m² (ver punto 2.2.1.2), el cual entra en el anterior intervalo y se corresponde con un valor de la fracción de cobertura solar del 71,43 %.

**Relación volumen de acumulación – superficie de captación**

El siguiente parámetro evaluado es la relación volumen de acumulación – superficie de captación. Para su estudio mantendremos todos los parámetros en sus valores de partida, salvo el volumen de acumulación solar, que iremos variándolo, modificando con ello el valor de la citada relación volumen – superficie, desde los 40 l/m² hasta los 110 l/m².

Los resultados obtenidos de las diferentes simulaciones son los mostrados a continuación:

RELACIÓN VOLUMEN DE ACUMULACIÓN SOLAR - SUPERFICIE (l/m²)	FRACCIÓN DE COBERTURA SOLAR (%)
40	61.45
45	63.71
50	65.80
55	67.44
60	68.69
65	69.71
70	70.54
75	71.09
80	71.86
85	72.21
90	72.61
95	72.80
100	72.68
105	72.81
110	73.04

Los resultados son representados en la gráfica mostrada en la siguiente página.

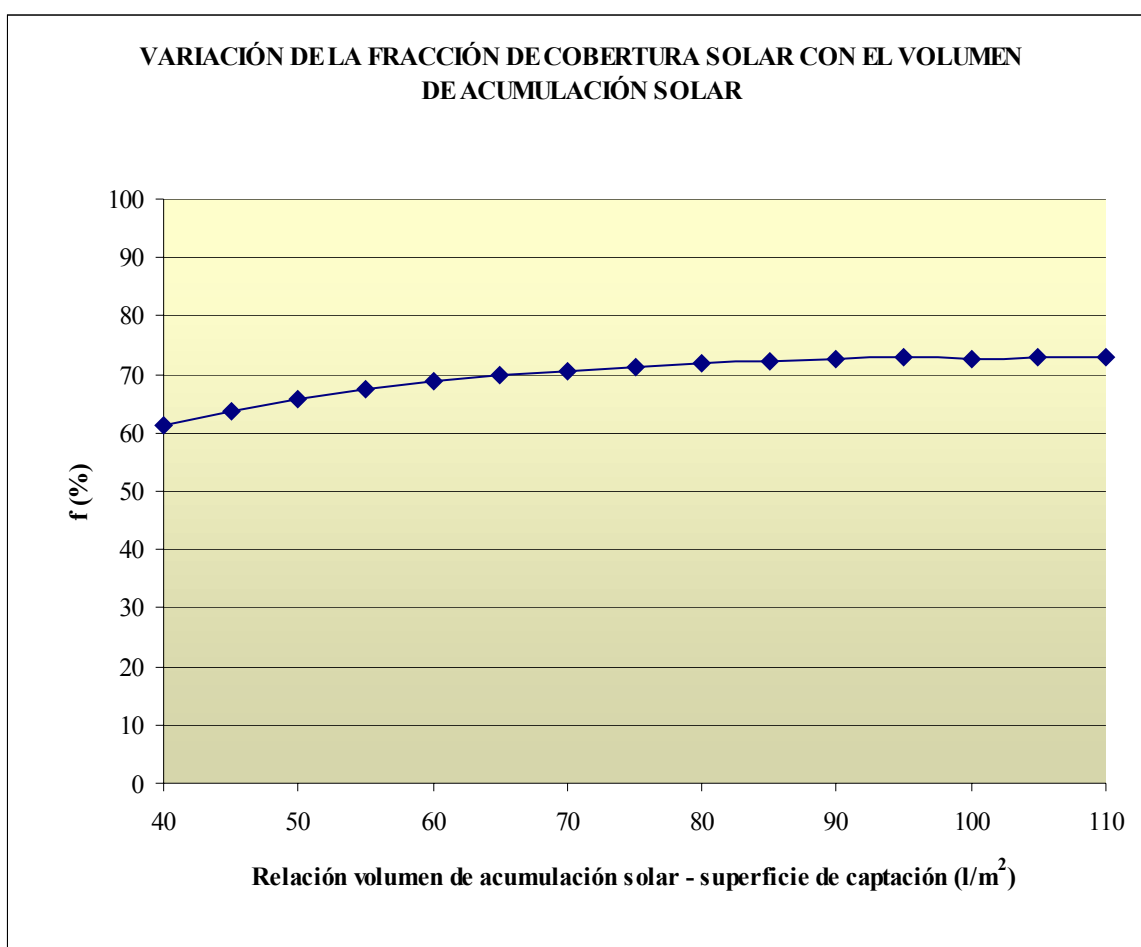
En dicha representación se observa cómo el volumen de acumulación solar no influye de una forma determinante. Así, en el rango considerado, los valores de fracción solar oscilan entre el 61 % y el 73 %.

La ITE 10.1.3.2 de RITE recomienda un valor de volumen de acumulación comprendido en el intervalo 10.164 l – 12.706 l (ver punto 2.2.1.3), que se correspondería con un intervalo 75 l/m² – 93 l/m² de relación volumen – superficie, que a su vez se corresponde con unos valores de la fracción solar entre el 71,1 % y el 72,7 %.



Por otro lado, las especificaciones técnicas del programa Prosol de la Junta de Andalucía recomienda el intervalo 9.527 l – 14.290 l (ver punto 2.2.1.3), que se correspondería con un intervalo $70 \text{ l/m}^2 - 105 \text{ l/m}^2$ de relación volumen – superficie, que a su vez se corresponde con unos valores de la fracción solar entre el 70,5 % y el 72,8 %.

El valor instalado será de 10.500 l (ver punto 2.2.1.3), el cual entra en los anteriores intervalos y se corresponde con un valor de la fracción de cobertura solar del 71,43 %.



Orientación

El siguiente parámetro a considerar será la orientación del campo de colectores. Este parámetro se hará variar entre los -90° , correspondientes a una orientación de los colectores al Este y los 90° , correspondientes a una orientación al Oeste. El valor de 0° se corresponde con una orientación hacia el Sur.

Los datos obtenidos son los siguientes:



ÁNGULO DE ORIENTACIÓN (°)	FRACCIÓN DE COBERTURA SOLAR (%)
-90	50.38
-80	54.41
-70	58.34
-60	62.00
-50	64.74
-40	67.15
-30	69.72
-20	70.82
-10	72.40
0	73.39
10	73.49
20	73.80
30	72.91
40	71.47
50	69.53
60	67.19
70	63.71
80	60.21
90	56.35

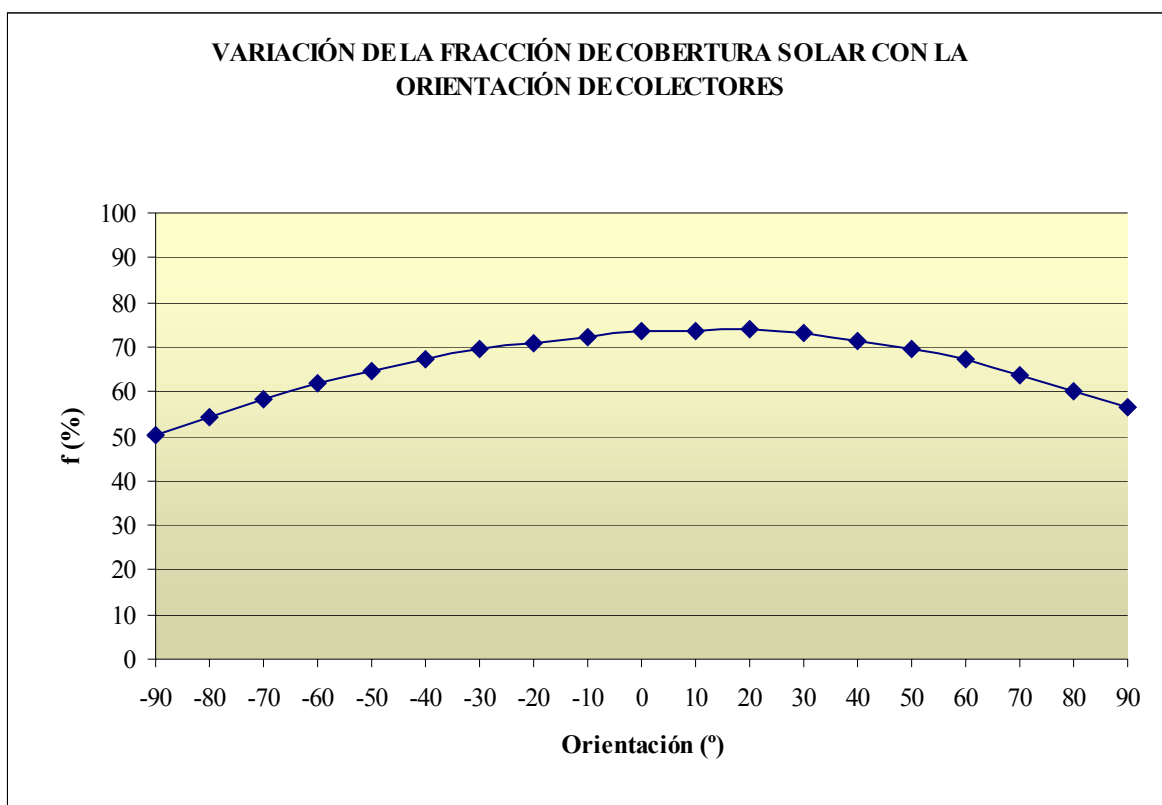
Estos datos aparecen representados en la siguiente página.

La representación demuestra la importancia de la orientación del campo de colectores en el funcionamiento de la instalación solar. Así los valores de f varían entre el 50 % y el 74%. También aparece claro cómo el mejor funcionamiento se consigue situando los colectores con una orientación próxima al Sur, pues es entorno a los 0° donde se consigue una mejor operación.

La ITE 10.1.3.2 de RITE recomienda una orientación comprendida entre los -25° y los 25° (ver punto 2.2.1.4.1), que se correspondería con unos valores de la fracción solar entre el 70 % y el 73,8 %.

Por otro lado, las especificaciones técnicas del programa Prosol de la Junta de Andalucía recomienda el intervalo -45° - 45° (ver punto 2.2.1.4.1), que se correspondería con unos valores de la fracción solar entre el 66 % y el 73,8 %.

La orientación de la instalación de colectores es de -15° (ver punto 2.2.1.4.1), el cual entra en los anteriores intervalos y se corresponde con un valor de la fracción de cobertura solar del 71,43 %.



Inclinación

El siguiente parámetro que estudiaremos es la inclinación de los colectores, viendo el efecto de su variación desde los 0° hasta los 90° con la horizontal.

Los datos son mostrados y representados gráficamente en la página siguiente. En ellos se ve la influencia de este parámetro en el funcionamiento de la instalación, de manera que la fracción de cobertura solar puede variar desde el 37 % hasta el 73 %. Los valores más altos de f se sitúan entorno al valor de la inclinación coincidente con la latitud geográfica de la instalación, a 36,5°.

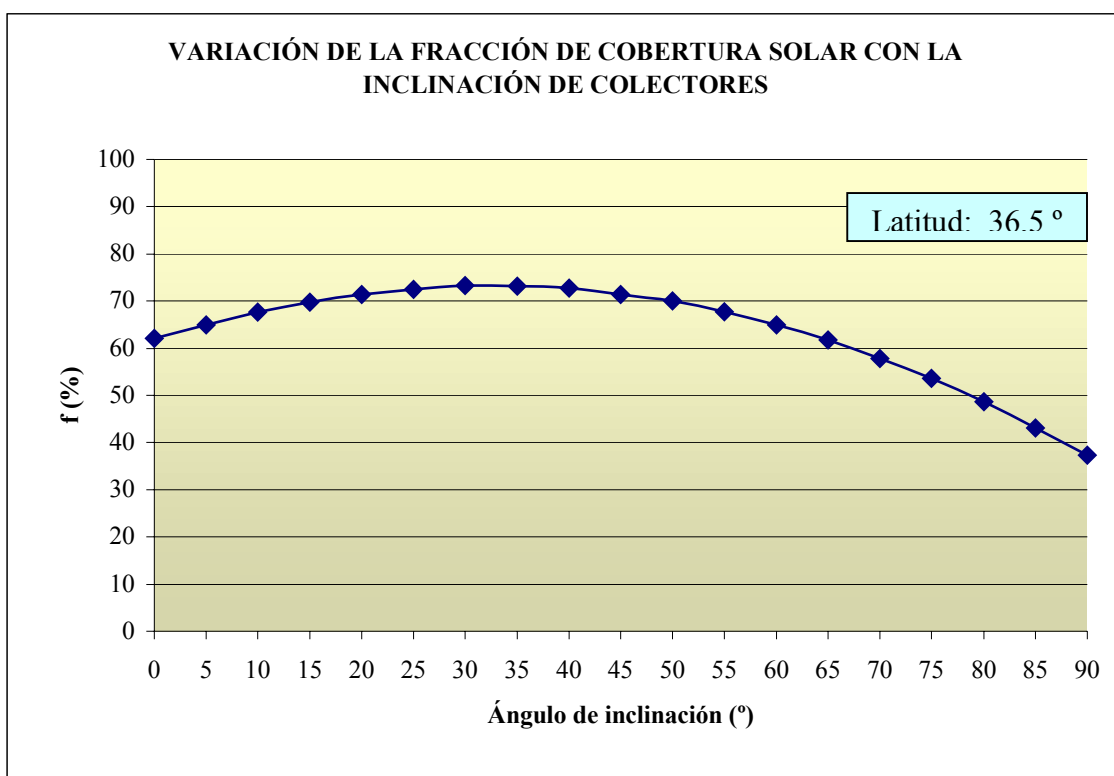
La ITE 10.1.3.2 de RITE recomienda una inclinación comprendida entre los 26,5° y los 46,5° (ver punto 2.2.1.4.1), que se correspondería con unos valores de la fracción solar entre el 71,4 % y el 73,3 %.

Por otro lado, las especificaciones técnicas del programa Prosol de la Junta de Andalucía recomienda el intervalo 30° - 60° (ver punto 2.2.1.4.1), que se correspondería con unos valores de la fracción solar entre el 64,9 % y el 73,3 %.

La inclinación los colectores instalado será de 45° (ver punto 2.2.1.4.1), el cual entra en los anteriores intervalos y se corresponde con un valor de la fracción de cobertura solar del 71,43 %.



ÁNGULO DE INCLINACIÓN (°)	FRACCIÓN DE COBERTURA SOLAR (%)
0	62.07
5	64.93
10	67.70
15	69.85
20	71.35
25	72.49
30	73.25
35	73.22
40	72.69
45	71.43
50	69.98
55	67.77
60	64.88
65	61.75
70	57.78
75	53.57
80	48.63
85	43.13
90	37.30

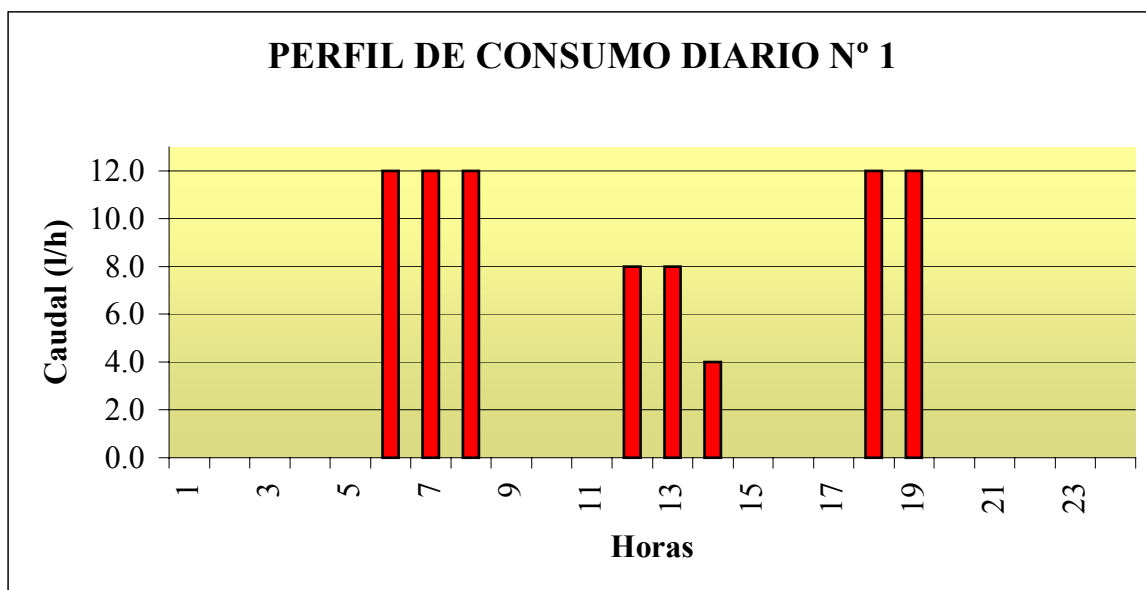




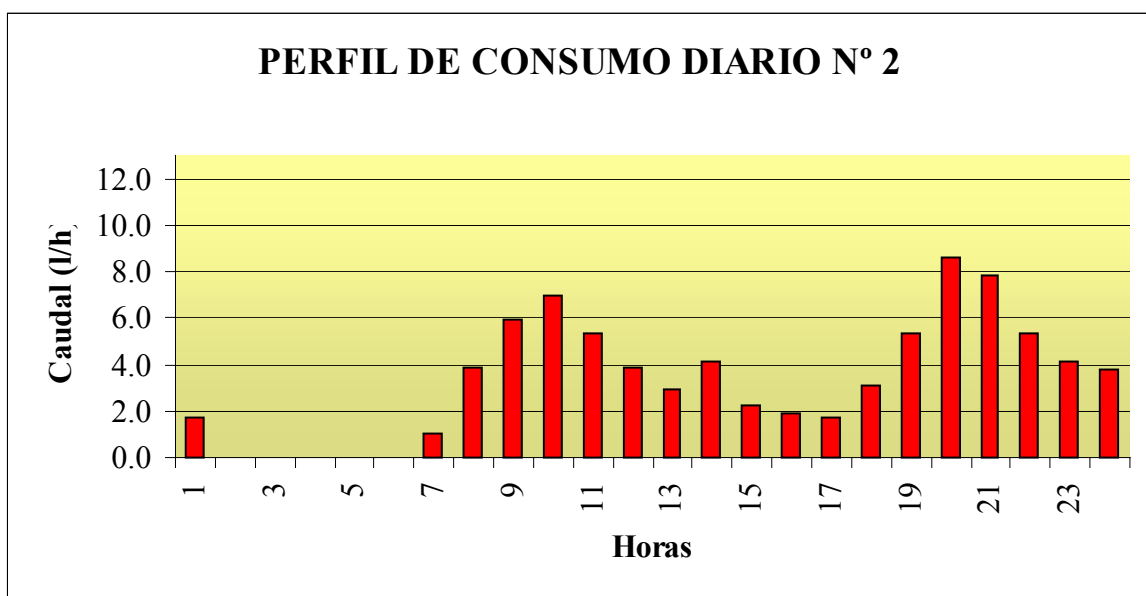
Perfil de consumo

El último parámetro a analizar será el perfil de consumo horario a lo largo de un día. Para ello simularemos la instalación introduciendo cinco perfiles de consumo diferentes y analizaremos los datos resultantes.

El primer perfil considerado será el ya comentado y considerado en el punto 2.1.3.2. Este perfil viene representado a continuación:

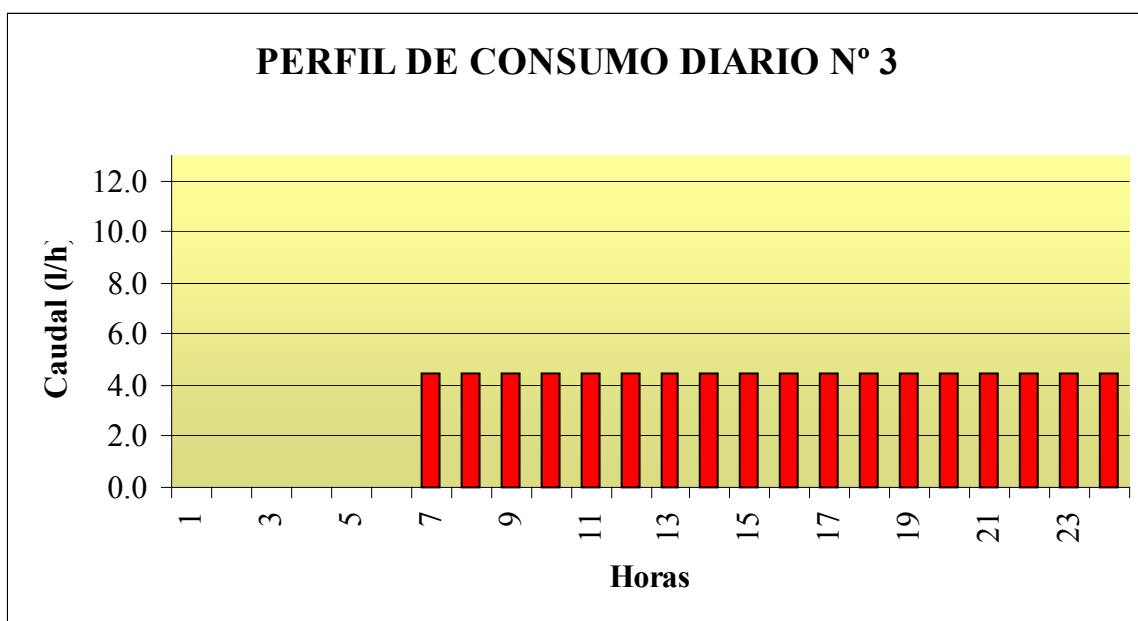


El segundo perfil es el considerado por defecto en el método de cálculo tradicional de sistemas solares térmicos de baja temperatura, el programa F-CHART. Este perfil es mostrado a continuación:

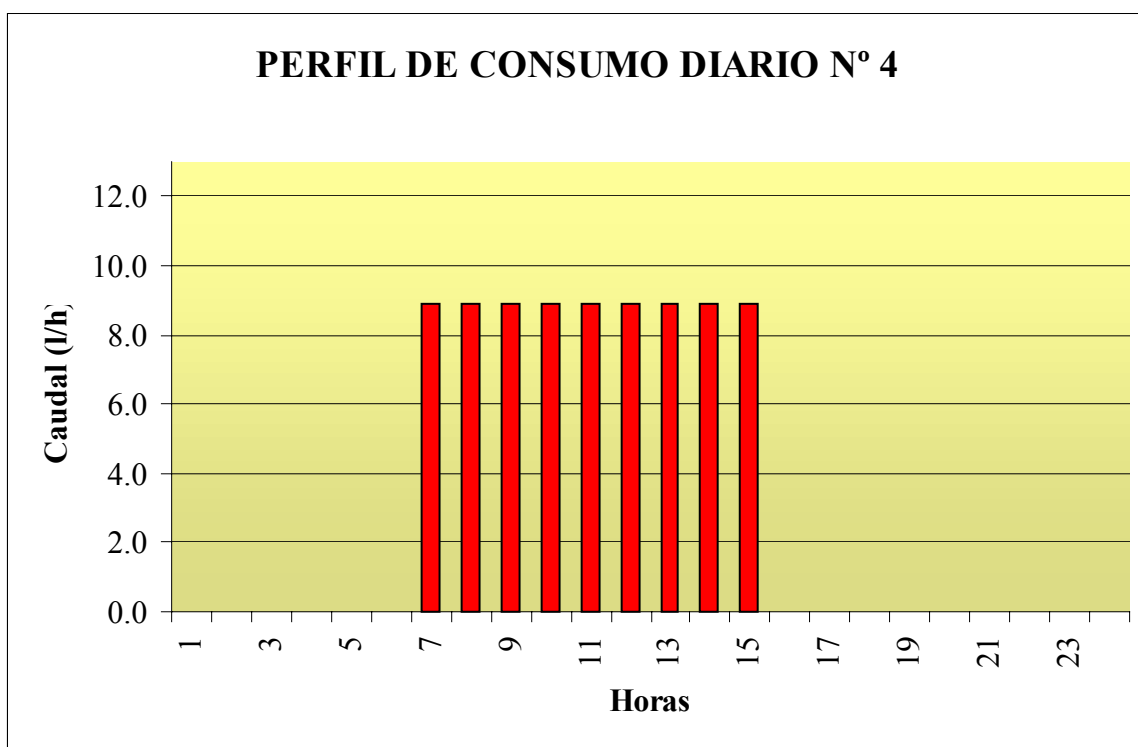




El tercer perfil supone una distribución uniforme a lo largo de 18 horas, desde las 7:00 h hasta las 24:00 h.

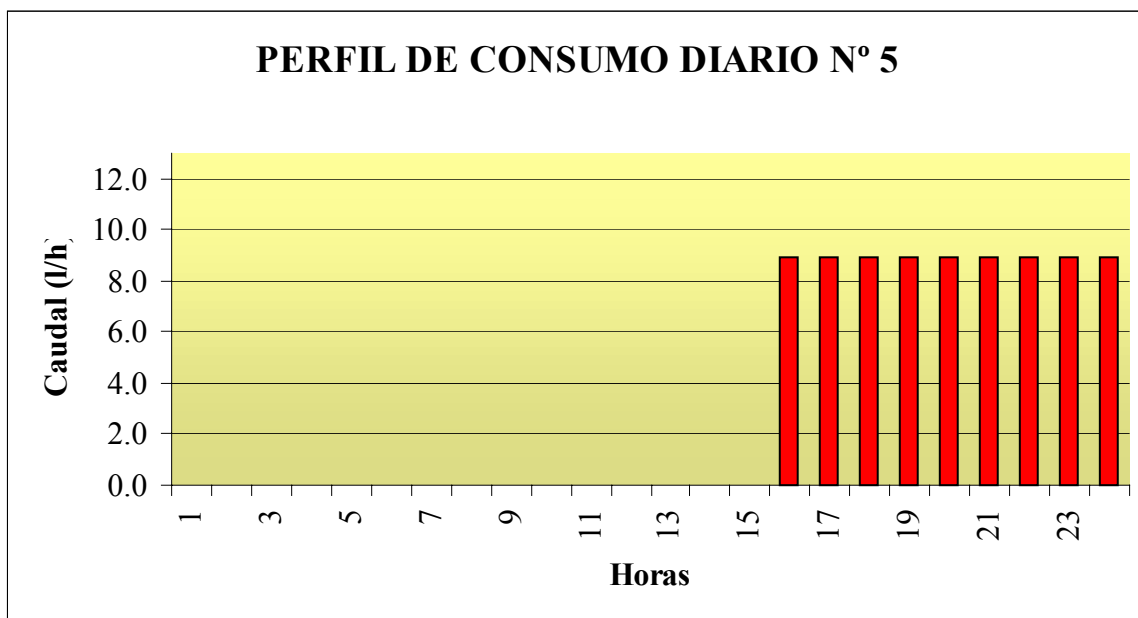


El cuarto perfil conlleva una demanda uniforme durante 9 horas, desde las 7:00 h hasta las 15:00 h, horas con luz diurna normalmente.





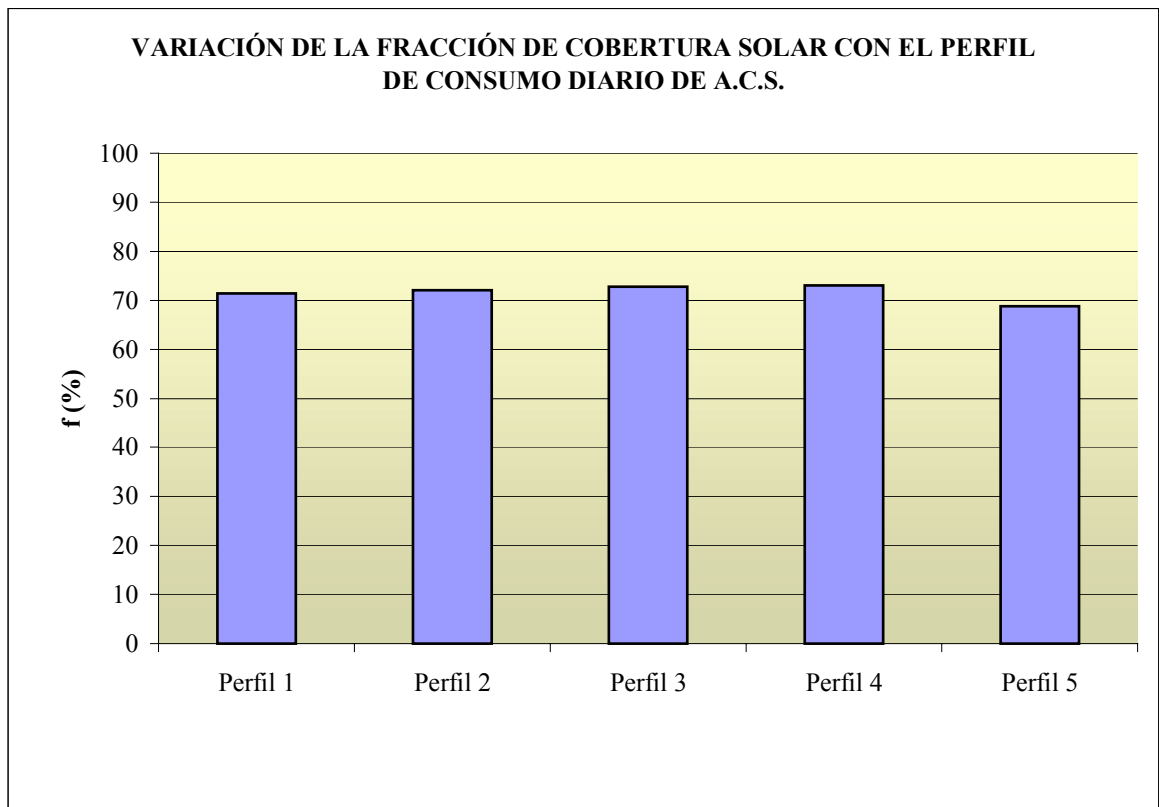
El quinto y último perfil supone de nuevo una distribución uniforme durante 9 horas, pero esta vez desde las 15:00 h hasta las 24:00 h, horas con escasa o nula radiación diurna a lo largo del año.



Los resultados obtenidos de las cinco simulaciones son los siguientes:

PERFIL DE CONSUMO	FRACCIÓN DE COBERTURA SOLAR (%)
Perfil 1	71.43
Perfil 2	72.07
Perfil 3	72.82
Perfil 4	73.02
Perfil 5	68.82

Estos datos son representados gráficamente en la siguiente página. Los datos obtenidos de fracción de cobertura solar reflejan que el tipo de perfil considerado no es un parámetro determinante a la hora de diseñar un sistema del tipo del que es objeto este proyecto. Así sólo hay que ver los valores de f correspondientes a los tres primeros perfiles de consumo, perfiles más probables que los dos últimos y en los que el valor de f sólo varía en un 1,4 %. Los perfiles 4 y 5 son el más favorable y el más desfavorable respectivamente y sin embargo su diferencia no supera el 4,5 %.



2.2.1.2 Superficie de captación

De acuerdo con la ITE 10.1.3.2 de RITE, el área total de colectores debe cumplir la siguiente relación:

$$1,25 \leq 100 \cdot A / M_v \leq 2 \quad (1)$$

donde:

$$A = n \cdot A_i$$

siendo:

A : área total de captación

n : número de colectores

A_i : superficie útil de captación de un colector (2,13 m²)

M_v : consumo medio diario de los meses de verano de A.C.S. a 50 °C. Este dato puede calcularse integrando los resultados horarios reflejados en el apartado 2.1.3.3 cada 24 horas a lo largo de los meses de verano, y obteniendo luego el valor promedio de dichos resultados. Así se obtiene que M_v vale 12.706 l/d.

Por otro lado, las Especificaciones Técnicas para el diseño y montaje de instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente de aplicación en el



programa PROSOL de la Junta de Andalucía establecen que la superficie de captación debe verificar lo siguiente:

$$60 \leq M_a/A \leq 100 \quad (2)$$

donde M_a es el consumo medio diario a lo largo del año de A.C.S. a 45 °C y puede calcularse de análoga forma a M_d o a través de la fórmula siguiente:

$$M_a = p \cdot V_u \cdot O_m/100$$

siendo:

p: número total de usuarios al 100% de ocupación (232 plazas)
 V_u : consumo de A.C.S. a 45 °C por persona (80 l/día)
 O_m : ocupación media (64%)

Así M_a resulta 11.909 l/día.

Despejando de las expresiones (1) y (2), los valores del área de captación deberían así estar comprendidos entre las siguientes cifras:

$$\text{según (1):} \quad 158,8 \text{ m}^2 \leq A \leq 254,1 \text{ m}^2$$

$$\text{según (2):} \quad 119,09 \text{ m}^2 \leq A \leq 198,48 \text{ m}^2$$

Si quisiéramos pues cumplir ambas recomendaciones, la superficie útil de captación del campo de colectores, A, debería verificar:

$$158,8 \text{ m}^2 \leq A \leq 198,5 \text{ m}^2$$

Esto, teniendo en cuenta que la superficie útil de los colectores solares escogidos es de 2,13 m², se traduce que el número de colectores, n, debería verificar:

$$75 \leq n \leq 93$$

No obstante, el hotel dispone de una cubierta de 380 m² útiles para la instalación del total de los colectores solares, como se muestra en el documento planos, esto quiere decir que teniendo en cuenta la disposición de los colectores solares, analizada en el apartado 2.2.1.4, no existe espacio suficiente para la instalación de 75 colectores, y de esta forma cumplir las relaciones anteriores (1) y (2).

El hotel no dispone de ninguna otra cubierta o terraza anexa donde se puedan instalar el número de colectores restantes, por lo que se proyecta la instalación de 64 colectores solares.

La superficie útil de captación de estos 64 colectores es de 136,32 m², por lo que se verifica al menos la relación dada por las Especificaciones Técnicas para el diseño y



montaje de instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente de aplicación en el programa PROSOL de la Junta de Andalucía.

2.2.1.3 Volumen de acumulación

De nuevo podemos acudir a dos recomendaciones de diseño, a las establecidas en la ITE 10.1.3.2 del RITE y la establecida en las Especificaciones Técnicas para el diseño y montaje de instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente de aplicación en el programa PROSOL de la Junta de Andalucía.

$$\text{Según lo primero:} \quad 0,8 \cdot M_v \leq V \leq M_v \quad (1)$$

$$\text{Según lo segundo:} \quad 0,8 \cdot M_a \leq V \leq 1,2 \cdot M_a \quad (2)$$

siendo:

M_v : consumo medio diario durante los meses de verano de A.C.S. a 50 °C (12.706 l/d)

M_a : consumo medio diario a lo largo del año de A.C.S. a 45 °C (11.909 l/d)

V : volumen de acumulación (en litros)

$$\text{Según (1):} \quad 10.164 \text{ l} \leq V \leq 12.706 \text{ l}$$

$$\text{Según (2):} \quad 9.527 \text{ l} \leq V \leq 14.290 \text{ l}$$

$$\text{Para verificar ambos criterios:} \quad 10.164 \text{ l} \leq V \leq 12.706 \text{ l}$$

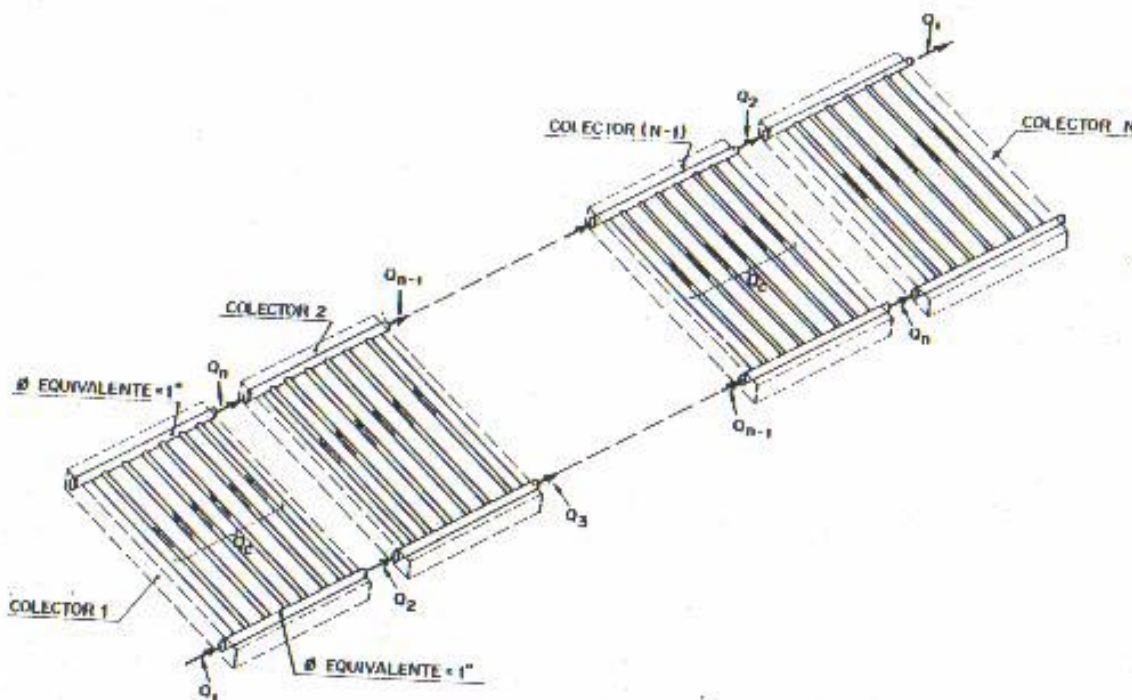
Se proyecta la colocación de tres acumuladores verticales conectados en serie de 3.500 l cada uno, que forman un volumen de acumulación total de 10.500 l, valor que cumple la anterior relación.

2.2.1.4 Disposición de los colectores solares

El presente proyecto contempla la instalación de 64 colectores en la cubierta, tal y como se muestra en los planos, montando 4 baterías de 4 unidades cada una y 8 baterías de 6 unidades cada una. Las filas son paralelas y están perfectamente alineadas.

Cumpliendo con la ITE 10.1.3.1 y las Especificaciones Técnicas para el diseño y montaje de instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente de aplicación en el programa PROSOL de la Junta de Andalucía, dentro de cada fila los colectores se conectarán en paralelo.

La conexión entre colectores y filas se realiza de manera que el circuito quede equilibrado hidráulicamente, con retorno invertido, tal y como aparece en los planos.

Figura 2.2.1.4.a Circulación del fluido a lo largo de una línea de colectores

Los colectores disponen de cuatro manguitos de conexión que se conectan directamente entre sí, la entrada del fluido caloportador se efectúa por el extremo inferior del primer colector de la fila y la salida por el extremo superior del último.

2.2.1.4.1 Orientación e inclinación de colectores

Los colectores están orientados hacia el sur geográfico con una desorientación de 15° , permitida tanto por el RITE (25° máximo) como por las Especificaciones Técnicas del PROSOL (45° máximo).

El ángulo de inclinación de los paneles es de 45° . Esta inclinación cumple perfectamente con la reglamentación existente, ya que la latitud geográfica de Cádiz es de $36,5^\circ$ y el período de utilización de la instalación es anual, con consumo constante.

De esta forma, según el RITE, la inclinación de los colectores debe ser de $36,5^\circ$ permitiéndose una desviación de 10° como máximo; en este caso se produce una desviación de $8,5^\circ$, cumpliendo así la normativa.

Según las Especificaciones Técnicas para el diseño y montaje de instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente de aplicación en el programa PROSOL



de la Junta de Andalucía, en instalaciones de uso anual respecto del plano horizontal será de 45°, admitiéndose desviaciones 15°. En este caso, la desviación es de 0°, cumpliéndose las especificaciones.

2.2.1.4.2 Cálculo de sombras

La separación entre filas de colectores debe superar la distancia mínima d , la cual viene establecida, tanto en la ITE 10.1.3.1 del RITE como en las Especificaciones Técnicas del programa PROSOL, por la siguiente fórmula:

$$d = k \cdot h$$

siendo:

h : la altura del colector.

k : coeficiente cuyo valor se obtiene de la tabla mostrada a continuación a partir de la inclinación de los colectores con respecto a un plano horizontal.

Inclinación (°)	20	25	30	35	40	45	50	55
Coeficiente k	1,532	1,638	1,732	1,813	1,879	1,932	1,970	1,992

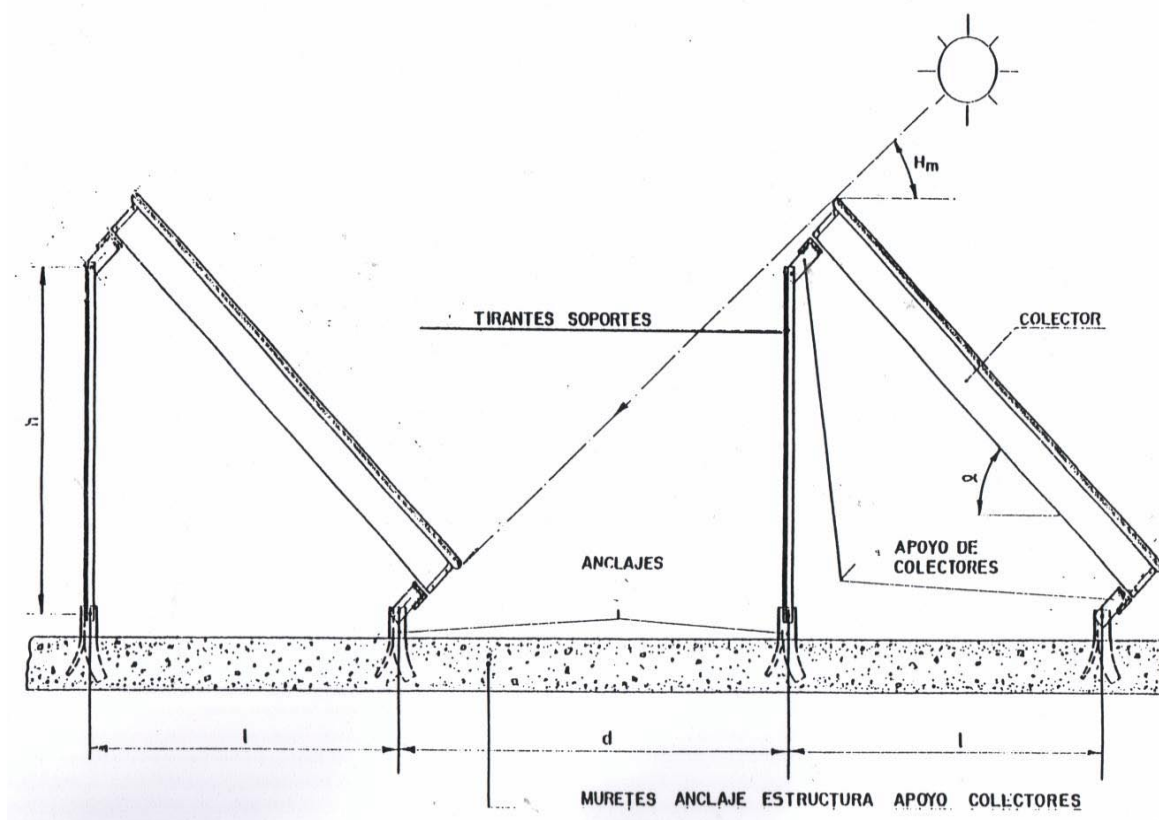


Figura 2.2.1.4.a Separación entre líneas de colectores



En nuestro caso: $h = 1,5 \text{ m}$ $k = 1,932$

Y por tanto: $d = 2,9 \text{ m}$

Esta será la distancia que se adoptará como separación entre filas de colectores.

En cuanto a la separación entre la primera fila y el pretil que existe, de altura 600 mm, es de 1.140 mm, de forma que no provoque un fuerte impacto visual por un lado y sea mayor que la distancia mínima, d , establecida por la expresión siguiente:

$$d = 1,732 \cdot a$$

siendo a la altura del pretil. Así, d resulta 1.039 mm, una distancia inferior a la adoptada.

2.2.2 ESTRUCTURA SOPORTE

El montaje de los colectores es una de las operaciones más importantes en una instalación solar. Una vez definido el ángulo de inclinación, se ha de materializar con un sistema de anclaje y soporte adecuado. La solución propuesta debe tener una serie de características para poder ser considerada como tal, como son, en orden creciente de importancia: rapidez de montaje, costo mínimo y seguridad en el anclaje y la sujeción.

La estructura soporte será preferiblemente prefabricada y está compuesta por perfiles laminados tal y como se muestra en la figura 2.2.2.a adjunta.

Dicha estructura soporte puede descomponerse, a efectos de análisis, en las siguientes partes:

- elementos de sujeción
- estructura propiamente dicha
- apoyos y anclajes

Los elementos de sujeción unen el colector a la estructura propiamente dicha, la cual redistribuye las cargas del colector en cargas sobre los apoyos y anclajes, que unen el conjunto con el edificio.

Los elementos de sujeción vienen definidos por el fabricante de colectores. El montaje de estos elementos de sujeción de los colectores permitirá la posibilidad de desconectar y desmontar el colector. La sujeción del colector a la estructura se efectúa mediante tornillos y tuercas.

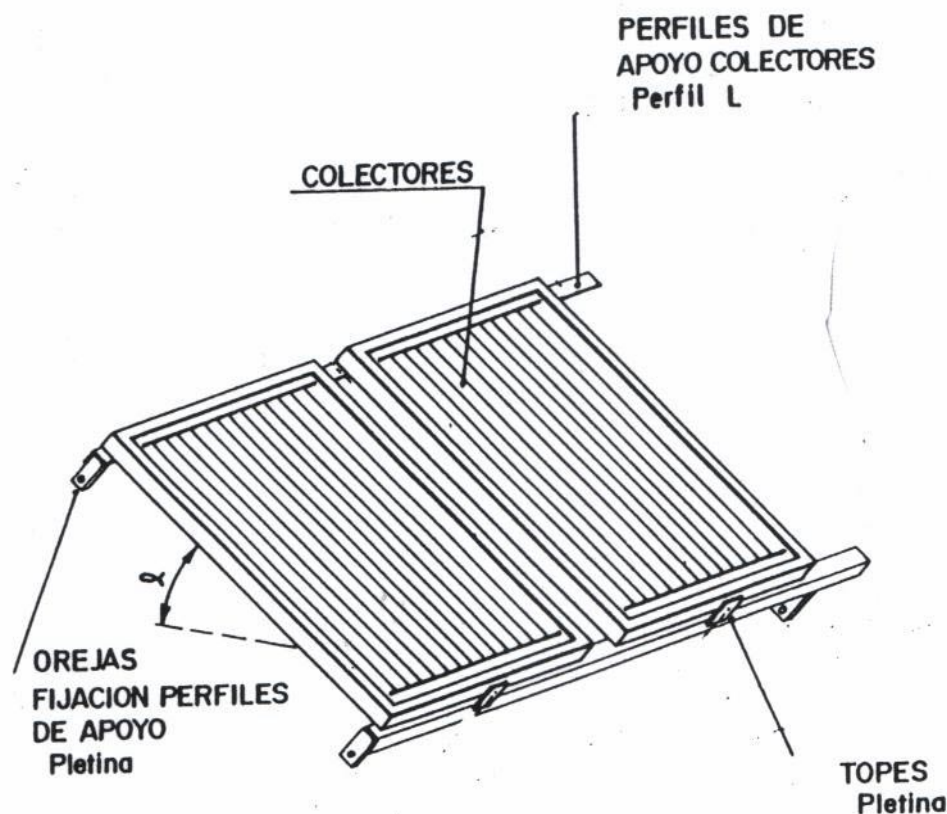
En cuanto a la estructura soporte, esta resistirá las siguientes cargas:

- peso propio del colector y de la estructura
- viento sobre el campo de colectores



- nieve

Esta normalmente consiste en dos perfiles angulares de acero.



Para el anclaje de esta estructura, debe evitarse traspasar con dicho anclaje la cubierta del edificio porque puede dar lugar a la infiltración de agua. Lo ideal es construir muretes de hormigón armado que garanticen la total sujeción, aún en el caso de vientos muy fuertes. En nuestro caso, se anclará la estructura metálica de acero normalizado en un murete de hormigón de 200 x 200 mm, mediante placas de anclaje.

El presente proyecto adjunta plano con detalles constructivos de la estructura soporte de los colectores. (ver punto 5.4).

Un punto muy importante a tener en cuenta es la protección de la estructura soporte contra la corrosión, por lo que se aplicarán dos capas de pintura antioxidante y tratamiento de pintura de acabado.

Otros elementos de la estructura que pueden producir problemas y que, por tanto, serán evitados son los siguientes:



- colocación de perfiles que retengan agua
- sujeción de colectores con pletinas que pueden apretar y deformar la junta o la carcasa del colector
- sombras producidas por los elementos de la estructura.

2.2.3 SISTEMA HIDRÁULICO

2.2.3.1 Conexionado de colectores y trazado de tuberías

Como se indicó en el punto 2.2.1.4 el presente proyecto contempla la instalación de 64 colectores en la cubierta, tal y como se muestra en los planos, montando 4 baterías de 4 unidades cada una y 8 baterías de 6 unidades cada una. Las filas son paralelas y están perfectamente alineadas. Dentro de cada fila los colectores se conectarán en paralelo

La conexión entre colectores y filas se realiza de manera tal que el circuito quede equilibrado hidráulicamente, con retorno invertido, tal y como aparece en los planos.

Los colectores disponen de cuatro manguitos de conexión que se conectan directamente entre sí, la entrada del fluido caloportador se efectúa por el extremo inferior del primer colector de la fila y la salida por el extremo superior del último.

El conexionado de colectores y la distribución de tuberías en la cubierta del edificio aparece más claro en el esquema de la figura 2.2.3.1.a.

2.2.3.2 Cálculo de tuberías

De acuerdo con las Especificaciones Técnicas para el diseño y montaje de instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente de aplicación en el programa PROSOL de la Junta de Andalucía, el diámetro de las tuberías ha sido seleccionado de forma que la velocidad de circulación del fluido nunca supera los 2 m/s cuando la tubería discurre por locales habitados y nunca supera los 3 m/s cuando el trazado es exterior o discurre por locales no habitados.

El dimensionado de las tuberías instaladas se ha realizado de forma que la pérdida de carga unitaria en tuberías nunca es superior a 40 mm.c.a por metro de tubería.

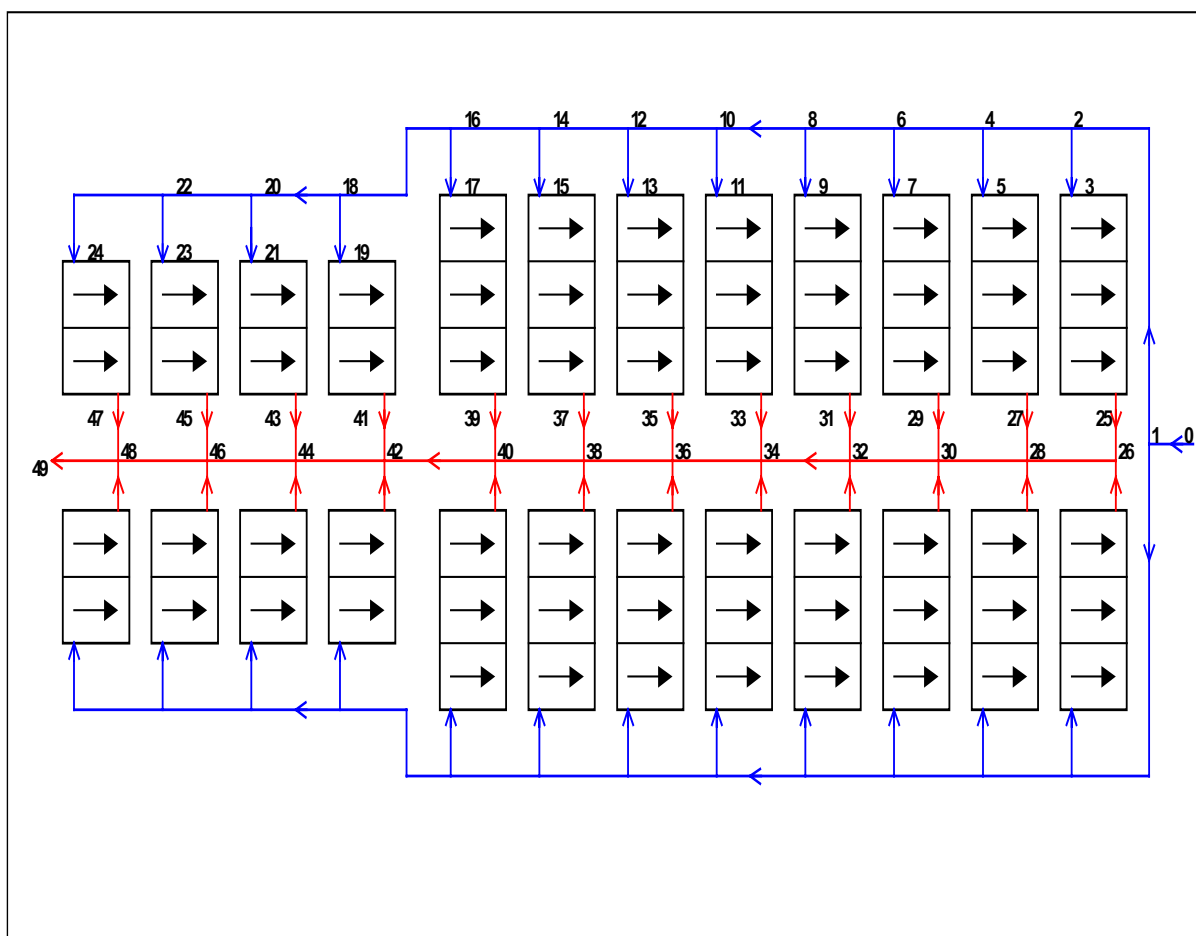


Figura 2.2.3.1.a. Esquema de conexión de colectores y tuberías en cubierta

Los diámetros de las tuberías proyectadas cumplen con ambas exigencias como aparece reflejado en las tablas de cálculo que se adjuntan. Para la realización de dichos cálculos se ha partido de los siguientes datos:

-Caudal:	50 l/h.m ²
-Área unitaria colector:	2,13 m ²
-Número de captadores:	64
-Caudal global:	6816 l/h
-Caudal unitario:	106,5 l/h

Los datos sobre pérdidas de carga en tuberías y accesorios de cobre, de dimensiones normalizadas han sido tomados de la hoja de cálculo que SODEAN pone a disposición de usuarios e instaladores en su página web. Concretamente las longitudes equivalentes de los accesorios que incorpora la instalación y las tablas que recogen el dimensionamiento y la pérdida de carga del circuito aparecen en las siguientes páginas.



TABLA DE PERDIDA DE CARGA EN ACCESORIOS (longitud equivalente en metros)				
Diametro (mm)	Válv. Retención	Codos 90°	T	Válv. Esfera
12	1,200	0,370	0,530	0,150
15	1,500	0,420	0,600	0,180
18	1,800	0,480	0,670	0,210
22	2,400	0,610	0,900	0,270
28	3,600	0,790	1,100	0,300
35	4,200	1,000	1,520	0,460
42	4,800	1,200	1,750	0,540
54	6,100	1,500	2,200	0,700
63	7,600	1,800	2,650	0,850
80	9,100	2,300	3,350	0,980
100	10,700	2,700	3,900	1,200

PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍA Y ACCESORIOS										4187mm.c.a.		
TRAMO	LONG. (m)	CAUDAL (l/h)	Dext (mm)	Vel. (m/s)	Dint (mm)	Pérdidas por m (mm.c.a.)	Pérdidas por tramo (mm.c.a.)	Nº válv. retención	Nº codos 90°	Nº T90	Nº válvulas esfera	Pérdidas totales tramo (mm.c.a.)
0 - 1	80.00	6816	54	0.89	52	17.26	1380.80	1	10	1	4	1831.29
1 - 2	7.00	3408	42	0.75	40	17.16	120.12	0	1	1	1	180.01
2 - 3	0.70	319.5	22	0.28	20	6.26	4.38	0	0	0	0	4.38
2 - 4	2.50	3088.5	42	0.68	40	14.3	35.75	0	0	1	0	60.78
4 - 5	0.70	319.5	22	0.28	20	6.26	4.38	0	0	0	1	6.07
4 - 6	2.50	2769	42	0.61	40	11.68	29.20	0	0	1	0	46.95
6 - 7	0.70	319.5	22	0.28	20	6.26	4.38	0	0	0	1	6.07
6 - 8	2.50	2449.5	42	0.54	40	9.31	23.28	0	0	1	0	37.43
8 - 9	0.70	319.5	22	0.28	20	6.26	4.38	0	0	0	1	6.07
8 - 10	2.50	2130	35	0.69	33	18.34	45.85	0	0	1	0	73.73
10 - 11	0.70	319.5	22	0.28	20	6.26	4.38	0	0	0	1	6.07
10 - 12	2.50	1810.5	35	0.59	33	13.57	33.93	0	0	1	0	48.85
12 - 13	0.70	319.5	22	0.28	20	6.26	4.38	0	0	0	1	6.07
12 - 14	2.50	1491	35	0.48	33	9.47	23.68	0	0	1	0	34.09
14 - 15	0.70	319.5	22	0.28	20	6.26	4.38	0	0	0	1	6.07
14 - 16	2.50	1171.5	28	0.61	26	19.36	48.40	0	0	1	0	69.70
16 - 17	0.70	319.5	22	0.28	20	6.26	4.38	0	0	0	1	6.07
16 - 18	5.50	852	28	0.45	26	10.73	59.02	0	2	1	0	81.76
18 - 19	0.70	213	22	0.19	20	2.96	2.07	0	0	0	1	2.87
18 - 20	2.50	639	22	0.57	20	22.61	56.53	0	0	1	0	76.87
20 - 21	0.70	213	22	0.19	20	2.96	2.07	0	0	0	1	2.87



PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍA Y ACCESORIOS										4187 mm.c.a.		
TRAMO	LONG. (m)	CAUDAL (l/h)	Dext (mm)	Vel. (m/s)	Dint (mm)	Pérdidas por m (mm.c.a.)	Pérdidas por tramo (mm.c.a.)	Nº válv. retención	Nº codos 90º	Nº T90	Nº válvulas esfera	Pérdidas totales tramo (mm.c.a.)
20 - 22	2.50	426	22	0.38	20	10.67	26.68	0	0	1	0	36.28
22 - 23	0.70	213	22	0.19	20	2.96	2.07	0	0	0	1	2.87
22 - 24	3.20	213	22	0.19	20	2.96	9.47	0	1	0	1	12.08
25 - 26	0.25	319.5	22	0.28	20	6.26	1.57	0	0	0	1	3.26
26 -28	2.50	639	22	0.57	20	22.61	56.53	0	0	1	0	76.87
27 - 28	0.25	319.5	22	0.28	20	6.26	1.57	0	0	0	1	3.26
28 - 30	2.50	1278	35	0.42	33	7.12	17.80	0	0	1	0	28.62
29 - 30	0.25	319.5	22	0.28	20	6.26	1.57	0	0	0	1	3.26
30 - 32	2.50	1917	35	0.62	33	15.09	37.73	0	0	1	0	60.66
31 - 32	0.25	319.5	22	0.28	20	6.26	1.57	0	0	0	1	3.26
32 - 34	2.50	2556	42	0.57	40	10.07	25.18	0	0	1	0	42.80
33 - 34	0.25	319.5	22	0.28	20	6.26	1.57	0	0	0	1	3.26
34 - 36	2.50	3195	42	0.71	40	15.22	38.05	0	0	1	0	64.69
35 - 36	0.25	319.5	22	0.28	20	6.26	1.57	0	0	0	1	3.26
36 - 38	2.50	3834	42	0.85	40	21.34	53.35	0	0	1	0	90.70
37 - 38	0.25	319.5	22	0.28	20	6.26	1.57	0	0	0	1	3.26
38 - 40	2.50	4473	54	0.59	52	7.91	19.78	0	0	1	0	33.62
39 - 40	0.25	319.5	22	0.28	20	6.26	1.57	0	0	0	1	3.26
40 - 42	4.00	5112	54	0.67	52	10.13	40.52	0	2	1	0	93.20
41 - 42	0.25	213	22	0.19	20	2.96	0.74	0	0	0	1	1.54
42 - 44	2.50	5538	54	0.72	52	11.75	29.38	0	0	1	0	55.23
43 - 44	0.25	213	22	0.19	20	2.96	0.74	0	0	0	1	1.54
44 - 46	2.50	5964	54	0.78	52	13.48	33.70	0	0	1	0	63.36
45 - 46	0.25	213	22	0.19	20	2.96	0.74	0	0	0	1	1.54
46 - 48	2.50	6390	54	0.84	52	15.31	38.28	0	0	1	0	71.96
47 - 48	0.25	213	22	0.19	20	2.19	0.55	0	0	0	1	1.14
48 - 49	60.00	6816	54	0.89	52	17.26	1035.60	1	10	1	4	1486.09

PÉRDIDA DE CARGA EN COLECTORES		30 mm.c.a.
Nº de colectores por batería		3
Longitud de la base del colector (m)		1.05
Diámetro de tubería exterior del colector		22
Caudal batería colectores		319.5
Pérdida de carga longitud del captador (mmca)		10
Velocidad (m/s)		0.24
Diámetro interior		20
mm.c.a./m		6.26



Por tanto, la pérdida de carga total es **4.217 mm.c.a**

2.2.3.3 Bombas del circuito solar

De acuerdo con las Especificaciones Técnicas para el diseño y montaje de instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente de aplicación en el programa PROSOL de la Junta de Andalucía, se ha seleccionado como caudal de diseño $50 \text{ l/h} \cdot \text{m}^2$ de área de colectores. De esta forma, la bomba impulsa un caudal de:

$$Q_b = 50 \text{ l/h} \cdot \text{m}^2 \times 64 \times 2,13 \text{ m}^2 = 6.816 \text{ l/h}$$

El grupo de bombeo del circuito solar constituido por dos bombas, una de reserva, funcionado alternativamente deberá impulsar el anterior caudal, venciendo además la diferencia de cotas entre aspiración y cubierta y las pérdidas de carga calculadas en el anterior apartado. Puesto que el grupo se situará en la sala de máquinas y esta se haya en la planta semisótano, deberá bombear el agua venciendo una altura de 4 plantas, unos 20 m. Estos 20 m.c.a. se añaden a los 4 m.c.a. correspondientes a pérdidas. Así el grupo deberá vencer 24 m.c.a.

Las características de las bombas seleccionadas aparecen en el punto 1.13.6. del presente documento proyecto.

2.2.4 SISTEMA DE APOYO

Como se ha mencionado anteriormente la instalación solar dispone de un sistema de apoyo conectado en serie, el cual será capaz de proporcionar la energía necesaria para cubrir al 100 % las necesidades del hotel.

2.2.4.1 Potencia de calderas

Como sistema de apoyo se ha seleccionado la instalación de dos calderas de gas propano, cuya potencia máxima se ha calculado para que pueda preparar el consumo punta desde la temperatura de entrada de red hasta la temperatura de preparación, en un período de dos horas:

$$P = C_p \cdot (T_p - T_r) / t = 206.010 \text{ kcal/h (239,6 kW)}$$

siendo:

- C_p : consumo en hora punta (9156 l)
- T_p : temperatura de preparación (55 °C)
- T_r : temperatura mínima de red (10 °C)
- T : tiempo de preparación (2 h)



El consumo punta se ha estimado según la siguiente expresión:

$$C_p = N_b \cdot C_b \cdot \Psi = 9.156 \text{ l}$$

donde:

- C_p : consumo punta en una hora
- N_b : número de bañeras (109)
- C_b : consumo unitario por bañera (120 l)
- Ψ : coeficiente de simultaneidad horaria (0,7)

Así resulta una potencia máxima 206.010 kcal/h. (239,6 kW) Puesto que se proyecta la instalación de dos calderas, la potencia máxima de cada una de ellas será de 103.005 kcal/h (119,8 kW).

No obstante, se instalarán dos calderas de 86.000 kcal/h (100 kW), por lo que el tiempo de preparación del agua será superior a dos horas en el caso extremo de que la temperatura de red sea de 10 °C y se produzca un consumo punta. Las características técnicas de las calderas escogidas pueden observarse en el punto 1.13.4 del presente documento proyecto.

Esta decisión de adoptar una menor potencia máxima de caldera se justifica por el hecho de que la temperatura normal de entrada de agua será superior a 10 °C, dada la configuración de carácter indirecto del circuito auxiliar y el precalentamiento que el sistema solar realiza, disminuyendo así el salto térmico necesario, y como consecuencia de ello, el tiempo de preparación.

2.2.4.2 Sistema de acumulación

El sistema de acumulación auxiliar se ha dimensionado de forma que cubra el consumo que se produce en el hotel a la hora punta, C_p , 9156 l calculados en el apartado anterior.

Las calderas seleccionadas se encargan de calentar, en el circuito secundario, una producción horaria de 2.950 litros cada una, así que ambas suman un caudal de 5.900 l/h, por lo que se necesita de un volumen mínimo de acumulación de 3.356 l.

Se han instalado dos depósitos verticales conectados en serie de 2000 l cada uno, formando un volumen de 4.000 l. Si se calcula la carga diaria media anual, se comprueba que el volumen de acumulación representa un 34 % de esta carga de consumo, cumpliendo así con las especificaciones técnicas del plan PROSOL de la Junta de Andalucía, que fija un intervalo comprendido entre el 30 y el 100 %.

Las características técnicas de estos depósitos de acumulación vienen recogidas en el apartado 1.13.3.



2.2.4.3 Intercambiador de calor

Se proyecta la instalación de un intercambiador de calor en el que se cede el calor producido por calderas al agua de red, la cual se encuentra previamente precalentada por los colectores, alcanzando la temperatura de almacenamiento de 55 °C.

Como se indicó en el apartado 2.2.4.1 las calderas seleccionadas tienen una potencia de 86.000 kcal/h (100 kW). Estas trabajan con una temperatura de salida de 80 °C, y el retorno se ha diseñado a 60 °C, por lo que el salto térmico producido será de 20 °C.

La temperatura de entrada de agua en el circuito secundario es aproximadamente de 25 °C y la temperatura de producción del A.C.S., tal y como establece el RITE, es de 55 °C por lo que se debe producir un salto de 30 °C.

Se proyecta la instalación de un intercambiador cuya pérdida de carga no supere los 5,7 m.c.a. en el circuito primario y los 2,9 m.c.a en el secundario, considerando que el fluido utilizado en ambos circuitos es agua.

Con los anteriores datos de partida obtenemos los siguientes resultados sobre propiedades del agua en los diferentes circuitos:

	Circuito primario	Circuito secundario
Densidad (kg/m ³)	977	991
Conductividad térmica (W/m·K)	0,65	0,63
Viscosidad (cSt)	0,7	0,7

Se ha seleccionado un intercambiador de placas de acero inoxidable cuyas características aparecen recogidas en el apartado 1.13.5.

2.2.4.4 Bombas de circulación

• *Circuito primario*

El caudal a impulsar por el grupo de bombeo del circuito primario del sistema auxiliar de apoyo de la instalación (Q_p) se obtiene considerando tanto la potencia calorífica de las calderas de propano y su salto térmico de trabajo. Así:

$$Q_p = P_T / (T_s - T_e) = 172.000 / 20 = 8.600 \text{ kg/h} = 8.802 \text{ l/h} \cong 9,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

siendo

P_T : Potencia térmica máxima aportada por las calderas, en kcal/h

T_s : Temperatura del agua de salida del agua de caldera, en °C

T_e : Temperatura del agua de entrada del agua de caldera, en °C



Ahora ha de calcularse la pérdida de carga que el grupo ha de vencer (ΔP_p). Dichas pérdidas de carga pueden calcularse a través de la siguiente expresión:

$$\Delta P_p = \Delta P_i + \Delta P_c + \Delta P_t + \Delta P_a$$

donde:

ΔP_i : caída de presión en el intercambiador de calor. Según los datos aportados por el fabricante, esta vale **5,7 m.c.a.**

ΔP_c : caída de presión en calderas. Según los datos aportados por el fabricante, esta vale **0,04 m.c.a.**

ΔP_t : caída de presión en el tramo de tuberías. Las tuberías transcurren por una longitud estimada de 24 m, con un diámetro interno de 52 mm. Calculando la pérdida de carga de una forma análoga a la mostrada en el punto 2.2.3.2:

-Caudal:	8.979 l/h
-Diámetro interior tubería:	52 mm
-Pérdida de carga unitaria:	28,75 mm.c.a. por m
-Pérdida de carga:	0,69 m.c.a.

ΔP_a : caída de presión de los accesorios instalados en el circuito primario del sistema auxiliar de apoyo. Dichos accesorios son estimados en 10 codos y 6 válvulas de retención, que equivalen a una longitud equivalente (ver primera tabla del punto 2.2.3.2) de **51,6 m**. Se produce así una pérdida de carga de **1,48 m.c.a.**

Por tanto, la pérdida de carga a vencer por el grupo de bombeo del circuito primario, formado por dos bombas, una en reserva, funcionando alternativamente es de **7,9 m.c.a.**

Teniendo en cuenta los parámetros de caudal y pérdida de carga se han seleccionado dos bombas con las siguientes características mostradas en el punto 1.13.7.

• *Circuito secundario*

De nuevo teniendo en cuenta la potencia calorífica de las calderas de propano utilizadas como equipo de apoyo y el salto térmico que se produce, en este caso, en el circuito secundario, obtenemos el caudal que circula por dicho circuito:

$$Q_p = P_T / (T_s - T_e) = 172.000 / 30 = 5.733 \text{ kg/h} = 5.785 \text{ l/h} \cong 5,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

siendo

P_T : Potencia térmica máxima aportada por las calderas, en kcal/h

T_s : Temperatura del agua de salida del intercambiador del circuito secundario, en °C



T_e : Temperatura del agua de entrada del intercambiador del circuito secundario, en °C

A continuación ha de calcularse la pérdida de carga que el grupo ha de vencer (ΔP_p). Dichas pérdidas de carga pueden calcularse a través de la siguiente expresión:

$$\Delta P_p = \Delta P_i + \Delta P_t + \Delta P_a$$

ΔP_i : caída de presión en el intercambiador de calor. Según los datos aportados por el fabricante, esta vale **2,9 m.c.a.**

ΔP_t : caída de presión en el tramo de tuberías. Las tuberías transcurren por una longitud estimada de 12 m, con un diámetro interno de 52 mm. Calculando la pérdida de carga de una forma análoga a la mostrada en el punto 2.2.3.2:

-Caudal:	5.901 l/h
-Diámetro interior tubería:	52 mm
-Pérdida de carga unitaria:	13,21 mm.c.a. por m
-Pérdida de carga:	0,16 m.c.a.

ΔP_a : caída de presión de los accesorios instalados en el circuito secundario del sistema auxiliar de apoyo. Dichos accesorios son estimados en 8 codos a 90° y 9 válvulas de retención, que equivalen a una longitud equivalente (ver primera tabla del punto 2.2.3.2) de **66,9 m**. Se produce así una pérdida de carga de **0,88 m.c.a.**

Por tanto, la pérdida de carga a vencer por el grupo de bombeo del circuito secundario, formado por dos bombas, una en reserva, funcionando alternativamente es de **3,9 m.c.a.**

Teniendo en cuenta los parámetros de caudal y pérdida de carga se han seleccionado dos bombas con las características que aparecen en el punto 1.13.8 del presente documento proyecto.

2.2.4.5 Vaso de expansión

El circuito primario del sistema de apoyo auxiliar, formado por calderas de gas, forma un circuito cerrado. Como tal debe disponer de un vaso de expansión cerrado cuya función no es otra que la absorber la variación de volumen del fluido caloportador, manteniendo la presión entre los límites preestablecidos.

El diseño de este vaso de expansión se ha realizado siguiendo las pautas fijadas en la norma UNE 100-155-88

El volumen de este vaso de expansión (V_t) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$$



donde:

V: volumen de agua contenido en el circuito primario del sistema auxiliar
C_e: coeficiente de expansión
C_p: coeficiente de presión

El volumen de agua contenido en el circuito primario (V) es igual a la suma del volumen de agua contenido en las calderas y el contenido en la red de tuberías de dicho circuito. Así:

$$V = V_{\text{calderas}} + V_{\text{tuberías}} = 240 + 300 \cdot \pi \cdot (0,52)^2 / 4 = \mathbf{303,7 \text{ l}}$$

En esta expresión se ha estimado en 30 m la longitud de tuberías (incluyendo los accesorios y válvulas).

Por otro lado, el coeficiente de expansión (C_e) se calcula a través de la siguiente expresión:

$$C_e = (-1,75 + 0,064 \cdot T + 0,0036 \cdot T^2) \cdot 10^{-3} = \mathbf{0,015}$$

En esta expresión T ha sido sustituido por 60 °C, puesto que el vaso de expansión se instalará en el circuito de retorno del circuito primario, antes de las bombas.

Por último, el coeficiente de presión (C_p) se calcula a través de la siguiente expresión:

$$C_p = P_M / (P_M - P_m) = \mathbf{2}$$

siendo:

P_M: presión máxima del vaso, 3 kg/cm²
P_m: presión mínima del vaso, 1,5 kg/cm²

Estos valores fueron adecuadamente justificados en el punto 1.8 del presente documento proyecto.

En conclusión, se obtiene un volumen necesario para el vaso de expansión de **9,1 l**.

Se ha instalado un vaso de expansión cerrado cuyas características aparecen recogidas en el punto 1.13.11 del presente documento proyecto.

2.2.4.6 Descalcificador de agua de calderas

La instalación de tratamiento de agua para calderas mediante proceso automático de descalcificación constará de:



- Depósito con resina intercambiadora
- Depósito con sal para regeneración, con válvula de salmuera incorporada.
- Depósito de agua descalcificada.
- Batería de válvulas de diafragma para regeneración de resinas
- Programador electrónico digital para inicio de la regeneración por volumen.

La resina utilizada en el proceso de descalcificación del agua de calderas será del tipo poliestirénico sulfonado. La capacidad de intercambio de dicha resina será de 39 miliequivalentes de Ca y Mg (expresados como CaCO_3) por litro de resina, o lo que es lo mismo $3,9 \text{ m}^3$ de agua con 1 °F de dureza ($3,9 \text{ m}^3 \times \text{HF} / \text{l de resina}$). Esta capacidad corresponde a un nivel de regeneración de 80 g de NaCl por litro de resina.

La dureza del agua de alimentación se estima en 70 HF. El volumen de agua de reposición del circuito primario a descalcificar se estima en 1000 l. Por ello es necesario el siguiente volumen de resina intercambiadora:

$$\text{VR} = (\text{D}_i - \text{D}_o) \cdot \text{V} / 6 = \mathbf{11,67 \text{ l}}$$

donde:

VR: volumen de resina intercambiadora (l)
 D_i : dureza de entrada (70 HF)
 D_o : dureza de salida (0 HF)
V: volumen de agua a descalcificar en cada ciclo (1 m^3)

Las características técnicas del equipo descalcificador instalado pueden verse en el apartado 1.13.10 del presente documento proyecto.

2.2.4.7 Chimenea de evacuación

Las calderas de gas instaladas como grupo de apoyo producen gases procedentes de la combustión del propano que usan como combustible. Estos gases de escape son canalizados hacia el exterior a través de una chimenea instalada en la misma sala de calderas.

El diseño de esta chimenea se ha realizado siguiendo las pautas de la normativa existente, la norma UNE 123-001-94.

Los datos de partida necesarios para el cálculo de la chimenea son los siguientes:

-Potencia de las calderas: 200 kW (172.000 kcal/h)



-Rendimiento de las calderas:	91,7 %
(dato proporcionado por el fabricante)	
-Coeficiente de exceso de aire(C_e):	0,91
(obtenido de la tabla B.3 del anexo B de la norma)	
-Características del gas propano: (obtenidas de la tabla A.1 del anexo A de la norma)	
· PCS:	93.300 kJ/Nm ³
· PCI:	85.750 kJ/Nm ³
· CO ₂ máx.:	13,9 %
· Densidad:	1,85 kg/m ³
· Poder comburífero (PC):	24 Nm ³ /Nm ³
· Poder fumífero (PF):	25,5 Nm ³ /Nm ³

De la tabla B.2 del anexo B de la norma se obtiene tanto el contenido en volumen de CO₂ como el exceso de aire:

-Contenido en volumen de CO ₂ :	8,2%
-Relación CO ₂ máx./CO ₂ :	1,7

El exceso de aire (e) se calcula a través de la siguiente expresión:

$$e = (CO_{2\text{máx.}}/CO_2 - 1) \cdot C_e = (1,7 - 1) \cdot 0,917 = 0,642$$

La temperatura de salida de los humos es de 230 °C, según la tabla B.4 del anexo B de la norma.

A continuación se calcula el caudal másico de los humos, mediante la ecuación:

$$\begin{aligned} m &= 1,2 \cdot (PF + e \cdot PC) \cdot P / (\eta \cdot PCI) = \\ &= 1,2 \cdot (25,5 + 0,642 \cdot 24) \cdot 100 / (0,917 \cdot 85.750) = 0,062 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Este caudal másico corresponde a cada una de las dos calderas instaladas. Como se describió en el punto 1.7 del presente documento proyecto, la salida de humos está formada por dos tramos horizontales que convergen en uno solo vertical.

Al ser las calderas instaladas generadores con hogar en depresión, la presión disponible a la salida se ha calculado a través de la siguiente expresión:

$$\Delta p_{\text{cald}} = 1,5 \cdot \log (P) - 1,2 = 1,5 \cdot \log (100) - 1,2 = 1,800 \text{ Pa}$$

Como temperatura exterior de proyecto se ha adoptado la temperatura media de las máximas durante el período de funcionamiento, adoptando la temperatura de 15 °C al tratarse de la zona W (ver anexo D de la norma).



2.2.4.7.1 Tramo horizontal

Este es el tramo que enlaza las calderas con el tramo vertical. Posee una pendiente ascendente superior al 3%.

Como primera aproximación, se ha asumido una velocidad media en función del caudal másico según la siguiente relación:

$$v = 7,1 + 2,03 \cdot x + 0,25 \cdot x^2 - 0,526 \cdot 10^{-3} \cdot x^4 = 3,36 \text{ m/s}$$

donde $x = \ln(m) = \ln(0,062) = -2,78$

Haremos la suposición de que la temperatura media de los humos coincide a la temperatura de estos a la salida de la caldera, 230 °C

El caudal volumétrico se calcula ahora a través de la siguiente expresión:

$$Q = m / \rho_{hm} = m \cdot R \cdot T_{hm} / (101.325 \cdot (1 - 0,00012 \cdot A)) = 0,064 \text{ m}^3/\text{s}$$

donde:

ρ_{hm} : densidad media de los humos

A: altitud sobre el nivel del mar, 5 m (ver tabla 2.1 de la norma UNE 100-002-88)

R: constante de elasticidad de los humos, 300 J / (kg · K)

T_{hm} : temperatura media de los humos, 230 °C

La sección transversal de la chimenea se calcula mediante la expresión:

$$A_s = Q / v = 0,064 / 3,36 = 0,019048 \text{ m}^2 = 22.096 \text{ mm}^2$$

A partir de este dato podemos calcular el diámetro de los tramos correspondientes:

$$\phi = 2 \cdot \sqrt{A_s / \pi} = 2 \cdot 84 = 156 \text{ mm}$$

Se ha optado por instalar dos salidas de humos de 200 mm de diámetro.

2.2.4.7.2 Tramo vertical

En este tramo se produce la unión de ambos tramos horizontales, con ayuda de dos codos, y se unifican en uno solo. El área de la sección transversal elegida es inferior a la del tramo horizontal, esto es, a la suma de las dos secciones horizontales. Así ha de verificarse lo siguiente:

$$A_v \leq 2 \cdot A_H$$

donde:



A_V : sección del tramo vertical

A_H : sección de uno de los dos tramos horizontales idénticos, 31.416 mm^2

Por tanto, $A_V \leq 62.832 \text{ mm}^2$

Esto se traduce en que el diámetro de la conducción vertical debe ser menor a 282 mm. El presente proyecto contempla la instalación de un tramo vertical de 260 mm de diámetro.

2.2.5 SIMULACIÓN DE LA INSTALACIÓN

En este apartado se reflejan los resultados obtenidos de la simulación de la instalación objeto del presente proyecto con TRNSYS. El esquema de la simulación es análogo al introducido en el punto 2.2.1.

El primer resultado obtenido es la fracción de cobertura solar (f) de la instalación proyectada, para un período de un año. El valor obtenido es igual al **71,43%**.

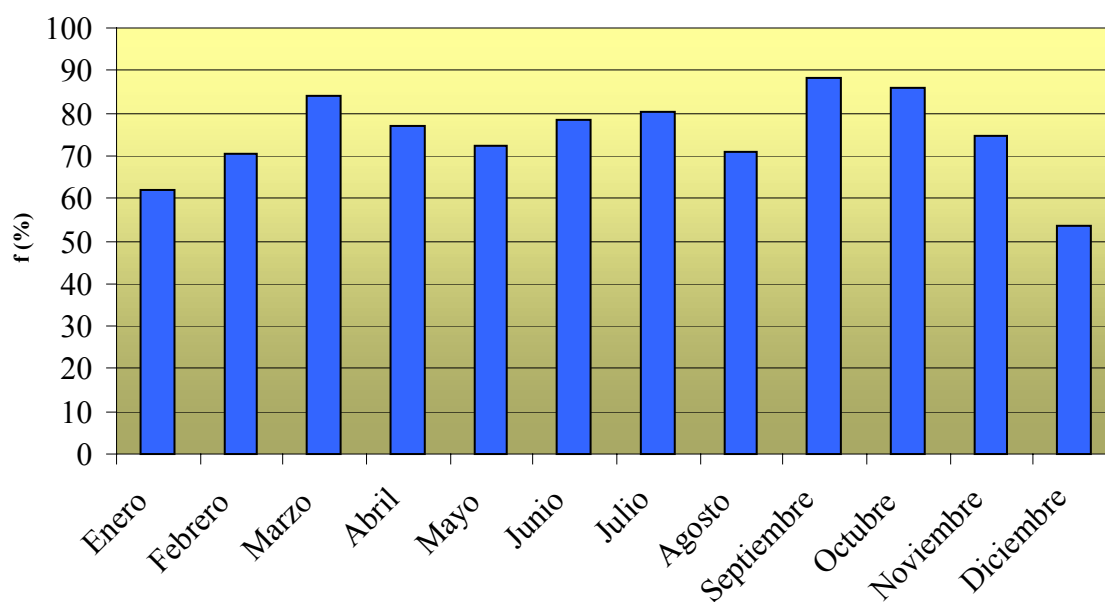
También se han obtenido valores mensuales de este mismo parámetro f , los cuales son mostrados a continuación en la siguiente tabla y representados gráficamente en la página siguiente.

MES	FRACCIÓN DE COBERTURA SOLAR (%)
Enero	62.12
Febrero	70.53
Marzo	84.01
Abril	77.12
Mayo	72.07
Junio	78.40
Julio	80.17
Agosto	70.98
Septiembre	88.44
Octubre	86.00
Noviembre	74.71
Diciembre	53.41



Otros resultados que se han obtenido son los valores mensuales de la potencia calorífica consumida, la potencia solar aprovechada y la radiación solar incidente sobre la instalación. Estos datos aparecen igualmente reflejados en una tabla y luego representados gráficamente.

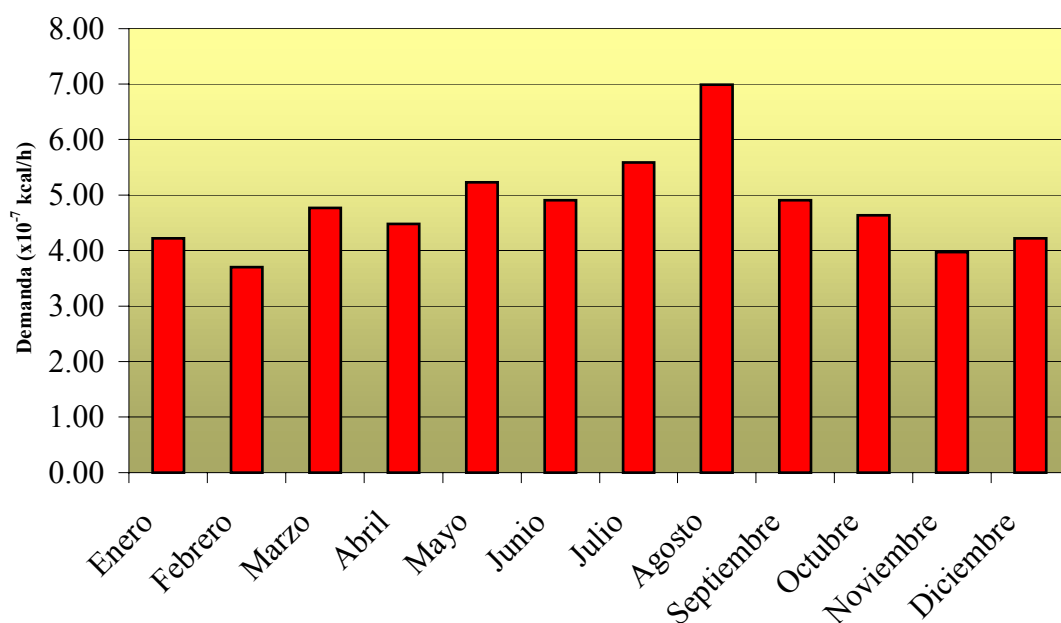
VALORES MENSUALES DE LA FRACCIÓN DE COBERTURA SOLAR (%)



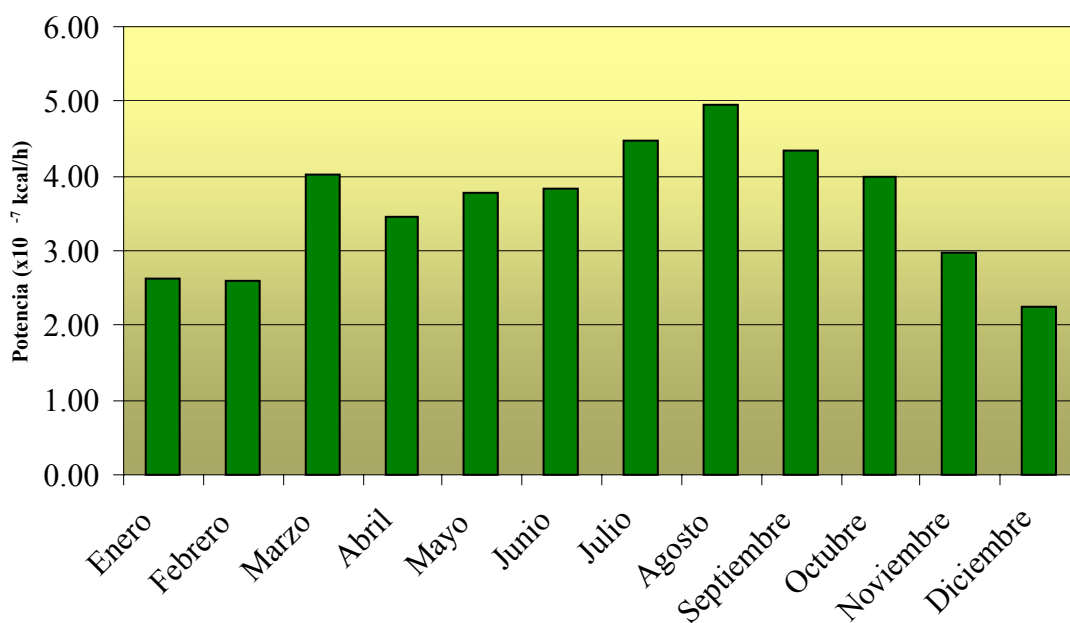
MES	DEMANDA (x10-7 kcal/h)	ENERGÍA SOLAR (x10-7 kcal/h)	RADIACIÓN INCIDENTE (x10-5 W/m2)
Enero	4.22	2.62	4.85
Febrero	3.70	2.61	4.62
Marzo	4.77	4.01	6.91
Abril	4.48	3.45	6.02
Mayo	5.23	3.77	6.36
Junio	4.90	3.84	6.26
Julio	5.59	4.48	6.95
Agosto	6.99	4.96	6.86
Septiembre	4.90	4.33	6.95
Octubre	4.63	3.98	6.47
Noviembre	3.97	2.96	5.11
Diciembre	4.22	2.25	3.94



VALORES MENSUALES DE POTENCIA DE CONSUMO

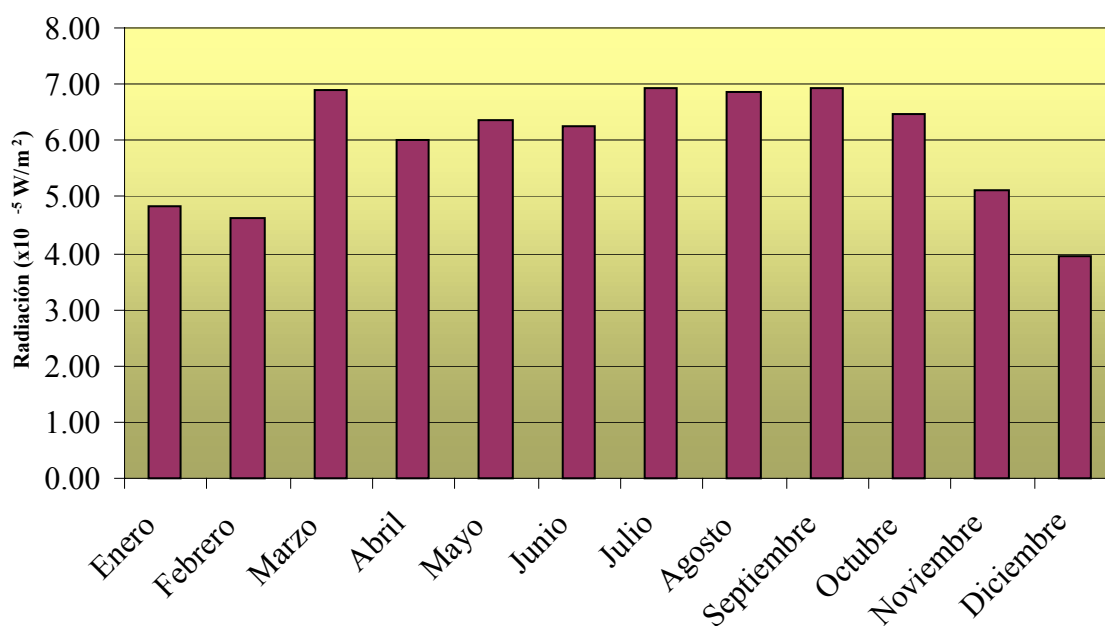


VALORES MENSUALES DE LA POTENCIA SOLAR CAPTADA

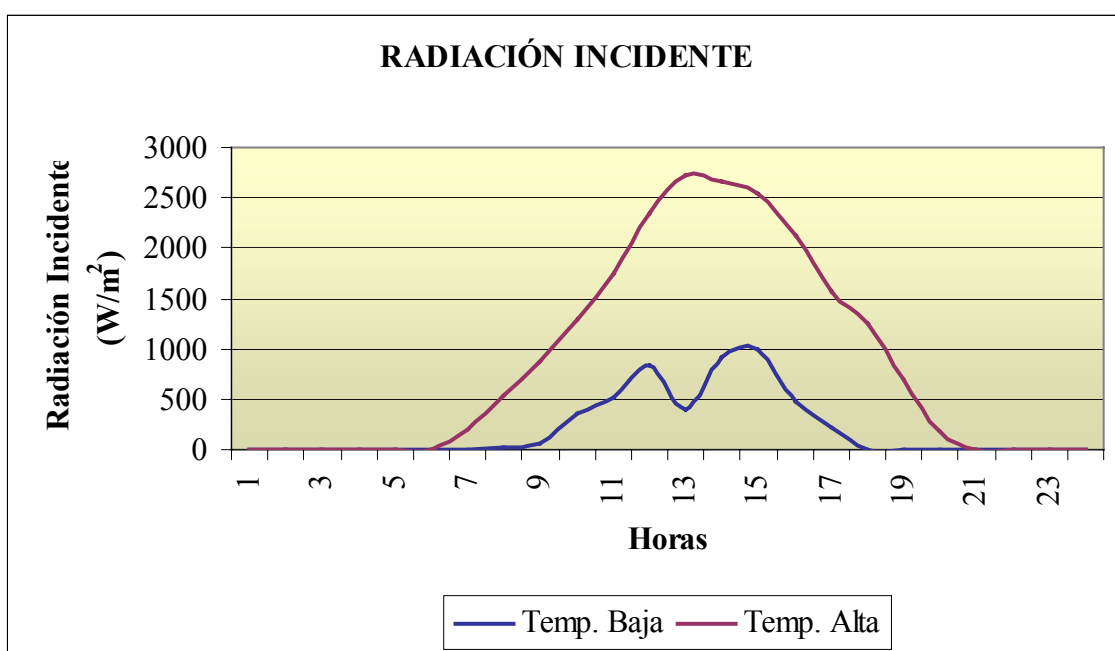


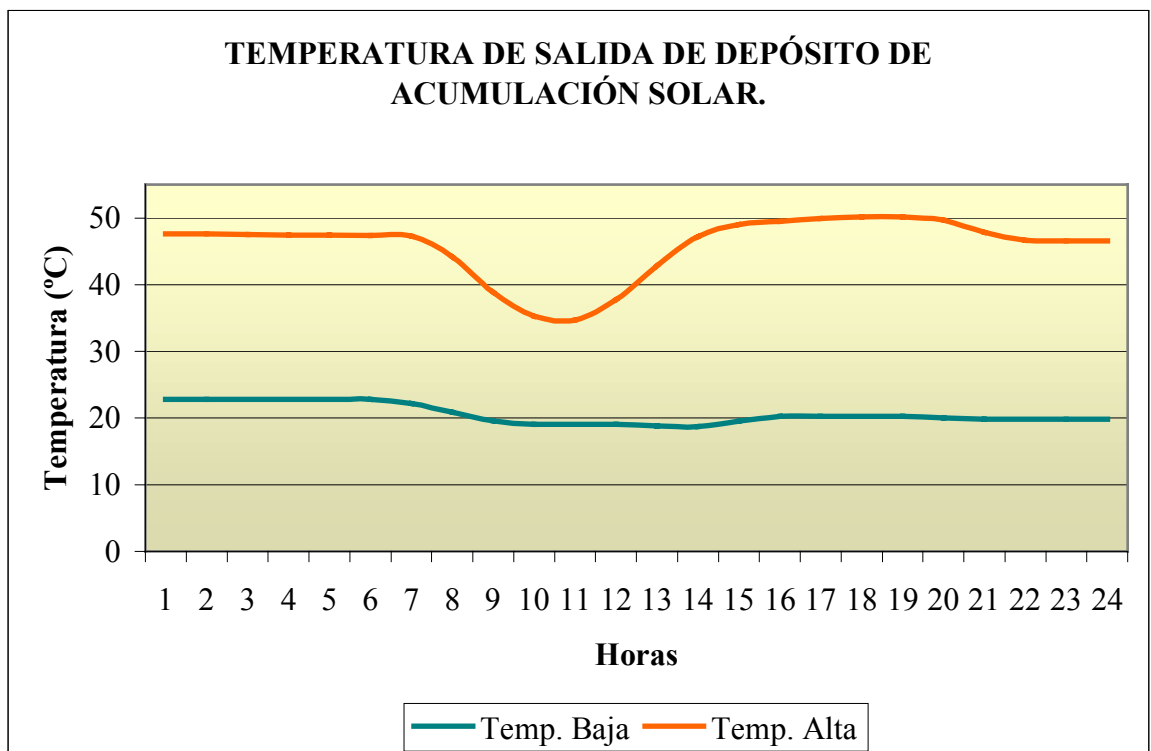
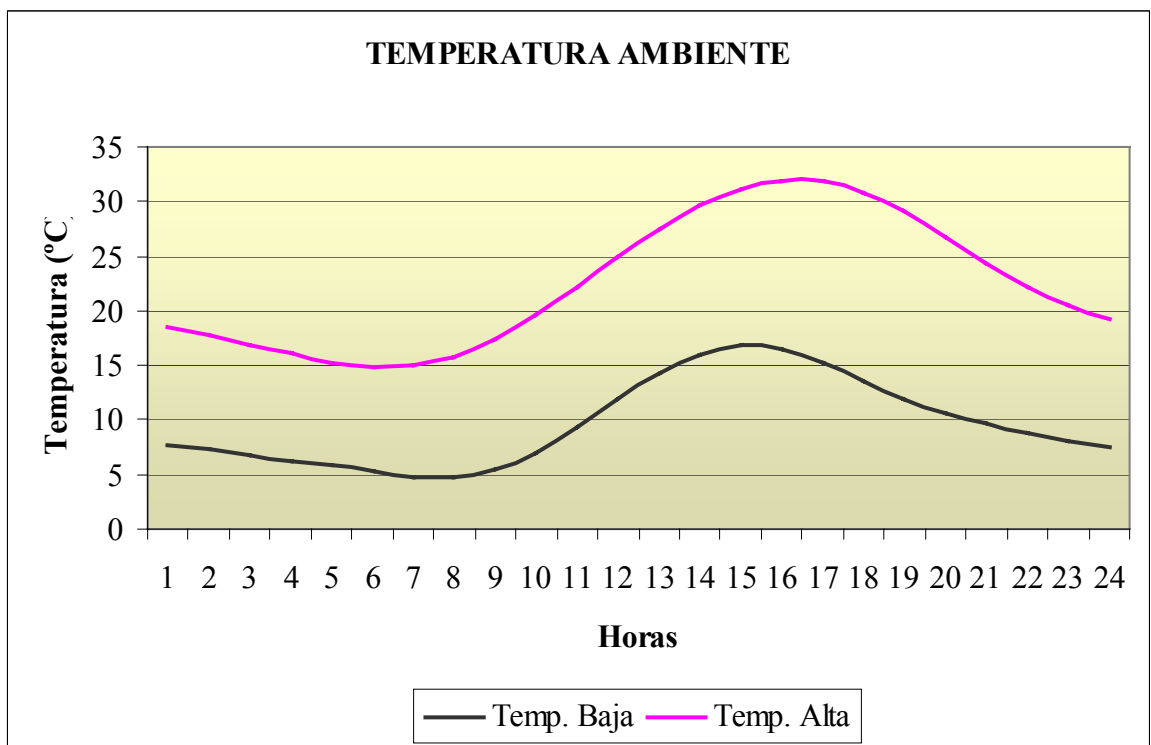


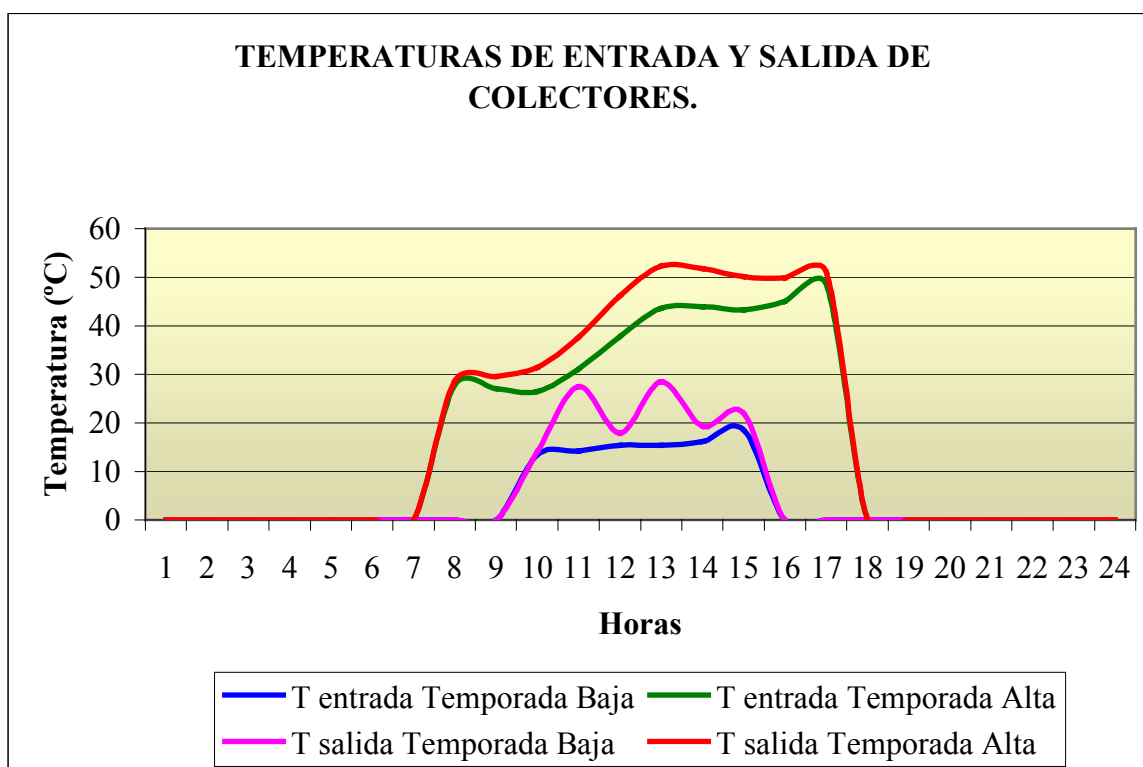
VALORES MENSUALES DE LA RADIACIÓN INCIDENTE



Por último, representaremos la evolución a lo largo de un 24 horas de los valores de radiación solar incidente, temperatura ambiente, temperatura de salida del depósito de acumulación solar y temperatura de salida y entrada de colectores para dos días cualesquiera, uno en temporada baja (concretamente el 20 de Diciembre) y otro en temporada alta (el 2 de Julio).







2.2.6. AISLAMIENTO TÉRMICO DE LAS INSTALACIONES

Los aparatos, equipos y conducciones de las instalaciones están aislados térmicamente con el fin de evitar consumos superfluos y conseguir que los fluidos caloportadores lleguen a las unidades terminales con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de producción, así como para poder cumplir las condiciones de seguridad para evitar contactos accidentales con superficies calientes.

Los espesores del material destinado al aislamiento térmico de las instalaciones cumplirán con todo lo indicado en el apéndice 03.1 del RITE y en el apartado referido al aislamiento en las Especificaciones Técnicas para el diseño y montaje de instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente de aplicación en el programa PROSOL de la Junta de Andalucía.

Dichos materiales cumplirán con lo señalado en el pliego de prescripciones técnicas, que a su vez cumplirá lo indicado en la norma UNE 100-171-89.

Como señala el apéndice 03.1 del RITE, los componentes de la instalación dispondrán de aislamiento térmico cuando contengan fluidos a temperatura inferior a la ambiente o superior a 40 °C y estén situados en locales no calefactados.



Los componentes que vienen aislados de fábrica tienen el nivel de aislamiento marcado por la respectiva normativa o determinado por el fabricante.

Tuberías y accesorios

Para un material aislante de conductividad térmica de $0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, los espesores de aislante para las tuberías y accesorios de la instalación son los siguientes:

- En exterior: 30 mm
- En interior: 20 mm

Depósitos de acumulación

Los cinco depósitos con los que cuenta esta instalación tienen más de 500 l. Para un material aislante de conductividad térmica de $0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, el espesor de aislante para los depósitos serán de 60 mm, 10 mm superior al mínimo fijado por las especificaciones técnicas de PROSOL. Esto es así pues en la mayoría de las ocasiones en la que aparece un comportamiento poco eficiente de los sistemas térmicos solares para producción de A.C.S., este viene explicado por un deficiente aislamiento de los depósitos de acumulación.

Intercambiador de calor

Para un material aislante de conductividad térmica de $0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, el espesor de aislante para el intercambiador situado en el circuito auxiliar será de 40 mm.

Vaso de expansión

Para un material aislante de conductividad térmica de $0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, el espesor de aislante para el vaso de expansión cerrador situado en el circuito primario del circuito auxiliar será de 40 mm

2.2.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El cálculo de las canalizaciones presentes en las instalaciones ha sido realizado teniendo en cuenta las exigencias del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.E.B.T.) e Instrucciones Técnicas Complementarias. Estas consideraciones son en general las siguientes:

- En todas las canalizaciones, se emplearán conductores de cobre, caracterizados por una conductividad eléctrica de $56 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$. Los conductores contarán en general con aislamiento de polietileno reticulado, salvo aquellos desnudos de la instalación de puesta a tierra. Su designación será UNE RV 0,6/1 kV.



- La tensión de alimentación a los distintos edificios es de 380 V entre fases y 220 V entre fases y neutro, siendo de 50 Hz la frecuencia de la corriente.
- La intensidad máxima admisible por los conductores, obtenida de las tablas de las Instrucciones Técnicas, se corrige con un factor de seguridad de valor 0,8.
- La caída máxima de tensión será del 3 % para circuitos de alumbrado y del 5 % para otros usos, considerando la longitud más desfavorable del circuito en cuestión.
- En conjunción con la instalación de tierra, se colocarán interruptores automáticos diferenciales de rearme manual y de calibre y sensibilidad adecuados para una correcta protección contra contactos indirectos de cada receptor o conjunto de ellos.
- Todos los circuitos se protegerán mediante interruptores automáticos de tipo magnetotérmicos, de calibre adecuado y con curvas de desconexión apropiadas al circuito que protegen.
- El factor de potencia de cada circuito se ha tomado en general como 0,85, salvo en aquellos casos donde se indique lo contrario.
- Las ecuaciones empleadas para el cálculo de las líneas son las siguientes:

Para alimentación monofásica:

$$\Delta U = 200 \cdot P \cdot L / (\sigma \cdot S \cdot V^2) \quad I = P / (V \cdot \cos \varphi)$$

Para alimentación trifásica:

$$\Delta U = 100 \cdot P \cdot L / (\sqrt{3} \cdot \sigma \cdot S \cdot V^2) \quad I = P / (\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi)$$

donde:

- I: intensidad nominal de funcionamiento (A)
S: sección (mm²)
P: potencia de cálculo del circuito secundario (W)
 ΔU : caída de tensión (%)
V: tensión de alimentación del circuito considerado (V)
 $\cos \varphi$: factor de potencia del circuito considerado
L: longitud del circuito considerado
 σ : conductividad del cobre, 56 m / $\Omega \cdot \text{mm}^2$

El cálculo de las conexiones necesarias para las líneas desde los receptores hasta el cuadro eléctrico de protección situado en la sala de máquinas se realiza según la norma MI-BT 007.



Los receptores principales considerados han sido los 3 grupos de bombeo de nuestra instalación. Además están

Así, para el grupo de bombeo del circuito solar, constituido por dos bombas idénticas, de alimentación trifásica, con una potencia nominal de 1,50 kW, se ha calculado la necesidad de la instalación de un cable de cobre, tripolar, en instalación aérea. Este será de sección $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$, e irá bajo tubo de PVC de 16 mm.

Para el grupo de bombeo del circuito primario y secundario del sistema auxiliar, constituido de nuevo por dos bombas idénticas cada uno, de alimentación monofásica, con una potencia nominal de 760 y 270 W respectivamente, se ha calculado la necesidad de la instalación de cable de cobre, unipolar, en instalación aérea. Estos serán de sección $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$, e irán bajo tubo de PVC de 13 mm.

Este último tipo de cable alimentará los sistemas de control electrónicos de la instalación.

Con estos cables se verifican las exigencias requeridas por el REBT.

Por otro lado, las protecciones que llevarán estos circuitos se calculan en función de la intensidad máxima que admite el cable y de la intensidad que circula por este. Estas quedan reflejadas en el esquema eléctrico que aparece en el capítulo de planos. Según esto se elige un cuadro estanco IP-55 con la siguiente aparamenta de protección:

- 1 diferencial 4x25 A 300 mA (para la alimentación).
- 1 diferencial 2x6 A 300 mA (para el control de caldera).
- 1 diferencial 2x6 A 300 mA (para el control de circuito auxiliar)
- 1 diferencial 2x6 A 300 mA (para el control de circuito solar)
- 2 magnetotérmicos 3x20 A (para las bombas del circuito solar).
- 4 magnetotérmicos 2x25 A (para las bombas del circuito auxiliar).



3.- PRESUPUESTO



3.1 EQUIPO SOLAR

- 64 Uds. Captador solar homologado marca MADE modelo 4000-E, de las siguientes características:

- *Placa absorbente*: constituido por parrilla de tubos de 8 mm de diámetro, con aleta de cobre y unida a dos tubos colectores de 22 mm de diámetro de gual material. Tratamiento superficial de la placa selectivo por oxidación del cobre mediante proceso Ebonol-C. Absortancia (α) : 0,96 ÷ 0,98. Emitancia (ϵ): 0,45 ÷ 0,55. Volumen del fluido contenido: 1,3 litros.
- *Cubierta transparente*: cristal templado de 4 mm de espesor. Transmitancia (τ): 0,85 ÷ 0,90.
- *Caja colector*: perfil extruido de aluminio anodizado. Fondo base de chapa de acero galvanizado (60 micras).
- *Dimensiones de apoyo*: 1050 x 2120 x 86,2 mm
- *Superficie útil de captación*: 2,13 m²
- *Peso del colector*: 47 kg (en vacío)
- *Presión de trabajo*: 6,5 kg/cm²
- *Curva de rendimiento*: $\eta = 0,797829 - 5,71 \times T^*$

.....**3.916.800.-Ptas.**

- 88 Uds. de soporte estructural tipo simple, galvanizado interiormente y exteriormente en caliente por inmersión, incluso tornillería en acero inox.

.....**354.200.-Ptas.**

- 3 Uds. de depósito acumulador solar de 3500 l. Depósito acumulador fabricado en acero al carbono protegidos interiormente contra la corrosión por recubrimiento de resinas epoxídicas. Aislado térmicamente con espuma de poliuretano rígido inyectado. Presión de trabajo de 6 kg/cm². Incluye tubería difusora de acometida de agua fría interior antiturbulencia y protección catódica.

.....**1.941.447.-Ptas.**



1 Ud. de control electrónico proporcional marca DISOL modelo para el gobierno de las bombas de circulación del circuito solar.

.....**41.200.-Ptas.**

- 2 Uds. de bomba de circulación de circuito solar. Bomba sencilla centrífuga monocelular en línea. Marca Grundfod modelo LP 50-125/142. Punto de trabajo: Caudal 6,8 m³/h Altura 24 m.c.a. Potencia 1,5 kW. Velocidad de giro de 2900 rpm.

.....**351.600 Ptas.**

- 2 Uds. de válvula de retención en latón con clapeta de asiento especial de 2".

.....**11.500.-Ptas.**

- 1 Ud. de filtro en latón de asiento inclinado de 2".

.....**11.500.-Ptas.**

- 6 Uds. de válvula de seguridad de bronce tarada a 6 kg/cm².

.....**15.180.-Ptas.**

- 2 Uds. de manómetro de esfera con escala de 0-6 kg/cm².

.....**6.900.-Ptas.**

- 80 Uds. de manguito de compresión marca "Sanbra", fabricado en latón de 22 mm de diámetro.

.....**56.120.-Ptas.**

- 24 Uds. de tapón compresión marca "Sanbra", fabricado en latón de 22 mm de diámetro.

.....**14.208.-Ptas.**

- 24 Uds. de codo simple compresión marca "Sanbra", fabricado en latón de 22 mm de diámetro.

.....**22.512.-Ptas.**



- 24 Uds. de acoplamiento recto simple compresión marca “Sanbra”, fabricado en latón de 22 mm a $\frac{3}{4}$ “ con válvula de seguridad de bronce marca OR de $\frac{1}{2}$ ” con gatillo de apertura prevista para 6 kg/cm²
.....**69.000.-Ptas.**
- 24 Uds. de codo purgador en latón con botellín desaireador en cobre de 22 mm de diámetro a $\frac{3}{4}$ ”.
.....**151.800.-Ptas.**
- - 1 Ud. de codo purgador sensor en latón con botellín desaireador en cobre y vaina portasonda de 22 mm de diámetro a $\frac{3}{4}$ ”.
.....**6.900.-Ptas.**
- 1 Ud. de termostato limitador marca IMIT con escala de 30-90 °C.
.....**4.025.-Ptas.**
- 6 Uds. de termómetro de esfera con escala de 0-120 °C.
.....**20.700.-Ptas.**
- 2 Uds. de hidrómetro de esfera con escala de 0-100 mm.c.a.
.....**6.900.-Ptas.**
- 1 Ud. de cuadro eléctrico de maniobra.
.....**172.500.-Ptas.**
- SUBTOTAL EQUIPO SOLAR.....**7.174.992.-Ptas.**



3.2 EQUIPO DE ENERGÍA AUXILIAR

- 2 Uds. de caldera de acero marca Ferroli modelo 100 PREXTHERM, con potencia de 100 kW. Combustible gas propano. Rendimiento del 91%. Dimensiones 995 x 760 x 1110 (largo x ancho x alto). Peso de 284 kg.
.....**459.400.-Ptas.**
- 1 Ud. de separador centrífugo de aire marca Roca mod. Flexvent.
.....**17.250.-Ptas.**
- 2 Uds. de depósito acumulador solar de 2000 l. Marca Lapesa modelo Master Europa 2000 LPR-V. Depósito acumulador fabricado en acero al carbono protegidos interiormente contra la corrosión por recubrimiento de resinas epoxídicas. Aislado térmicamente con espuma de poliuretano rígido inyectado. Presión de trabajo de 6 kg/cm². Incluye tubería difusora de acometida de agua fría interior antiturbulencia y protección catódica.
.....**815.142.-Ptas.**
- 1 Ud. de vaso expansión cerrado con cámara de nitrógeno de 12 l de capacidad. Marca ROCA, modelo VASOFLEX.
.....**9.885.-Ptas.**
- 2 Uds. de válvula de seguridad de bronce de 1", tarada a 3 kg/cm²
.....**8.050.-Ptas.**
- 4 Uds. de manómetro de esfera con escala de 0-6 kg/cm².
.....**13.800.-Ptas.**
- 1 Ud. de válvula de seguridad con manómetro.
.....**4.025.-Ptas.**



- 2 Uds. de circulador circuito primario. Bomba marca Grundfos modelo UPS 50-120 F. Potencia 0,7 kW. Punto de trabajo: 9 m³/h y 8,5 m.c.a.
.....**220.400 Ptas.**
- 2 Uds. de circulador circuito secundario. Bomba marca Grundfos modelo UPS 40-60/2 F. Potencia 0,3 kW. Punto de trabajo: Caudal 5,8 m³/h Altura: 4,5 m.c.a.
.....**146.000.-Ptas.**
- 1 Ud. de válvula de 3 vías fabricada en latón marca Amimat de 1 ½”
.....**10.995.-Ptas.**
- 1 Ud. de servomotor para válvula de 3 vías modelo SM-103 con kit de montaje.
.....**33.005.-Ptas.**
- 1 Ud. de intercambiador de calor de placas de acero inoxidable con juntas de nitrilo marca Sedical modelo UFX-6L/33. Potencia de intercambio de 200 kW. Temperatura en primario de 80-60 °C. Temperatura en secundario de 20 -50°C. Caída de presión en primario 5,7 m.c.a. Caída de presión en secundario 2,9 m.c.a. Caudal en primario 9 m³/h. Caudal en secundario 5,8 m³/h.
.....**169.130.-Ptas.**
- 1 Ud. de conducto para evacuación de humos, fabricado en acero inoxidable (interior y exterior). Aislado térmicamente. Compuesto por tramos rectos de 1000 mm, te de 90°, tramos extensibles de 320/400 mm, codos de 45°, bridas, soportes murales, adaptadores para caldera, tapones de purga y turbospirómetros.
.....**743.360.-Ptas.**
- 3 Uds. de termostato limitador marca IMIT con escala de 30-90 °C.
.....**12.075.-Ptas.**



- 4 Uds. de termohidrómetro de esfera con escala de 0-128 °C y de 0-60 mm.c.a.

.....**13.800.-Ptas.**

- 4 Uds. de hidrómetro de esfera con escala de 0-128 °C y de 0-60 mm.c.a.

.....**13.800.-Ptas.**

- 1 Ud. de Sistema Dúplex para descalcificación del agua de calderas marca QT ERIE, formado por dos descalcificadores modelo BiBloc Serie S-541 Electrónicos Volumétricos, de 12 l de capacidad de resina cada uno. Incluso depósito de agua descalcificada de polietileno de 500 l de capacidad y tuberías y accesorios necesarios.

.....**352.800.-Ptas.**

SUBTOTAL EQUIPO AUXILIAR.....3.042.917.-Ptas.



3.3 INSTALACIÓN HIDRÁULICA

- Red de tuberías para interconexión hidráulica entre captadores, calderas y depósitos acumuladores de diámetros y secciones según norma UNE-37-141-76, en tubería de cobre calorifugada con fibra de vidrio y célula cerrada según ITE.03.12 con mano de pintura especial de protección en los tramos que estén al exterior. Incluso accesorios para soldadura por capilaridad (codos, tes, manguitos), valvulería de esfera y compuerta para roscar y soldar, y pequeños materiales.

.....**5.053.645.-Ptas.**

SUBTOTAL INSTALACIÓN HIDRÁULICA.....**5.053.645.-Ptas.**



3.4 RESUMEN

- Equipo solar.....	7.174.992.-Ptas.
- Equipo auxiliar.....	3.042.917.-Ptas.
- Circuito hidráulico.....	5.053.645.-Ptas.

SUBTOTAL.....15.271.554.-Ptas.

I.V.A. 16%.....2.443.449.-Ptas.

TOTAL.....17.715.003.-Ptas.



4.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS



4.1. OBJETO

El presente pliego de prescripciones técnicas del proyecto de instalación solar en un hotel tiene como finalidad la determinación y definición de los siguientes conceptos:

1. Extensión de los trabajos a realizar por el instalador o contratista, y que, por lo tanto, deberán estar plenamente incluidos en su oferta; que además de contemplar el presupuesto de las instalaciones deberá añadir las partidas correspondientes a la conexión de la instalación con el suministro de red, después de analizar su ubicación exacta.
2. Materiales complementarios para el perfecto acabado de la instalación, no relacionados explícitamente en el presupuesto pero que por su lógica aplicación quedan incluidos en el suministro del instalador.
3. Calidad y forma de instalación de los diferentes equipos y elementos primarios y auxiliares.
4. Pruebas y ensayos parciales a realizar durante el transcurso de los montajes o finales provisionales y definitivos de las correspondientes recepciones.
5. Las garantías exigidas tanto en los materiales, como en su montaje o en su funcionamiento conjunto.

Todos los trabajos que se indican tanto en planos, mediciones o especificaciones están incluidos, excepto que se especifique su exclusión.

4.2 CONDICIONES GENERALES Y NORMAS LEGALES

4.2.1 CONDICIONES GENERALES.

- Abono de las unidades de obra.

El abono de las distintas unidades de obra se realizará por aplicación de los precios unitarios a las unidades, metros lineales, metros cuadrados, metros cúbicos o lo citado en su caso, realmente ejecutadas en obra, medidas en obra en el caso de unidades, y sobre plano si se trata de medidas de longitud, superficie o volumen.

- Significado de los términos: Suministro, Montaje y Prueba.



Suministro.

Cada vez que se emplee el término “Suministro”, tanto en este Pliego como en las Mediciones y Presupuesto, se entenderá incluido la definición del material, el dimensionamiento, la disposición, el control de calidad, pruebas en fábrica, costo de embalaje, desembalaje, transporte y almacenamiento en obra, procedimientos, especificaciones, descripciones, planos, cálculos, manuales y programas para todo lo anterior, para la Propiedad y las Administraciones competentes, necesario para construir y fabricar el material, así como los costes derivados de visados, tasas, etc. para legalizar la instalación.

Montaje. Instalación

Cada vez que se emplee los términos “Montaje” o “Instalación”, tanto en este Pliego como en las Mediciones y Presupuesto, se entenderá incluido el costo de la medición, replanteo en obra, elevación, manipulación, ejecución y recibo de rozas, fijación de cuadros, cajas, bases de columnas, etc. y cualquier otra ayuda de albañilería, colocación, fijación, conexión eléctrico o mecánico, mantenimiento durante la obra, limpieza, medición final, asistencia a la Propiedad en inspecciones, entrega, adopción de medidas de seguridad contra robo, incendio, sabotaje, daños naturales y accidentes a las personas o cosas.

Todos estos conceptos se entienden adecuados al material en cuestión.

Prueba.

El término “Prueba”, tanto en este Pliego como en las Mediciones y Presupuesto, incluye la comprobación de la instalación, puesta a punto de aparatos para que realicen sus funciones específicas, tarado de relés y protecciones, energización, adopción de medidas de seguridad contra deterioros del material en cuestión o de otros como consecuencia de la primera y contra accidentes a las personas o a las cosas, comprobación de resultados, análisis de los mismos y entrega.

Conceptos comprendidos.

Es de total competencia del Contratista e Instalador y por tanto, queda incluido en el precio ofertado el suministro de todos los elementos y materiales, mano de obra, medios auxiliares y en general aquellos conceptos necesarios para el perfecto acabado y puesta a punto de las instalaciones tal y como se describen en la memoria, son representadas en planos, quedan relacionadas de forma básica en el presupuesto y cuya calidad y montaje se indican en el pliego de prescripciones técnicas.

Queda entendido que los cinco documentos de proyecto, memoria descriptiva, memoria de cálculo, presupuesto, pliego de prescripciones técnicas y planos forman todo un conjunto. Si fuese advertida o existiese una posible discrepancia entre los cinco documentos anteriores, su interpretación será la que determine la Dirección de Obra.



Cualquier exclusión incluida por el Instalador en su oferta y que difiera de los conceptos expuestos en los párrafos anteriores, no tendrá ninguna validez, salvo que en el contrato de una forma particular y explícita, se manifieste la correspondiente exclusión.

Queda explícitamente incluido dentro del alcance de los trabajos del Contratista e Instalador de A.C.S. la realización de la instalación eléctrica de alimentación y maniobra de los motores comprendidos en la instalación de A.C.S. Quedan por tanto incluidos todos los cuadros, aparamenta, arrancadores de motores, cableado, canalizaciones, etc., que sean necesarios. Esta instalación se realizará con arreglo a lo especificado en el apartado de control eléctrico de este documento.

Es de responsabilidad del instalador el cumplimiento de la normativa oficial vigente al respecto del proyecto. Si en el mismo existiesen conceptos ocultos que se desviasen o no cumpliesen las mismas, es obligación del instalador comunicarlo a la Dirección Técnica y Propiedad en la forma que se describirá más adelante y en ningún caso efectuar un montaje o un suministro, que contravenga la normativa. Son extensivos también a los trabajos del instalador la gestión y confección de toda la documentación técnica necesaria para su tramitación ante los diferentes Organismos Oficiales con el objeto de obtener todos los permisos requeridos de acuerdo a la legislación, no pudiéndose proceder a una recepción provisional si todo lo anterior no estuviese debidamente cumplimentado.

Es por tanto responsabilidad del instalador la presentación en tiempo, modo y forma de la documentación mencionada, así como la consecución de los permisos.

Conceptos comprendidos suplementarios.

Se deberá incluir la realización por parte del instalador los conceptos que responden a actividades de albañilería resumidos en los siguientes puntos:

- 1) Bancadas de obra civil para maquinaria.
- 2) Andamiajes o elementos de soportería para zonas altas o fachadas necesarios para el montaje de las instalaciones.
- 3) Protección de canalizaciones cuyo montaje sea realizado por el suelo. Esta protección se refiere al mortero de cemento y arena u hormigón para proteger las mencionadas canalizaciones del tránsito de la obra.
- 4) Apertura de rozas y posterior recibido de las instalaciones con el mortero correspondiente.
- 5) Apertura de huecos en suelos, paredes, forjados u otros elementos de obra civil o albañilería para la distribución de las diferentes canalizaciones, así como el correspondiente elemento a recibir en la obra civil, bien sea marco, bastidor, etc., de los huecos existentes previstos en la obra.



- 6) Recibido de soportería de instalaciones, tanto en el caso de utilizar en los mismos material de construcción, como cuando pueda efectuarse por un elemento mecánico como disparos, taladros, etc. La soportería será también a costa del instalador.
- 7) En general cualquier tipo de albañilería necesaria para el montaje de las instalaciones.
- 8) Almacenes, aseos, etc., necesarios para los instaladores durante el desarrollo de los montajes.
- 9) Suministro de agua y electricidad necesarios para el montaje.

Al igual que en anteriores capítulos, todo lo anterior se entiende incluido salvo que en el contrato de forma concreta o explícita se excluyera cualquiera de los puntos anteriores.

Dentro de los conceptos generales comprendidos indicados en las condiciones generales, a continuación se indican algunos puntos particulares concretos, exclusivamente como ejemplo o aclaración para el instalador, no significando por ello que los mismos excluyan la extensión o el alcance de otros:

- Soporterías, perfiles, estribos, tornillería y en general elementos de sustentación necesarios, debidamente protegidos por pinturas o tratamientos electroquímicos.
- Bancadas metálicas, dilatadores de resorte, liras, uniones extensibles y en general todos los elementos necesarios de absorción de movimientos térmicos de la instalación por causa propia o por dilatadores de obra civil.
- Acoplamiento elásticos en juntas de dilatación o acometidas a maquinaria, equipos o elementos dinámicos.
- Protecciones de redes, equipos y accesorios con pinturas antioxidantes o anticorrosivas, tanto en intemperie como en interiores, enfundados plásticos termoadaptable para canalizaciones empotradas y en general todos aquellos elementos de prevención y protección de agresiones externas.
- Acabados exteriores de aislamientos para protección del mismo por lluvia o acción solar.
- Gases de soldadura, pastas, masticos, siliconas y cualquier elemento necesario para el correcto montaje, acabado y sellado.
- Manguitos pasamuros, marcos de madera, bastidores y bancadas metálicas, y en general todos aquellos elementos necesarios de paso o recepción de los correspondientes de la instalación.



- Canalizaciones y accesorios de desaire a colectores abiertos y canalizaciones de desagüe debidamente sifonadas, necesarios para el desarrollo funcional de la instalación.

Coordinación.

El instalador coordinará y pondrá los medios necesarios para que esta coordinación tenga la efectividad consecuente tanto con la empresa constructora, como los diferentes oficios o instaladores de otras especialidades que concurren en los montajes del edificio.

En aquellos puntos concurrentes entre dos oficios o instaladores y que por lo tanto pueda ser conflictiva la delimitación de la frontera de los trabajos y responsabilidades correspondientes a cada uno, el instalador se atenderá al dictamen que sobre el particular indique la Dirección de Obra.

Todas las terminaciones de los trabajos deberán ser limpias, estéticas y dentro del acabado arquitectónico del edificio, esmerando principalmente los trazados de las redes y soporterías de forma que respeten las líneas geométricas y planimétricas de suelos, techos, falsos techos, paredes y otros elementos de construcción e instalaciones conjuntas.

Todos los materiales acopiados o montados deberán estar suficientemente protegidos al objeto de que sean evitados los daños que les puedan ocasionar agua, basura, sustancias químicas, mecánicas y en general afectaciones de construcción u otros oficios reservándose la Dirección el derecho a eliminar cualquier material que por inadecuado acopio bien en almacén o montaje juzgase defectuoso.

A la terminación de los trabajos el instalador debe proceder a una limpieza y eliminación del material sobrante, recortes, desperdicios, etc., así como de todos los elementos montados o de cualquier otro concepto relacionado con su trabajo, no siendo causa justificativa para la omisión de lo anterior la afectación del trabajo de otros oficios o empresa constructora.

Inspecciones

Tanto la Dirección de Obra como la Propiedad podrá realizar todas las revisiones o inspecciones tanto en el edificio como en los talleres, fábricas, laboratorios, etc., donde el instalador se encuentre realizando los trabajos correspondientes con esta instalación, pudiendo ser las mencionadas inspecciones totales o parciales, según los criterios que la Dirección dictamine al respecto.

Modificaciones.

Sólo serán admitidas modificaciones a lo indicado en el proyecto por alguna de las siguientes causas:



- a) Mejoras en la calidad, cantidad o montaje de los diferentes componentes de la instalación, siempre y cuando no quede afectado el presupuesto o en todo caso sea disminuido, no repercutiendo en ningún caso este cambio con compensación de otros materiales.
- b) Modificaciones en la arquitectura del edificio y consecuentemente variación de su instalación correspondiente. En este caso la variación de instalaciones será exclusivamente la que apruebe la Dirección de Obra o en su caso el instalador con la aprobación de aquélla. Al objeto de matizar este apartado, se indica que se entienden modificaciones importantes en la función o conformación de una zona amplia del edificio. Las pequeñas variaciones debidas a los normales movimientos de obra, quedan incluidos en el precio del instalador.

Es responsabilidad del contratista confirmar todas las dimensiones, cantidades y la coordinación de materiales y productos suministrados por él con otros gremios. En los casos de aparición de problemas debidos a interferencias, modificación de la arquitectura del edificio, etc., será responsabilidad del contratista la realización de propuestas para la resolución de los mismos, que presentará a la Dirección de Obra para su aprobación.

Calidades.

Cualquier elemento, máquina, material y en general cualquier concepto en el que pueda ser definida una calidad, será el indicado en el proyecto bien determinado por una marca comercial, o por una especificación concreta. Si no estuviese definida una calidad, la Dirección podrá elegir la que corresponda en el mercado a niveles de primera calidad.

Por esta razón, todo aquello que no sea lo específicamente indicado en el presupuesto o proyecto, deberá haber sido aprobado por escrito por la Dirección de obra para su instalación pudiendo ser eliminado por tanto, sin ningún perjuicio para la Propiedad si no fuese cumplido este requisito.

Antes del suministro de equipos o materiales el instalador entregará una lista de los mismos, señalando los cambios de marcas propuestos, para aprobación por parte de la Dirección Facultativa.

Reglamentaciones de obligado cumplimiento.

Con total independencia de las prescripciones indicadas en los documentos del proyecto, es prioritario para el instalador el cumplimiento de cualquier reglamentación de obligado cumplimiento, en su edición más reciente, que afecte a su instalación, bien sea de índole nacional, autonómico, municipal, de compañías o en general de cualquier ente que pueda afectar a la puesta en marcha legal y necesaria para la consecución de las funciones del edificio, siendo por tanto competencia y responsabilidad del instalador la previa revisión del proyecto antes de que realice ningún pedido ni que ejecute ningún montaje y su denuncia a la Dirección y Propiedad de cualquier concepto no compatible



con la reglamentación exigida. Esta comunicación deberá ser realizada por escrito y entregada en mano a la Dirección de Obra.

Planos de montaje y documentación.

El instalador debe preparar todos los planos tanto de taller como de montaje necesarios, mostrando en detalle las características de construcción precisas para el correcto montaje de los equipos y redes por sus montadores para pleno conocimiento de la Dirección y de los diferentes oficios y empresas constructoras que concurren en la edificación. Entre otros puntos, los mencionados planos deben determinar la situación exacta de bancadas, anclajes, huecos, soportes, etc., y todo ello dentro de los plazos de tiempo exigidos para no entorpecer el programa general de construcción y acabado bien sea por zonas o bien sea general. Independiente de lo anterior, el instalador debe marcar en obra los huecos, pasos, trazados y en general todas aquellas señalizaciones necesarias tanto para sus montadores, como de otros oficios o empresas constructoras.

Según se ha indicado en puntos anteriores, es así mismo competencia del instalador, la presentación de los escritos y planos correspondientes para la legalización de su instalación ante los diferentes entes u organismos.

No se iniciará ningún trabajo que requiera plano de montaje, documentación o muestra si no ha sido revisado por la Dirección Facultativa.

Antes de la instalación de equipos o materiales se entregará la siguiente información y la que se indique en cada capítulo correspondiente:

- Planos a escala con localización de pasamuros y aberturas a realizar.
- Planos a escala de conductos y tuberías con dimensiones, cotas e indicación apropiada de coordinación con otros contratistas o gremios. Ubicación de equipos. Se entregará un plano vegetal y dos en papel.
- Planos con detalles típicos sobre la construcción de conductos, materiales y dimensiones a utilizar.
- Esquemas de cableado del sistema de control.
- Lista de soportes.
- Relación y catálogos de válvulas y compuertas, indicando localización, función, tipo e identificación. Se suministrará un panel, bajo cristal, con el esquema e identificación de dichos elementos.
- Lista de elementos antivibratorios.
- Lista de materiales aislantes utilizados y su clasificación en cuanto al comportamiento al fuego.



- Programa de tratamiento de agua.
- Catálogos e información técnica de todo el equipamiento a instalar.

Los documentos no se aceptarán para revisión si no:

- Están correctamente identificados en el proyecto.
- Reflejan las características completas del equipo, incluso, elementos auxiliares si es necesario.

En la revisión de los planos de montaje:

1. No se considerará aceptado ningún documento en el que existan diferencias relevantes respecto a lo especificado, a no ser que en la documentación presentada por el contratista, dichas diferencias estén claramente señaladas.
2. Es la responsabilidad del contratista confirmar todas las dimensiones, cantidades y la coordinación de materiales y productos suministrados por él con otros gremios. La aprobación de planos de montaje que contengan errores, no eximirá al contratista de realizar correcciones a su coste.
3. Las sustituciones de equipos, materiales, etc. respecto a lo previsto en proyecto deben ser coordinados por el contratista con otros posibles contratistas afectados. No se admitirán sobrecostos generados por trabajos que deban realizar estos otros contratistas, a no ser que exista un acuerdo previo por escrito con la propiedad.

Asimismo, al final de la obra el instalador deberá entregar unos planos de construcción y diferentes esquemas de funcionamiento o conexonado necesarios para que en el futuro conocimiento haya una determinación precisa de como es su instalación, tanto en sus elementos vistos como ocultos. Estos planos (“as-built”) tendrán las siguientes características:

- Mostrarán todo el trabajo sujeto al contrato e información dimensional para exacta localización de conductos y tuberías ocultas.
- Los planos incluirán la actualización de las listas de equipos.
- Los planos serán de tipo reproducible, según instrucciones.
- El contratista dispondrá de los planos de petición de oferta que sean adecuados para su uso en la elaboración de los planos de montaje y/o “as-built”. En cualquier caso, no se debe interpretar que el número de planos “as-built” y/o montaje a realizar esté condicionado por los planos realizados para petición de oferta.



Cualquier documentación gráfica generada por el instalador sólo tendrá validez si está visada por la Dirección de Obra, entendiéndose que esta aprobación es general y no releva de ningún modo al instalador, de la responsabilidad de errores y de la correspondiente necesidad de comprobación y reparación de planos por su parte.

Garantía.

Tanto los componentes de la instalación como su montaje y funcionamiento, debe quedar garantizada por un año como mínimo, a partir de la recepción provisional y en ningún caso esta garantía cesará hasta que sea realizada la recepción definitiva.

Mantenimiento.

A) Instrucciones:

Una vez finalizados todos los ensayos y ajustes, se darán instrucciones completas al Representante de la Propiedad respecto a todos los detalles de operación y mantenimiento de los equipos instalados. El contratista aportará personal cualificado para manejar dichos equipos durante un período suficiente de tiempo para garantizar que el Representante de la Propiedad esté suficientemente cualificado para asumir el manejo y procedimientos de mantenimiento. Asimismo, el Contratista aportará el personal cualificado para hacer funcionar los equipos durante un período suficiente de tiempo, para cumplir con todos los ensayos de funcionamiento y rendimiento requeridos por la administración competente en estas materias.

B) El contratista suministrará todas las herramientas especiales necesarias para el mantenimiento de todos los sistemas.

C) Manuales de operación y mantenimiento:

1. El Contratista aportará copias encuadernadas de todos los manuales de operación y de mantenimiento, incluyendo datos sobre las capacidades y el mantenimiento de todos los equipos y aparatos.
2. *Manual de operación.* En esta sección se incluirán datos completos sobre el diseño y gestión de los sistemas. El documento señalará claramente las características esenciales de cada sistema y explicará los pasos y actividades precisos para manejar cada sistema instalado.

Los siguientes puntos indican el alcance del manual.

- a. Descripción narrativa de los principios de operación.
- b. Diagramas de sistemas indicando conexiones, secuencia de funcionamiento y diagramas de flujos.
- c. Esquemas de cableado suficientemente detallados para definir el sistema y el funcionamiento de los elementos relacionados.



- d. Curvas de Rendimiento: para bombas y equipos similares bajo las condiciones de funcionamiento.
 - e. Mandos automáticos: Esquemas y descripción de funciones.
 - f. Procedimientos de pruebas.
 - g. Validaciones de pruebas.
 - h. Los libros de instrucciones podrán ser los estándar pero estarán señalizados claramente los equipos a los que se aplican.
 - i. Los procedimientos de funcionamiento incluirán como mínimo, arranque, funcionamiento normal, funcionamiento en emergencias y parada.
 - j. Cuando sea aplicable, se colocará un (1) juego de instrucciones de manejo y mantenimiento en un marco con cristal y se colgará al lado del equipo en cuestión.
3. *Manual de mantenimiento*: En esta sección se incluirá información con referencia específica a instrucciones sobre procedimientos, procesos y actividades a ser realizados por el personal responsable del mantenimiento. Se describirán las prácticas recomendadas y la periodicidad de los trabajos de mantenimiento, pruebas e informes y se definirá cualquier acuerdo contractual formalizado con contratistas/proveedores de artículos requeridos para llevar a cabo los programas permanentes de mantenimiento o sus responsabilidades. El alcance del manual de mantenimiento se define en los siguientes puntos:
- a. Una descripción completa de todos los equipos, incluyendo una relación desglosada de todos los componentes de los mismos.
 - b. Instrucciones completas de funcionamiento y mantenimiento para todos los equipos, incluidos los trabajos periódicos de mantenimiento y operaciones secuenciales.
 - c. Los planos del fabricante de todos los equipos señalando componentes de vital importancia y el método de montaje y desmontaje.
 - d. Esquemas de cableado de paneles de control y arrancadores.
 - e. Diagramas de control y secuencia de operaciones.



- f. Instrucciones de instalación.
 - g. Ajustes y alineamiento.
 - h. Programa de lubricación: indicando el tipo y la frecuencia de la lubricación requerida para cada elemento del equipo.
 - i. Lista de piezas de recambio recomendables.
 - j. Despiece: Identificando las distintas piezas de los equipos a efectos de su reparación y sustitución, identificando herramientas especiales y suministros necesarios.
 - k. Lista de Herramientas y Equipos de Ensayos Especiales: Presentar copias de la lista recomendada de herramientas y equipos de ensayo especiales requeridos para el funcionamiento y mantenimientos satisfactorios a lo largo de la vida útil del equipo.
4. *Procedimientos de Mantenimiento Preventivo*: Se suministrará un procedimiento para cada elemento del equipo y del sistema, cuando sea aplicable. Dicho procedimiento incluirá, pero no se limitará a, las comprobaciones periódicas, ajustes, inspecciones y limpieza. Se suministrará un programa para cada equipo, con una relación de la secuencia recomendada por el fabricante respecto a los trabajos específicos de mantenimiento a realizar a intervalos específicos, p. ej. semanalmente, mensualmente, trimestralmente según el número de horas de funcionamiento. Se colocarán advertencias cuando ciertas acciones puedan dañar o perjudicar el funcionamiento del equipo.

D) Servicio de mantenimiento:

1. Generalidades: Hasta la Recepción Provisional, además de los requisitos incluidos en otras secciones de las Especificaciones, el Contratista será responsable de la realización de inspecciones regulares y el mantenimiento total de todo el sistema mecánico instalado de acuerdo con estas Especificaciones.

Ejecución

A) Examen

Se examinarán las condiciones bajo los que se deberá ejecutar la obra. No se comenzará la instalación hasta que las condiciones sean adecuadas.

B) Instalación



1. Generalidades: Se hará la instalación de acuerdo con las verificaciones finales y las indicaciones de los fabricantes. Se verifican las medidas y dimensiones en el lugar donde se ejecute el proyecto y se coordinará el trabajo con las otras partes. Se instalará en los emplazamientos señalados, en alineación y elevación perfectas, en vertical, horizontal, y a nivel. Se utilizarán métodos que eviten que se dañe o ensucie la obra durante su instalación.
2. Dilatación y contracción:
 - a. Dilatación: La Dilatación de tuberías, por regla general, se absorberá en curvas y liras. Las tuberías principales, bifurcaciones y ramales de acometida se instalarán de tal forma que permitan la dilatación y contracción libre sin que de lugar a fugas o tensiones indebidas.
 - b. Juntas de dilatación del edificio: En los equipos, tuberías, conductos, etc. que crucen las juntas de dilatación del edificio se preverán las medidas necesarias para permitir la dilatación y contracción adicionales que puedan ocurrir.

Identificación de equipos

- A) Una vez aplicada la pintura final los equipos serán debidamente identificados.
- B) Válvulas.
 1. Se dotará a todas las válvulas de identificación (preferentemente etiqueta).
 2. En los techos accesibles se dispondrá de señalización de equipos, válvulas..., según se indique.

Se suministrará al representante del propietario tres (3) listas de válvulas adecuadas para su montaje en pared, indicándose el número, localización, tamaño y servicio controlado.

- C) Identificación del control de motores.
 1. Se identificará y señalizará cada controlador de motor indicándose la función que atiende tales como: bomba número 1, etc.
- D) Identificación de tuberías y codificación.
 1. Se señalizarán los contenidos de tuberías (códigos de color es válido) y la dirección del flujo.



- 2 En tuberías vistas se colocarán bandas en los tramos rectos, junto a las válvulas, en los puntos donde la tubería entre y salga de un tabique, muro, suelo o techo, etc. de tal modo que se pueda identificar sin confusión.
- 3 En tuberías ocultas pero accesibles se colocarán bandas en la forma descrita para las tuberías vistas.
- 4 Se señalarán los puntos de entrada y salida a equipos o tanques.
- 5 Los colores se ajustarán al sistema de la normativa local (UNE). Se suministrarán 24 bandas adicionales de cada tipo para un futuro uso por parte de la propiedad.

Huecos y aberturas.

- A) Se proveerá la información necesaria para que las aberturas en suelos o muros se puedan dejar a tiempo y evitar roturas posteriores.
- B) Se dejarán huecos según los planos de montaje aprobados. Asimismo, se suministrarán y colocarán en su lugar todas los pasamuros necesarios, antes de que se vierta hormigón.

Puertas de acceso en acabados interiores.

- A) El contratista se hará responsable de la instalación adecuada de las puertas de acceso y registros necesarios.
- B) Coordinará y preparará una lista de localización, tamaño y función de las puertas de acceso solicitadas y se la entregará a un representante del gremio correspondiente.
- C) Las puertas de acceso serán de dimensiones mínimas: 300 x 300 mm.

Protección contraincendios.

Además de los medios de protección contraincendios especificados en otros apartados se rellenarán todos los espacios entre conductos o tuberías y sus respectivos pasamuros con lana mineral u otro material similar resistente al fuego, comprimidos sólidamente. No se utilizará ni fibra de vidrio ni amianto. Los espacios libres entre tuberías y los pasamuros serán inferiores a 15 mm. Se utilizarán pasamuros individuales para cada tubería. Se dispondrán discos-tapa a ambos lados de los pasamuros, lo que incluye los espacios entre tuberías y los respectivos huecos o pasamuros.



Pintura.

- A) Ningún equipo se suministrará sin ser pintado, y cualquier desperfecto en la pintura será reparado.
- B) A todos los elementos metálicos no galvanizados, ya sean tuberías, soportes, o bien accesorios, o que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por su fabricante, se les aplicará dos capas de pintura antioxidante a base de resinas sintéticas acrílicas, multipigmentadas por minio de plomo, cromado de zinc y óxido de hierro. Las dos manos se darán: la primera fuera de obra y la otra con el tubo instalado.
En las tuberías que lleven aislamiento térmico, antes de la aplicación de éste último, deberá procederse a su pintado según lo indicado anteriormente.
- C) Pintura final: No se pintarán las placas de identificación, etiquetas, rótulos o artículos de acero inoxidable o cromados, como vástagos de válvula, ejes de motor, palancas, manivelas, cintas de adorno, etc.

Prueba de otros sistemas.

- A) Se suministrará la asistencia necesaria para que se puedan realizar las pruebas de otros sistemas que no estén incluidos en el contrato y que requieran participación.
- B) Esta parte se coordinará con las otras partes y se probarán conjuntamente todos los sistemas. Cuando todos los sistemas funcionen perfectamente, se informará al propietario por escrito.

Indicación de alarma.

Se suministrarán e instalarán todos los dispositivos (niveles, termostatos, presostatos, etc.) que se requieran para indicación de alarma.

Interpretación del proyecto.

La interpretación del proyecto corresponde en primer lugar al Ingeniero autor del mismo o en su defecto a la persona que ostente la Dirección de Obra. Se entiende el proyecto en su ámbito total de todos los documentos, memoria, planos, presupuesto y pliego de condiciones técnicas, quedando por tanto el instalador enterado por este pliego de condiciones técnicas, que cualquier interpretación del proyecto para cualquier fin y entre otros para una aplicación de contrato, debe atenerse a las dos figuras (Autor o Director) indicadas anteriormente.



4.2.2 NORMATIVA APLICABLE.

El instalador deberá realizar la instalación atendiendo a las diferentes normativas vigentes, ya sean de ámbito municipal, autonómico, estatal, comunitario o internacional, y en particular, de acuerdo a las siguiente lista de normas y reglamentos, que en ningún caso deberá entenderse como limitante o excluyente:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).
- NBA-CT. Condiciones térmicas en los edificios.
- NBA-CA. Condiciones acústicas en los edificios.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión MIE.BT.
- Reglamento de aparatos a presión. Instrucciones técnicas complementarias MIE.APA.
- Normas UNE 100.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo (R.D. 486/1997)

De igual manera, se respetarán cualesquiera otras normativas o reglamentos mencionados en el presente pliego.

4.3 MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA.

4.3.1 TUBERÍAS Y ACCESORIOS.

General.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las redes de agua de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Se ejecutará el replanteo de cada ramal de tubería con arreglo a los planos del Proyecto levantándose una planta y un perfil longitudinal de replanteo, procediéndose a su presentación para la confrontación y aprobación de la Dirección de Obra, requisito sin el cual no podrán comenzar los trabajos. En todo caso se dispondrá siempre de manera que la instalación quede protegida en todo momento contra heladas o calentamientos excesivos.



Se suministrarán todas las tuberías, accesorios y soportería que se muestren en los planos, o se requieran para el perfecto funcionamiento de las instalaciones y de acuerdo con las especificaciones y normas aplicables.

Todas las tuberías se instalarán de forma que presenten un aspecto rectilíneo, limpio y ordenado, usándose accesorios para los cambios de dirección y dejando las máximas alturas libres en todos los locales con objeto de no interferir con las instalaciones de otro tipo particularmente las eléctricas y de iluminación.

Las rozas y encuentros con la construcción se efectuarán atendiendo rigurosamente a los tendidos indicados en los planos y si se produjeran daños en el edificio, equipos, otras conducciones, etc., los mismos se repararán por expertos del ramo correspondiente corriendo el gasto derivado de las mismas a cuenta del contratista.

El montaje deberá ser de primera calidad y completo. Siempre que sea posible, las tuberías deberán instalarse paralelas a las líneas de edificio, a menos que se indique de otra forma. En la alineación de las tuberías no se admitirán desviaciones superiores al 2 por mil. Toda la tubería, válvulas, etc., deberán ser instaladas suficientemente separadas de otros materiales y obras. Serán instaladas para asegurar una circulación del fluido sin obstrucciones, eliminando bolsas de aire y permitiendo el fácil drenaje de los distintos circuitos. Para ello se mantendrán pendientes mínimas de 5 mm/m. en sentido ascendente para la evacuación de aire o descendente para desagüe de punto bajo. Cuando limitaciones de altura no permitan la indicada pendiente, se realizará escalón en tubería con purga normal en el punto alto y desagüe en el bajo, estando ambos conducidos a sumidero o red general de desagües. Se instalarán purgadores de aire en los puntos más altos y drenajes en los puntos más bajos, quedando incluido en el suministro las válvulas de bola, tubería de purga, desagüe, colector abierto de desagües de purgas, botellones y en general todos los elementos necesarios hasta el injerto en bajantes, red de desagües o sumidero. El diámetro mínimo de la tubería de desaire será de 3/8" en general y 3/4" en verticales.

La tubería será instalada de forma que permita su libre expansión, sin causar desperfectos a otras obras o al equipo, al cual se encuentre conectada equipándola con suficientes dilatadores o liras de dilatación y anclajes deslizantes. Los recorridos horizontales de las tuberías de agua deberán tener una inclinación ascendente, realizada por medio de reducciones excéntricas en las uniones en las que se efectúa un cambio de diámetro.

Las tuberías de drenaje deberán tener una pendiente descendente en la dirección del agua de 10 mm por metro lineal y en ningún caso esta pendiente será inferior a 6 mm por metro lineal en cuyo caso deberá comunicarlo a la Dirección para la determinación oportuna.

Las tuberías deberán ser cortadas exactamente y en las uniones, tanto roscadas como soldadas, presentarán un corte limpio sin rebabas.



En estas últimas los extremos de las tuberías se limarán en chaflán para facilitar y dar robustez al cordón de soldadura. En las uniones embridadas se montará una junta flexible de goma, Klingerit o el elemento adecuado al fluido trasegado.

Todos los cortes por soplete serán ejecutados mediante dispositivo de guía; se terminarán con muela o lima si presentan irregularidades incompatibles con la ejecución de la pasada de fondo.

No se admitirá el calentamiento de la tubería para remediar defectos de alineación en obra.

No se realizará ningún doblado con temperaturas de metal inferiores a 16°C.

En los lugares en que se coloquen codos o " T ", se sujetarán éstos a ambos lados, de forma que no puedan ser expulsados. No se considerará suficiente la sujeción de las juntas.

No se permitirá la soldadura al soplete.

En la ejecución de soldaduras se cumplirán las siguientes condiciones:

- Las soldaduras serán ejecutadas por soldadores de primera categoría, con certificado oficial y supervisión efectiva.
- Si es preciso se exigirá la limpieza interior del tubo metálico por paso de una escobilla, sus extremidades calibradas serán verificadas con la ayuda de un tapón calibrado. El tubo será alineado de forma que su eje se confunda con el precedente y las extremidades a soldar serán mantenidas en sitio durante el punteo. No será tolerado ningún desnivel de los bordes, superior a 1,2 mm.
- El juego entre los dos tubos deberá ser tal que, en la ejecución de la soldadura, la fusión del metal de base interese todo el espesor de su pared. Los accesos de la soldadura serán librados de toda traza de cuerpos de origen mineral u orgánico. Ninguna gota de soldadura será tolerada en el interior del tubo.

Al finalizar el montaje de toda la red de tuberías, estando cerrados los circuitos con las máquinas primarias y terminales, se procederá a la siguiente forma:

- Llenado de la instalación y prueba estática conjunta a vez y media la presión de trabajo (mínimo 600 KPa).
- Llenado de la instalación con disolución química para eliminar grasas y aceites.
- Llenado de la instalación con agua dosificada anticorrosiva, verificación de niveles y puesta en marcha de bombas.
- Vaciado por todos los puntos bajos.



- Limpieza de puntos bajos y filtros de malla.

En las acometidas a bombas, la identificación al diámetro de acometida se realizará con reducción tronco-cónico concéntrica de 30°. En la curva de aspiración se dispondrá un punto de desagüe salvo que exista en la parte inferior de la carcasa de la bomba.

Todas las tuberías se suministrarán habiendo recibido la debida imprimación y con las superficies interiores limpias y sin óxidos. Cada uno de los extremos se cerrará para evitar el deterioro de la superficie interior. Las tuberías que no cumplan con esta especificación se podrán retirar del emplazamiento del trabajo hayan sido o no instaladas.

Los codos soldados serán de radio largo. Los accesorios soldados a tope tendrán las mismas presiones de rotura que las tuberías.

Soportes de tuberías.

La tubería será soportada de forma limpia y precisa. Los soportes se construirán con perfiles normalizados y su sujeción se realizará con varillas roscadas de acero cadmiado, fuertemente fijadas a la estructura del edificio cuando se trate de tuberías fijadas al techo.

Cuando las tuberías han de ser fijadas en paredes verticales, la soportería se realizará mediante la fijación de pies de perfiles normalizados fijados a la pared por medio de soldaduras a placas de anclaje ya previstas en la estructura y en su defecto por tiros. Los dos perfiles se unirán por medio de un tercero transversal que soporte la tubería mediante un asiento deslizante aprobado por la Dirección Técnica.

En ningún caso se permitirá el uso de flejes, alambres o cadenas como colgadores de tuberías.

Los puntos fijos y deslizantes de la tubería serán realizados de forma adecuada y llevarán la aprobación de la Dirección Técnica.

Las varillas serán fijadas a encastres recibidos en los techos. Los elementos de guiado y anclaje de tubería serán incombustibles y robustos.

Los soportes serán de abrazadera. Los soportes estarán distanciados, por norma general, 2 m. para tuberías hasta 1½" y 3 m. para tuberías mayores de 1½". El soporte de las tuberías se realizará con preferencia en los puntos fijos y partes centrales de los tramos a tuberías, dejando libres las zonas de posible movimiento, tales como curvas, etc. La unión entre soporte y tubería se realizará por medio de elemento elástico. Las varillas de suspensión de los soportes serán, por norma general, de los diámetros siguientes:



TUBERIA	VARILLA
Hasta 2"	3/8"
De 2 2/1 a 3"	1/2"
De 4 a 5"	5/8"
De 6"	3/4"
De 7" en adelante	7/8"

Las máximas luces permitidas, en caso de que las anteriores condiciones no fueran posibles, para tubería de acero serán, como se muestra en la siguiente tabla, según norma UNE 100-152, referida en la ITE 05.2.7 del RITE.

DIAMETRO NOMINAL TUBO		LUZ MAXIMA M.		DIAMETRO MINIMO DE VARILLA
MM	PULGADAS	VERTICAL	HORIZONTAL	
10	3/8"	2,5	1,5	M8
15	1/2"	2,5	1,7	M8
20	3/4"	2,5	1,9	M8
25	1"	2,5	2,1	M8
32	1 1/4"	2,5	2,4	M8
40	1 1/2"	2,5	2,5	M8
50	2"	2,5	2,8	M8
65	2 1/2"	2,5	3,1	M8
80	3"	2,5	3,4	M10
100	4"	2,5	3,8	M12
125	5"	2,5	4,1	M12
150	6"	5,0	4,4	M16
200	8"	5,0	4,9	M20
250	10"	5,0	5,3	M24
300	12"	5,0	5,8	M30
350	14"	5,0	6,0	M30
400	16"	5,0	6,4	M36
450	18"	5,0	6,6	M52
500	20"	5,0	6,8	M52
550	22"	5,0	7,2	M52
600	24"	5,0	7,6	M52

En caso de que un grupo de tuberías se soporte de forma común, la máxima luz permitida está determinada por el tubo más pequeño.

Cuando dos o más tuberías tengan recorrido paralelos y estén situadas a la misma altura, podrán tener un soporte común suficientemente rígido, seleccionando las varillas de suspensión, teniendo en cuenta los pesos adicionales y la aplicación como mínimo, de lo indicado en la tabla que se refleja a continuación

Los extremos de las varillas serán roscados de 500 mm. como mínimo, para permitir regulación en altura de las tuberías. Irán pintados con dos manos de minio.



ROSCA METRICA ISO	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30
CARGA MAXIMA (KG)	110	210	340	500	950	1450	2100	3300

La soportería de la instalación deberá coordinarse con el contratista de obra civil.

Las tuberías de circulación de agua a baja temperatura serán provistas de soportes que permitan la continuidad del aislamiento. Para tal fin, el aislamiento será abrazado por un manguito de chapa al cual se fijará el soporte.

Los planos de montaje incluirán:

1. Sistemas de soporte.
2. Puntos de soporte de los equipos de peso importante. Se indicará el peso que se va a soportar desde cada punto.
3. Puntos de soporte de tuberías de 125 mm de diámetro o superiores. Se indicará el peso que se va a soportar desde cada punto.
4. Cuando se instale soportería para múltiples tuberías (bajo este u otro contrato) se indicará el peso total.
5. Téngase en cuenta que los equipos soportados no se limitan a los conectados a las tuberías, sino que también se incluyen ventiladores u otros.
6. La indicación de los pesos, se podrá evitar únicamente si se emite un método general y es aprobado por escrito por la Dirección Facultativa.
7. La Dirección Facultativa debe aprobar el método de soporte antes de comenzar el trabajo.

Manguitos pasamuros y discos-tapa.

Siempre que la tubería atraviese obras de albañilería o de hormigón, será provista de manguitos pasamuros para permitir el paso de la tubería sin estar en contacto con la obra de fábrica. Estos manguitos serán de un diámetro suficientemente amplio para permitir el paso de la tubería aislada sin dificultad y quedarán enrasados en los pisos o tabiques en los que queden empotrados. En paredes exteriores y pisos serán de acero negro y en el resto serán galvanizados.

El espacio entre el manguito y el tubo se rellenará del material apropiado y en función del tipo de partición atravesada: sector de incendio, partición estanca al agua, sometiéndose a la aprobación de la Dirección Facultativa.



Los pasamuros serán de acero galvanizado, disponiéndose un disco central en caso de particiones estancas al agua. El espacio máximo entre el pasamuros y la tubería será de 15 mm. en caso de forjados, separaciones entre sectores de incendios, muros y 40 mm. en los demás casos. Su longitud, será siempre igual o mayor que la pared atravesada, incluido acabados y aislamientos. Los manguitos deberán sobresalir al menos 3 mm. de la parte superior de los pavimentos. En el caso de suelos impermeabilizados se extenderá 50 mm. sobre el nivel del suelo acabado.

El propósito de los discos-tapa es mejorar el aspecto de la instalación. Se incluirán discos-tapa en todos los pasamuros vistos, siendo de aluminio y cromados en espacios acabados.

Tuberías de cobre.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las tuberías de cobre para circuitos de A.C.S. de acuerdo con las características técnicas, implantaciones y calidades previstas en documentos de proyecto.

La tubería de cobre estará de acuerdo con las mínimas calidades exigibles en las normas UNE 37107, 37116, 37117 y 37141.

Se utilizará tubo rígido para la distribución de A.C.S. Se podrá usar tubo de cobre recocido para diámetros inferiores a 18 mm cuando se requiera curvarlo o empotrarlo y sólo dentro de los locales húmedos.

Se utilizará como mínimo un espesor de pared de 1 mm, siendo la tubería y accesorios estancos a una presión mínima de 20 atm.

Las uniones de los tubos de cobre a piezas especiales se realizara mediante manguitos o juntas a enchufe, soldados por capilaridad.

Cuando la tubería de cobre deba ser empotrada se la protegerá con tubo flexible corrugado plástico y cuando discurra por falsos techos, falsos suelos o vista se deberá aislar mediante coquilla de polietileno expandido de espesor mínimo 10 mm.

Pintura e identificación

Todos los elementos metálicos no galvanizados, ya sean tuberías, soportes, o bien accesorios, o que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por su fabricante, se les aplicará dos capas de pintura antioxidante a base de resinas sintéticas acrílicas multipigmentadas por minio de plomo, cromado de zinc y óxido de hierro. Las dos manos se darán: la primera fuera de obra y la otra con el tubo instalado.

En las tuberías que lleven aislamiento térmico, antes de la aplicación de este último, deberá procederse a su pintado según lo indicado anteriormente.



El adjudicatario identificará todas las tuberías a través de toda la instalación, excepto cuando estén escondidas y en lugares no accesibles, por medio de flechas direccionales y bandas.

Las bandas y las flechas serán pintadas o en su lugar colocadas cintas de plástico adhesivas. Las cintas de plástico se colocan cuando el tubo esté revestido de aluminio y otro forro.

La identificación de la dirección del flujo en la tubería se realizará por medio de flechas del mismo color que las bandas. Las flechas se instalarán cada 5 m y serán legibles desde el suelo. Las flechas tendrán las siguientes dimensiones:

- Para tuberías con diámetro exterior hasta 5" (incluyendo aislamiento si se usa), 25 mm de ancha por 300 mm de longitud de larga.
- Para tuberías de 6" y superiores (incluyendo aislamiento si se usa), 50 mm de ancho por 300 mm de longitud.

La marca de pintura elegida será normalizada y de solvencia reconocida. Sólo se admitirán los envases de origen debidamente precintados. No se permitirá el uso de disolventes.

Antes de la aplicación de la pintura deberá procederse a una cuidada limpieza y saneado de los elementos metálicos a proteger.

Accesorios

Compensadores de dilatación.

Se utilizarán en los circuitos de agua caliente. Los compensadores de dilatación han de ser instalados allí donde indique el plano y, en su defecto, donde se requiera según la experiencia del instalador, adaptándose a las recomendaciones del Reglamento e Instrucciones Técnicas correspondientes.

La situación será siempre entre dos puntos fijos garantizados como tales, capaces de soportar los esfuerzos de dilatación y de presión que se originan.

Los extremos del compensador serán de acero al carbono preparados para soldar a la tubería con un chaflán de 37° 30' y un talón de 1,6 mm cuando el diámetro nominal de la tubería sea de hasta 2" inclusive. Para tuberías de diámetro superior, las conexiones serán por medio de bridas en acero al carbono s/normas DIN 2502 ó 2503, según las presiones sean de 6 y 10 ó 16 Kg/cm². Estas bridas irán soldadas a los cuellos del compensador por los procedimientos recomendados para la soldadura de piezas en acero al carbono de espesores medios.



Juntas.

No se utilizará amianto. La presión nominal mínima será PN-10, y soportará temperaturas de hasta 200°C.

Lubricante de roscas.

General: no endurecedor, no venenoso.

Acoplamientos dieléctricos o latiguillos.

Se incluirán acoplamientos dieléctricos o latiguillos en las uniones entre cobre y acero o fundición, tanto en la conducción de impulsión, como en el retorno.

Derivaciones.

Para las derivaciones se pueden usar empalmes soldados. Todas las aberturas realizadas a las tuberías se harán con precisión para lograr intersecciones perfectamente acabadas.

Codos en bombas.

Se suministrarán codos de radio largo en la succión y descarga de las bombas.

Sombreretes.

Se incluirá la protección adecuada para cada una de las tuberías que pasen a través del tejado de acuerdo a las instrucciones de la Dirección Facultativa.

Guías.

Se suministrarán guías, donde se indique y donde sea necesario como en liras, juntas de expansión, instaladas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Termómetros.

Los termómetros serán de mercurio en vidrio, con una escala adecuada para el servicio (divisiones de 1/2 grado) dentro de una caja metálica protectora con ventana de vidrio instalados de modo que su lectura sea sencilla. Otros tipos de termómetros podrán ser utilizados previa aprobación de la Dirección Facultativa.

Puntos de toma de temperatura (dedos de guante): Se incluirán los puntos para toma de temperatura necesarios y/o indicados en planos o especificaciones.



Manómetros.

Los manómetros serán con válvula de aguja de aislamiento en acero inoxidable e inmersos en glicerina. Los rangos de los manómetros serán tales que la aguja durante el funcionamiento normal esté en el medio del dial. La precisión será de al menos el 1%.

Puntos de toma de presión: Se incluirán los puntos de toma con válvula necesarios y/o indicados en planos o especificaciones.

Válvulas de seguridad.

Se incluirán todas las válvulas de seguridad indicadas o necesarias (de tarado adecuado) para un funcionamiento completamente seguro y correcto de los sistemas. Durante el periodo de pruebas de la instalación se procederá al timbrado de las mismas.

Las válvulas de seguridad de alivio serán de paso angular y carga por resorte. Serán adecuadas para condiciones de trabajo de 0 a 120°C y hasta 25 kg/cm².

Los materiales de fabricación serán bronce RG-5 para el cuerpo, vástago, tornillo de fijación, tuerca deflectora y la tobera, latón para el cabezal y obturador, acero cadmiado para el resorte y PTFE para la junta.

Purgadores de aire.

Cuando sea necesario, y con el fin de disponer de una instalación silenciosa y evitar formación de cámaras de aire se dispondrá la tubería con pendiente ascendiente hacia la dirección de flujo. Las derivaciones se harán de tal modo que se eviten retenciones de aire y se permita el paso libre del mismo. Se incluirán purgadores de aire manuales o automáticos en todos los puntos altos, particularmente en los puntos más elevados de los montantes principales así como en todos los puntos necesarios, teniéndose especial cuidado en los retornos (ascensos, codos ascendentes). Se evitarán codos ascendentes de 90 grados sustituyéndose por codos de 45 grados.

En el caso de que, una vez que las redes estén en funcionamiento, se den anomalías por presencia de aire en la instalación, se instalarán nuevos empalmes, purgadores, válvulas según se considere necesario y sin costes extra. Si se deben realizar trabajos que requieran rotura, y reposición de acabados, el contratista se hará cargo de los gastos generados.

Se incluirán, además de los eliminadores especificados, en la parte superior de los colectores de impulsión, en todas las baterías de agua, en todos los tanques de expansión cerrados y en todos los puntos de las redes de tuberías necesarios para evitar las bolsas de aire.

Se preferirán por norma general los purgadores manuales, salvo en puntos ocultos o de difícil acceso, que hagan recomendable la instalación de purgadores automáticos.



Vaciados.

Los vaciados, purgadores, válvulas de seguridad, reboses, se dirigirán al sumidero o desagüe más cercano. En cualquier caso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar que una descarga accidental produzca daños o desperfectos. Se suministrarán las válvulas de vaciado que sean necesarias para el vaciado completo de todas las tuberías y equipos.

Conexiones a equipos.

Se dispondrán elementos de unión que permitan una fácil conexión y desconexión de los diferentes equipos y elementos de la red de tuberías, tales como latiguillos, bridas, etc., dispuestas de tal modo que los equipos puedan ser mantenidos o que puedan retirarse sin tener que desmontar la tubería.

La instalación se realizará de tal modo que no se transmitan esfuerzos de las redes de tuberías a los equipos.

4.3.2 VALVULERÍA EN REDES DE AGUA.

General.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de la valvulería de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que por conveniencia de equilibrio, mantenimiento, regulación o seguridad según el trazado, juzgue necesario para los circuitos hidráulicos la Dirección de Obra.

El acopio de la valvulería en obra será realizado con especial cuidado, evitando apilamientos desordenados que puedan afectar a las partes débiles de las válvulas (vástagos, volantes, palancas, prensas, etc.). Hasta el momento del montaje, las válvulas deberán tener protecciones en sus aperturas.

En la elección de las válvulas se tendrán en cuenta las presiones tanto estáticas como dinámicas, siendo rechazado cualquier elemento que pierda agua durante el año de garantía. Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 KPa, llevará troquelada la presión máxima a que puede estar sometida.

Todas aquellas válvulas que dispongan de volantes o palancas estarán diseñadas para permitir manualmente un cierre perfecto sin necesidad de apalancamiento, ni forzamiento del vástago, asiento o disco de la válvula. Las superficies de cierre estarán perfectamente acabadas de forma que su estanqueidad sea total, asegurando vez y media la presión diferencial prevista con un mínimo de 600 KPa. En las que tenga sus uniones a rosca, ésta será tal que no interfiera ni dañe la maniobra.



Se incluirán reductores y volantes en las válvulas de diámetro nominal 150 mm (6") o mayor.

Será rechazado cualquier elemento que presente golpes, raspaduras o en general cualquier defecto que obstaculice su buen funcionamiento a juicio de la Dirección de obra, debiendo ser aprobada por ésta la marca elegida antes de efectuarse el pedido correspondiente.

Al final de los montajes cada válvula llevará una identificación que corresponde al esquema de principio existente para cada instalación.

Las válvulas se situarán en lugares de fácil acceso y operación de forma tal que puedan ser accionadas libremente sin estorbos ni interferencias por parte de otras válvulas, equipos, tuberías, etc. El montaje de las válvulas será preferentemente en posición vertical, con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia arriba. En ningún caso se permitirá el montaje de válvulas con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia abajo.

Se instalarán válvulas y uniones en todos los aparatos y equipos, de modo que se pueda retirar el equipo sin parar la instalación.

Las válvulas insertas en la red, tanto para independización como para llenado o vaciado y seguridad, serán del tipo de esfera o mariposa en función de los diámetros. Así, desde 3/8" a 1½" o 2" (según se indique) serán de esfera y desde 2" o 2½" (según se indique) en adelante serán de mariposa.

A no ser que expresamente se indique lo contrario, las válvulas hasta 2" inclusive se suministrarán roscadas y de 2½" en adelante, se suministrarán para ser recibidas entre bridas o para soldar.

La presión nominal mínima será PN-10, salvo que se indique expresamente lo contrario.

Se incluirán reductores y volantes en las válvulas de diámetro nominal 150 mm (6") o mayor. Los volantes de las válvulas serán de diámetro apropiado para permitir manualmente un cierre perfecto sin aplicación de palancas especiales y sin dañar el vástago, asiento o disco de la válvula.

Se incluirán operadores con cadena para las válvulas principales que estén instaladas a más de 2 m de altura.

Las conexiones de tuberías a equipos incluirán todas las válvulas de aislamiento, purgadores de aire, conexiones a desagüe y válvulas de control necesarias.

Para el purgado de las montantes principales se incluirán purgadores manuales con válvula de corte.



En los puntos bajos de las montantes se incluirán válvulas de vaciado con conexión para manguera.

Las superficies de los asientos serán mecanizadas y terminadas perfectamente, asegurando total estanqueidad al servicio especificado.

Todas las válvulas roscadas serán diseñadas de forma que al conectarse con equipos, tubería o accesorios, ningún daño pueda ser acarreado a ninguno de los componentes de la válvula.

Las válvulas se definirán por su diámetro nominal en pulgadas y su presión nominal PN. La presión de trabajo de la válvula permitida será siempre igual o superior a la arriba mencionada.

La presión de prueba será siempre igual, al menos, a $1,5 \cdot PN$ a 20°C . De acuerdo con las normas DIN la relación entre la máxima presión de servicio y la temperatura es la siguiente:

PRESIÓN. NOMINAL PN kg/cm ²	PRESION MAXIMA ADMISIBLE EN kg/cm ²				
	HASTA 120°C	121-50°C	151-225°C	226-300°C	301-400°C
2.5	2.5	2	1.6	1.6	---
4	4	2.3	2.5	2.5	---
6	6	4.5	3.2	3.2	---
10	10	8	6.0	6.0	---
16	16	10	10	---	---

Válvulas de acero al carbono:

PRESIÓN. NOMINAL PN kg/cm ²	PRESION MAXIMA ADMISIBLE EN Kg/cm ²				
	HASTA 120°C	121-50°C	151-225°C	226-300°C	301-400°C
6	6	6	5	5	---
10	10	10	8	8	---
16	16	16	13	13	---
25	25	25	20	20	---
40	40	40	32	32	---

Válvulas de bola.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de bola de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que fuesen necesarias a juicio de la dirección de obra. El objeto fundamental de estas válvulas será el corte plenamente estanco con maniobra rápida, no debiendo emplearse para regulación.



Las válvulas de esfera reunirán las características siguientes:

- Cuerpo y bola de latón durocromado.
- Paso total.
- Eje no expulsable, de latón niquelado o acero inoxidable.
- Doble seguridad.
- Estanqueidad en el eje por aro de teflón con prensaestopa y dos anillos tóricos de caucho.
- Asientos y estopa de teflón.
- Palanca de latón o fundición.
- Condiciones de servicio: 30 bar a 100°C
10 bar a 150°C

La bola estará especialmente pulimentada, siendo estanco su cierre en su asiento sobre el teflón. Sobre este material y cuando el fluido tenga temperaturas de trabajo superiores a 60°C, el instalador presentará certificado del fabricante indicando la presión admisible a 100°C, que en ningún caso será inferior a 1,5 veces la prevista.

La maniobra de apertura será por giro a 90° completo sin dureza y sin interferencias con otros elementos o aislamientos. La posición de la palanca determinará el posicionamiento. La presión en ningún caso variará la posición de la válvula.

La unión con tubería u otros accesorios será con rosca o brida, según se indique en el apartado de especificaciones, en cualquier caso la normativa adoptada será DIN.

Válvulas de retención de resorte.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de retención de resorte de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que fuesen necesarias a juicio de la Dirección de Obra.

Su misión es permitir un flujo unidireccional impidiendo el flujo inverso.

Constructivamente estas unidades tendrán el cuerpo de fundición rilsanizado interior y exteriormente, obturador de neopreno con almas de acero laminado, siendo de acero inoxidable tanto el eje como las tapas, tornillos y resorte. Estarán capacitadas para trabajar en óptimas condiciones a una temperatura de trabajo de 110°C y una presión igual al doble de la nominal de la instalación.



Estas unidades serán del tipo "resorte" y aptas para un buen funcionamiento en cualquier posición que se las coloque. El montaje de las mismas entre las bridas de las tuberías se hará a través de tornillos pasantes.

Alternativamente, si así se expresa en las especificaciones de proyecto, las válvulas de retención podrán ser de clapeta oscilante, roscadas, con cuerpo de hierro para PN-25 y temperatura 120°C.

El montaje de las válvulas deberá ser tal que éstas puedan ser fácilmente registrables.

Válvulas de compuerta.

Su construcción será en fundición, con empaquetadura de teflón, para conexión embreadada.

4.3.3 AISLAMIENTO

General.

Entregas.

El contratista deberá presentar muestras de cada tipo de aislamiento y productos auxiliares para su revisión.

El contratista suministrará una lista de materiales con datos técnicos de cada tipo de aislamiento utilizado en el proyecto, documentando su función, calidad y características e incluyendo, al menos, las siguientes características: propagación de llama, generación de humo, y características de rendimiento térmico.

Como parte de la presentación de los planos de montaje, se incluir en la primera entrega, informes de ensayos certificados de que los materiales y sus componentes cumplen con la normativa legal al respecto de clasificaciones frente a riesgo de incendios y que los materiales no contienen amianto.

Se pondrá especial atención en que el aislamiento y su espesor cumplan el apéndice 03.1 del RITE.

Se incluirán detalles típicos sobre los sistemas de montaje, indicando accesorios utilizados y acabados finales.

Suministro, almacenamiento y manejo.

El contratista suministrará y almacenará los materiales en el embalaje original del fabricante debidamente etiquetados. Los materiales se almacenarán en lugares secos y



protegidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán sus etiquetas hasta su instalación.

Para evitar deterioros no se permitirá que el aislamiento se moje, se humedezca o se manche. Se protegerá el aislamiento de su exposición a altas temperaturas, excesiva exposición a los rayos solares y al contacto con superficies calientes por encima de las temperaturas seguras indicadas por el fabricante.

No se comenzará la instalación de aislamiento en períodos desfavorables, a menos que el trabajo se realice de acuerdo con los requisitos e instrucciones del fabricante.

Requisitos generales.

Frente al fuego los aislamientos tendrán, al menos, clasificación de no inflamable, no propagador de llama (M1), no generando en caso de incendio humos ni productos tóxicos apreciables.

Junto a la primera entrega de los planos de montaje, el contratista entregará los certificados oficiales que demuestran el cumplimiento del comportamiento al fuego de los materiales aislantes.

Todos los auxiliares y accesorios tales como, adhesivos, masticos, serán asimismo no combustibles, ni generarán humos ni productos tóxicos apreciables en caso de exposición al fuego. Los tratamientos ignífugos que se requieran serán permanentes, no permitiéndose el uso de materiales para dichos tratamientos solubles al agua.

No se permite la utilización de amianto.

Además, el material de aislamiento térmico deberá cumplir con las siguientes características:

- Ser imputrescible.
- No contener sustancias que se presten a la formación de microorganismos.
- No desprender olores a la temperatura de trabajo.
- No provocar la corrosión de las tuberías en las condiciones de uso.
- No ser alimento de roedores.

Instalación.

El aislamiento deberá ser aplicado sobre superficies limpias y secas, una vez inspeccionadas y preparadas para recibir aislamiento.



Se examinarán las áreas que vayan a ser aisladas. El contratista deberá de corregir todas aquellas condiciones que se puedan influir negativamente para la correcta terminación del trabajo en calidad y plazo. No se comenzará hasta que las condiciones insatisfactorias hayan sido corregidas.

Se verificará que todos los elementos de soportería hayan sido dimensionados y ajustados para permitir que las camisas del aislamiento atraviesen estos componentes sin ser taladradas.

No se iniciará la instalación del aislamiento hasta que hayan sido instaladas las tuberías, y otros elementos salientes sobre los mismos.

El acabado final del aislamiento, en especial en zonas vistas, tendrá un aspecto uniforme, limpio y ordenado.

En general, se instalarán los materiales de aislamiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante, a excepción de que se indiquen o especifiquen requisitos más restrictivos. Se extenderá el espesor total del aislamiento sobre la superficie total a ser cubierta a menos que se indique lo contrario. Se deberá cortar y encajar o conformar el aislamiento fuertemente alrededor de todas las obstrucciones o taladros de manera que no existan huecos en el curso del aislamiento.

Cuando sea posible, todo el aislamiento de tuberías deberá de aplicarse de forma continua. Cuando el uso de formas segmentadas sea necesario, los segmentos deberán de ser de tal construcción de manera que encajen correctamente en las superficies curvas en las cuales sean aplicados.

El aislamiento de las superficies frías donde se empleen encamisados con barrera de vapor deberá de ser aplicado con un sello de barrera de vapor continuo y sin roturas. Los soportes, anclajes, etc., que se fijen directamente a servicios fríos deberán de ser adecuadamente aislados y sellados formando barrera de vapor para prevenir condensaciones.

En los soportes de tuberías frías aisladas se instalarán inserciones. Las inserciones entre la tubería y los soportes deberán de consistir en aislamiento de tubería rígido del mismo espesor que el aislamiento adyacente y deberán de ser provistas con barrera de vapor donde sea necesario. Las inserciones deberán de tener suficiente resistencia a compresión de tal manera que cuando sean utilizadas en combinación con escudos de chapa metálica, soporten el peso de la tubería y del fluido sin romper el aislamiento.

Las válvulas y accesorios ocultos deberán de encontrarse correctamente aislados. El espesor terminado del aislamiento en los accesorios y válvulas deberá de ser como mínimo el de las tuberías adyacentes.

Las válvulas y accesorios expuestos y todas las bridas deberán de ser aisladas con accesorios preconformados o segmentos de aislamiento. El aislamiento de las bridas deberá de extenderse un mínimo de 25 mm más allá de la terminación de la tornillería. Se



adoptarán las medidas necesarias, tales como instalación con recubrimientos preconformados, con el fin de que la instalación quede con un aspecto uniforme, limpio y ordenado.

No se permite la perforación de la barrera de vapor.

Las bandas que se utilicen en las uniones tendrán 80 mm de anchura mínima y serán del mismo material que la barrera de vapor.

Donde se especifique aislamiento para tuberías, se aislarán de modo similar todos los tramos de conexiones, purgadores, vaciados u otras tuberías sujetas a pérdidas o ganancias térmicas, según el caso.

Se aislarán completamente tuberías, tanques o depósitos de agua, válvulas, intercambiadores, accesorios, etc. Todos los soportes metálicos que pasen a través del aislamiento, incluyendo soportes de depósitos e intercambiadores, soportes de tubería, etc., se aislarán al menos una longitud de cuatro veces el espesor del aislamiento. Cuando los equipos estén soportados por cunas de metal, el aislamiento se prolongará hasta la cimentación de hormigón.

Cualquier aislamiento mostrando evidencia de humedad será rechazado por la Dirección Técnica. Todo aislamiento que se aplique en una jornada de trabajo, deberá tener también en dicha jornada la barrera antivapor. Cualquier evidencia de discontinuidad en la barrera antivapor será causa suficiente de rechazo por la Dirección Técnica.

El aislamiento exterior de conductos quedará perfectamente unido al conducto, utilizándose los medios adecuados: pins, adhesivos especiales no combustibles, mallas metálicas,... La barrera de vapor no se verá en ningún caso interrumpida, disponiéndose juntas de sellado o bandas adhesivas de 80 mm de anchura mínima en las uniones. En conductos de 600 mm de anchura o mayor, se dispondrán pins y clips en su parte inferior. Los pins estarán preferentemente soldados por punto.

Aislamiento de redes de tuberías.

Se consideran los siguientes tipos de aislamientos de redes de tuberías:

- Tipo AT-1. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica $0,033 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio.
- Tipo AT-2. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica $0,033 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.
- Tipo AT-3. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica $0,033 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.



- Tipo AT-4. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de roca, conductividad térmica $0,037 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio.
- Tipo AT-5. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica $0,037 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.
- Tipo AT-6. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica $0,037 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.
- Tipo AT-7. Aislamiento de tubería a base de coquilla de espuma elastomérica de estructura celular estanca, color negro, conductividad térmica $0,035 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, de muy baja permeabilidad al vapor, comportamiento al fuego M1, tipo AF/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente.
- Tipo AT-8. Aislamiento de tubería a base de coquilla de espuma elastomérica, color gris, conductividad térmica $0,037 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, comportamiento al fuego M1, tipo SH/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente.
- Tipo AT-9. Aislamiento de tubería de silicato de calcio. El aislamiento deberá tener una densidad de 176 kg/m^3 de silicato de hidróxido de calcio con un conductividad térmica máxima de $0,06 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ a 93°C de temperatura media. El aislamiento se soportará con malla de cobre.

Aislamiento de válvulas.

Se consideran los siguientes tipos de aislamientos de válvulas:

- Tipo AV-1. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de vidrio, conductividad térmica $0,033 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio.
- Tipo AV-2. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de vidrio, conductividad térmica $0,033 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.
- Tipo AV-3. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de vidrio, conductividad térmica $0,033 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.
- Tipo AV-4. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de roca, conductividad térmica $0,037 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio.



- Tipo AV-5. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de roca, conductividad térmica $0,037 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.
- Tipo AV-6. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de roca, conductividad térmica $0,037 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.
- Tipo AV-7. Aislamiento anticondensación de válvula a base de 2 capas de cinta autoadhesiva de espuma elastomérica de estructura celular estanca, color negro, conductividad térmica $0,035 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, de muy baja permeabilidad al vapor, comportamiento al fuego M1, tipo AF/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente.

Aislamiento de lana de vidrio.

Aislamiento de redes de tuberías

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio del aislamiento de tubería y valvulería mediante coquilla o manta de lana de fibra de vidrio de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto para todas aquellas tuberías en las que pueda existir una diferencia de temperatura entre el agua transportada y su ambiente periférico superior a 5°C , a no ser que se indique lo contrario en el proyecto.

La lana de vidrio de las coquillas será de las siguientes características:

- Conductividad térmica máxima: $0,033 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ a 24°C
 $0,042 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ a 90°C
- Densidad: $60 \text{ Kg/m}^3 (\pm 10\%)$
- Clasificación ante el fuego: M0

Las coquillas se suministrará en unidades de longitud no superior a 1,5 m. máximo. Estos elementos serán rígidos en forma de cilindros huecos de lana de fibra de vidrio, impregnadas en resinas termoendurecibles. Las uniones de las diferentes coquillas se realizarán a tope, procurando la máxima unión entre terminales.

Antes de aplicarse el aislamiento, las superficies deberán estar limpias, secas y con dos capas de pintura antioxidante (en las tuberías que se prevean posibles condensaciones, además se aplicarán dos manos de pintura bituminosa asfáltica), habiéndose previamente probado hidráulicamente el circuito a aislar según las normas indicadas por la Dirección de Obra.

El paso del aislamiento a través de paramentos, muros o forjados se realizará por medio del manguito correspondiente previamente entregado por el instalador y recibido por el contratista de obra civil.



Cuando sea requerido en proyecto, las coquillas incorporarán una hoja de aluminio reforzada con fibra de vidrio al exterior, que actuará como barrera de vapor.

Aislamiento de lana de roca.

Aislamiento de redes de tuberías

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio del aislamiento de tubería y valvulería mediante coquilla o manta de lana de roca de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto para todas aquellas tuberías en las que pueda existir una diferencia de temperatura entre el agua transportada y su ambiente periférico superior a 5°C, a no ser que se indique lo contrario en el proyecto.

La lana de roca será de las siguientes características:

- Conductividad térmica máxima: 0,037 W/m°C a 24°C
0,048 W/m°C a 90°C
- Densidad: 65 Kg/m³
- Clasificación ante el fuego: M0

Las coquillas se suministrará en unidades de longitud no superior a 1,5 m. máximo. Estos elementos serán rígidos en forma de cilindros huecos de lana de roca, impregnadas en resinas termoendurecibles. Las uniones de las diferentes coquillas se realizarán a tope, procurando la máxima unión entre terminales.

Antes de aplicarse el aislamiento, las superficies deberán estar limpias, secas y con dos capas de pintura antioxidante (en las tuberías que se prevean posibles condensaciones, además se aplicarán dos manos de pintura bituminosa asfáltica), habiéndose previamente probado hidráulicamente el circuito a aislar según las normas indicadas por la Dirección de Obra.

El paso del aislamiento a través de paramentos, muros o forjados se realizará por medio del manguito correspondiente previamente entregado por el instalador y recibido por el contratista de obra civil.

Aislamientos conformados flexibles.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los aislamientos conformados flexibles de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto y en general siempre que por la canalización pueda discurrir un fluido con temperatura inferior a la determinada como interior de ambiente en las hipótesis de cálculo o superior a 40°C y no se haya definido otro tipo de aislamiento.

En el acoplamiento se prestará especial atención a su apilamiento de forma que las capas inferiores no queden excesivamente presionadas. El material será espuma sintética flexible, especial para aislamiento, conformado en planchas (hojas y rollos) o en coquillas



cilíndricas de diámetros interiores iguales o ligeramente superiores al diámetro exterior de la tubería a aislar.

Su composición será tal que le confiera propiedades de autoextinguible, imputrescible y químicamente neutro.

En el caso de las coquillas es recomendable siempre que sea posible su montaje por embutición en el tubo, previo al montaje del mismo. Si no fuera por este sistema se utilizará el de apertura longitudinal.

El pegado de las costuras longitudinales, conformación de accesorios y unión de piezas conformadas se realizará exclusivamente con el adhesivo indicado por el fabricante. La aplicación sólo se hará con temperaturas superficiales del tubo comprendidas entre los 15 y 30°C, con un tiempo de secado mínimo de 24 horas de discurrir fluido por la canalización. Bajo ningún concepto se montarán con estiramientos ni compresión.

Se utilizarán cuatro tipos de aislamientos conformados flexibles, con las siguientes características:

Tipo A.

- Espuma elastomérica a base de caucho sintético, de estructura celular estanca, formando barrera de vapor.
- Conductividad térmica máxima: 0,035W/m°C a 0°C
- Clasificación ante el fuego: M1
- Color: negro
- Tipo ARMSTRONG AF/ARMAFLEX o equivalente.

Tipo B.

- Espuma elastomérica
- Conductividad térmica máxima: 0,037W/m°C a 20°C
- Clasificación ante el fuego: M1
- Color: gris
- Tipo ARMSTRONG SH/ARMAFLEX o equivalente.

Tipo C.

- Espuma elastomérica a base de caucho sintético, de estructura celular estanca, formando barrera de vapor.
- Conductividad térmica máxima: 0,040W/m°C a 0°C
- Clasificación ante el fuego: M1
- Color: negro
- Resistente a rayos UV.
- Para altas temperaturas de utilización (< 175°C)
- Tipo ARMSTRONG HT/ARMAFLEX o equivalente.

Tipo D.

- Espuma de polietileno.



- Conductividad térmica máxima: 0,038W/m°C a 20°C
- Clasificación ante el fuego: M1
- Color: gris oscuro
- Tipo TUBOLIT DG o equivalente.

Forros de aluminio.

Camisa de aluminio

Es competencia del instalador el suministro, montaje y terminación del forrado de aluminio de todas aquellas canalizaciones de agua, aire o cualquier otro fluido que estén aisladas, así como de aquellos equipos o accesorios así mismo aislados en obra que estén situados o ubicados en zonas vistas, aunque sean de servicios, tales como salas de máquinas, corredores, pasillos, etc., y exteriores. No estarán forrados, por tanto, las ubicaciones en falsos techos, patinillos, zanjales registrables o galerías subterráneas de distribución, salvo indicación en contra en proyecto.

El forrado se realizará con chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, de la misma calidad, no debiéndose apreciar matices de terminación por diferencia de partida. Las juntas, siempre que sea posible, quedarán en las zonas ocultas. Las tomas por aparatos de medida, control, derivaciones, etc., dispondrán de sus escudos o embellecedores de remate correspondientes. Es recomendable la utilización de pegamentos en cualquier caso los remaches serán los mínimos y por las zonas ocultas. Especial atención se prestará al forrado de válvulas y accesorios, tanto en su acabado estético, como en su maniobra y posibilidad de registro sin afectación a las líneas contiguas. Los cortes y pliegues serán limpios, sin rebabas y en ningún caso presentando canto vivo en los remates, que puedan producir cortes a los futuros usuarios.

En el forrado de las tuberías exteriores, las costuras deberán situarse de forma que impidan las entradas de agua. En la recepción todo el forrado estará limpio y no podrá presentar deformaciones o abombamientos.

El acabado en aluminio se realizará con costura disimulada y remaches en la cara oculta, debiendo presentar un acabado general limpio y estético.

Película de papel aluminio.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y terminación del forrado con barrera de vapor a base de papel aluminio de todas aquellas canalizaciones de agua, aire o cualquier otro fluido, así como de aquellos equipos o accesorios así mismo aislados en obra, que estén aislados, cuando así se requiera en las especificaciones de proyecto.

El papel de aluminio será autoadhesivo y vendrá reforzado con malla de fibra de vidrio textil.

Las coquillas que vengan de fábrica recubiertas con papel de aluminio dispondrán de solapa autoadhesiva. Las uniones de las diferentes coquillas se realizarán a tope, procurando



la máxima unión entre terminales y sellados con cinta cubretuberías de papel de aluminio reforzado, totalmente autoadhesivo.

4.3.4 DEPÓSITOS DE EXPANSIÓN - CONTRACCIÓN.

General.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los depósitos de expansión - contracción cerrados de membrana de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

La capacidad de los depósitos de expansión - contracción será la suficiente para absorber la variación de volumen de agua de la instalación al variar su temperatura en el intervalo máximo marcado por las condiciones de funcionamiento y la temperatura ambiental. Como norma general se sobredimensionará el depósito un 20% de su capacidad.

Características.

El cuerpo exterior del depósito será de acero, timbrado y estará construido de forma que sea accesible la membrana interior de expansión. El interior tendrá un tratamiento anticorrosivo y exteriormente un doble tratamiento antioxidante con acabado pintado al duco o esmaltado al horno.

El depósito estará dividido en dos cámaras herméticas entre sí, por la membrana de dilatación, construida en caucho butílico o polipropileno, con elasticidades recuperables a temperaturas inferiores a 60°C, sin degradación del material. La cámara de expansión de gas estará rellena con nitrógeno u otro gas inerte disponiendo de acometida para reposición de gas y manómetro. En la acometida del agua se incluirá manómetro, termómetro, válvula de alimentación, purga de agua y seguridad. Asimismo, esta acometida dispondrá de sifón en cuya parte superior se dispondrá de botellón de recogida de aire con purgador manual y automático. Especial atención deberá tenerse en la puesta a punto para la determinación de la presión de trabajo de forma que en ningún caso y dentro de los límites de construcción, mantenga ningún punto de la instalación con presión inferior a 3 m.c.a.

Si la unidad se montase al exterior, se aislará con fibra de vidrio de 50 mm. de espesor, recubierta con chapa de aluminio.

Los depósitos de expansión estarán contruidos para una presión de trabajo mínima de 3 bares. La presión de relleno inicial será de 1 bar y la presión final de 4 bar, salvo indicación contraria en el presupuesto o especificaciones técnicas.



4.3.5. GRUPOS DE ELECTROBOMBAS.

General.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las bombas centrífugas y motores para los sistemas de circulación de agua de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto. El contratista deberá verificar las condiciones de aspiración de todas las bombas, y proveer bombas para funcionamiento con altura manométrica adecuada. Se incluirán curvas de rendimiento de las bombas suministradas.

En ningún caso la potencia al freno de los motores estando las bombas trabajando a su máxima capacidad, excederá la potencia nominal del motor. Las bombas estarán perfectamente equilibradas estática y dinámicamente y se seleccionarán para soportar presiones iguales o mayores a la presión estática deducida de los planos, más la presión a descarga cerrada.

La presión de descarga en circuito cerrado de las bombas no deberá de exceder el 125% de la de funcionamiento. Se suministrarán, si se necesita, conexiones para limpieza de empaquetaduras.

Las bombas deberán de ser seleccionadas para funcionar cerca del punto de eficiencia máxima, permitiendo el funcionamiento en capacidades de aproximadamente un 25% por debajo de la capacidad de diseño. Además, el diámetro del rodete deberá de ser seleccionado de modo que la capacidad de diseño de cada bomba no exceda el 90% de la capacidad obtenible con el diámetro del rodete máximo para dicho modelo a la velocidad de diseño.

La curva de la bomba deberá tener pendiente continua desde la capacidad máxima hasta el punto de corte.

En todos los casos los tamaños de los motores deberán de ser seleccionados para trabajar holgadamente dentro del rango completo de funcionamiento de la bomba, con el tamaño de rodete instalado.

Garantía. La bomba deberá de suministrar el caudal requerido a la presión de diseño con una tolerancia de $\pm 3\%$ sin sobrecalentamientos del motor, cojinetes o cualquier otra parte y producción normal de ruido. Los cierres deberán de reemplazarse sin cargo alguno si se produce desgaste inusual u operación incorrecta durante el período de garantía, que no haya sido causada por fallo en el mantenimiento.

Características.

Serán del tipo centrífugo, directamente acopladas a motores por medio de acoplamientos elásticos, formado una unidad compacta, montada sobre bastidor común de fundición de primera calidad.



Serán de tipo in-line o de bancada según indicaciones en documentos de proyecto.

Los grupos de bancada serán montados sobre bancadas de hormigón flotante sobre base de corcho aislante (5 cm. altura mínima), tipo VIBRACOR o equivalente, debidamente impermeabilizado, construidas por la empresa constructora de acuerdo con plano facilitado por el instalador y con peso no inferior al doble del de la bomba.

Las carcasas de las bombas serán del tipo envolvente, con conexiones de entrada y salida según normas DIN. Serán fácilmente desmontables para la inspección del rodete y eje de la bomba.

La transmisión bomba - motor eléctrico deberá disponer de un protector de seguridad, teniendo pintadas como mínimo 4 rayas blancas para diferenciar su estado de paro o giro.

Los prensa estopas deberán contener una empaquetadura esponjosa debidamente lubricada a fin de prevenir un desgaste excesivo, sellados de forma adecuada. Se suministrarán conexiones de drenaje en la parte inferior del mismo, incluyendo la tubería de desagüe y el canalón abierto, común a otras bombas y conducido a sumidero.

Los grupos electrobombas deberán reunir las siguientes características en cuanto a materiales y prestaciones:

- Cuerpo en fundición o bronce. Partidos, o no, según planos. Se incluirán conexiones para cebado, venteo, drenaje y manómetros en impulsión y descarga.
- Rodete de fundición/polysulfone o bronce.
- Eje en acero inoxidable AISI 316.
- Tubo de estanqueidad en acero inoxidable.
- Cojinetes a bolas de carbono, a prueba de polvo y humedad.
- Cierres Mecánicos: Todas las bombas deberán de estar provistas con cierres mecánicos y separadores de sedimentos:
 - a. Cierres. Los cierres deberán de ser adecuados para el tipo de servicio y para la presión. Los muelles deberán de ser de acero inoxidable y las partes metálicas de la cabeza del cierre deberán de ser de material no oxidable, tales como bronce o acero inoxidable.
 - b. Empaquetadura. Las empaquetaduras deberán de estar provistas de línea de limpieza. El diseño garantizará un barrido de agua limpia por medio de una línea de limpieza desde la descarga de la bomba a la conexión de limpieza en la empaquetadura. Un separador de abrasivos, deberá de ser provisto para cada cierre, y conducido a la línea de barrido para garantizar agua limpia en las caras del cierre.
- Juntas tóricas de EPDM.
- Acoplamientos flexibles del tipo todo acero con protector de acoplamiento. Se incluirá espaciador en el acoplamiento para facilitar el mantenimiento del grupo.
- Rotor húmedo o seco, según documentos de proyecto..
- Motor de 2 ó 4 polos, 2900 ó 1450 r.p.m. , 220V/1~ ó 220/380V/ 3~, 50 Hz, IP.44 clase F.



- Presión de aspiración 2 m.c.a. para 82°C.
- Caudal, altura manométrica, potencia del motor, número de velocidades y presión sonora según lo establecido en el presupuesto o especificaciones técnicas.

Instalación.

Todas las bombas y motores deberán de ser instalados por un representante del fabricante o por personal cualificado y deberán de ser nivelados y alineados en bancadas o soportes en estricta concordancia con las instrucciones del fabricante y las tolerancias recomendadas, utilizando un micrómetro indicador.

Esto será realizado antes de que se realice ninguna conexión de tubería o acometida eléctrica. Después de que todas las conexiones hayan sido realizadas y antes de poner cada bomba en funcionamiento, la nivelación y el ajuste debe ser comprobado de nuevo.

Todos los ajustes necesarios serán realizados para garantizar que la reacción está equilibrada, que el eje gira libremente y que la bomba presenta un funcionamiento silencioso. Cuando todos los ajustes se hayan completado, el motor y la bomba deberán de ser firmemente fijados mediante pernos.

Las bombas con cierres mecánicos no deberán de ponerse en funcionamiento eléctricamente con motivo de ensayo hasta que los sistemas se encuentren llenos con agua. Los cierres dañados durante la puesta en marcha y las pruebas, deberán de ser reemplazados sin coste alguno para la propiedad.

Se preverá espacio de acceso alrededor de las bombas para su mantenimiento. Este espacio no será menor que el mínimo recomendado por el fabricante.

Se preverá una válvula de purga de aire y una conexión de drenaje en las cámaras de bombas horizontales. Así mismo, se preverán drenajes para las bancadas y para los cierres, conectados mediante tubería y desaguando en los sumideros de suelo.

Se suministrará separador de aire en la parte de aspiración de las bombas de circulación y conectar al tanque de expansión.

Todas las bombas se lubricarán antes de su puesta en marcha.

4.3.6 COLECTORES SOLARES.

General.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los colectores solares de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.



El colector solar deberá estar homologado por el Ministerio de Industria y Energía de acuerdo con lo señalado en el Real Decreto 891/1980 de 14 de abril, sobre homologación de los paneles solares y en la orden de 20 de julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los paneles solares.

Características.

El instalador proporcionará los siguientes datos técnicos del colector:

- Dimensiones principales: alto, ancho, largo.
- Área de la superficie transparente.
- Material y transmisividad de la cubierta transparente.
- Tipo de configuración del absorbedor.
- Materiales y tratamiento del absorbedor.
- Situación y dimensiones de las tomas de entrada y salida.
- Materiales de las juntas de estanqueidad de la cubierta y de las salidas de las conexiones del circuito.
- Material de la carcasa.
- Tipo de cierre de la cubierta transparente.
- Situación y configuración de los puntos de amarre.
- Materiales aislantes.
- Esquema general del colector.

El colector llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre del fabricante.

Sólo se utilizarán colectores que se ajusten a las siguientes características técnicas:

- Material de la cubierta transparente: vidrio normal o templado de espesor no inferior a 3 mm y transmisividad mayor o igual a 0,8. La utilización de un material de otras características requiere el informe de un organismo acreditado que garantice las características funcionales y de durabilidad del captador.
- Distancia media entre el absorbente y la cubierta transparente no inferior a 2 cm ni superior a 4 cm.
- Material del absorbedor: materiales metálicos.
- En ningún caso el tratamiento del absorbedor se aplicará sobre acero galvanizado.
- La pérdida de carga del colector para un caudal de 1 l/mm por m² será inferior a 1 mca.
- El colector llevará un orificio de ventilación de diámetro no inferior a 4 mm situado en la parte inferior de forma que puedan eliminarse acumulaciones de agua en el colector. El orificio se realizará de forma que el agua pueda drenarse



en su totalidad sin afectar al aislamiento.

A los efectos de estas especificaciones no podrán utilizarse colectores de más de un vidrio.

La utilización de sistemas integrados en cubierta requieren un informe adicional a la memoria de diseño, realizado por un organismo acreditado por la Junta de Andalucía, que garantice las características funcionales y de durabilidad del conjunto.

4.3.7 CONTROL ELÉCTRICO O ELECTRÓNICO.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio del control eléctrico o electrónico de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Queda incluido dentro del suministro, todo el cableado necesario para la actuación del control, desde el regleteado dispuesto a tal efecto en el cuadro eléctrico, hasta todos y cada uno de los terminales. El cableado ira canalizado en PVC rígido, flexible armado o acero según determine la Dirección, acorde con el resto de las canalizaciones eléctricas, con los registros necesarios.

El dimensionado será tal que no afecte a la medición y en ningún caso inferior a 1,5 mm² de sección. El aislamiento será de 750 V., estando apantallado si la medida o acción lo requiriera.

Los cuadros de control de cada subsistema serán metálicos, de la dimensión adecuada para el correcto alojamiento de los elementos y sus canalizaciones. El frontis será registrable y estanco. En señales proporcionales, con variación de tensión, se dispondrá indicador transductor de la medida correspondiente (°C % HR, etc.) Al lado de cada cuadro y debidamente plastificado y enmarcado se ubicará el esquema de control correspondiente, con indicación de los puntos de consigna.

El instalador debe suministrar cuando la planificación de la obra lo demande, los planos de enclavamiento eléctrico, para que el suministrador de los cuadros, los tenga en consideración, para la construcción de los mismos. Previamente estos planos serán visados por la Dirección.

Quedan incluidos todos los elementos accesorios tales como relés, potenciómetros, pilotos, interruptores, fusibles, transformadores, etc., que para el buen funcionamiento del sistema sean necesarios, siempre y cuando queden fuera de los cuadros eléctricos generales.

En general, todo el montaje y elementos que compongan la instalación de control deberán atenerse a la reglamentación al respecto y más en particular a lo indicado en la ITC 04.11 del RITE.



El conexionado de los diferentes terminales en el regleteado del cuadro eléctrico, lo realizará el instalador electricista, en presencia del instalador de aire acondicionado, siendo responsabilidad de éste la adecuada conexión, el cumplimiento de las funciones de maniobra y enclavamiento.

4.3.8. APARATOS DE MEDIDA.

Es competencia del instalador el montaje, suministro y puesta en servicio de los aparatos de medida de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

El montaje de los aparatos será tal que refleje realmente la magnitud y el concepto medido, evitando puntos muertos o acciones indirectas que desvíen el punto de medición que interesa consignar. Si el parámetro a medir estuviese automáticamente controlado o dispusiese de sonda de medida a distancia, tanto sondas como el punto de captación del aparato de medida, estarán próximos, de forma que no pueda aludirse diferenciación de medida o actuación por ubicación. La reposición, contraste o calibración de los aparatos podrá realizarse estando los sistemas en activo por lo que el montaje deberá estar previsto con éste condicionante. Cuando la medida necesite de elemento transmisor (aceite, glicol, etc.,) deberá existir en su total capacidad en la recepción provisional.

El posicionamiento de los indicadores deberá ser tal que puedan ser fácilmente legibles por el usuario en las situaciones normales de trabajo o maniobra. Si el punto de su captación no cumpliera éste requisito, el indicador será del tipo a distancia.

La sensibilidad de los aparatos será la adecuada a juicio de la Dirección, según la precisión y el parámetro medido.

El montaje del punto de captación será realizado de forma que fácilmente pueda ser desmontado para aplicar otro aparato de medida para su verificación o calibración, si ello no fuera factible se dispondrá habitáculo de captación inmediata para aplicación del aparato portátil.

4.3.9 COLECTORES

General

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las calderas de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Los generadores de calor cumplirán con el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero por el que se dictan normas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE relativa a los requisitos mínimos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos y válida para calderas de una potencia



nominal comprendida entre 4 y 400 kW. También se atenderán al Real Decreto 1428/1992 de 27 de Noviembre por el que se aprueban las disposiciones de aplicación de la Directiva 90/396/CEE sobre aparatos de gas.

Características.

El instalador especificará el tipo de generador de calor utilizado y como mínimo las siguientes características técnicas:

- Información sobre potencia y rendimiento requerida por el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero por el que se dictan medidas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE
- Condiciones de utilización de la caldera y condiciones nominales de salida del fluido portador
- Características del fluido portador
- Contenido de fluido caloportador de la caldera.
- Caudal mínimo de fluido caloportador que debe pasar por la caldera.
- Dimensiones exteriores máximas de la caldera y cotas de situación de los elementos que se han de unir a otras partes de la instalación (salida de humos, salida y entrada del fluido caloportador, etc.)
- Dimensiones de la bancada
- Pesos en transporte y en funcionamiento
- Instrucciones de instalación, limpieza y mantenimiento.
- Curvas de potencia-tiro necesario en la caja de humos para las condiciones citadas en el Real Decreto 275/1995, por el que se dictan medidas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE.

Quemadores

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

- Nombre del fabricante o importador en su caso.
- Marca, modelo y tipo de quemador.
- Tipo de combustible
- Valores límites del gasto horario.
- Potencias nominales para los valores anteriores del gasto
- Presión de alimentación del combustible del quemador
- Tensión de alimentación
- Potencia del motor eléctrico, y en su caso, potencia de la resistencia eléctrica.
- Nivel máximo de potencia acústica ponderado A , L_{WA} , en decibelios, determinado según UNE 74105.
- Dimensiones y peso.

El instalador aportará la documentación siguiente:

- Dimensiones y características generales



- Características técnicas de cada uno de los elementos del quemador
- Esquema eléctrico y conexionado
- Instrucciones de montaje
- Instrucciones de puesta en marcha, regulación y mantenimiento.

4.3.10 DEPÓSITOS DE ACUMULACIÓN.

General.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los depósitos de acumulación de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Características.

El instalador especificará el tipo de acumulador utilizado y las siguientes características técnicas:

- Volumen cubicado real.
- Principales dimensiones.
- Presión de máximo trabajo.
- Situación y diámetro de las bocas de conexión.
- Situación y especificación de los puntos de sujeción o apoyos.
- Máxima temperatura de utilización.
- Tratamiento y protección.
- Material y espesor de aislamiento y características de su protección.

El depósito estará fabricado de acuerdo con lo especificado en el Reglamento de Aparatos a Presión, Instrucción Técnica Complementaria MJE-AP11 y probado con una presión igual a dos veces la presión de trabajo y homologado por el Ministerio de Industria y Energía.

El acumulador llevará una placa de identificación situada en lugar claramente visible y escrita con caracteres indelebles en las que aparecerán los siguientes datos:

- Nombre del fabricante y razón social.
- Contraseña y fecha de registro de tipo.
- Número de fabricación.
- Volumen neto de almacenamiento en litros.
- Presión máxima de servicio.

Los depósitos vendrán equipados de fábrica con las bocas necesarias soldadas antes de efectuar el tratamiento de protección interior.

Al objeto de estas especificaciones, podrán utilizarse depósitos de las siguientes características y tratamientos:



- Depósitos de acero galvanizado en caliente de cualquier tamaño, con espesores de galvanizado no inferiores a los especificados en la Norma UNE 37.501.
- Depósitos de acero vitrificado de volumen inferior a 500 l.
- Depósitos de acero con tratamiento epoxídico.
- Depósitos de acero inoxidable de cualquier tamaño.
- Depósitos de cobre de cualquier tamaño.

La utilización de depósitos de hormigón requerirá la presentación de un proyecto firmado por un técnico competente.

Para la realización de bancada para el apoyo de los depósitos, se utilizarán los materiales con las especificaciones que se exponen a continuación:

El agua

El agua para la confección de morteros y hormigones, así como la que se utilice para el curado de los mismos, será de sancionada por la práctica como aceptable.

Los áridos

Los áridos empleados en la elaboración del hormigón serán del tipo que la práctica haya sancionado como aceptable. No se utilizarán los áridos prescritos por la Instrucción para el proyecto y la ejecución de las obras de hormigón en masa o armado del M.O.P. de 20 de septiembre de 1.968.

El cemento

Todo el cemento empleado será Portland, de cualquier marca acreditada siempre que cumplan las condiciones del vigente Pliego para la recepción de Conglomerado Hidráulico.

El cemento a utilizar para la fabricación del Hormigón, para la losa de firme, será Portland P-250. Deberá llegar a obra con una temperatura que no exceda a la temperatura ambiente en más de diez (10°).

El cemento se almacenará en sitio ventilado, defendido en la intemperie de la humedad, tanto del suelo como de las paredes, se mantendrá vigilancia constante de sus cualidades fundamentales.

El hormigón

Todos los materiales a utilizar en la ejecución del firme de hormigón, reunirán las condiciones generales indicadas en el Pliego General de Condiciones facultativas para la ejecución de pavimentos rígidos, redactado por el Instituto Eduardo Torroja (p. R. 63), y no señaladas expresamente en este Pliego.



Acero para armar y acero laminado

Las armaduras serán de acero en redondo estirado en frío, de límite elástico superior a 2.400 kg/cm^2 .

El acero para armar cumplirá las prescripciones contenidas en el Artículo 9 de la Instrucción para el Proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado del M.O.P. de 20 de septiembre de 1.968.

Las barras no presentarán grietas, sopladuras ni mermas de sección superior al cinco (5 %) por ciento.

El acero laminado tendrá una carga de rotura a tracción superior a 3.600 kg/cm^2 , un límite elástico superior a 2.400 kg/cm^2 , y un alargamiento mínimo de rotura superior al 20 %.

Los perfiles no presentarán grietas, sopladuras ni mermas de sección superior al tres (3 %) por ciento.

Otros materiales

Cualquier otro material que haya de emplearse y cuyas condiciones no estén expresamente señaladas en este Pliego, será de primera calidad y habrá de ser sometido previamente a la aprobación del Técnico-Director, que podrá rechazarlo si no reuniese, a su juicio, las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objetivo que motivara su empleo.

Reconocimiento de materiales

No deberán emplearse los materiales sin que previamente hayan sido reconocidos por el Técnico-Director y autorizado su uso. Este reconocimiento no será obstáculo para que se ordene la demolición de la obra, si se comprobara, posteriormente, que los materiales no reúnen las debidas condiciones o no se han empleado adecuadamente.

Replanteo

Antes de dar comienzo a los trabajos, el Técnico-Director de las obras hará, en presencia del Contratista o persona que lo represente el replanteo de las edificaciones y del trazado de las instalaciones, de este replanteo se levantará acta.

Será obligación del Contratista la custodia y reposición de las señales que se establezcan en el replanteo.

Hormigonado

No deberá transcurrir más de una hora entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y compactación.



No se hormigonará un día si la temperatura registrada a las nueve de la mañana no supera los cuatro (4° C) grados centígrados.

El transporte y puesta en obra del hormigón se hará de modo que se asegure la uniformidad de la mezcla.

Apisonado de sub-base y bases

Para el apisonado de la sub-base y de las bases se podrán emplear apisonadores de llantas metálicas tipo tanden o triciclo, compactadoras vibratorias o cualquier combinación de estos tipo aceptado por el Técnico-Director. El peso mínimo de la apisonadora de llanta metálica será de tres toneladas. En ningún caso machacará el árido. Estará dotada de dispositivos que permitan tener los rodillos mojados y limpios durante el apisonado.

Tolerancias

Las diferencias entre las cantidades de áridos y ligantes fijadas en los artículos respectivos y las reales, no excederán, en ningún caso, del diez por ciento en más o menos respecto a las cantidades especificadas.

Deberán rellanarse todos los puntos en que el firme esté a más de dos centímetros por debajo de una gla de tres metros, aplicada longitudinalmente, o de una maestra con el perfil transversal correcto, aplicado transversalmente.

Resistencias

La resistencia característica del hormigón armado a emplear, definida según la Instrucción para el proyecto y la ejecución de las obras de hormigón en masa o armado del M.O.P. de 20 de septiembre de 1.968, no será inferior a 150 kg./cm².

Las tapas de arquetas y cualquier otro elemento de este tipo colocado en el firme, serán capaces de soportar las sobrecargas de tráfico fijadas por la instrucción de carreteras.

4.4 PLANNING DE EJECUCION

En un plazo de 15 días desde la fecha de la adjudicación de la instalación, el Contratista de la instalación, deberá presentar un planning de ejecución, desglosado por partidas, con indicación de los tiempos mínimos y máximos para su ejecución, y con indicación del personal aplicado a cada trabajo.



Asimismo, presentará otro planning relativo a fechas de suministro de los equipos y materiales en la obra.

Una vez revisados los planning de ejecución y de suministro, la Dirección Técnica de la Obra facilitará al Contratista el planning definitivo de trabajos y suministros que será incluido como documento contractual en el Contrato de Ejecución de la Instalación.

4.5 PRUEBAS DE LAS INSTALACIONES Y RECEPCION DE LAS MISMAS.

4.5.1 GENERAL

Alcance del trabajo.

El contratista realizará todas las pruebas y ensayos, limpieza ajuste y equilibrado exigidos por los Reglamentos e Instrucciones Técnicas correspondientes y demás normativa aplicable y las que se indican, corriendo de su cargo los costes derivados.

El contratista realizará una notificación a la Dirección Técnica. con antelación suficiente a la realización de los ensayos para que pueda acudir a los mismos.

Incluirá todo el material, instrumentación y mano de obra que se necesite. Cualquier prueba o ensayo no especificado y que sea necesario realizar para la aceptación de equipos o instalaciones, deberá ser indicado y ejecutado por el adjudicatario.

Es la intención de esta sección mencionar todas las pruebas y ensayos obligatorios y necesarios para asegurar que el sistema está correctamente ejecutado y equilibrado y que las prestaciones especificadas se cumplen. Se someterán a aprobación por la Dirección Técnica. Las propuestas alternativas sobre protocolos de ensayo y control de calidad que pudiera tener implantado el Contratista.

Todo el sistema quedará completamente ajustado y equilibrado; es decir, tanto los equipos como las redes de conducción de fluidos.

Entregas.

El contratista entregará los informes y certificados de ensayos, conteniendo los resultados de las pruebas y una implantación esquemática para cada sistema certificada por el Contratista.

El informe de equilibrado de redes de agua presentado deberá listar cada elemento terminal, dando identificación, caudal de diseño, caudal medido, etc.,



así como requisitos de diseño para todas las bombas y las condiciones reales de funcionamiento, indicando revoluciones por minuto, tensión, intensidad, potencia, etc.

Se incluirá la identificación y los tipos de los instrumentos empleados así como su fecha de calibración más reciente, con el informe del ensayo.

El contratista suministrará un conjunto completo de planos de equilibrado con las anotaciones e indicaciones correspondientes así como un informe del procedimiento realizado de equilibrado.

Garantía de calidad.

Los equilibrados y ensayos del sistema agua no deberá de comenzar hasta que el sistema haya sido ejecutado y esté en situación de funcionamiento completo.

Después de la terminación de los trabajos de equilibrado y ensayo, la Dirección Técnica puede requerir una recomprobación o un reajuste de cualquier equipo, elemento de difusión, o bomba. El contratista deberá suministrar técnicos para asistir a Dirección Técnica en la realización de cualquier comprobación que pueda requerir.

4.5.2 ENSAYOS E INSPECCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS

El instalador garantizará que todos los materiales y equipos han sido probados antes de su instalación final, cualquier material que presente deficiencias de construcción o montaje será reemplazado o reparado.

El contratista entregará los informes y certificados de ensayos de los materiales y equipos, conteniendo los resultados de las pruebas, así como los certificados de clasificación de los mismos por los organismos y entidades reguladoras de la calidad.

La Dirección técnica de obra será autorizada a realizar todas las visitas de inspección que estime necesarias a las fábricas donde se estén realizando trabajos relacionados con esta instalación.

4.5.3 ENSAYOS DE FUNCIONAMIENTO Y EQUILIBRADOS

General.

Todas las instalaciones deberán ser inspeccionadas y probadas ante la Dirección Técnica de Obra, con anterioridad a ser cubiertas por paredes, falsos techos, etc. Estas pruebas se realizarán por zonas o circuitos sin haber sido conectado el equipo principal.



Se probarán todos los equipos y sistemas según Reglamentos aplicables y Normas UNE de aplicación. El contratista suministrará todos los medidores, instrumentos, equipos de ensayo, y personal requerido para los ensayos.

Se ajustarán todos los equipos para funcionar con el mínimo ruido y vibración posible para sus condiciones de trabajo. El funcionamiento silencioso de todos los equipos es un requisito. Cualquier equipo que produzca un ruido objetable en espacios ocupados debe de ser reparado o retirado y sustituido con equipo satisfactorio.

Se emitirán formularios con los resultados de las pruebas.

Sistemas de Tuberías

Se pondrán en marcha el sistema de A.C.S., se ajustarán los controles y los equipos, y se realizará el equilibrado necesario para suministrar no menos de las cantidades de agua indicadas en el proyecto a cada equipo.

Equilibrado de agua.

1. Se pondrán todos los sistemas de A.C.S. y resto de equipos en funcionamiento completo y continuado durante cada día de trabajo correspondiente al equilibrado y ensayo.
2. Se realizará todo el trabajo necesario para completar los ensayos y el equilibrado de los sistemas de agua, incluyendo, pero no limitado, a lo siguiente:
 - Ensayo de las bombas de circulación
 - Equilibrado de la distribución de agua
 - Presentación de los datos de equilibrado y de ensayo completos, una vez terminados los ensayos y el equilibrado, para su comprobación.
3. Se realizará según UNE 100-010 mientras no se indique o apruebe otra.
4. Se seguirán asimismo las recomendaciones y procedimientos de los fabricantes de los elementos de equilibrado; tales como válvulas de equilibrado hidráulico.
5. Dentro del período de garantía, si hay evidencia de desajustes, la propiedad puede requerir la recomprobación y verificación de las salidas, bombas y cualquier otro equipo listado en el informe de ensayo. Proporcionar los técnicos y los instrumentos cuando sea requerida la realización de los ensayos durante este período de garantía.

Informes de equilibrados y pruebas de equipos.

Los informes conteniendo los resultados de pruebas y equilibrados contendrán tanto las condiciones de diseño como las condiciones actuales para cada elemento listado. Los



informes se requieren para cada sistema de agua y transferencia térmica. Se incluirán como mínimo los siguientes datos, que sean aplicables:

1. Sistemas de agua (Bombas y elementos de transferencia de calor).

- Condiciones exteriores en el momento del ensayo
- Nombre de la bomba o equipo
- Velocidad de la bomba
- Amperaje de la bomba (operación individual)
- Amperaje de la bomba (funcionamiento múltiple)
- Amperios nominales del motor.
- Presión de entrada a la bomba (funcionamiento individual)
- Presión de entrada a la bomba (funcionamiento múltiple)
- Presión de salida de bomba (funcionamiento individual)
- Presión de salida de la bomba (funcionamiento múltiple)
- Caudal (l/s) (funcionamiento individual)
- Caudal (l/s) (funcionamiento múltiple)
- Temperatura de impulsión
- Temperatura de retorno
- Flujo en l/s en cada unidad de elemento terminal
- Flujo en l/s en cada punto de medición de flujo (válvulas de equilibrado)
- Ajuste de parámetros respecto diseño (%)

Periodo de funcionamiento.

Se mantendrá el sistema en funcionamiento durante un período de cinco días durante el cual la inspección final pueda realizarse por D.T. Una vez terminado, marcar la posición de ajuste de cada válvula de equilibrado y de cada compuerta para referencia permanente.

4.5.4 PRUEBAS FINALES DE RECEPCIÓN PROVISIONAL

Generalidades.

Una vez finalizado totalmente el montaje de la instalación y habiendo sido regulada y puesta a punto, el instalador procederá a la realización de las diferentes pruebas finales previas a la recepción provisional, según se indica en los capítulos siguientes. Estas pruebas serán las mínimas exigidas.

Las pruebas serán realizadas por el instalador en presencia de las personas que determine la Dirección, pudiendo asistir a las mismas un representante de la Propiedad.

Todas las mediciones se realizarán con aparatos pertenecientes al instalador, previamente contrastados y aprobados por la Dirección.



El resultado de las diferentes pruebas se reunirán en un documento denominado "PROTOCOLO DE PRUEBAS EN RECEPCION PROVISIONAL" en el que deberá indicarse para cada prueba.

- Croquis del sistema ensayado, con identificación en el mismo de los puntos medidos.
- Mediciones realizadas y su comparación con las nominales.
- Incidencias o circunstancias que puedan afectar a la medición o a su desviación.
- Persona, hora y fecha de realización.

Redes de tuberías.

Al finalizar el montaje de toda la red de tuberías, estando cerrados los circuitos con las máquinas primarias y terminales, se procederá a realizar la prueba de estanqueidad mediante el llenado de la instalación y prueba estática conjunta a una presión equivalente a 1,5 veces la presión de trabajo (mínimo 600 KPa).

Tras la finalización de los trabajos de instalación de redes de agua se procederá a una limpieza química, siguiendo el proceso a continuación:

- Llenado de la instalación con disolución química para eliminar grasas y aceites.
- Llenado de la instalación con agua dosificada anticorrosiva, verificación de niveles y puesta en marcha de bombas.
- Vaciado por todos los puntos bajos.
- Limpieza de puntos bajos y filtros de malla.

Los agentes químicos de limpieza serán aprobados para eliminar suciedad dentro de la tubería, compuestos de barro, aceites de corte, y otros materiales extraños. Un certificado de la limpieza deberá de ser entregado a la Dirección Técnica.

4.5.5 RECEPCIONES DE OBRA.

Recepción provisional.

Una vez realizado el protocolo de pruebas por el instalador según indicaciones de la Dirección de Obra y acordes a la normativa vigente, aquel deberá presentar la siguiente documentación, y cualquier otra que contemple la reglamentación vigente, tal y como se describe en ITC 06.5 del RITE:

- Copia del certificado de la instalación presentado ante la Delegación del Ministerio de Industria y Energía, firmado.
- Protocolo de pruebas (original y copia).
- Manuales de instrucciones (original y copia).
- Libro oficial de mantenimiento.
- Proyecto actualizado (original y copia), incluyendo planos de la instalación realmente ejecutada.



- Esquemas de principio, coloreados y enmarcados.
- Relación de materiales y equipos empleados.

Ante la documentación indicada, la Dirección de Obra emitirá el acta de recepción correspondiente con las firmas de conformidad correspondientes de instalador y propiedad. Es facultad de la Dirección adjuntar con el acta relación de puntos pendientes, cuya menor incidencia permitan la recepción de la obra, quedando claro el compromiso por parte del instalador de su corrección en el menor plazo.

Desde el momento en que la Dirección acepte la recepción provisional se contabilizarán los periodos de garantía establecidos, tanto de los elementos como de su montaje. Durante este periodo es obligación del instalador, la reparación, o modificación de cualquier defecto o anomalía, (salvo los originados por uso o mantenimiento) advertido y programado para que no afecte al uso y explotación del edificio.

Recepción definitiva.

Transcurrido el plazo contractual de garantía y subsanados todos los defectos advertidos en el mismo, el instalador notificará a la propiedad el cumplimiento del periodo. Caso de que la propiedad no objetará ningún punto pendiente, la Dirección emitirá el acta de recepción definitiva, quedando claro que la misma no estará realizada y por lo tanto, la instalación seguirá en garantía hasta la emisión del mencionado documento.

4.6 TRAMITACIONES OFICIALES

El contratista de la instalación de A.C.S mediante energía solar es responsable de la tramitación de cuantos permisos oficiales sean necesarios para la puesta en funcionamiento de la instalación.

De esta manera tramitará los permisos de la Delegación de Industria, y los permisos de acometidas necesarios ante los organismos o empresas correspondientes.

Sin estos permisos, no se procederá a realizar la Recepción de la Instalación, ni siquiera de forma provisional.



5.- PLANOS