



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y APOYO DE CALEFACCIÓN

Alumno: Sergio Ruiz Sánchez

Tutor: Prof. D. Patricio Lupiáñez Cruz

Dpto: Ingeniería Gráfica Diseño y Proyectos

Septiembre, 2016

UNIVERSIDAD DE JAÉN

Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE ACS Y APOYO DE CALEFACCIÓN

TFG Realizado por:



Sergio Ruiz Sánchez

Vº Bº Tutor:



Patricio Lupiañez Cruz

ÍNDICE

1. Memoria.....	Pág. 06
1.1 Memoria descriptiva	
1.1.1 Objetivos del proyecto	Pág. 07
1.1.2 Antecedentes.....	Pág. 07
1.1.3 Emplazamiento.....	Pág. 08
1.1.4 Normas y reglamentación.....	Pág. 09
1.1.5 Descripción del proyecto y sus características.....	Pág. 11
1.2 Anexos a la memoria	
1.2.1 Cálculos.....	Pág. 17
1.2.2 Cálculo de la carga térmica en calefacción.....	Pág. 40
1.2.3 Estudio económico.....	Pág. 48
1.2.4 Conclusiones.....	Pág. 50
2. Pliego de condiciones.....	Pág. 51
2.1 Condiciones generales	
2.1.1 Fluido de trabajo.....	Pág. 52
2.1.2 Protección contra heladas.....	Pág. 53
2.1.3 Sobrecaentamiento.....	Pág. 55
2.1.4 Resistencia a presión.....	Pág. 56
2.1.5 Prevención de flujo inverso.....	Pág. 56
2.1.6 Prevención de la legionelosis.....	Pág. 57
2.2 Normativas aplicadas.....	Pág. 57
2.3 Condiciones técnicas	
2.3.1 Generalidades.....	Pág. 59
2.3.2 Montaje de estructura soporte y captadores.....	Pág. 61
2.3.3 Montaje de acumulador.....	Pág. 61
2.3.4 Montaje de intercambiador.....	Pág. 62
2.3.5 Montaje de bomba.....	Pág. 62
2.3.6 Montaje de tuberías y accesorios.....	Pág. 63
2.3.7 Montaje de aislamiento.....	Pág. 65
2.3.8 Pruebas de estanqueidad del circuito primario.....	Pág. 66
2.3.9 Pruebas generales.....	Pág. 66
2.4 Condiciones de seguridad e higiene.....	Pág. 67

2.5 Condiciones de conservación	
2.5.1 Plan de vigilancia.....	Pág. 70
2.5.2 Plan de mantenimiento preventivo.....	Pág. 71
2.5.3 Mantenimiento correctivo.....	Pág. 74
3. Presupuesto y mediciones.....	Pág. 75
4. Referencias.....	Pág. 80
5. Planos.....	Pág. 81
5.1 Plano de situación.....	Pág. 82
5.2 Plano de emplazamiento.....	Pág. 83
5.3 Plano planta baja	Pág. 84
5.4 Plano vivienda primera planta	Pág. 85
5.5 Plano vivienda de Fachada y Cubierta.....	Pág. 86
5.6 Plano Esquema de equipos.....	Pág. 87
5.7 Plano Esquema de instalación.....	Pág. 88

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1. Vista aérea de la ubicación.....	Pág. 07
Fig.2. Esquema de instalación.....	Pág. 08
Fig.3. Mapa zona climática.....	Pág. 15
Fig.4. Gráfica de demanda de Energía Térmica ACS.....	Pág. 17
Fig.5. Exposición diaria media.....	Pág. 18
Fig.6. Irradiancia Instantánea.....	Pág. 19
Fig.7. Resultados F-Chart.....	Pág. 20
Fig.8. Conexión de Captadores.....	Pág. 22
Fig.9. Sombra captadores.....	Pág. 23
Fig.10. Pérdidas por sombras.....	Pág. 24
Fig.11. Diagrama de Moody.....	Pág. 26
Fig.12. Pérdida de carga captador.....	Pág. 29
Fig.13. Gráfica Altura-Caudal Grundfos.....	Pág. 30
Fig.14. Coef. de Expansión.....	Pág. 31
Fig.15. Energía de ACS producida y necesaria.....	Pág. 37
Fig.16. Contribución Solar en Calefacción.....	Pág. 38

ÍNDICE DE TABLAS

Tab. 1.	Datos Climáticos.....	Pág. 16
Tab. 2.	Demanda de ACS por persona.....	Pág. 17
Tab. 3.	Demanda Energía ACS.....	Pág. 18
Tab. 4.	Irradiación Global Horizontal.....	Pág. 19
Tab. 5.	Irradiación Global Inclinada (MJ/m ²).....	Pág. 20
Tab. 6.	Irradiación Global Inclinada (kW/m ²).....	Pág. 20
Tab. 7.	Diámetro de Tuberías.....	Pág. 26
Tab. 8.	Cálculo de Diámetro.....	Pág. 27
Tab. 9.	Pérdidas de Carga Accesorios.....	Pág. 28
Tab. 10.	Caudales por Tramos.....	Pág. 29
Tab. 11.	Pérdidas de carga Intercambiador.....	Pág. 30
Tab. 12.	Volumen Circuito Primario.....	Pág. 33
Tab. 13.	Volumen Circuito Secundario.....	Pág. 34
Tab. 14.	Espesores Mínimos de Aislamiento para Interior.....	Pág. 35
Tab. 15.	Espesores Mínimos de Aislamiento para Exterior.....	Pág. 35
Tab. 16.	Potencia Útil Captadores.....	Pág. 38
Tab. 17.	Cargas térmicas.....	Pág. 38
Tab. 18.	Carga térmica muro exterior.....	Pág. 39
Tab. 19.	Carga térmica por transmisión.....	Pág. 39
Tab. 20.	Carga térmica por renovación.....	Pág. 41
Tab. 21.	Carga térmica por infiltración.....	Pág. 41
Tab. 22.	Resumen Carga térmica Interna.....	Pág. 42
Tab. 23.	Potencia de Calefacción Requerida.....	Pág. 43
Tab. 24.	Potencia Anual Necesaria.....	Pág. 44
Tab. 25.	Plan de Vigilancia.....	Pág. 67
Tab. 26.	Mantenimiento Preventivo Captador.....	Pág. 69
Tab. 27.	Mantenimiento Preventivo Acumulador.....	Pág. 69
Tab. 28.	Mantenimiento Preventivo Intercambiador.....	Pág. 70
Tab. 29.	Mantenimiento Preventivo Sistema Hidráulico.....	Pág. 70
Tab. 30.	Mantenimiento Preventivo Sistema Eléctrico.....	Pág. 70
Tab. 31.	Mantenimiento Preventivo Sistema Auxiliar.....	Pág. 71

1. MEMORIA

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.1 Objetivo del proyecto

El objetivo del proyecto es el diseño y estudio de un equipo forzado de energía solar térmica para una vivienda unifamiliar situada en Jabalquinto en la calle Bécquer, con este equipo se pretende abastecer de agua caliente sanitaria la vivienda y apoyar a la calefacción para reducir el consumo, con el fin de conseguir un ahorro en la facturación eléctrica y contribuir con el medio ambiente realizando una vivienda más sostenible.

Tenido en cuenta el clima de la zona donde nos encontramos, aprovecharemos al máximo la cantidad de sol de la que disponemos.

Estudios y Diseños realizados:

- Su ubicación.
- Diseño del esquema de instalación o de equipos.
- Dimensionado de la red de tuberías del sistema.
- Elección de equipos adecuados para la instalación.
- Estudio del ahorro económico y comparación de sistemas auxiliares.
- Redactado del pliego de condiciones.
- Presupuesto del coste de la instalación.

Todos los cálculos de la instalación se llevarán a cabo de acuerdo a la normativa del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios y el Código Técnico de la Edificación.

1.1.2 Antecedentes

En España desde el año 2007 es obligatoria la instalación de equipos solares térmicos para la producción de ACS en viviendas de nueva construcción, uno de los motivos más importante por lo que se implantó esta normativa, es que este tipo de energía no contamina. Esta energía es mucho más limpia que otras como la energía nuclear que es la más utilizada para la producción de electricidad, y que las energía basadas en combustibles fósiles como el carbón y el gasoil, utilizado para calefacción.

Puesto que nuestro caso es el de una vivienda de nueva construcción, queremos aprovechar para realizar el diseño de un equipo que además de ACS sirva para reducir el consumo de calefacción. En verano la energía sobrante se podría usar para el calentamiento del agua de la piscina.

1.1.3 Emplazamiento

La instalación se realizara en una vivienda situada en la calle Bécquer de Jabalquinto (Jaén). De la que dispondrá de una habitación donde se situara los equipos solares y los paneles solares se situará en la cubierta situada al sur de la vivienda, ya que nos favorece a la hora de captar la mayor radiación solar posible.

Vista aérea de la ubicación de la vivienda:



Fig. 1 Vista aérea de la ubicación

1.1.4 Normas y Reglamentación aplicable

Con la aceptación del Código Técnico de la Edificación (CTE) se establece un instrumento para impulsar la energía solar térmica de baja temperatura.

El documento básico sobre ahorro de energía, fija un aspecto clave a la hora de incluir sistemas de aprovechamiento de las energías renovables en la construcción de edificios nuevos y la rehabilitación de los existentes. En las viviendas que tengan previsión de demanda de agua caliente sanitaria, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante sistemas de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente de la vivienda o de la piscina.

Si seguimos el “**Código Técnico de la Edificación - DBHE4**” debemos tener en cuenta los siguientes puntos:

- Contribución solar mínima:

Es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual para ACS o climatización de piscina cubierta, obtenidos a partir de los valores mensuales.

Como la producción de ACS en esta localidad (Jabalquinto) es mediante el efecto Joule y la zona a la que pertenece es la V, la contribución solar mínima es del 70%.

- Cálculo de la demanda

Para valorar las demandas se toman los valores unitarios de la tabla 3.1 del CTE-DBHE4 para viviendas unifamiliares, que en nuestro caso es de 30 litros por persona.

El número de personas para viviendas residenciales, depende del número de dormitorios de la vivienda, para cuatro dormitorios el número de personas para el cálculo será de seis.

- Condiciones generales de la instalación

El objetivo básico del sistema solar es optimizar el ahorro energético global de la instalación y garantizar la durabilidad, calidad y un uso seguro de la instalación.

El fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los captadores. Pueden utilizarse como fluidos en el circuito primario agua de la red, agua desmineralizada o agua con aditivos.

El sistema fijará la mínima temperatura permitida en el sistema. Las partes del sistema expuestas al exterior deben ser capaces de soportar la temperatura especificada sin dañar el sistema. Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0 °C, deberá estar protegido contra las heladas.

La instalación se dotará de dispositivos de control manuales o automáticos que eviten los sobrecalentamientos de la instalación que puedan dañar los materiales o equipos y penalicen la calidad del suministro energético.

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

En el sistema de ACS, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60 °C debe instalarse un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas.

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

Los circuitos se someterán a una prueba de presión de 1,5 veces el valor de la presión máxima de servicio. Se ensayará el sistema con esta presión durante al menos una hora no produciéndose daños permanentes ni fugas en los componentes del sistema y en sus interconexiones. Pasado este tiempo, la presión hidráulica no deberá caer más de un 10 % del valor medio medido al principio del ensayo.

El circuito de consumo deberá soportar la máxima presión requerida por las regulaciones nacionales/europeas de agua potable para instalaciones de aguas de consumo abiertas o cerradas.

- Criterios generales de cálculo

En este apartado se establece el método para el cálculo de todos los componentes del sistema solar (Sistema de captación, sistema de acumulación solar, sistema de intercambio, circuito hidráulico, sistema de energía auxiliar, sistema de control, y sistema de medida).

1.1.5. Descripción del proyecto y sus características

El diseño de la instalación solar será del tipo forzado, que consiste en utilizar una pequeña bomba para la recirculación del fluido entre captador y el intercambiador, este equipo se compone de los siguientes elementos: Captadores, Interacumulador, sistema hidráulico, vaso de expansión, bombas circuladoras, depósito de apoyo y centralita.

Definición de componentes:

Captador Solar Térmico: Consiste en un dispositivo capaz de absorber la radiación solar y transmitir la energía térmica a un fluido.

Interacumulador: Aparato conectado a una fuente de calor externa (captador o depósito) a través de un serpentín integrado que produce una acumulación de agua caliente para uso sanitario.

Intercambiador de placas: Es un dispositivo diseñado para transferir calor entre dos fluidos que no entran en contacto directo (no se mezclan), sino que están separados por un tabique sólido. El calor se transmite por convección y conducción a través de la pared separadora.

Sistema hidráulico: Sistema que comprende un conjunto interconectado de componentes (Bombas, tuberías, accesorios, etc.) que transporta un fluido.

Vaso de expansión: Elemento utilizado para absorber el aumento de volumen que se produce al expandirse un fluido caloportador por calentamiento, que contiene el circuito hidráulico.

Bomba circuladora: Son electrobombas centrífugas intercaladas en las redes de circuitos, cuya misión es impulsar el agua caliente y, a la vez, vencer las resistencias que tal impulsión genera. Pueden ir tanto en la tubería de ida como en la de retorno.

Centralita: Aparato electrónico que controla todo el funcionamiento del equipo solar mediante sensores de temperatura, relés, etc.

1.1.5.1.Descripción técnica de los componentes:

Captador Solaris CP1



Datos técnicos:

- Área bruta 2,25 m² y área de absorbedor 2,00 m².
- Absorbedor de aluminio
- Recubrimiento selectivo de alta eficiencia “mirotherm”
- Parrilla de tubos con 2 entradas y 2 salidas
- Vidrio templado de 3,2 mm de espesor
- Marco de aluminio anodizado.
- Capacidad 1,9 L
- Rendimiento 0.696

Acumulador solar 2000L Solaris VS2000



Datos técnicos:

- Capacidad de 2000L
- Aislamiento PU de 100mm
- 3 Bridas
- Boca de hombre 480/400mm de diámetro
- Peso en vacío 350kg
- Presión máxima 6 bar
- Temperatura máxima de 90°C

Interacumulador 200L FERCOSOL Mural



Datos técnicos:

- Capacidad de 200 litros
- Tomas de ACS de 3/4"
- Toma serpentín: Derecha 3/4"
- Capacidad serpentín de 0,80m² / 4,07 litros
- Instalación Mural/Vertical

Bomba circuladora Grundfos UPS Solar



Datos técnicos:

- Altura: 12 m.
- Temp. Líquido: +2°C a +110°C.
- Temp. Ambiente: 0°C a +40°C.
- Humedad ambiente: máx. 95%
- Presión sistema: máx. 10 bar.
- Caudal: máx. 4 m³/h.

Intercambiador de placas Fercosol 15kW E5THX26



Datos técnicos:

- 26 placas de intercambio
- Aislamiento EPS
- 5.3 L

Vaso de expansión Solar HW12



Datos técnicos:

- 12 Litros
- Membrana intercambiable
- Presión máxima 10 bar
- Temperatura máxima 140°C

Vaso de expansión Solar HW200



Datos técnicos:

- 200 Litros
- Membrana intercambiable
- Presión máxima 10 bar
- Temperatura máxima 140°C

Centralita LTDC con 3 sondas, Control de ACS, Piscina y Calefacción



Datos técnicos:

- 5 entradas PT1000
- 2 relé 230V mecánico
- 1 relé 230V electrónico
- Más de 36 programas

1.1.5.2. Esquema de Instalación

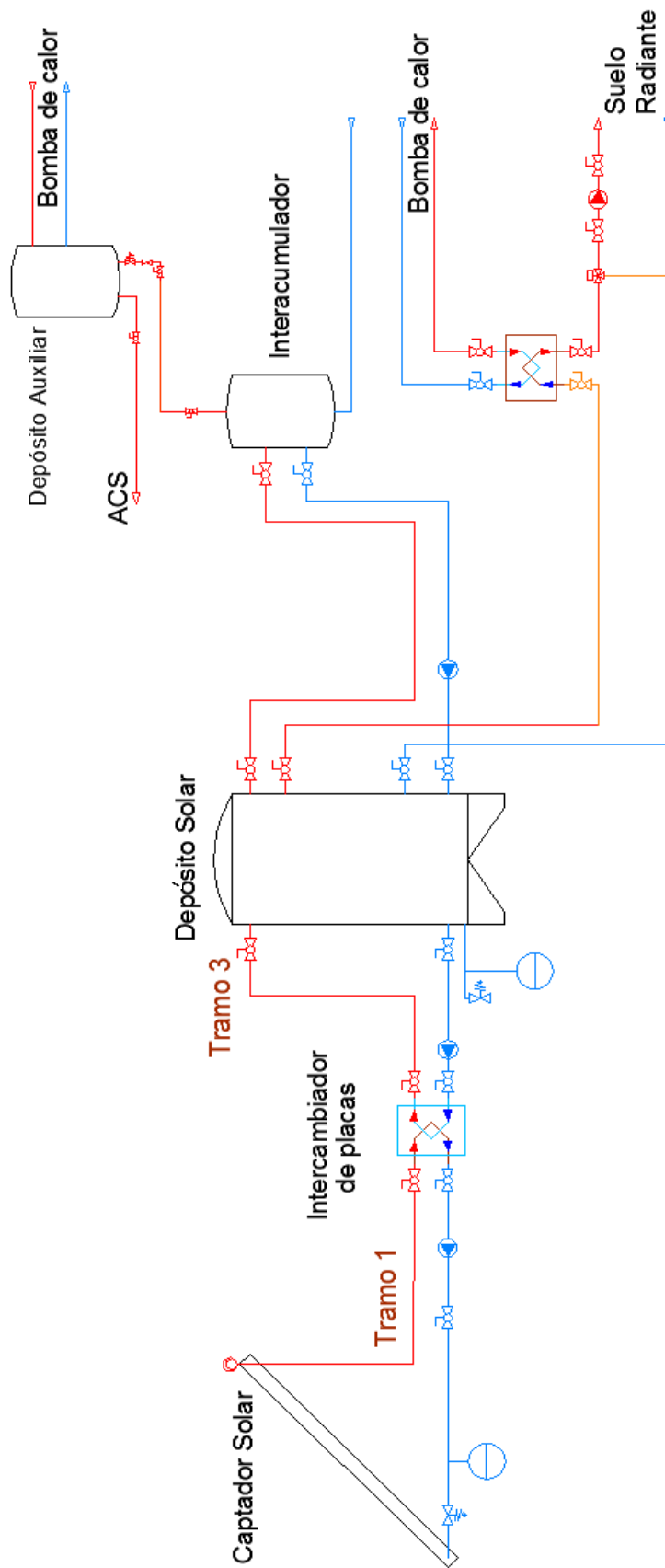


Fig. 2 Esquema de Instalación

1.1.6. Bibliografía

AENOR. (2015).Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE). España: AENOR Ediciones.

(CONAIF).(2014). Código Técnico de la Edificación. Castellano: Edigrafos,S.A.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2009). Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura. Enero, 2009, de IDAE Sitio web: www.idae.es

Pereda, P. (2006). Proyecto y Cálculo de Instalaciones Solares Térmicas. España: Fundación COAM.

1.2 ANEXOS A LA MEMORIA

1.2.1 Cálculos

1.2.1.1 Datos Base de Partida

1.2.1.1.1 Zona Climática

De la tabla D.1 del Código Técnico de la Edificación DBHE4 [02] obtenemos la zona climática de (Jabalquinto) Jaén. Como nuestra localidad se encuentra cercana a Linares, tomamos V como zona climática.

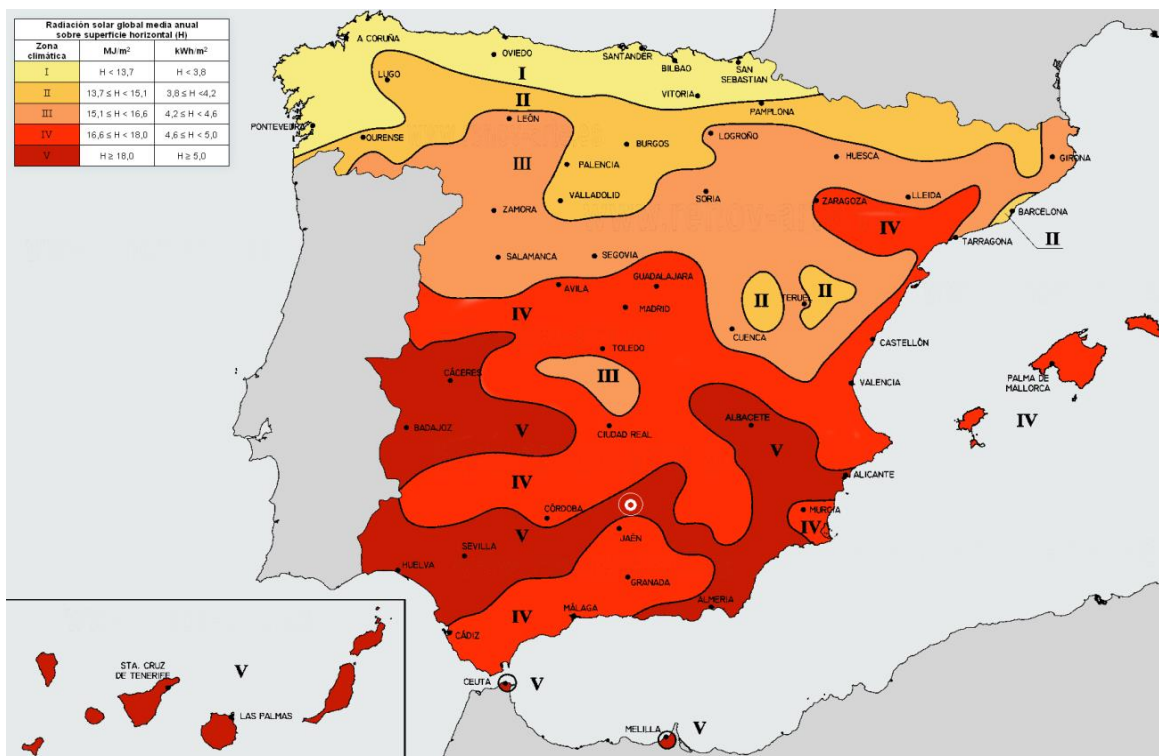


Fig. 3 Mapa zona climática

1.2.1.1.2 Datos Climáticos mensuales (Temperatura y humedad relativa)

Los datos climáticos son tomados de la Agencia Estatal de Meteorología [01].

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tmed	8,7	9,9	12	14,3	18,5	23,1	27,2	27,1	23,6	17,6	12,2	8,7
HR	77	72	67	64	59	53	44	45	55	67	75	77

Tab. 1 Datos Climáticos

1.2.1.1.3 Datos Previos

- Cálculo de la demanda (Temperatura de 60°)

Se elige de acuerdo al CTE DBHE4 que para viviendas unifamiliares es de 30 Litros ACS/día [02].

<i>Criterio de consumo</i>	<i>Litros/día</i>	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hoteles (4 estrellas)	70	por cama
Hoteles (3 estrellas)	55	por cama
Hoteles/Hostales (2 estrellas)	40	por cama
Campings	40	por emplazamiento
Hostales/Pensiones (1 estrella)	35	por cama
Residencias (ancianos, estudiantes, etc.)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Oficinas	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Tab. 2 Demanda de ACS por persona

- El número de personas

Depende del número de dormitorios de la vivienda que en nuestro caso es de 4 dormitorios por lo que le corresponde 6 personas.

1.2.1.2 Demanda de energía térmica para ACS

La demanda de energía correspondiente al agua caliente sanitaria en una vivienda unifamiliar se obtiene a partir de la expresión:

$$Demanda = Q_{ACS} \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_{ref} - T) \cdot Dias(mes) \quad (1)$$

ρ = Densidad

C_p = Calor específico del agua

T_{ref} = Temperatura referencia de agua caliente (60°C)

T= Temperatura agua de red (fría).

Q= Carga litros/día

Resultados de demanda energética mensual

	D	D	Q	ρ	Cp	T_{ref}	T	Días/Mes
	KW	kJ/mes	l/día	kg/l	kJ/KgK	K	K	
Enero	337,01	1213246,01	180	1	4,1813	333,15	281,15	31
Febrero	298,54	1074761,35	180	1	4,1813	333,15	282,15	28
Marzo	317,57	1143251,05	180	1	4,1813	333,15	284,15	31
Abril	294,78	1061213,94	180	1	4,1813	333,15	286,15	30
Mayo	298,13	1073256,08	180	1	4,1813	333,15	287,15	31
Junio	282,24	1016055,90	180	1	4,1813	333,15	288,15	30
Julio	278,68	1003261,12	180	1	4,1813	333,15	290,15	31
Agosto	285,16	1026592,78	180	1	4,1813	333,15	289,15	31
Septiembre	288,51	1038634,92	180	1	4,1813	333,15	287,15	30
Octubre	304,61	1096587,74	180	1	4,1813	333,15	286,15	31
Noviembre	307,33	1106371,98	180	1	4,1813	333,15	284,15	30
Diciembre	343,49	1236577,66	180	1	4,1813	333,15	280,15	31
Demanda Anual ACS	3636,06	Kw						

Tab. 3 Demanda de Energía para ACS

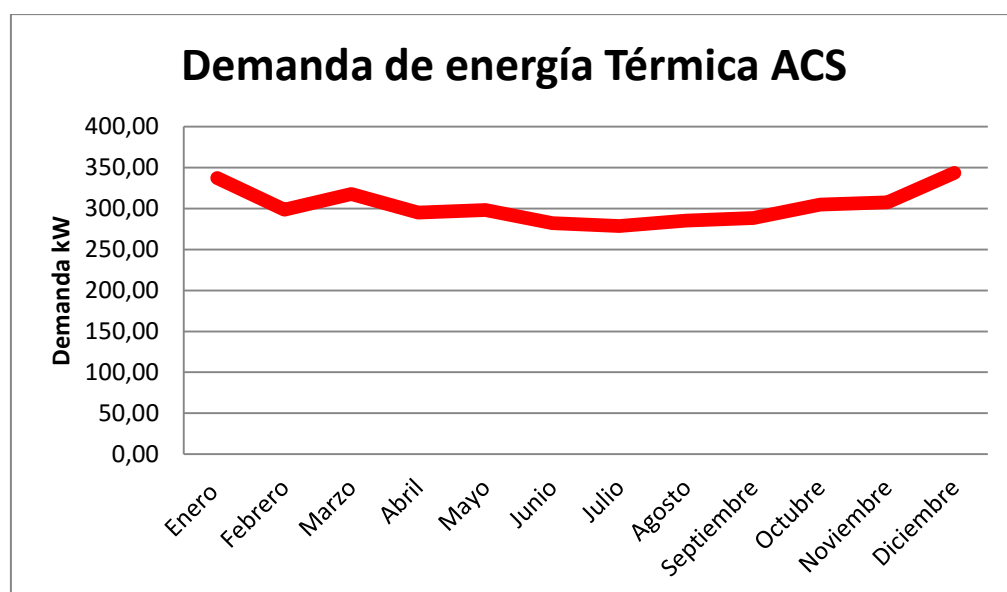


Fig. 4 Gráfica de demanda de Energía Térmica ACS

1.2.1.3 Cálculo radiación solar

Para la obtención de los datos de la radiación solar en la provincia de Jaén, utilizamos la página web de una estación de meteorología[01], ya que en el código técnico solo disponemos de la media anual, para más precisión en nuestro cálculo necesitamos la media mensual.

IRRADIACIÓN GLOBAL DIARIA MEDIA MENSUAL SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL (MJ/m²).

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
6.7	10.1	14.4	18	20.3	24.4	26.7	24.1	19.2	11.9	8.1	6.5

Tab. 4 Irradiación Global Horizontal

La radiación facilitada es la media mensual para una superficie horizontal y los datos son en MJ/m². Como el captador solar dispondrá de una inclinación de 50°, se usará el código de MatLab utilizado en clase ingeniería térmica 2 para obtener la radiación para esta inclinación.

RESULTADOS OBTENIDOS

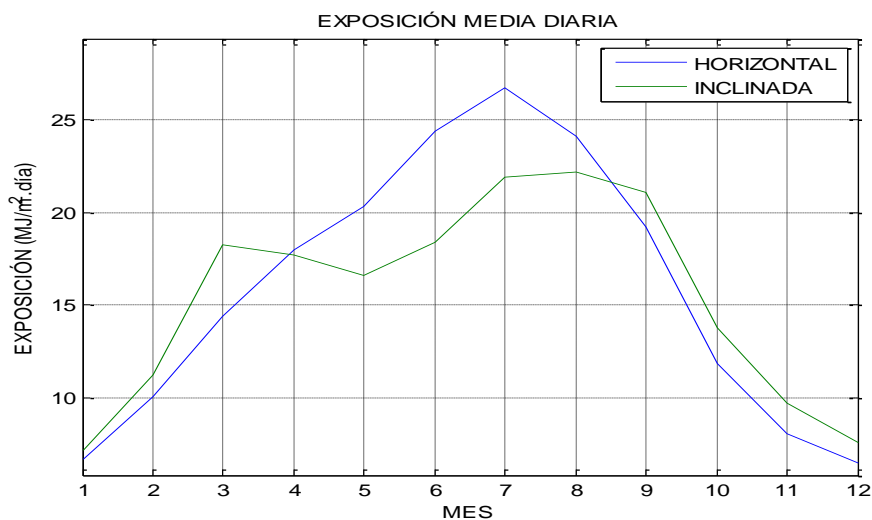


Fig. 5 Exposición diaria media

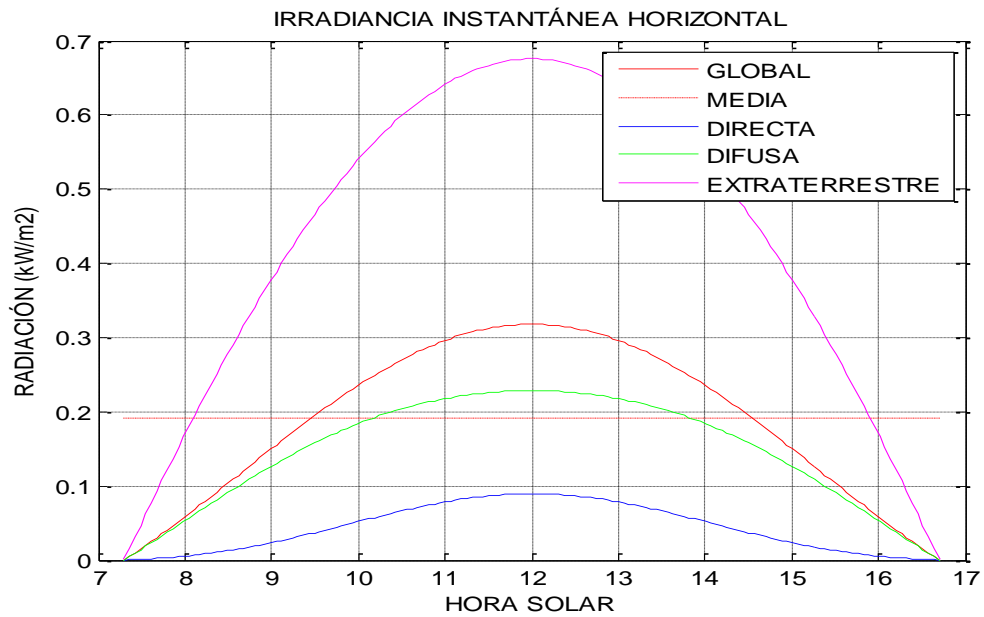


Fig. 6 Irradiación Instantánea

IRRADIACIÓN GLOBAL DIARIA MEDIA MENSUAL SOBRE SUPERFICIE INCLINADA (MJ/m²).

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
7,19	11,22	18,28	17,69	16,61	18,39	21,88	22,16	21,11	13,79	9,75	7,61

Tab. 5 Irradiación Global Inclinada (MJ/m²)

IRRADIACIÓN GLOBAL DIARIA MEDIA MENSUAL SOBRE SUPERFICIE INCLINADA (kW/m²).

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2,01	3,14	5,12	4,95	4,65	5,15	6,13	6,21	5,91	3,86	2,73	2,13

Tab. 6 Irradiación Global Inclinada (kW/m²)

1.2.1.4 Sistema de Captación

1.2.1.4.1 Dimensionado del sistema de captación

Para el cálculo del número de captadores y la demanda de energía para ACS usamos la hoja de cálculo “F-Chart” y una vez obtenido los resultados hay que observar que cumple con el Código Técnico de Edificación.

En la sección HE4 – 2.1.3 “Contribución solar mínima” del código técnico, la fracción de demanda impuesta para nuestra zona (v) es del 70%, y la instalación estará limitada por el cumplimiento de la condición de que en ningún mes del año la energía producida será superior al 110% y no más de 3 meses el 100%.

PREDIMENSIONADO DE INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS DE BAJA TEMPERATURA.				
Area(m2):	4,04	Nº de usuarios:	6	Factor óptico:
Orient.(E,SE,S,SW,W):	s	Litros/usuario-día:	30	F. pérdidas(W/m2·°C)
Inclinación (0-90º):	50	Volumen acumulación(l):	300	Tipo de Sistema (D/I):
Temperatura de uso:	60	Relación V / A (l/m2):	74,3	Rend. Intercambiador:
Número de Colectores	2	Tipo de Captador:	SOLARIS CP1	
	Ocupación (%)	Energía Final Util (kW·h)	Energía Solar Aportada (kW·h)	Aporte solar %
Enero	100,00	324	207	63,8
Febrero	100,00	287	203	70,7
Marzo	100,00	311	263	84,6
Abril	100,00	295	239	81,2
Mayo	100,00	298	251	84,1
Junio	100,00	282	241	85,3
Julio	100,00	285	258	90,5
Agosto	100,00	285	264	92,6
Septiembre	100,00	282	259	91,8
Octubre	100,00	305	248	81,3
Noviembre	100,00	307	223	72,6
Diciembre	100,00	324	188	57,9
TOTAL AÑO	100,00	3.585	2.842	79,3

Fig. 7 Resultados F-Chart

Para nuestro caso si se tratase de solo agua caliente sanitaria, con dos captadores y un acumulador de 300L se cumpliría las exigencias del Código Técnico, pero como el objetivo de este estudio es la reducción del consumo en calefacción, se aprovechara toda la cubierta de la vivienda orientada al sur para captar la mayor cantidad de radiación.

Una vez obtenidos los resultados de la hoja de cálculo “F-Chart” podemos comparar dichos resultados con los realizados en el cálculo de la demanda de ACS, se observa que el resultado es muy similar, esta pequeña variación puede ser debida a las diferentes fuentes de obtención de datos.

1.2.1.4.2 Disposición de los captadores

El conexionado de nuestra instalación contará con dos filas de 5 captadores cada una (Un total de 10 captadores), conectados en paralelo y la conexión de filas se hará con retorno invertido para garantizar el equilibrio hidráulico.

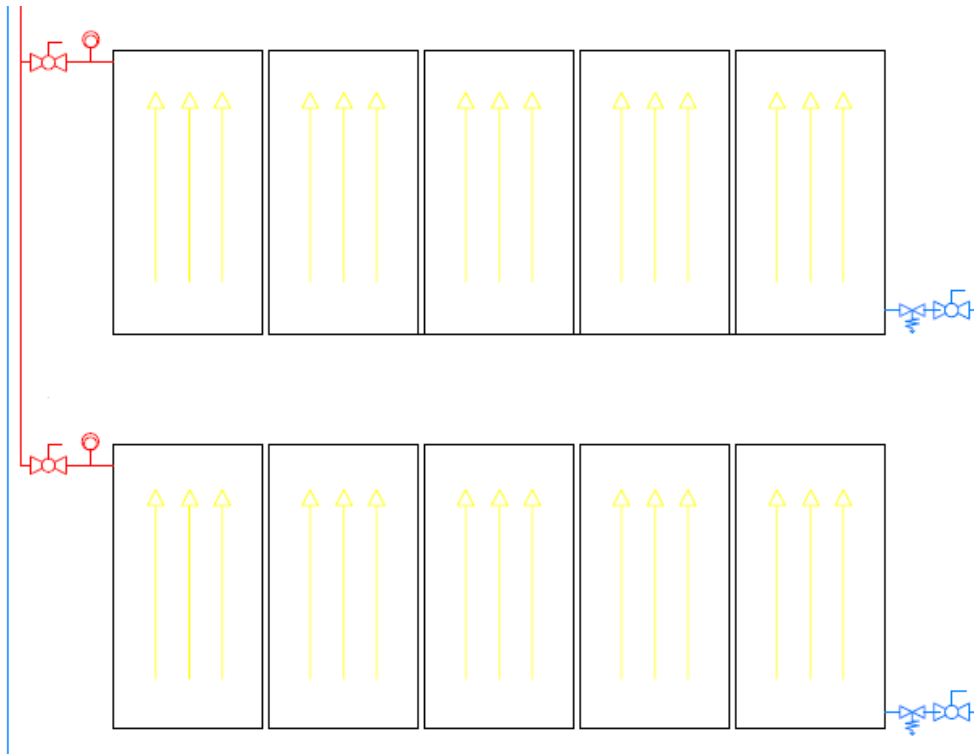


Fig. 8 Conexionado de Captadores

1.2.1.4.3 Cálculo de pérdidas de radiación por sombras

Distancia con edificios cercanos

Puesto que la vivienda no se encuentra cerca de ningún edificio que le pueda causar sombras, solo debemos de tener en cuenta la sombra que le puede causar la fila de captadores delantera.

Distancia mínima entre captadores

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un

mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = h / \tan (61^\circ - \text{latitud})$$

$$d = 625.43 / \tan (61 - 37.8)$$

La distancia mínima entre la fila trasera de captadores y la parte trasera de los captadores delanteros será de $d = 1,459\text{m}$. Puesto que disponemos de gran superficie en la cubierta ampliaremos esta distancia a 2.3m .

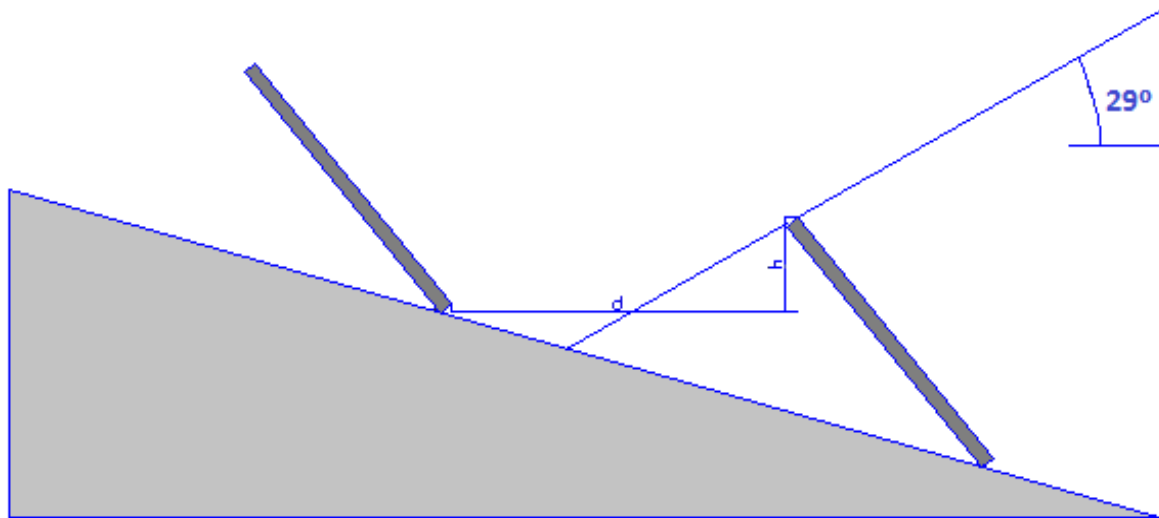


Fig. 9 Sombras captadores

1.2.1.4.4 Pérdidas de carga por orientación e inclinación

Se trata de evaluar si las pérdidas por orientación e inclinación del captador están dentro de los límites permitidos para una instalación en un tejado orientado hacia el sur (azimut = 0°) y con una inclinación de 50° respecto a la horizontal, para una localidad situada en la provincia de Jaén cuya latitud es de 37.8° .

Conocido el azimut, cuyo valor es 0° , determinamos en la figura 2 los límites para la inclinación para el caso de $N = 41^\circ$. Los puntos de intersección del límite de pérdidas del 10% (borde exterior de la región 90 % -95 %), máximo para el caso general, con la recta de azimut nos proporcionan los valores:

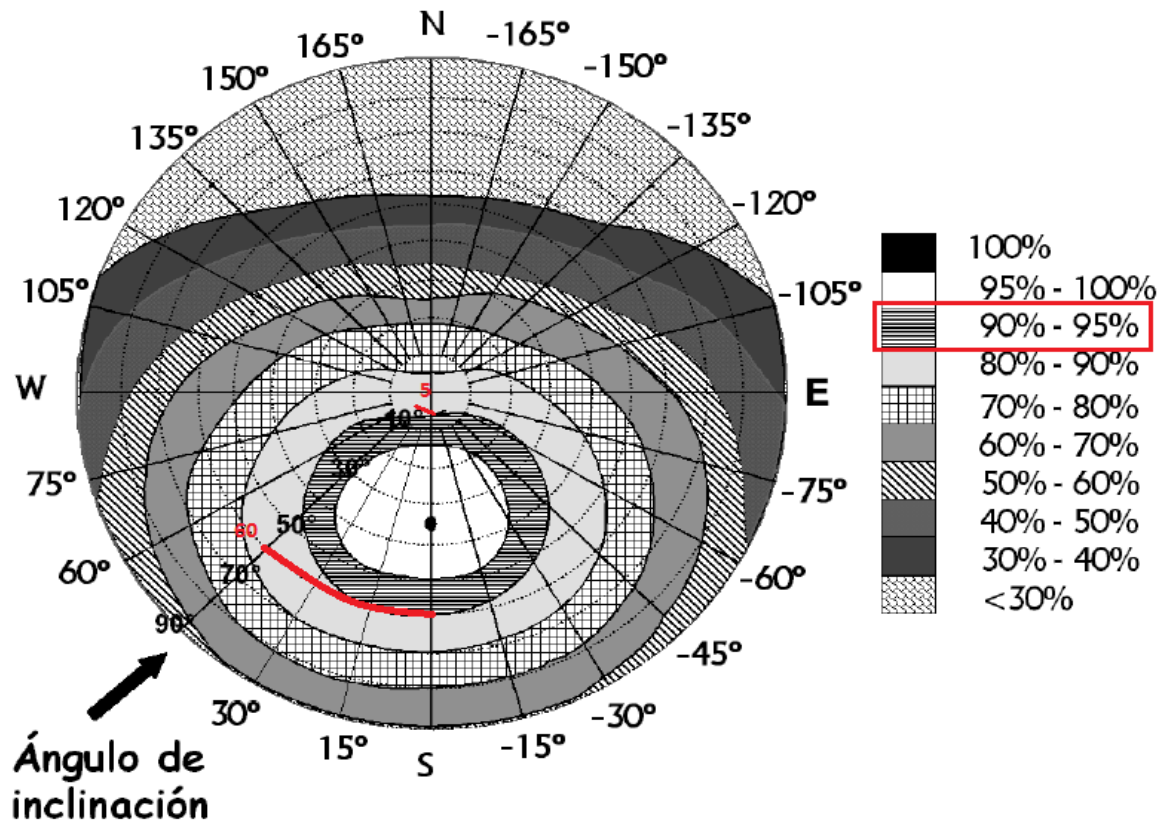


Fig. 10 Perdidas por sombras

Inclinación máxima = 60°

Inclinación mínima = 5°

Corregido para la latitud del lugar:

Inclinación máxima = $60^\circ - (41^\circ - 37.8^\circ) = 56.8^\circ$.

Inclinación mínima = $5^\circ - (41^\circ - 37.8^\circ) = 1.8^\circ$.

Por tanto, esta instalación, de inclinación 50°, cumple los requisitos de pérdidas por orientación e inclinación.

1.2.1.5 Intercambiador de calor

La potencia mínima del intercambiador se determina para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1000w/m2 y el rendimiento de la conversión de la energía solar a calor del 50%, cumpliendo:

$$P \geq 500 \cdot A \quad (2)$$

$$A=20\text{m}^2$$

$$10000 \text{ W} \geq 500 \cdot 20$$

El intercambiador debe de tener una potencia mínima 10000W, puesto que el fabricante no dispone de esta potencia se debe de elegir el de la potencia superior más cercana.

Nuestra potencia para el intercambiador será de 15kW.

1.2.1.6 Dimensionado del depósito solar

En este proyecto se ha escogido un acumulador solar donde un solo depósito pueda abastecer la demanda de ACS y apoyar la calefacción con la energía sobrante. Para definir el volumen del depósito de acumulación se utilizara el código técnico de la edificación.

$$50 < \frac{V}{A} < 180 \quad (3)$$

$$50 < \frac{V}{20} < 180 \rightarrow V= 2000 \text{ L}$$

El Volumen será de 2000 L y el área de los captadores será de 20 m², por lo que la fracción será igual a 100 L/m² estando dentro de los límites establecidos.

1.2.1.7 Dimensionado del Interacumulador de agua caliente sanitaria

Para definir el volumen necesario del depósito de acumulación para el agua caliente sanitaria, se acudirá a la instrucción técnica complementaria del RITE (I.T.E. 10.1.3.2) [03] que define que el volumen recomendable esté entre un 80 y un 100% del consumo diario.

Siguiendo el código técnico de la edificación nos dice que por cada persona le corresponde 30 litros de ACS, por lo que el interacumulador será de:

$$\text{Acumulador} = N^{\circ} \text{ de personas} \times 30 \text{ Litros/persona} \quad (4)$$

$$\text{Acumulador} = 180 \text{ L}$$

En el mercado no hay fabricante que disponga de interacumuladores de 180 litros, por lo que seleccionamos el interacumulador superior que es de 200 litros y cumple con todos los requisitos.

1.2.1.8 Sistema hidráulico

1.2.1.8.1 Distribución de tubería

El material a utilizar en el circuito solar será cobre, por su facilidad en el montaje y no tener un elevado coste. Se utilizará tanto en el circuito primario como en el secundario. Las condiciones que debemos cumplir para la elección de la tubería son las siguientes:

- La pérdida de carga lineal deberá ser menor a 40 mm.c.a. /m
- La velocidad de circulación deberá estar entre 0.2 y 3 m/s.

Caudal Necesario

Para el cálculo del caudal necesitamos la demanda que necesita los captadores, este dato debe de ser facilitado por el fabricante, que en nuestro caso es de 2,4 l/min.

El caudal del tramo 1 (General) es el de la tubería que recoge la conexión de las dos filas de colectores y llega hasta el intercambiador de placas, por lo tanto recoge el caudal necesario para suministrar los 10 colectores.

$$\text{Caudal}_1 = 2,4 \text{ l/min} \times 10 \text{ captadores} \times 60 \text{ min/h} \times 1/1000 \text{ m}^3/\text{l} = 1.44 \text{ m}^3/\text{h}$$

El caudal para el tramo 2 es el que recoge la segunda fila de colectores

$$\text{Caudal}_2 = 2,4 \text{ l/min} \times 5 \text{ captadores} \times 60 \text{ min/h} \times 1/1000 \text{ m}^3/\text{l} = 0.72 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Caudal}_3 = 1.44 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (Coincide con el tramo general)}$$

Elección del diámetro

Diámetros de tuberías de cobre en el mercado:

D ext (mm)	12	15	18	22	28	35
D int (mm)	10	13	16	20	26	33

Tab. 7 Diámetro de Tuberías

Diámetro de tubería por tramo

El diámetro de tubería lo obtendremos con la siguiente ecuación:

$$D = J \cdot C^{0.35} \quad (5)$$

D = Diámetro (mm)

J = 2.2 Constante para tuberías metálicas (2.4 para tuberías plásticas)

C = Caudal (m³/h)

	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	
J	2.2	2.2	2.2	2.2	
C	1.44	0.72	1.44	-	m ³ /h
D	24.99	19.61	24.99		mm
D real interior	26	20	26		mm

Tab. 8 Cálculo de Diámetro

Comprobación de la pérdida de carga

Para el cálculo de la pérdida de carga utilizaremos la formula general para tuberías lisas

$$\Delta H_{inst} = \frac{8 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^4 \cdot g} \cdot \left(\lambda \cdot \frac{L}{D} + \Sigma k \right) \quad (6)$$

$$Re = \frac{4 \cdot \rho \cdot Q}{\pi \cdot \mu \cdot D} \quad (7)$$

Datos:

Rugosidad de cobre = 0.0000015 m

Diámetros = 0.02 y 0.026 m

Re₂₀ = 4.5836 · 10⁷

$$\frac{e}{D} = 0.000075$$

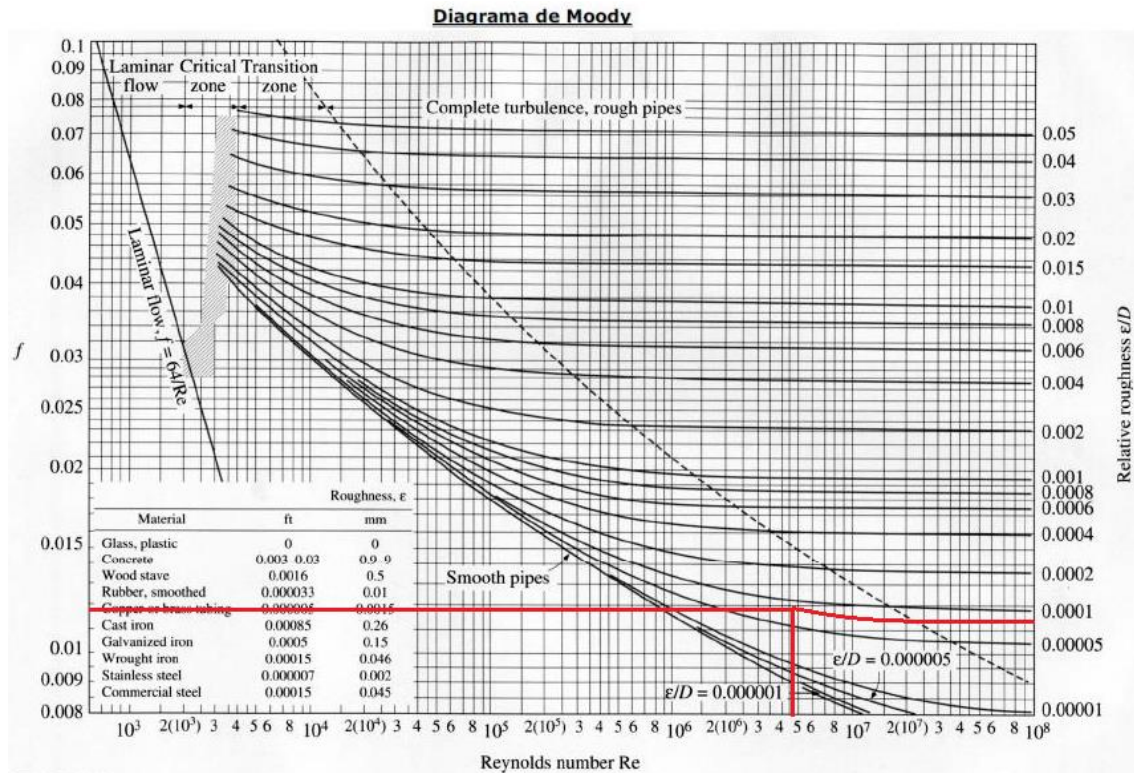


Fig. 11 Diagrama de Moody

$$\Lambda = 0.0118$$

Pérdidas de carga en accesorios de tuberías (k).

Diámetro en milímetros		21,6	27,2	35,9	41,3	53	68,8	80,8	105,3	130	155,4
	Codo de 90°	0,6	0,6	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	3	3,8	4,2
	Codo de 90° Radio Largo	0,5	0,6	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,4	2,7
	Codo de 45°	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	0,9	1,2	1,5	2,1
	T Bifurcación o Cruz	1,2	1,5	1,8	2,4	3	3,6	4,5	6	7,5	9
	T Paso Recto	0,25	0,27	0,4	0,45	0,6	0,75	0,9	1,2	1,5	1,8
	Válvula de Mariposa					1,8	2,1	3	3,6	3,6	3,6
	Válvula de Compuerta					0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9
	Válvula de Esfera					16,4	21,6	26,8	34,5	41,5	48,8
	Válvula de Asiento	6,1	7,6	10,5	13,9	16,5	19,5	24,5	37,5	42,5	50
	Válvula de R. Tipo Capleta	1,5	1,5	2,1	2,7	3,3	4,2	4,8	6,6	8,3	10,4
	Válvula de R. Tipo Asiento					12,1	18,9	19,7	25,4	30,5	35,9

Tab. 9 Pérdidas de Carga Accesorios

Resultados:

Tramo 1 = 0.820276 mca → 20.5069 mmca/m

Tramo 2 = 0.41458 mca → 18.0252 mmca/m

Tramo 3 = 0.43528 mca → 36.2733 mmca/m

	Caudal (m ³ /h)	Codo 90°	Te	Válvula	D (mm)	Long.Equ .	Long .	Hc (mmca/ m)
Tramo 1	1.44	8	0	3	26	10.2	40	20.506
Tramo 2	0.72	4	2	2	20	6.5	23	18.025
Tramo 3	1.44	4	0	4	26	9.6	12	36.273

Tab. 10 Caudales por Tramos

Puesto que las pérdidas de carga no son superiores a 40 mmca/m y la velocidad del fluido está dentro de los límites, el diámetro de las tuberías calculado es el adecuado.

Cálculo del Volumen

$$\text{Tramo 1} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L = \frac{\pi \cdot 0.026^2}{4} \cdot 40 = 21.24 \text{ L}$$

$$\text{Tramo 2} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L = \frac{\pi \cdot 0.020^2}{4} \cdot 23 = 7.23 \text{ L}$$

$$\text{Tramo 3} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L = \frac{\pi \cdot 0.026^2}{4} \cdot 12 = 6.37 \text{ L}$$

1.2.1.8.2 Bomba circuladora

Para dimensionar la bomba de circulación se han de tener en cuenta los requisitos reflejados en el C.T.E.

El circuito de captadores estará dotado con una bomba de circulación, la pérdida de carga o caída de presión se deberá mantener aceptablemente baja en todo el circuito.

La bomba se situará en el retorno de cada circuito, en la zona más fría, teniendo en cuenta que no se produzca cavitación.

Para la bomba que se utilizara para la piscina se ha de intercalar un filtro entre captador y bomba.

El caudal debe de estar comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100m² de área de captación.

Altura a vencer por la bomba

$$H_t = H_g + H_{p\acute{e}rdidas \text{ de equipos}} \tag{8}$$

$$H_{p\acute{e}rdidas \text{ de equipos}} = p\acute{e}rdida \text{ captadores} + p\acute{e}rdida \text{ intercambiador} + p\acute{e}rdida \text{ tuberías} \tag{9}$$

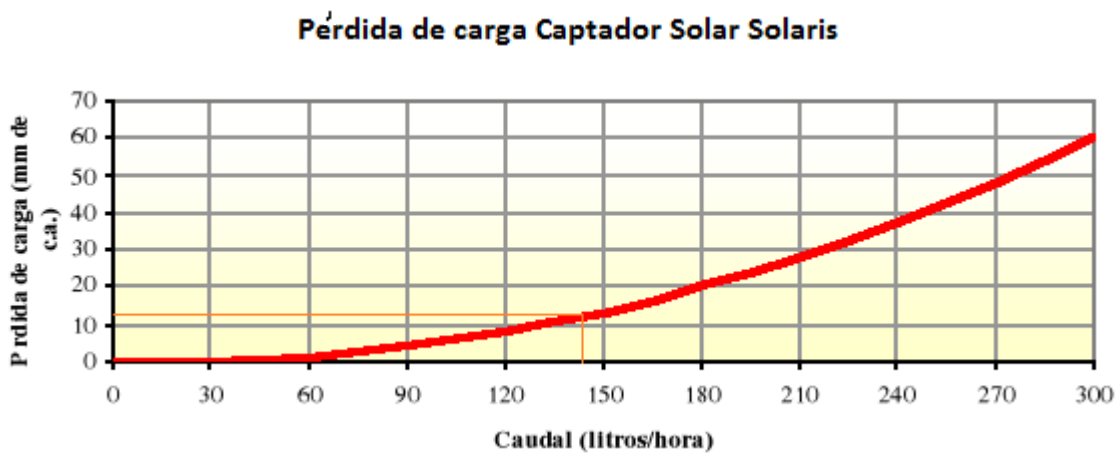


Fig. 12 Pérdida de carga captador

Caudal = 1,44 m³/h = 1440 l/h (10 captadores) = 144 l/h

Pérdida captadores = 12mmca x 10 = 120mmca (0.12mca)

Pérdida de carga Intercambiador

Energía solar producción ACS					
T° primario: 60-50°C / T° secundario: 15-45°C					
Colector superficie m ²	Potencia Kw	Pcp m.c.a	Pcs m.c.a	Qp l/min	Qs l/min
<i>trabajo</i>					
7	4	2,4	0,48	8	6
14	7	2,5	0,42	15	13
22	11	2,6	0,38	24	20
30	15	2,7	0,32	33	30
33	16,5	2,3	0,41	37	32
38	19	2,6	0,38	41	35
43	21,5	2,8	0,36	46	40
48	24	3	0,33	51	45

Tab. 11 Pérdidas de carga Intercambiador

Pérdida de carga Intercambiador de placas = 2,7 m.c.a.

Altura geométrica → $H_g = 7\text{m}$

$H_{\text{pérdidas de equipos}} = 0.12 + 2.7 + 0.8203 = 3.64 \text{ m}$

$H_t = 7 + 3.64 = 10.64\text{m}$

Elección de la bomba:

- Caudal 1,44 m³/h
- Altura 10.64 m

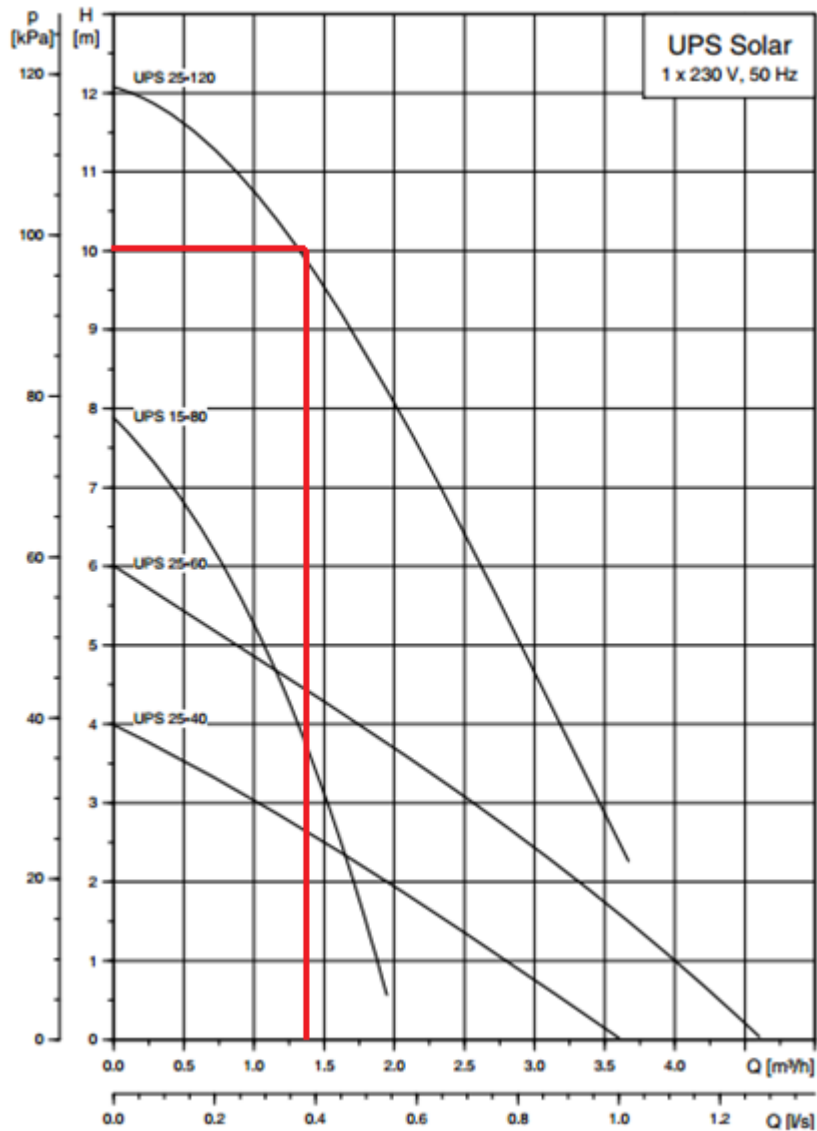


Fig. 13 Gráfica Altura-Caudal Grundfos

Bomba circuladora **Grundfos UPS Solar UPS 25-120**

1.2.1.9 Vaso de Expansión

1.2.1.9.1 Dimensionado del vaso de expansión circuito primario

Los cálculos se realizan siguiendo la ITE 03-2

Coefficiente de expansión del agua

$$C_e = 1 - \frac{1000}{f(t)} \quad (10)$$

Sin embargo teniendo en cuenta las dilataciones, el cálculo se realizará con la siguiente ecuación para la temperatura de 100 grados que es la máxima que se podrá alcanzar en el circuito primario.

$$f(t) = 999.831 - 1.23956 \cdot 10^{-2} \cdot t + 6.00584 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 - 1.97359 \cdot 10^{-5} \cdot t^3 + 4.80021 \cdot 10^{-8} \cdot t^4 \quad (11)$$

$$t = 100^\circ\text{C}$$

$$f(t) = 999.831 - 1.23956 \cdot 10^{-2} \cdot 100 + 6.00584 \cdot 10^{-3} \cdot 100^2 - 1.97359 \cdot 10^{-5} \cdot 100^3 + 4.80021 \cdot 10^{-8} \cdot 100^4 = 1043.71415$$

$$Ce = 1 - \frac{1000}{1043.71415} = 0.04188$$

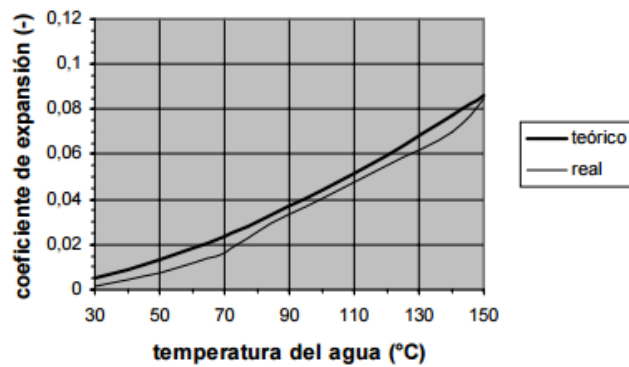


Fig. 13 Coef. de Expansión

Cálculo de volumen del circuito primario

Zona	Volumen (L)
Depósito	19
Tuberías	28.47
Intercambiador de calor	5.3
Total	52.77

Tab. 12 Volumen Circuito Primario

El tamaño del vaso de expansión cerrado se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$V_v = V \cdot C_e \cdot \frac{P_{ini} \cdot P_{max}}{P_{max} - P_{ini}} \quad (12)$$

V_v : Volumen del vaso de expansión en litros.

V : cantidad de fluido caloportador en el circuito primario en litros.

P_{max} : Presión máxima del vaso de expansión: 6 kg/cm².

P_{ini} : Presión inicial del vaso de expansión: 1.5 kg/cm².

El volumen de vaso de expansión es de 4.42 L

1.2.1.9.2 Dimensionado del vaso de expansión circuito secundario

Al igual que el apartado anterior los cálculos se realizan siguiendo la ITE 03-2

Coeficiente de expansión del agua

$$C_e = 1 - \frac{1000}{f(t)}$$

$$f(t) = 999.831 - 1.23956 \cdot 10^{-2} \cdot t + 6.00584 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 - 1.97359 \cdot 10^{-5} \cdot t^3 + 4.80021 \cdot 10^{-8} \cdot t^4$$

En nuestro caso la temperatura máxima en el circuito secundario será de 80 grados

$$f(t) = 999.831 - 1.23956 \cdot 10^{-2} \cdot 80 + 6.00584 \cdot 10^{-3} \cdot 80 - 1.97359 \cdot 10^{-5} \cdot 80^3 + 4.80021 \cdot 10^{-8} \cdot 80^4 = 1029.138$$

$$C_e = 1 - \frac{1000}{1029.138} = 0.02831$$

Cálculo de volumen del circuito secundario

Zona	Volumen (L)
Depósito	2000
Tuberías	6.37
Intercambiador de calor	5.3
Total	2011.67

Tab. 13 Volumen Circuito Secundario

El tamaño del vaso de expansión cerrado se determina a partir de la siguiente expresión:

$$V_v = V \cdot C_e \cdot \frac{P_{ini} \cdot P_{max}}{P_{max} - P_{ini}}$$

V_v : Volumen del vaso de expansión en litros.

V : cantidad de fluido caloportador en el circuito primario en litros.

P_{max} : Presión max del vaso de expansión: 3 kg/cm².

P_{ini} : Presión inicial del vaso de expansión: 1.5 kg/cm².

El volumen de vaso de expansión es de 170.85 L

1.2.1.10 Aislamiento de Tuberías

Para este apartado seguiremos las instrucciones del RITE [03], que establece que el grosor mínimo del aislamiento de las tuberías en función de la temperatura máxima del fluido que circula por su interior y el exterior, dependiendo también del diámetro de la tubería.

Los espesores mínimos de aislamiento para tuberías en función de la temperatura del fluido y de si están en exterior o en interior se muestran en las siguientes tablas obtenidas del RITE:

Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Tab. 14 Espesores Mínimos de Aislamiento para Interior

Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

Tab. 15 Espesores Mínimos de Aislamiento para Interior

Para las tuberías que se encuentren en el exterior se deberá usar una protección externa que asegure la durabilidad del aislamiento ante el paso del tiempo y las acciones meteorológicas. Se usara para este caso pinturas asfálticas por ser más económicas que otras protecciones.

El aislamiento deberá recubrir la totalidad de las tuberías o accesorios dejando únicamente visible las partes necesarias para el control y buen funcionamiento de los mismos.

Para la parte de los tramos 1 y 2 que se encuentra en el exterior y la temperatura del fluido estará entre los 60° y 100° C, el espesor de aislamiento será de **35mm** y el resto de tramos que se encuentra en el interior el espesor será de **25mm**.

1.2.1.11 Sistemas de regulación y control

Con el sistema de regulación y control se pretende asegurar el correcto funcionamiento del equipo y proporcionar la máxima energía solar térmica posible, también tiene como misión proteger la instalación frente al riesgo de congelaciones, ya que al estar en una zona que no es usual alcanzar los 0°, no se usara glicol en el circuito.

En cuanto al sistema de control el CTE establece:

3.3.7 Sistema de control

1. El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control

comprenderá el control de funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamientos, heladas etc.

2. En circulación forzada, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de captadores, deberá ser siempre de tipo diferencial y, en caso de que exista depósito de acumulación solar, deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2°C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7°C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor que 2°C.
3. Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.
4. El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.
5. El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido.
6. Alternativamente al control diferencial, se podrá usar sistemas de control accionados en función de la radiación solar
7. Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Esto se puede realizar por control de

temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías todo o nada, bombas de circulación, o por combinación de varios mecanismos.

3.3.8 Sistemas de medida

1. Además de los aparatos de medida de presión y temperatura que permitan la correcta operación, para el caso de instalaciones mayores de 20 m² se deberá disponer al menos de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables:
 - a) temperatura de entrada agua fría de red.
 - b) temperatura de salida acumulador solar.
 - c) caudal de agua fría de red.
2. El tratamiento de los datos proporcionará al menos la energía solar térmica acumulada a lo largo del tiempo.

Para el diseño de esta instalación no es necesario tener en cuenta los sistemas de medida, aunque sería aconsejable disponer de ellos.

1.2.2 Cálculo de potencia Útil de los Captadores

La potencia útil de los captadores se obtiene si multiplicamos la radiación dólara por el rendimiento.

El rendimiento (η) es facilitado por el fabricante del captador solar que se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$\eta = \eta_0 - \frac{K_1 \cdot (T_m - T_a)}{I} \quad (13)$$

η_0 = Factor óptico

K_1 = Coeficiente de pérdidas

T_m = Temperatura media

T_a = Temperatura ambiente

$$\eta = 0.696$$

Resultados:

Mes	kW Radiación Solar m ² / Día	kW Radiación Solar total /Día	kW Radiación Solar Total / Mes	η Rendimiento	kW Potencia solar útil
1	2,01	40,20	1246,20	0,696	867,36
2	3,14	62,80	1774,10	0,696	1234,77
3	5,12	102,40	3174,40	0,696	2209,38
4	4,95	99,00	2970,00	0,696	2067,12
5	4,65	93,00	2883,00	0,696	2006,57
6	5,15	103,00	3090,00	0,696	2150,64
7	6,13	122,60	3800,60	0,696	2645,22
8	6,21	124,20	3850,20	0,696	2679,74
9	5,91	118,20	3546,00	0,696	2468,02
10	3,86	77,20	2393,20	0,696	1665,67
11	2,73	54,60	1638,00	0,696	1140,05
12	2,13	42,60	1320,60	0,696	919,14

Tab. 16 Potencia Útil Captadores

1.2.2. Cálculo de la carga térmica en calefacción

Ejemplo de cálculo de la carga térmica en el mes de Enero

Cargas térmicas de transmisión:

Es la carga por transmisión y radiación que se transmite a través de las paredes, tejados, puertas, ventanas, etc. que limitan con el exterior y los resultados son:

Zona	U
Muro exterior	0,60014782
Entresuelo	0,44
Tejado	0,33
Puerta	2,94
Ventana	2,28
Suelo	0,3

Tab. 17 Cargas Térmicas

Cálculo del coeficiente global de transferencia del muro exterior

Para el cálculo del coeficiente global de transferencia, descomponemos el muro en sus correspondientes componentes: Recubrimiento interior y exterior, ladrillo interior,

ladrillo exterior, mortero, yeso y aislante. Si multiplicamos el espesor por el coeficiente de cada material obtenemos la resistencia térmica de este.

Muro Exterior	Y	e	R
Rsint			0,13
Rsext			0,04
Ladrillo Ext	0,76	0,12	0,15789474
Mortero	1,4	0,01	0,00714286
Ladrillo Int	0,49	0,005	0,01020408
Yeso	0,3	0,005	0,01666667
Aislante	0,023	0,03	1,30434783
			1,66625617

Tab. 18 Carga térmica muro exterior

Para obtener el coeficiente global de transferencia realizamos la inversa del sumatorio de las resistencias.

$$U = 1 / R_t \quad (14)$$

Nombre	U	Rt
Muro exterior	0,60014782	1,66625617

Para el resto de componentes el coeficiente se obtiene por tablas facilitadas por los fabricantes.

Cálculo de pérdidas de carga (Q)

$$Q_{\text{transmisión}} = U \cdot A \cdot (T_{\text{int}} - T) \quad (15)$$

U = coeficiente global de transferencia de calor (W/m²K)

A = área de transferencia

T_{int} = temperatura de diseño en el interior de la vivienda

T = temperatura exterior

Tabla cálculo de pérdidas de carga

	Q	U	A	T _{int}	T
Muro exterior	2420,82	0,600147816	320,135	21	8,4
Techo	825,03	0,33	198,42	21	8,4
Puertas	200,85	2,94	5,422	21	8,4
Ventanas	548,13	2,28	19,08	21	8,4
Suelo	635,48	0,3	168,116	21	8,4
P. Garaje	385,07	2,94	6,237	21	8,4
Carga total	5015,38	w			
Carga térmica total de transmisión :			5015,38	w	

Tab. 19. Carga térmica por transmisión

Carga térmica por renovación de aire

Para la obtención de la pérdida de carga por renovación de aire debemos de conocer la densidad del aire, su masa y en volumen de aire de toda la vivienda.

Masa de aire	V(m ³)	Densidad (kg/m ³)
0,277602	768,744	1,3

Utilizando la ecuación (16) se obtiene la carga térmica por renovación de aire

El número de renovaciones por hora a utilizar dependerá de la ventilación con la que dotemos la vivienda, como mínimo deberemos emplear una renovación por hora para viviendas unifamiliar.

$$Q_{\text{renovación}} = n \cdot m \cdot C_p \cdot (T_{\text{int}} - T) \quad (16)$$

n = N° de renovaciones por hora

m = Masa del aire

C_p = Calor específico del aire

T_{int} = Temperatura interior

T = Temperatura exterior

Q	n	m	Cp	Tint	T
3514,12	1	0,277602	1004,67	21	8,4
Carga térmica por renovación:			3514,12 w		

Tab. 20. Carga térmica por renovación

Carga térmica por infiltración

La pérdida de carga por infiltración es la que se produce por la acción del viento por los huecos de las puertas y ventanas, para viviendas este cálculo se obtiene realizando el 30% de las pérdidas de carga por renovación.

Q	Q_{ren}	%
105,42	3514,12	30
Carga térmica por infiltración		1054,2 w

Tab. 21. Carga térmica por infiltración

Carga térmica Interna

Personas	Q personas	Q latente	Q sensible	Nº personas
Personas	400	60	40	4
Equipos	200			
Iluminación	854,16	15 x Área x 2%		
Carga térmica interna:		1454,16 w		

Tab. 22. Resumen Carga térmica Interna

Carga térmica Total	8129,58 W
Carga de incidencia térmica 3%	243,89
Carga Total	8373.46 W/h

Para el resto de meses de uso de calefacción, se realiza un pequeño resumen con las variaciones que pueda haber, por ejemplo la variación de temperatura del interior y exterior, que variara las cargas por infiltración, renovación y cargas térmicas.

Cálculo de la carga térmica en el mes de Febrero

Carga térmica interna :	-1454,16 W
Carga térmica total de transmisión :	4427,41 W
Carga térmica por renovación:	3067,88 W
Carga térmica por infiltración:	920,36 W

Carga térmica Total	6961,49 W
Carga de incidencia térmica 3%	208,85
Carga Total	7170,34 W/hora

Cálculo de la carga térmica en el mes de Marzo

Carga térmica interna :	-1454,16 W
Carga térmica total de transmisión :	3324,95 W
Carga térmica por renovación :	2231,19 W
Carga térmica por infiltración :	669,35 W

Carga térmica Total	4771,33 W
Carga de incidencia térmica 3%	143,14
Carga Total	4914,47 W/h

Cálculo de la carga térmica en el mes de Abril

Carga térmica interna :	-1454,16 W
Carga térmica total de transmisión :	2736,98 W
Carga térmica por renovación :	1784,95 W
Carga térmica por infiltración :	535,48 W

Carga térmica Total	3603,25 W
Carga de incidencia térmica 3%	108,10
Carga Total	3711,35 W/h

Cálculo de la carga térmica en el mes de Mayo

Carga térmica interna :	-1454,16 W
Carga térmica total de transmisión :	1083,29 W
Carga térmica por renovación :	529,91 W
Carga térmica por infiltración:	158,97 W

Carga térmica Total	318,01 W
Carga de incidencia térmica 3%	9,54
Carga Total	327,55 W/h

Cálculo de la carga térmica en el mes de Octubre

Carga térmica interna :	-1454,16 W
Carga térmica total de transmisión :	1597,77 W

Carga térmica por renovación :	920,36 W
Carga térmica por infiltración :	276,11 W

Carga térmica Total	1340,08 W
Carga de incidencia térmica 3%	40.20
Carga Total	1380,28 W/h

Cálculo de la carga térmica en el mes de Noviembre

Carga térmica interna :	-1454,16 W
Carga térmica total de transmisión :	3802,68 W
Carga térmica por renovación :	2593,76 W
Carga térmica por infiltración :	778,13 W

Carga térmica Total	5720,41 W
Carga de incidencia térmica 3%	171,61
Carga Total	5892,02 W/h

Cálculo de la carga térmica en el mes de Diciembre

Carga térmica interna:	-1454,16 W
Carga térmica total de transmisión :	4684,64 W
Carga térmica por renovación :	3263,11 W
Carga térmica por infiltración :	978,93 W

Carga térmica Total		7472,53 W
Carga de incidencia térmica	3%	224,16
Carga Total		7696,71 W/h

A continuación se realiza una tabla con las cargas de calefacción anuales (kW/mes) de toda la vivienda.

Potencia Calefacción		
Enero	6229,21	kW/mes
Febrero	5334,73	kW/mes
Marzo	3656,37	kW/mes
Abril	2761,24	kW/mes
Mayo	243,70	kW/mes
Junio	0,00	
Julio	0,00	
Agosto	0,00	
Septiembre	0,00	
Octubre	1026,94	kW/mes
Noviembre	4383,66	kW/mes
Diciembre	5726,35	kW/mes

Tab. 23 Potencia de Calefacción Requerida

La potencia a suministrar anualmente será de 29362,20 kW

1.2.3 Estudio económico

En la siguiente tabla representamos la potencia en kW suministrada por los captadores y la potencia necesaria para el ACS, la sobrante se usara para la calefacción y en verano para el calentamiento de agua de la piscina.

	Potencia Captadores	Potencia ACS	Potencia Sobrante	Potencia Calefacción	Potencia a Suministrar
Enero	867,36	337,01	530,34	6229,21	5698,87
Febrero	1234,77	298,54	936,23	5334,73	4398,50
Marzo	2209,38	317,57	1891,81	3656,37	1764,56
Abril	2067,12	294,78	1772,34	2761,24	988,90
Mayo	2006,57	298,13	1708,44	243,70	-1464,74
Junio	2150,64	282,24	1868,40	0,00	0,00
Julio	2645,22	278,68	2366,53	0,00	0,00
Agosto	2679,74	285,16	2394,57	0,00	0,00
Septiembre	2468,02	288,51	2179,51	0,00	0,00
Octubre	1665,67	304,61	1361,06	1026,94	-334,12
Noviembre	1140,05	307,33	832,72	4383,66	3550,94
Diciembre	919,14	343,49	575,64	5726,35	5150,71
			9608,59 kW		19753,61

Tab. 24 Potencia Anual Necesaria

El ahorro en el ACS será del 100% y para la calefacción se conseguirá un ahorro del 32,72%.

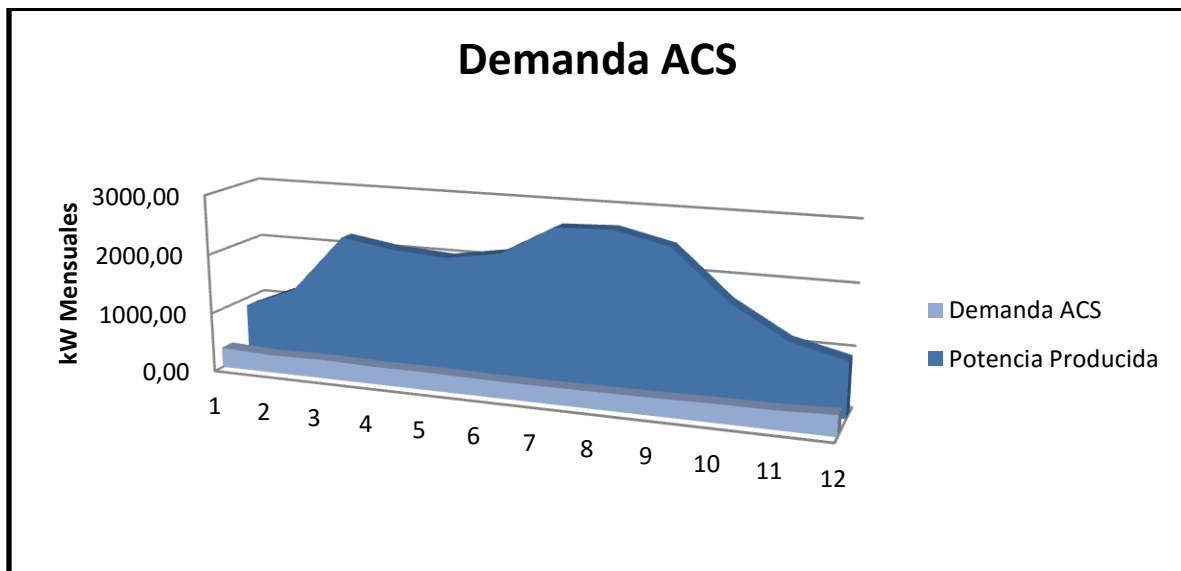


Fig. 15 Energía de ACS producida y necesaria

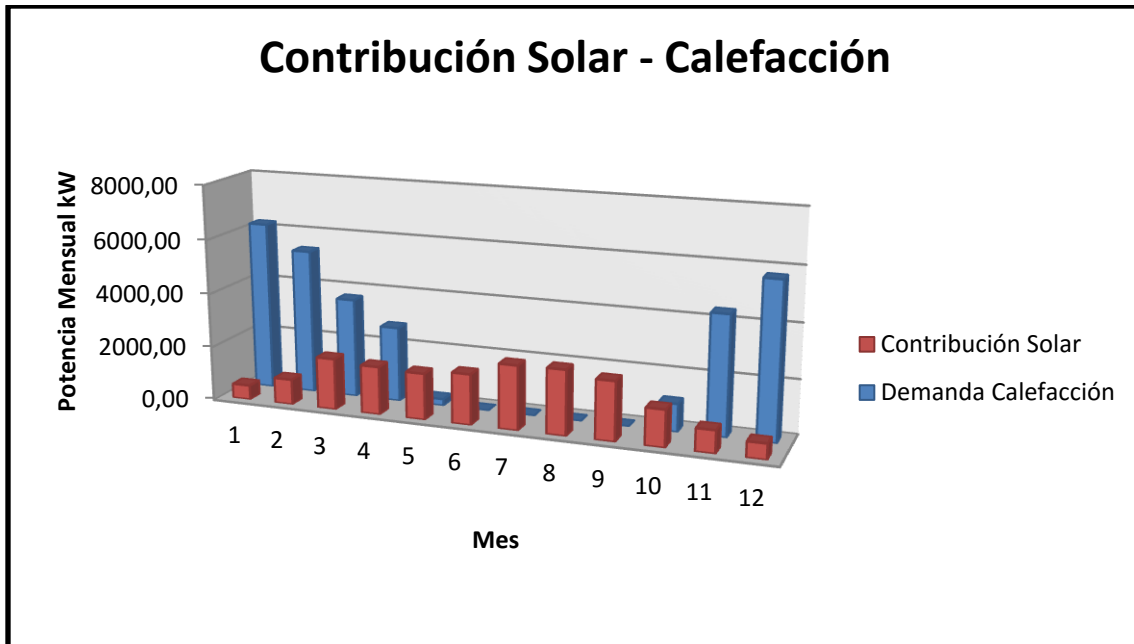


Fig. 16 Contribución Solar en Calefacción

Comparación de ahorros en ACS

- Coste anual de ACS con un termo eléctrico

$$3636,06 \text{ kW/año} \times 0,17 \text{ €/kW} = 618,13 \text{ €}$$

- Coste anual de ACS con bomba de calor (Aeroterminia) (COP=3,5)

$$3636,06 \text{ kW/año} \times 1/3,5 \times 0,17 \text{ €/kW} = 176,61 \text{ €}$$

Comparación de ahorros en calefacción

- Coste anual de calefacción con caldera de gasoil sin apoyo solar

Precio del gasoil = 0,60 euros/litro

Rendimiento caldera = 0.8

P.C.I 10Kw/kg (1l de gasoil= 1kg)

$$(0,60 \text{ euros/litro}) / (\text{P.C.I} \times \text{rendimiento de la caldera}) = 0,0667 \text{ euros/Kw}$$

$$29362,20 \text{ kW/año} \times 0,075 \text{ €/kW} = \mathbf{2202,16 \text{ €/año}}$$

- Coste anual de calefacción con bomba de calor sin apoyo solar

$$29362,20 \text{ kW/año} \times 1/3,5 \times 0,17 \text{ €/kW} = \mathbf{1426,16 \text{ €/año}}$$

➤ Coste anual de calefacción con caldera de gasoil con apoyo solar
(29362,20 kW/año – 9608.59 kW/año) x 0.075 €/kW = **1481,52 €/año**
27038

➤ Coste anual de calefacción con bomba de calor con apoyo solar
(29362,20 kW/año – 9608.59 kW/año) x 1/3.5 x 0.17 €/kW = **959,46 €/año**

Tiempo de amortización

Coste del equipo solar = 12197,73 €

Ahorro anual con caldera de gasoil y termo eléctrico [(2202,16 – 1481,52) + 615,95] =
1336.59 €/año

Ahorro anual con bomba de calor y termo eléctrico [(1426.16 - 959,46) + 615,95] =
1082,65 €/año

1.2.4 Conclusiones

Podemos observar que aunque se trate de una gran inversión inicial, con el método más favorable para la producción de calor (Calefacción) que es la Aerotermia (Bomba de calor) el equipo se amortizaría aproximadamente en 11 años (Tiene el inconveniente que el coste de este equipo es más elevado que la caldera de gasoil) y si se compara con la caldera de gasoil el tiempo de amortización disminuye, siendo este de 9 años, contando con el bajo precio del litro del gasoil de este año.

Pero no solo debemos tener en cuenta el ahorro en la factura de luz y calefacción, sino que se puede contribuir con el medio ambiente reduciendo las emisiones de CO₂ y además en verano se podrá disponer de una piscina con una temperatura más agradable.

2. PLIEGO DE CONDICIONES

2.1 CONDICIONES GENERALES

2.1.1 Fluido de trabajo

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

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

En cualquier caso el pH a 20 °C del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9, y el contenido en sales se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

a) La salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

b) El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l. expresados como contenido en carbonato cálcico. c) El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l.

Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.

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

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

2.1.2. Protección contra heladas

2.1.2.2. Generalidades

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

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

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

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

2.1.2.3. Mezclas anticongelantes

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

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

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

Es conveniente que se disponga de un deposito auxiliar para reponer las pérdidas que se puedan dar del fluido en el circuito, de forma que nunca se utilice un fluido para la

reposición cuyas características incumplan el Pliego. Será obligatorio en los casos de riesgos de heladas y cuando el agua deba tratarse.

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

2.1.2.4. Recirculación del agua del circuito

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

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

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

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

2.1.2.5. Drenaje automático con recuperación del fluido

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.1.3 Sobre calentamiento

2.1.3.1. Protección contra sobrecalentamientos

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

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

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

2.1.3.2. Protección contra quemaduras

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

2.1.3.3. Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas

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

2.1.4. Resistencia a presión

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

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

2.1.5. Prevención de flujo inverso

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

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

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

2.1.6. Prevención de la legionelosis

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

2.2 NORMATIVAS APLICADAS

Código Técnico de la Edificación (CTE). Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas. Reglamento de Recipientes a Presión (RAP).

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC.BT). Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OSHT).

Ley de Protección del Ambiente Atmosférico (LPAA).

Ley número 88/67 de 8 de noviembre: Sistema Internacional de Unidades de Medida SI.

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

Orden de 28 de julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los paneles solares.

Orden ITC/71/2007, de 22-01-2007, por la que se modifica el anexo de la Orden 28-07-1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de paneles solares.

Orden ITC/2761/2008, de 26 de septiembre, por la que se amplía el plazo establecido en la disposición transitoria segunda de la Orden ITC/71/2007, de 22 de enero, por la que se modifica el anexo de la Orden de 28 de julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de paneles solares.

Consultas

UNE-EN 12975-1: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Captadores solares. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN 12975-2: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Captadores solares. Parte 2: Métodos de ensayo.

UNE-EN 12976-1: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Sistemas solares prefabricados. Parte 1: Requisitos generales.

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

UNE-EN 12977-1: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN 12977-2: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 2: Métodos de ensayo.

UNE-EN 12977-3: Sistemas solares térmicos y sus componentes. Parte 3: Caracterización del funcionamiento de acumuladores para las instalaciones de calefacción solares.

UNE 94002: Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda de energía térmica.

UNE 94003: Datos climáticos para el dimensionado de las instalaciones solares térmicas.

Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. ISO 9488: Energía solar. Vocabulario.

2.3 CONDICIONES TÉCNICAS

2.3.1. Generalidades

La instalación se construirá en su totalidad utilizando materiales y procedimientos de ejecución que garanticen las exigencias del servicio, durabilidad, salubridad y mantenimiento.

Se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes.

A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, éstas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes que tengan competencia en cada caso.

Es responsabilidad del suministrador comprobar que el edificio reúne las condiciones necesarias para soportar la instalación, indicándolo expresamente en la documentación.

Es responsabilidad del suministrador el comprobar la calidad de los materiales y agua utilizados, cuidando que se ajusten a lo especificado en estas normas, y el evitar el uso de materiales incompatibles entre sí.

El suministrador será responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, hasta tanto no se proceda a su unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y

resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato.

Especial cuidado se tendrá con materiales frágiles y delicados, como luminarias, mecanismos, equipos de medida, etc., que deberán quedar debidamente protegidos.

Durante el montaje, el suministrador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente todos los equipos (captadores, acumuladores, etc.), cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc. de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección se realizará con los correspondientes accesorios y/o cajas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, el suministrador aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente.

La instalación de los equipos, válvulas y purgadores permitirá su posterior acceso a las mismas a efectos de su mantenimiento, reparación o desmontaje.

Una vez instalados los equipos, se procurará que las placas de características de estos sean visibles.

Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante, serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante.

Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

Todos los equipos y circuitos podrán vaciarse total o parcialmente, realizándose esto desde los puntos más bajos de la instalación.

Las conexiones entre los puntos de vaciado y desagües se realizarán de forma que el paso del agua quede perfectamente visible.

Los botellines de purga estarán siempre en lugares accesibles y, siempre que sea posible, visibles.

2.3.2. Montaje de estructura soporte y captadores

Si los captadores son instalados en los tejados de edificios, deberá asegurarse la estanqueidad en los puntos de anclaje.

La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

Las tuberías flexibles se conectarán a los captadores utilizando, preferentemente, accesorios para mangueras flexibles.

Cuando se monten tuberías flexibles se evitará que queden retorcidas y que se produzcan radios de curvatura superiores a los especificados por el fabricante.

El suministrador evitará que los captadores queden expuestos al sol por períodos prolongados durante el montaje. En este período las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

Terminado el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que éste pueda prolongarse, el suministrador procederá a tapar los captadores.

2.3.3. Montaje de acumulador

La estructura soporte para depósitos y su fijación se realizará según la normativa vigente.

La estructura soporte y su fijación para depósitos de más de 1000 l situados en cubiertas o pisos deberá ser diseñada por un profesional competente. La ubicación de los acumuladores y sus estructuras de sujeción cuando se sitúen en cubiertas de piso tendrá en

cuenta las características de la edificación, y requerirá para depósitos de más de 300 l el diseño de un profesional competente.

2.3.4. Montaje de intercambiador

Se tendrá en cuenta la accesibilidad del intercambiador, para operaciones de sustitución o reparación.

2.3.5. Montaje de bomba

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser fácilmente desmontado. El acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado hasta el diámetro DN 32.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos.

La conexión de las tuberías a las bombas no podrá provocar esfuerzos recíprocos (se utilizarán manguitos antivibratorios cuando la potencia de accionamiento sea superior a 700 W).

Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en aspiración e impulsión.

Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

Cuando se monten bombas con prensa-estopas, se instalarán sistemas de llenado automáticos.

2.3.6. Montaje de tuberías y accesorios

Antes del montaje deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o de cualquier manera dañadas.

Se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres, que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anti-corrosión.

Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanqueidad, etc. se guardarán en locales cerrados.

Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando fundamentalmente tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deban darse.

Las tuberías se instalarán lo más próximas posible a paramentos, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. En cualquier caso, la distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm.

Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente.

La distancia en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento, y la del cable o tubo protector no debe ser inferior a:

- 5 cm para cables bajo tubo con tensión inferior a 1000 V.
- 30 cm para cables sin protección con tensión inferior a 1000 V.
- 50 cm para cables con tensión superior a 1000 V.

Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos, como cuadros o motores.

No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación.

Las conexiones de las tuberías a los componentes se realizarán de forma que no se transmitan esfuerzos mecánicos.

Las conexiones de componentes al circuito deben ser fácilmente desmontables mediante bridas o racores, con el fin de facilitar su sustitución o reparación.

Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas.

Para evitar la formación de bolsas de aire, los tramos horizontales de tubería se montarán siempre con una pendiente ascendente, en el sentido de circulación, del 1 %.

Se facilitarán las dilataciones de tuberías utilizando los cambios de dirección o dilatadores axiales.

Las uniones de tuberías de acero podrán ser por soldadura o roscadas. Las uniones con valvulería y equipos podrán ser roscadas hasta 20; para diámetros superiores se realizarán las uniones por bridas.

En ningún caso se permitirán ningún tipo de soldadura en tuberías galvanizadas.

Las uniones de tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad.

En circuitos abiertos el sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre.

El dimensionado, distancias y disposición de los soportes de tubería se realizará de acuerdo con las prescripciones de UNE 100.152.

Durante el montaje de las tuberías se evitarán en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.

En las ramificaciones soldadas el final del tubo ramificado no debe proyectarse en el interior del tubo principal.

Los sistemas de seguridad y expansión se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o impurezas.

Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido, deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción.

En las salas de máquinas se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección, para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar las variaciones de longitud.

En los trazados de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, se compensarán los movimientos de tuberías mediante dilatadores axiales.

2.3.7. Montaje de aislamiento

El aislamiento no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio.

El manguito pasamuros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con su aislamiento, con una holgura máxima de 3 cm.

Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos por el material aislante.

El puente térmico constituido por el mismo soporte deberá quedar interrumpido por la interposición de un material elástico (goma, fieltro, etc.) entre el mismo y la conducción.

Después de la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volante, etc., deberán quedar visibles y accesibles.

Las franjas y flechas que distinguen el tipo de fluido transportado en el interior de las conducciones se pintarán o se pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de su protección.

2.3.8. Pruebas de estanqueidad del circuito primario

El procedimiento para efectuar las pruebas de estanqueidad comprenderá las siguientes fases:

1. Preparación y limpieza de redes de tuberías.

Antes de efectuar la prueba de estanqueidad las tuberías deben ser limpiadas internamente, con el fin de eliminar los residuos procedentes del montaje, llenándolas y vaciándolas con agua el número de veces que sea necesario. Deberá comprobarse que los elementos y accesorios del circuito pueden soportar la presión a la que se les va a someter. De no ser así, tales elementos y accesorios deberán ser excluidos.

2. Prueba preliminar de estanqueidad.

Esta prueba se efectuará a baja presión, para detectar fallos en la red y evitar los daños que podría provocar la prueba de resistencia mecánica.

3. Prueba de resistencia mecánica

La presión de prueba será de una vez y media la presión máxima de trabajo del circuito primario, con un mínimo de 3 bar, comprobándose el funcionamiento de las válvulas de seguridad. Los equipos, aparatos y accesorios que no soporten dichas presiones quedarán excluidos de la prueba. La prueba hidráulica de resistencia mecánica tendrá la duración suficiente para poder verificar de forma visual la resistencia estructural de los equipos y tuberías sometidos a la misma.

4. Reparación de fugas

La reparación de las fugas detectadas se realizará sustituyendo la parte defectuosa o averiada con material nuevo. Una vez reparadas las anomalías, se volverá a comenzar desde la prueba preliminar. El proceso se repetirá tantas veces como sea necesario.

2.3.9. Pruebas generales

El suministrador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la

instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar.

Las pruebas a realizar por el instalador serán, como mínimo, las siguientes:

- Llenado, funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
- Se probarán hidrostáticamente los equipos y el circuito de energía auxiliar.
- Se comprobará que las válvulas de seguridad funcionan y que las tuberías de descarga de las mismas no están obturadas y están en conexión con la atmósfera. La prueba se realizará incrementando hasta un valor de 1,1 veces el de tarado y comprobando que se produce la apertura de la válvula.
- Se comprobará la correcta actuación de las válvulas de corte, llenado, vaciado y purga de la instalación.
- Se comprobará que alimentando (eléctricamente) las bombas del circuito, éstas entran en funcionamiento y el incremento de presión indicado por los manómetros se corresponde en la curva con el caudal del diseño del circuito.
- Se comprobará la actuación del sistema de control y el comportamiento global de la instalación realizando una prueba de funcionamiento diario, consistente en verificar, que, en un día claro, las bombas arrancan por la mañana, en un tiempo prudencial, y paran al atardecer, detectándose en el depósito saltos de temperatura significativos.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la instalación, no obstante el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos han funcionado correctamente durante un mínimo de un mes, sin interrupciones o paradas.

2.4 CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE

IT 1.1.4.3 Exigencia de higiene.

IT 1.1.4.3.1 Preparación de agua caliente para usos sanitarios.

1. En la preparación de agua caliente para usos sanitarios se cumplirá con la legislación vigente higiénico-sanitaria para la prevención y control de la legionelosis.
2. En los casos no regulados por la legislación vigente, el agua caliente sanitaria se preparará a la temperatura mínima que resulte compatible con su uso, considerando las pérdidas en la red de tuberías.
3. Los sistemas, equipos y componentes de la instalación térmica, que de acuerdo con la legislación vigente higiénico-sanitaria para la prevención y control de la legionelosis deban ser sometidos a tratamientos de choque térmico se diseñarán para poder efectuar y soportar los mismos.
4. Los materiales empleados en el circuito resistirán la acción agresiva del agua sometida a tratamiento de choque químico.
5. No se permite la preparación de agua caliente para usos sanitarios mediante la mezcla directa de agua fría con condensado o vapor procedente de calderas.

IT 1.1.4.3.2 Calentamiento del agua en piscinas climatizadas.

1. La temperatura del agua estará comprendida entre 24° y 30 °C según el uso principal de la piscina (se excluyen las piscinas para usos terapéuticos). La temperatura del agua se medirá en el centro de la piscina y a unos 20 cm por debajo de la lámina de agua.
2. La tolerancia en el espacio, horizontal y verticalmente, de la temperatura del agua no podrá ser mayor que $\pm 1,5$ °C.

IT 1.3 Exigencia de seguridad

IT 1.3.1 Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación de esta sección es el que se establece con carácter general para el RITE, en su artículo 2, con las limitaciones que se fijan en este apartado.

IT 1.3.2 Procedimiento de verificación

Para la correcta aplicación de esta exigencia en el diseño y dimensionado de la instalación térmica debe seguirse la secuencia de verificaciones siguiente:

- a) Cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado 3.4.1.
- b) Cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 3.4.2.
- c) Cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios del apartado 3.4.3.
- d) Cumplimiento de la exigencia de seguridad de utilización del apartado 3.4.4.

IT 1.3.3 Documentación justificativa

El proyecto o memoria técnica contendrá la siguiente documentación justificativa del cumplimiento de esta exigencia de seguridad:

- a) Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado 3.4.1.
- b) Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 3.4.2.
- c) Justificación del cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios del apartado 3.4.3.
- d) Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad de utilización del apartado 3.4.4.

2.5 CONDICIONES DE CONSERVACIÓN

Objeto.

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente.

Criterios generales.

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

- a) Vigilancia
- b) Mantenimiento preventivo
- c) Mantenimiento correctivo

2.5.1. Plan de vigilancia

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Será llevado a cabo, normalmente, por el usuario, que asesorado por el instalador, observará el correcto comportamiento y estado de los elementos, y tendrá un alcance similar al descrito en la tabla.

<i>Elemento de la instalación</i>	<i>Operación</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Captadores	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados.
	Cristales	3	IV - Condensaciones en las horas centrales del día.
	Juntas	3	IV - Agrietamientos y deformaciones.
	Absorbedor	3	IV - Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV - Fugas.
	Estructura	3	IV - Degradación, indicios de corrosión.
Circuito primario	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV - Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín.
Circuito secundario	Termómetro	Diaria	IV - Temperatura.
	Tubería y aislamiento	6	IV - Ausencia de humedad y fugas.
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte superior del depósito.

Tab. 25 Plan de Vigilancia

2.5.2. Plan de mantenimiento preventivo

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para aquellas instalaciones con una superficie de captación inferior a 20 m² y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m².

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico especializado que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas, así como el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

Operaciones de mantenimiento preventivo que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y descripciones en relación con las prevenciones a observar.

- Captadores

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Captadores	6	IV- Diferencias sobre original.
		IV- Diferencias entre captadores.
Cristales	6	IV- Condensaciones y suciedad.
Juntas	6	IV- Agrietamientos, deformaciones.
Absorbedor	6	IV- Corrosión, deformaciones.
Carcasa	6	IV- Deformación, oscilaciones, ventanas de respiración.
Conexiones	6	IV- Aparición de fugas.
Estructura	6	IV- Degradación, indicios de corrosión y apriete de tornillos.
Captadores (*)	12	Tapado parcial del campo de captadores
Captadores (*)	12	Destapado parcial del campo de captadores
Captadores (*)	12	Vaciado parcial del campo de captadores
Captadores (*)	12	Llenado parcial del campo de captadores

Tab. 26 Mantenimiento Preventivo Captador

IV: Inspección visual

(*) Estas operaciones se realizarán, según proceda, en el caso de que se haya optado por el tapado o vaciado parcial de los captadores para prevenir el sobrecalentamiento.

- Acumulador

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo.
Ánodos de sacrificio	12	Comprobación del desgaste.
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento.
Aislamiento	12	Comprobar que no hay humedad.

Tab. 27 Mantenimiento Preventivo Acumulador

- Sistema de intercambio

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Intercambiador de placas	12	CF - Eficiencia y prestaciones.
	12	Limpieza.
Intercambiador de serpentín	12	CF - Eficiencia y prestaciones.
	12	Limpieza.

Tab. 28 Mantenimiento Preventivo Intercambiador

CF: Control de funcionamiento.

- Sistema hidráulico

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y pH.
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión.
Aislamiento al exterior	6	IV - Degradación protección uniones y ausencia de humedad.
Aislamiento al interior	12	IV - Uniones y ausencia de humedad.
Purgador automático	12	CF y limpieza.
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín.
Bomba	12	Estanqueidad.
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión.
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel.
Sistema de llenado	6	CF - Actuación.
Válvula de corte	12	CF - Actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento.
Válvula de seguridad	12	CF - Actuación.

Tab. 29 Mantenimiento Preventivo Sistema Hidráulico

- Sistema eléctrico y de control

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está bien cerrado para que no entre polvo.
Control diferencial	12	CF - Actuación.
Termostato	12	CF - Actuación.
Verificación del sistema de medida	12	CF - Actuación.

Tab. 30 Mantenimiento Preventivo Sistema Eléctrico

- Sistema auxiliar

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Sistema auxiliar	12	CF- Actuación.
Sondas de temperatura	12	CF- Actuación.

Tab. 31 Mantenimiento Preventivo Sistema Auxiliar

Nota: Para las instalaciones menores de 20 m² se realizarán conjuntamente en la inspección anual las labores del plan de mantenimiento que tienen una frecuencia de 6 y 12 meses. No se incluyen los trabajos propios del mantenimiento del sistema auxiliar.

2.5.3. Mantenimiento correctivo

Son operaciones realizadas como consecuencia de la detección de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación, en el plan de vigilancia o en el de mantenimiento preventivo.

Incluye la visita a la instalación, en los mismos plazos máximos indicados en el apartado de Garantías, cada vez que el usuario así lo requiera por avería grave de la instalación, así como el análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.

Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias.

3. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO ENERGÍA_SOLAR Energía Solar									
D44AD100	<p>Ud CAPTADOR SOLAR Solaris CP1</p> <p>Ud. Captador solar plano, marca SOLARIS, modelo CP1, de 2 m2 de superficie útil de captación, incluso parte proporcional de accesorios de sujeción física a estructura (no incluida), completamente montado, probado y funcionando.</p>						10,00	431,04	4.310,40
D44BC216	<p>Ud INTERCAM. Fercosol E5THX26 H, 3/4"</p> <p>Ud. Sistema de intercambio de calor con cambiador de placas termosoldadas de cobre para trabajos a baja temperatura, marca Fercosol E5THX26 H, 3/4", incluido valvulería, termómetros, accesorios y pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.</p>						1,00	291,58	291,58
D44CA120	<p>Ud VASO DE EXPANSIÓN 12 LITROS</p> <p>Ud. Vaso de expansión para sistemas cerrados, de 12 litros de capacidad, 10 bar y 120°C de presión y temperatura máximas de trabajo, 1.5 bar de presión inicial, homologado según directiva 97/23/CE de aparatos a presión, conexión roscada R 3/4", incluso válvula de seguridad de 3 kg/cm2, accesorios y pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.</p>						1,00	122,76	122,76
D44CA200	<p>Ud VASO DE EXPANSIÓN 200 LITROS</p> <p>Ud. Vaso de expansión para sistemas cerrados, de 200 litros de capacidad, 10 bar y 120°C de presión y temperatura máximas de trabajo, 1.5 bar de presión inicial, homologado según directiva 97/23/CE de aparatos a presión, conexión roscada R 1", incluso válvula de seguridad de 6 kg/cm2, accesorios y pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.</p>						1,00	379,43	379,43
D44GB131	<p>Ud ACUMULADOR SOLARIS VS2000</p> <p>Ud. Depósito para acumulación y producción de agua caliente, marca SOLARIS, modelo VS2000, de 2000 litros de capacidad, con boca de hombre lateral, fabricado en acero con revestimiento epoxídico de calidad alimentaria, aislado térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectado en molde y libre de CFC, protección catódica, incluso termómetro, válvula de seguridad, vaciado, valvulería, purga automática, accesorios y pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.</p>						1,00	3.254,21	3.254,21
D44GA400	<p>Ud INTERACUMULADOR FERCO SOL 200L</p> <p>Ud. Depósito para acumulación y producción de agua caliente, marca Lapesa, modelo CV-200-M1, de 200 litros de capacidad, fabricado en acero vitrificado, con intercambiador de serpentín como siste-</p>								

ma de calentamiento indirecto, aislado termicamente con espuma rígida de poliuretano inyectado en molde y libre de CFC, forro exterior, incluso termómetro, válvula de seguridad, vaciado, valvulería, purga automática, by - pass, sistema automático anti sobre calentamiento, preparado para alojar resistencia para tratamiento legionella, accesorios y pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.

1,00 706,46 706,46

D44FA100 Ud CIRCULADOR GRUNDFOS UPS 25-40

Ud. Circulador Grundfos, modelo UPS 25-40 para instalación con presión y temperatura máxima de 10 bar y 110°C respectivamente, constituido por motor de rotor encapsulado, selector de 3 velocidades, con una potencia absorbida de 60 W, monofásica, conexión G 1 1/2, incluso válvulas, accesorios y pequeño material, completamente montada, probada y funcionando.

2,00 144,46 288,92

D44EA110 MI TUB. COBRE 28 x 26 mm, PRIMARIO

MI. Tubería cobre rígido de 28 x 26 mm de diámetro exterior x interior, incluso puesta a punto de soldadura dura o blanda según corresponda, codos, tes, manguitos y demás accesorios y pequeño material, aislada con coquilla de Armaflex, de espesor nominal de 30 mm, recubierta de pintura protectora exterior del aislante, medida la unidad ejecutada, totalmente montada, probada y funcionando.

40,00 16,85 674,00

D44EB110 MI TUB. COBRE 28 x 26 mm, SECUNDARIO

MI. Tubería cobre rígido de 28 x 26 mm de diámetro exterior x interior, incluso puesta a punto de soldadura dura o blanda según corresponda, codos, tes, manguitos y demás accesorios y pequeño material, aislada con coquilla de Armaflex SH19/28, medida la unidad ejecutada, totalmente montada, probada y funcionando.

12,00 15,64 187,68

D44EA100 MI TUB. COBRE 22 x 20 mm, PRIMARIO

MI. Tubería cobre rígido de 22 x 20 mm de diámetro exterior x interior, incluso puesta a punto de soldadura dura o blanda según corresponda, codos, tes, manguitos y demás accesorios y pequeño material, aislada con coquilla de Armaflex, de espesor nominal de 30 mm, recubierta de pintura protectora exterior del aislante, medida la unidad ejecutada, totalmente montada, probada y funcionando.

23,00 14,50 333,50

D44EA432 Centralita Solar LTDC

Ud. Centralita Solar LTDC con 3 sondas de temperatura y 36 programas. Control de agua caliente sanitaria, piscina y calefacción.

1,00 250,00 250,00

D44AD101 Estructura Captador solar

Estructura de Soportación JEN, diseñadas para favorecer la simplicidad del montaje, evita la acumulación de suciedad y agua en puntos de unión entre elementos, para mayor durabilidad. El material

de fabricación es acero Galvanizado.

	10,00	19,00	190,00
TOTAL CAPÍTULO ENERGIA_SOLAR Energía Solar.....			10.988,94
TOTAL			10.988,94

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
ENERGIA_SOLAR	Energía Solar.....	10.988,94	100,00
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	10.988,94	
	5,00 % Gastos generales.....	549,45	
	6,00 % Beneficio industrial.....	659,34	
	SUMA DE G.G. y B.I.	1.208,79	
	21,00 % I.V.A.	2.561,52	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	14.759,25	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	14.759,25	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CATORCE MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS

, a __ de Septiembre de 2016.

4. REFERENCIAS

[01] AEMET. (2016). Valores climatológicos normales. Jaén. Septiembre, 2016., de Agencia estatal de meteorología Sitio web: www.aemet.es

[02] (CONAIF).(2014). Código Técnico de la Edificación. Castellano: Edigrafos,S.A..

[03] AENOR. (2015).Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE). España: AENOR Ediciones.

[04] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2009). Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura. Enero, 2009, de IDAE Sitio web: www.idae.es

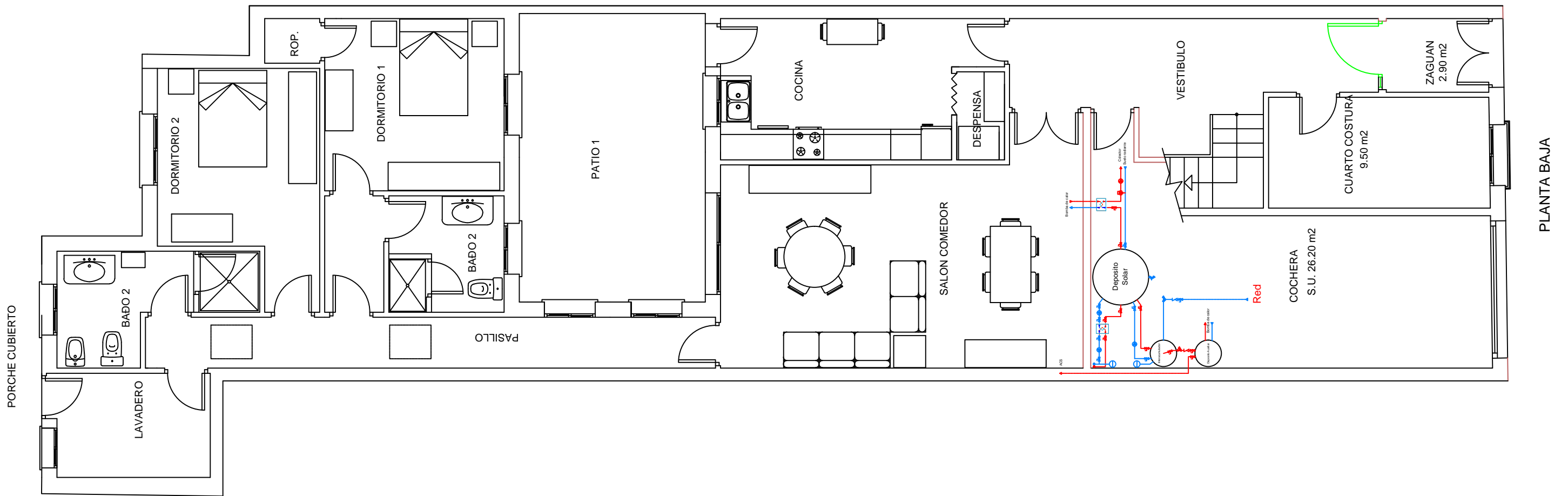
5. PLANOS



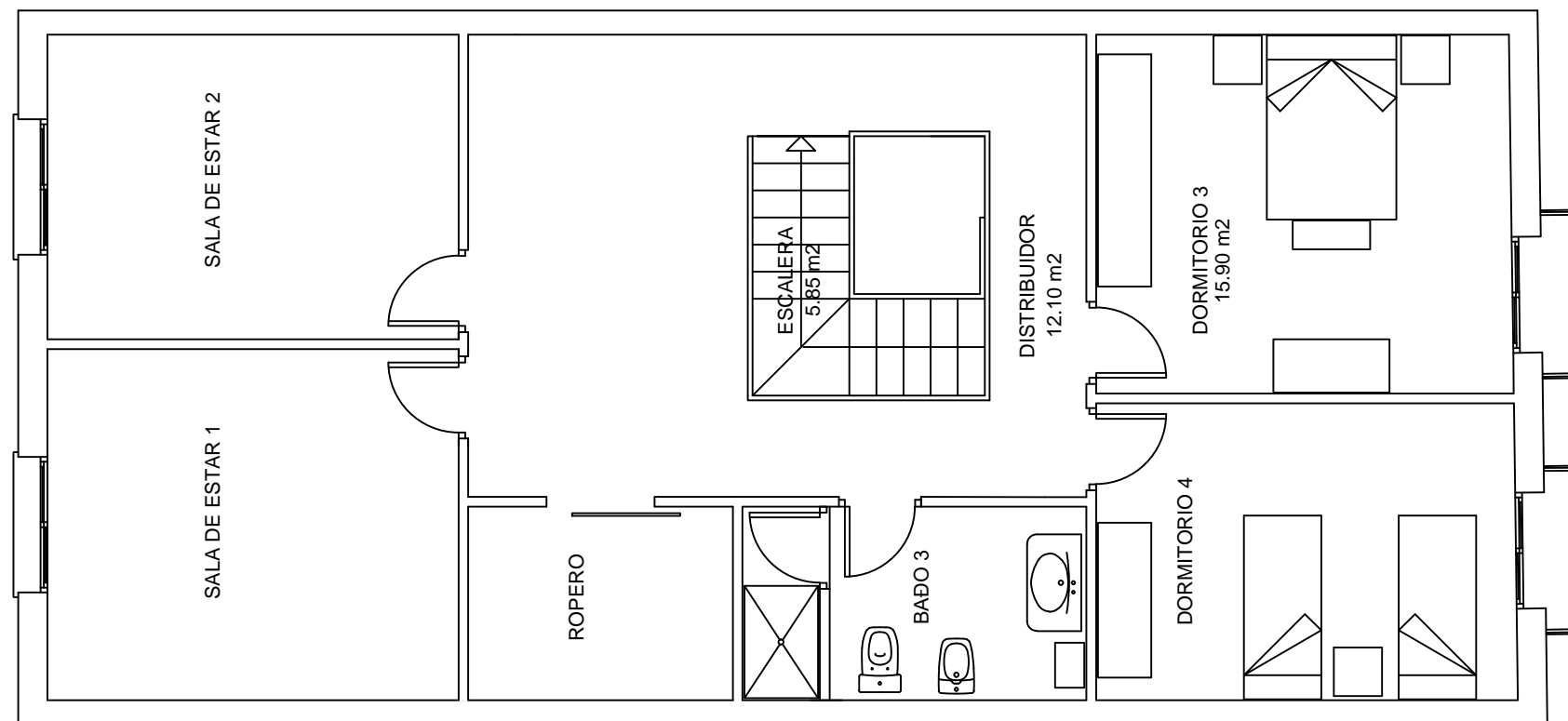
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	22/03/16	Sergio		
COMPROBADO		Ruiz		
C. CALIDAD		Sánchez		
ESCALA: 1:10000	DESIGNACIÓN Plano de Situación			Nº PLANO 1
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	22/03/16	Sergio		
COMPROBADO		Ruiz		
C. CALIDAD		Sánchez		
ESCALA: 1:2000	DESIGNACIÓN Plano de Emplazamiento			Nº PLANO 2
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

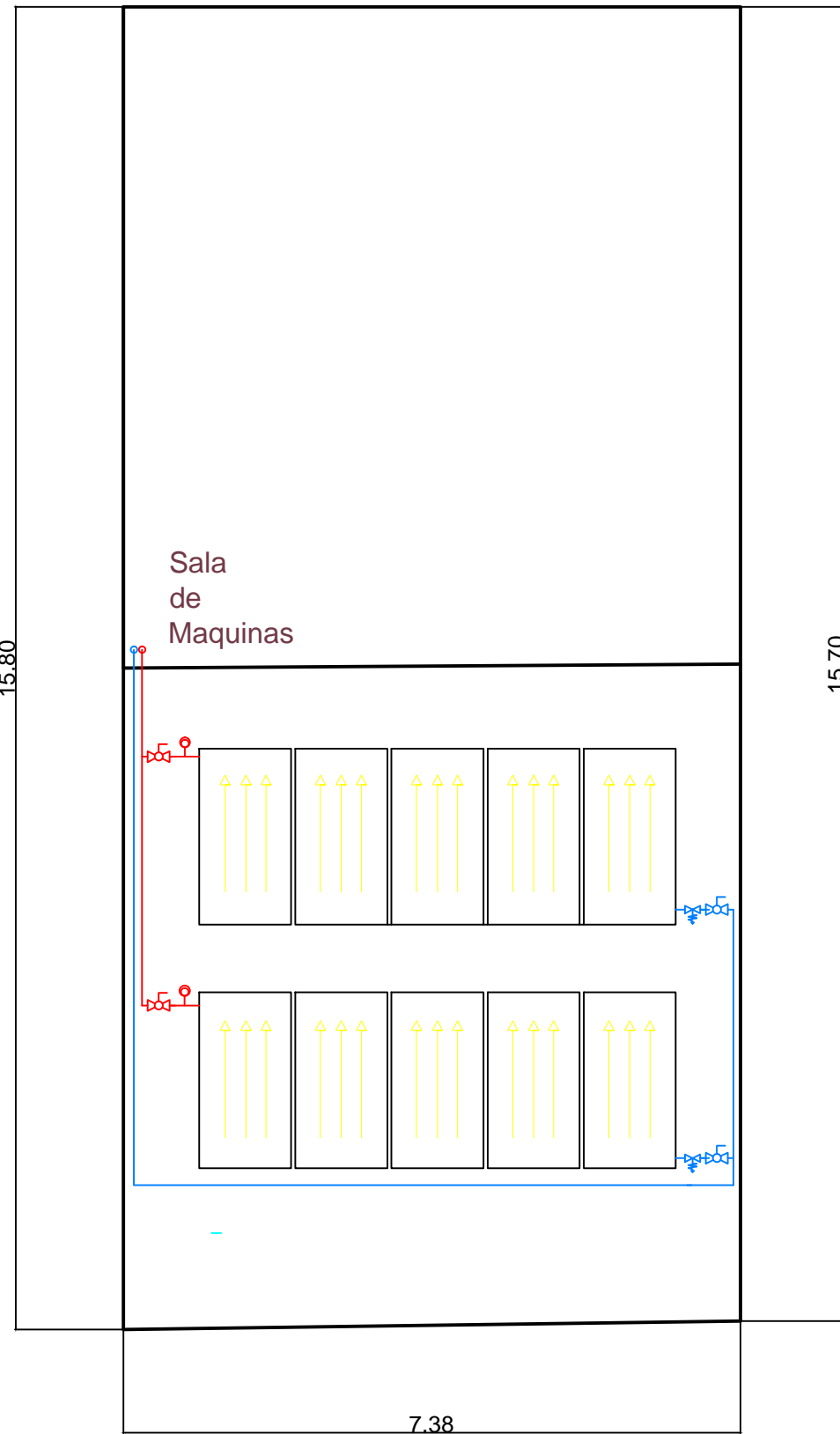


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	22/03/16	Sergio		
COMPROB.		Ruiz		
C. CALIDAD		Sánchez		
ESCALA:	DESIGNACIÓN			Nº PLANO
	Vivienda planta baja			3
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



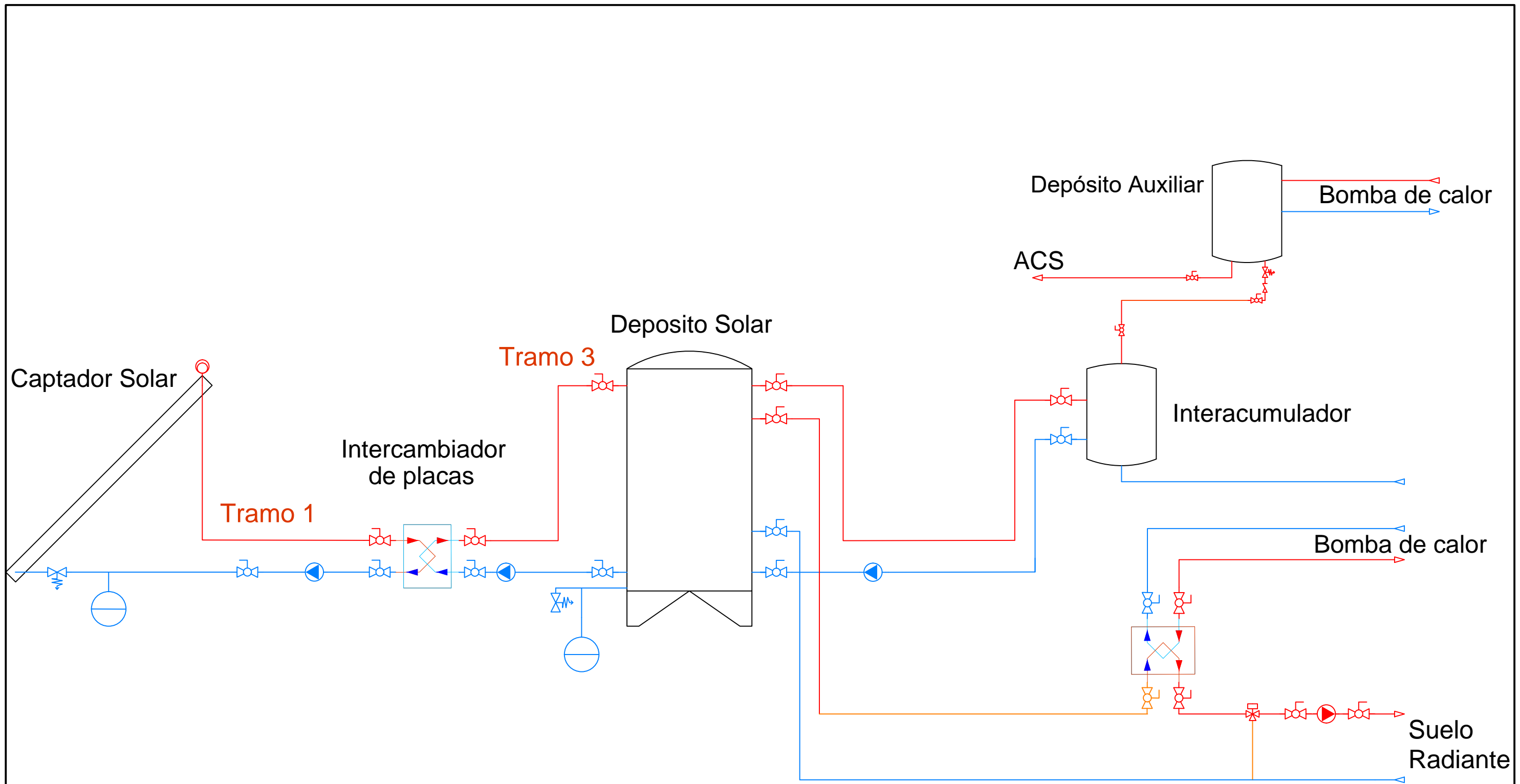
PLANTA PRIMERA

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	22/03/16	Sergio		
COMPROB.		Ruiz		
C. CALIDAD		Sánchez		
ESCALA:	DESIGNACIÓN			Nº PLANO
	Vivienda primera planta			4
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

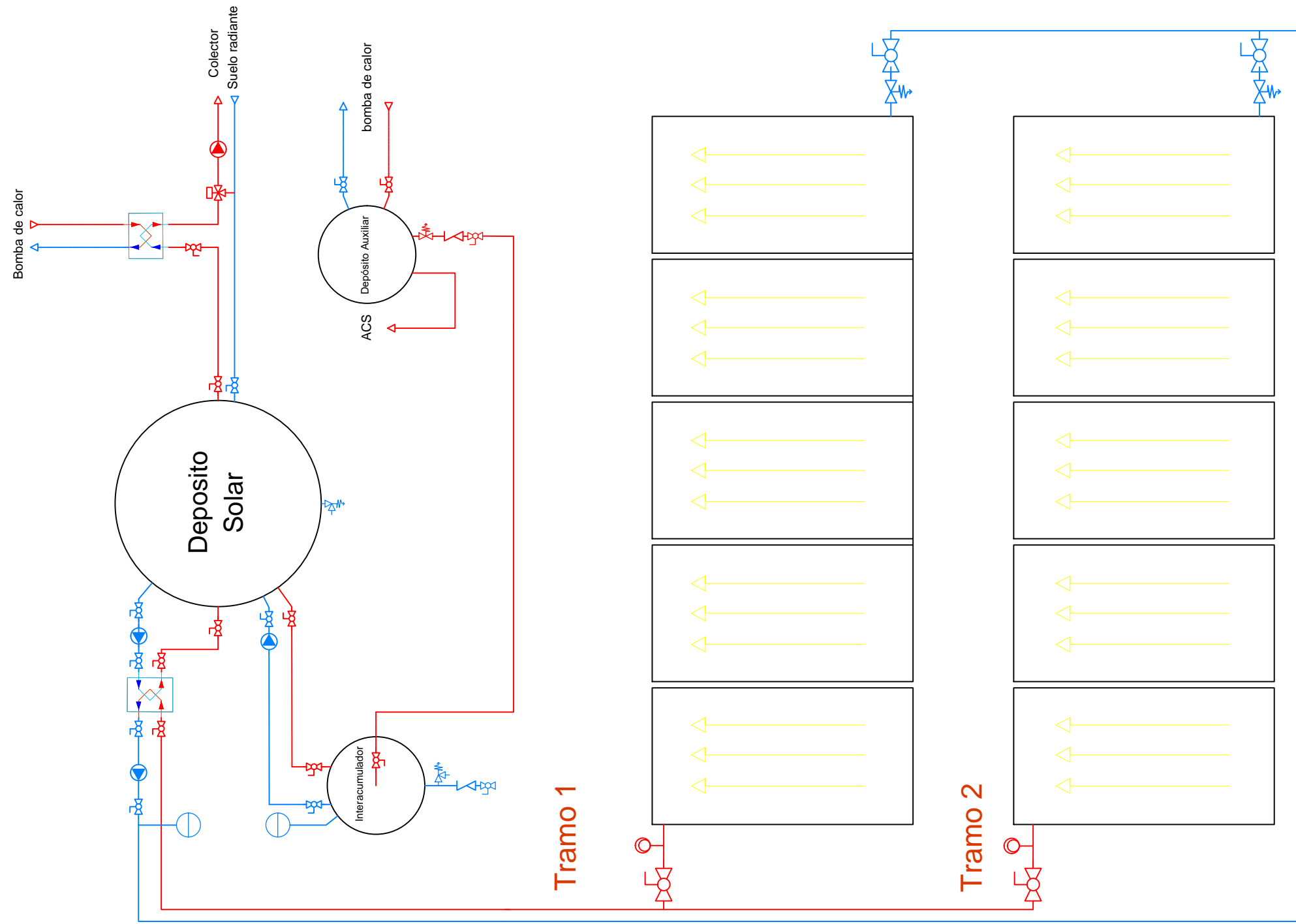


ALZADO PRINCIPAL

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	22/03/16	Sergio		
COMPROB.		Ruiz		
C. CALIDAD		Sánchez		
ESCALA:	DESIGNACIÓN			Nº PLANO
	Vivienda (cubierta - Fachada)			5
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



LEYENDA		FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
	VALVULA DE RETENCIÓN	DIBUJADO 22/03/16	Sergio			Nº PLANO 6
	LLAVE DE ESFERA	COMPROBADO	Ruiz			
	VALVULA DE SEGURIDAD	C. CALIDAD	Sánchez		SUSTITUYE A:	
	BOMBA CIRCULADORA	ESCALA:	DESIGNACIÓN		SUSTITUIDO POR:	
	VASO DE EXPANSIÓN	Esquema de equipos				
	PURGADOR					



LEYENDA		FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
	VALVULA DE RETENCIÓN	DIBUJADO 22/03/16	Sergio			Nº PLANO
	LLAVE DE ESFERA	COMPROBADO	Ruiz			7
	VALVULA DE SEGURIDAD	C. CALIDAD	Sánchez		SUSTITUYE A:	
	BOMBA CIRCULADORA	ESCALA:	DESIGNACIÓN		SUSTITUIDO POR:	
	VASO DE EXPANSIÓN	Esquema de instalación				
	PURGADOR					