



# GUÍA TÉCNICA

# SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS

Julio de 2025

## **CONTENIDO**

OBJETIVO.....	3
ALCANCE.....	3
TÍTULOS TÉCNICOS .....	3
TITULO I; DISPOSICIONES GENERALES .....	4
TITULO II; CONFIGURACIONES PARA LA GENERACIÓN .....	11
TITULO III; COMPONENTES Y MATERIALES .....	20
TITULO IV; CONDICIONES GENERALES DE OPERACIÓN .....	40
TITULO V; INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y SANITARIA.....	52
TITULO VI; DISEÑO Y CÁLCULO DE SISTEMAS .....	65
TITULO VII; CÁLCULO DE PRESTACIONES ENERGÉTICAS.....	85
TITULO VIII; MONTAJE, PRUEBAS, PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN.....	96
TITULO IX; OPERACIÓN, USO Y MANTENCIÓN.....	108
TITULO X; DOCUMENTOS Y FORMATOS .....	124
TITULO XI; NORMAS Y BIBLIOGRAFÍA.....	145
ANEXO 1: VARIABLES DE ENTORNO POR REGIÓN Y COMUNA .....	147

## **OBJETIVO**

El presente documento establece las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir los Sistemas Solares Térmicos (SST) para el calentamiento de agua, especificando requisitos de seguridad, eficiencia, calidad, fiabilidad y durabilidad necesarios para que funcionen correctamente a lo largo de toda su vida útil.

Además, entrega criterios y establece requisitos para todo el proceso de la instalación: diseño, cálculo, selección de componentes, montaje, operación, uso, mantención y, la posterior fiscalización por parte de la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC).

El uso de estas especificaciones permitirá que la información básica tenga formatos únicos que incorporan todos los antecedentes técnicos de la instalación, la cual, se utilizará como referencia para resolver la gestión técnica de los trámites que los SST deben cumplir y todos los aspectos relacionados con la reglamentación y normativa que se establezca.

## **ALCANCE**

Las disposiciones de este documento se aplicarán a todos los Sistemas Solares Térmicos para calentamiento de agua sanitaria.

Mediante títulos asociados al presente documento técnico, se establecerán las disposiciones técnicas que deberán cumplir como requerimiento mínimo los Sistemas Solares Térmicos.

Todo Proyecto de Sistemas Solares Térmicos (SST) deberá ser declarado en la SEC, de acuerdo ésta determine, por requerimiento del Ministerio de Energía en ejercicio de sus atribuciones.

Para facilitar el desarrollo tecnológico y fomentar la innovación, existe la posibilidad de realizar excepciones en los requisitos obligatorios de estas especificaciones, dichos casos puntuales, deben ser expresamente aprobados por la autoridad designada y se debe solicitar aportando la documentación y pruebas que justifiquen la excepcionalidad, asegurando el buen funcionamiento del SST y unas prestaciones mejores, o equivalentes, a las previstas.

## **TÍTULOS TÉCNICOS**

Los títulos asociados al presente documento se encuentran anexados según la siguiente nomenclatura:

Título I	Disposiciones Generales
Título II	Configuraciones para la Generación
Título III	Componentes y Materiales
Título IV	Condiciones Generales de Operación
Título V	Integración Arquitectónica
Título VI	Diseño y Cálculo de Sistemas
Título VII	Cálculo de Prestaciones Energéticas
Título VIII	Montaje, pruebas, puesta en marcha y recepción
Título IX	Operación, uso y mantención
Título X	Documentos y Formatos
Título XI	Normas y Bibliografía

## TITULO I; DISPOSICIONES GENERALES

### 1. DEFINICIONES

Para los efectos del presente documento, los siguientes términos tendrán el significado y alcance que se indica:

- a. **Absorbedor:** Componente que transforma la radiación solar en energía térmica y la transfiere a un fluido de trabajo en forma de calor.
- b. **Área de abertura o área de apertura de un CST:** Corresponde a la proyección en un plano de la superficie transparente del colector expuesta a la radiación solar incidente no concentrada.
- c. **Banco de colectores:** Conjunto de colectores solares térmicos instalados sobre una o más estructuras y conectados entre sí.
- d. **Batería de colectores:** conjunto de colectores solares térmicos que se comportan como un único colector cuya área de captación suma de la de todos los colectores que la componen y con un rendimiento equivalente calculado por la composición de los rendimientos de cada colector en función del tipo de conexionado y del caudal de diseño.
- e. **Cañerías o tuberías:** Interconectan hidráulicamente todos los componentes y canalizar el movimiento de los fluidos
- f. **Círculo de consumo:** Circuito entre el acumulador y los puntos de consumos.
- g. **Círculo primario:** Circuito de transferencia de calor entre los colectores y el intercambiador de calor. En el caso de sistemas prefabricados corresponde al circuito entre el colector y depósito acumulador. En el caso de sistemas de inercia, corresponde al circuito entre colector y el estanque de inercia.
- h. **Círculo secundario:** Circuito que se ubica entre el intercambiador de calor y el (los) acumulador(es).
- i. **Colector Solar Térmico o CST o Colector:** Dispositivo que forma parte de un sistema solar térmico, diseñado para captar la radiación solar incidente, transformarla en energía térmica y transmitir la energía térmica producida a un fluido de trabajo que circula por su interior.
- j. **Contribución Solar:** Es la fracción entre la energía anual aportada por el SST a la salida del acumulador y la demanda energética anual de agua caliente sanitaria estimada.
- k. **Depósito Acumulador o Acumulador:** Forma parte de un Sistema Solar Térmico, donde se acumula la energía térmica producida por el (los) colector(es) solar(es).
- l. **Estructura auxiliar:** Estructura adicional a la de soporte, necesaria para dar la orientación e inclinación deseada al colector.
- m. **Estructura de soporte:** Estructura que da soporte a Colector(es) Solar(es) Térmico(s) y al Depósito Acumulador simultáneamente y que permite la fijación de los equipos a otra estructura (como la techumbre de la edificación).
- n. **Estructura independiente:** Estructura auto portante e independiente de la edificación existente, diseñada para recibir los equipos.
- o. **Flujo inverso:** Corresponde a la circulación de fluido en sentido contrario a la del diseño en cualquier circuito del SST.
- p. **Intercambiador de calor:** Es el componente que separa circuitos con distintos fluidos y permite realizar la transferencia de calor entre ellos. Se clasifican en internos al acumulador y externos al acumulador.
- q. **Integración Arquitectónica de los SST:** Tipo de instalación de un Sistema Solar Térmico donde los Colectores Solares que lo conforman sustituyen elementos constructivos convencionales o bien son elementos constituyentes de la envolvente de la edificación y de su composición arquitectónica.
- r. **Purgador de aire:** dispositivo diseñado para liberar automáticamente el aire acumulado en un sistema de tuberías o circuitos hidráulicos. Su función principal es eliminar el aire atrapado, que puede causar problemas en el funcionamiento eficiente del sistema.

- s. **Sistema Solar Térmico para Agua Caliente o Sistema Solar Térmico o SST:** Sistema que integra uno o más Colectores Solares Térmicos, uno o más Depósitos Acumuladores y un conjunto de otros componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, transformarla directamente en energía térmica, la que se transmite a un fluido de trabajo y, por último, almacenar dicha energía térmica, bien en el mismo fluido de trabajo o en otro, para ser utilizada en los puntos de consumo. Dicho sistema podrá ser complementado con algún sistema convencional de calentamiento de agua, sin embargo, éste no se considerará parte del SST.
- t. **Sistema Solar Térmico de circulación natural o Termosifón:** Sistema que utiliza sólo los cambios de densidad del fluido de transferencia de calor para lograr la circulación entre el colector y el acumulador o entre el colector y el intercambiador de calor.
- u. **Sistemas Solares Térmicos Prefabricados:** Corresponde a un Sistema Solar Térmico que se fabrica, comercializa y registra como una unidad, bajo una sola denominación de marca y modelo.
- v. **Sistema Solar Térmico tipo Tubos al vacío heat pipe:** Colector solar en el cual dentro de un tubo sellado al vacío se encuentra una barra de cobre que contiene el fluido caloportador que se evapora desplazándose a la parte superior del tubo donde cede calor y condensa descendiendo en estado líquido.
- w. **Sistema Solar Térmico inercial:** Usa un estanque de inercia con un fluido de masa térmica inercial.
- x. **Sistema Solar Térmico Indirecto:** Sistema de calentamiento solar en que un fluido de transferencia de calor, diferente del agua para consumo final, pasa a través del colector solar.
- y. **Sistema Solar Térmico a medida (forzado):** son aquellos construidos de forma única. Son considerados como un conjunto de componentes, los que se ensayan de forma separada y los resultados de los ensayos se integran en una evaluación del sistema completo. Sistema que utiliza una bomba para hacer circular el fluido de transferencia de calor a través del (de los) colector(es).
- z. **Sistema auxiliar de calentamiento de agua:** Si bien no forma parte del Sistema Solar Térmico, su forma de alimentación al consumo y su acoplamiento a la instalación solar puede impactar en el funcionamiento del SST. Corresponde al sistema que se utiliza para complementar la contribución solar, suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente, en especial en los días de baja radiación solar.
  - aa. **Sistema Solar Térmico Unifamiliar:** Sistema Solar Térmico (SST) utilizado por una sola vivienda.
  - bb. **Sistema Solar Térmico Multifamiliar:** Sistema Solar Térmico (SST) utilizado por dos o más viviendas.
  - cc. **Vaso de expansión:** Dispositivo que debe absorber las variaciones de volumen y presión en un circuito cerrado causadas por las variaciones de temperaturas del fluido circulante.
  - dd. **Válvula de corte tipo bola:** válvula on/off que utiliza una esfera perforada para controlar el flujo de fluido. Al girar la manija 90 grados, la esfera se alinea o se desalinea con la trayectoria del flujo, abriendo o cerrando el paso completamente.
  - ee. **Válvula de tres vías:** Tipo de válvula que tiene tres puertos o conexiones. Se utiliza para dirigir el flujo de fluido entre diferentes rutas o para mezclar fluidos provenientes de dos fuentes diferentes.
  - ff. **Válvula termostática:** Regula el flujo de fluido en función de la temperatura. Utiliza un elemento termosensible (como cera o un bimetal) que se expande o contrae con los cambios de temperatura para abrir o cerrar la válvula de forma proporcional.
  - gg. **Válvula de retención o antirretorno:** válvula unidireccional que permite el flujo de fluido en una sola dirección y bloquea el flujo en la dirección opuesta.
  - hh. **Válvula de alivio o seguridad:** dispositivo de seguridad diseñado para liberar presión automáticamente cuando la presión en un sistema alcanza un nivel preestablecido y peligroso. También puede ser termosensible y activarse cuando sobrepasan ciertas temperaturas. En ambas situaciones, protege el sistema contra la sobrepresión.
  - ii. **Válvula reguladora o reductora de presión:** reduce y mantiene constante la presión de salida a un valor preestablecido, independientemente de las fluctuaciones en la presión de entrada o el caudal.

## 2. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

Para los efectos del presente reglamento las siguientes siglas, significarán

- a. ACS: Agua caliente sanitaria
- b. DA: Depósito acumulador. Se refiere al sistema de acumulación de agua caliente sanitaria de los sistemas solares térmicos.
- c. CSM: Contribución Solar Mínima
- d. CST: Colector solar térmico. Se refiere sólo a la parte del colector solar en una instalación solar térmica.
- e. EETT: Especificaciones técnicas de un proyecto
- f. Irradiancia: es la magnitud que describe la radiación solar que llega hasta nosotros (no toda la radiación llega a la superficie de la tierra). Es la potencia recibida por unidad de superficie. Se suele medir en  $\text{W/m}^2$  o unidades equivalentes.
- g. kW: Kilo Watt. Unidad de potencia energética de generación o consumo que se refiere a mil watts.
- h. kWh: Kilo Watt Hora. Unidad de energía, que se refiere al equivalente de un consumo de mil watts de potencia durante una hora.
- i. MW: Mega Watt. Unidad de potencia energética de generación o consumo que se refiere a un millón de watts.
- j. MWh: Mega Watt Hora. Unidad de energía, que se refiere al equivalente de un consumo de un millón de watts de potencia durante una hora.
- k. Pasivado: El acero inoxidable puede resistir la corrosión gracias a la capa pasiva de óxido de cromo que se forma en su superficie. La formación de esta capa protectora es llamada pasivación. La abrasión o el calor excesivo (causado por la soldadura) destruye esta capa protectora y expone al metal a la corrosión.
- l. PS: Pérdidas por sombra
- m. Radiación: Intensidad del espectro de ondas solar en un punto y momento determinado. Está dado por la cantidad de luz y calor que proviene del sol, sumando la que llega directamente, con la difusa y reflejada. Se mide en  $\text{kWh/m}^2\text{año}$ .
- n. Radiación horizontal: Es la radiación que se recibe en una superficie perpendicular al campo de gravedad de la Tierra y por lo tanto, el ángulo de incidencia de la radiación directa del sol, en esta superficie, va cambiando a través del día. Se mide en  $\text{kWh/m}^2\text{año}$ .
- p. Recurso Solar: Se refiere a las condiciones anuales promedio de radiación en una localidad determinada.
- q. RIDAA: Reglamento de instalaciones domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado
- r. SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustible
- s. SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios
- t. Tipologías: Configuraciones de equipos solares térmicos, determinadas por un tipo de colector, tipo de acumulador y sistema de transferencia térmica entre ambos.
- u. Variables: Condiciones de entorno, climáticas, características del agua de red o ambientales, que se diferencian en cada comuna del país. En las tablas de clasificación, se refiere a Grupos de variables, cuando se combina todas las variables consideradas para así determinar las tipologías de SST más adecuadas para la comuna.

### 3. ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

<b>A</b>	ÁREA DE CAPTACIÓN (SUPERFICIE DE APERTURA DE COLECTORES SOLARES)
<b>AA</b>	ACUMULACIÓN DEL SISTEMA AUXILIAR
<b>ALI</b>	CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN
<b>ASC</b>	ACUMULACIÓN SOLAR DE CONSUMO
<b>AS ó</b>	APORTE SOLAR (TÉRMICO)
<b>AST</b>	
<b>CE<sub>ACS</sub></b>	CONSUMO DE ENERGÍA EN ACS
<b>CE<sub>AUX</sub></b>	CONSUMO DE ENERGÍA DEL SISTEMA AUXILIAR
<b>CEF<sub>AUX</sub></b>	CONSUMO DE ENERGÍA FINAL DEL SISTEMA AUXILIAR
<b>CET<sub>AUX</sub></b>	CONSUMO DE ENERGÍA TÉRMICA DEL SISTEMA AUXILIAR
<b>CET<sub>FLU</sub></b>	COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA DE UN FLUIDO
<b>CON</b>	CIRCUITO DE CONSUMO
<b>CP</b>	COEFICIENTE DE PRESIÓN
<b>DB<sub>ACS</sub></b>	DEMANDA BRUTA DE ENERGÍA TÉRMICA EN ACS
<b>DE<sub>ACS</sub></b>	DEMANDA (NETA) DE ENERGÍA TÉRMICA EN ACS
<b>DE<sub>REP</sub></b>	DEMANDA DE ENERGÍA DEL AGUA DE REPOSICIÓN
<b>DIS</b>	CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN
<b>E</b>	ESTACIONALIDAD, COEFICIENTE DE
<b>EA</b>	ENERGÍA AUXILIAR
<b>EAA</b>	ENERGÍA AUXILIAR APORTADA
<b>EAF</b>	ENERGÍA AUXILIAR FINAL
<b>EAP</b>	ENERGÍA AUXILIAR PRODUCIDA
<b>e<sub>AIS</sub></b>	ESPESOR DE AISLAMIENTO
<b>ER ó</b>	ENERGÍA RADIANTE O ENERGÍA INCIDENTE
<b>E<sub>INC</sub></b>	
<b>EST<sub>APO</sub></b>	ENERGÍA SOLAR TÉRMICA APORTADA
<b>ES<sub>INC</sub></b>	ENERGÍA SOLAR INCIDENTE
<b>ES<sub>PRO</sub></b>	ENERGÍA SOLAR PRODUCIDA
<b>EU</b>	ENERGÍA ÚTIL
<b>FC</b>	FACTOR DE CENTRALIZACIÓN

$F_R(\tau\alpha)=$	FACTOR DE EFICIENCIA ÓPTICA DEL COLECTOR
$\eta_0$	
$F_{RUL}$	COEFICIENTE GLOBAL DE PÉRDIDAS DEL COLECTOR
$FS$ ó $f$	FRACCIÓN SOLAR
$FT$	FACTOR DE TEMPERATURA
$G_{REF}$	IRRADIANCIA SOLAR DE REFERENCIA
$HF$	HORAS DE FUNCIONAMIENTO
$IS$	INTERCAMBIADOR SOLAR
$MC$	MEMORIA DE CÁLCULO
$OCU$	OCUPACIÓN MEDIA MENSUAL
$PCI$	PODER CALORÍFICO INFERIOR
$PCT$	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS
$PL$	PLAZA
$P_{EST}$	PRESIÓN ESTÁTICA
$P_{MAX}$	PRESIÓN MÁXIMA
$P_{MIN}$	PRESIÓN MÍNIMA
$P_{NOM}$	PRESIÓN NOMINAL
$P_{PRE}$	PRESIÓN DE PRECARGA
$POT$	POTENCIA TÉRMICA
$POT_{IS}$	POTENCIA TÉRMICA DEL INTERCAMBIADOR SOLAR
$POT_{MAX}$	POTENCIA TÉRMICA MÁXIMA
$POT_{NOM}$	POTENCIA TÉRMICA NOMINAL
$PRI$	PRIMARIO, CIRCUITO
$PT$	PÉRDIDAS TÉRMICAS
$PT_{ALI}$	PÉRDIDAS TÉRMICAS DEL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN
$PT_{APO}$	PÉRDIDAS TÉRMICAS DEL SISTEMA DE APOYO
$PT_{DEM}$	PÉRDIDAS TÉRMICAS ASOCIADAS A LA DEMANDA
$PT_{DIS}$	PÉRDIDAS TÉRMICAS DEL CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN
$PT_{PRI}$	PÉRDIDAS TÉRMICAS DEL CIRCUITO PRIMARIO
$PT_{PRO}$	PÉRDIDAS TÉRMICAS ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN SOLAR
$PT_{REC}$	PÉRDIDAS TÉRMICAS DEL CIRCUITO DE RECIRCULACIÓN

<b>P<sub>T<sub>VP</sub></sub></b>	PÉRDIDAS TÉRMICAS DEL VASO DE UNA PISCINA
<b>Q<sub>ACS(T)</sub></b>	CAUDAL DE CONSUMO DE AGUA CALIENTE SANITARIA A LA TEMPERATURA T
<b>RAD</b>	RADIACIÓN
<b>REC</b>	RECIRCULACIÓN, CIRCUITO DE
<b>REN</b>	RENDIMIENTO
<b>REN<sub>APO</sub></b>	RENDIMIENTO DEL SISTEMA DE APOYO
<b>REN<sub>IST</sub></b>	RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA
<b>REN<sub>MED</sub></b>	RENDIMIENTO MEDIO
<b>REN<sub>OPT</sub></b>	RENDIMIENTO OPTICO
<b>SEA</b>	SISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR
<b>SEC</b>	SECUNDARIO, CIRCUITO
<b>S<sub>VP</sub></b>	SUPERFICIE DEL VASO DE UNA PISCINA
<b>T</b>	TEMPERATURA
<b>T<sub>AC</sub></b>	TEMPERATURA DE AGUA CALIENTE
<b>T<sub>AD</sub></b>	TEMPERATURA AMBIENTE DIARIA
<b>T<sub>AF</sub></b>	TEMPERATURA DE ABASTECIMIENTO O DE ENTRADA DE AGUA FRÍA
<b>T<sub>AMB</sub></b>	TEMPERATURA AMBIENTE
<b>T<sub>AMBEXT</sub></b>	TEMPERATURA AMBIENTE EXTERIOR
<b>T<sub>AMBINT</sub></b>	TEMPERATURA AMBIENTE INTERIOR
<b>T<sub>AP</sub></b>	TEMPERATURA DEL AGUA DEL VASO DE LA PISCINA
<b>T<sub>CE</sub></b>	TEMPERATURA LADO CALIENTE ENTRADA
<b>T<sub>D</sub></b>	TEMPERATURA DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA CALIENTE SANITARIA
<b>T<sub>FE</sub></b>	TEMPERATURA LADO FRIO ENTRADA
<b>T<sub>FS</sub></b>	TEMPERATURA LADO FRIO SALIDA
<b>T<sub>MAX</sub></b>	TEMPERATURA MÁXIMA
<b>T<sub>MIN</sub></b>	TEMPERATURA MÍNIMA
<b>T<sub>NOM</sub></b>	TEMPERATURA NOMINAL
<b>T<sub>P</sub></b>	TEMPERATURA DE PREPARACIÓN DEL AGUA CALIENTE SANITARIA
<b>T<sub>REF</sub></b>	TEMPERATURA DE REFERENCIA
<b>T<sub>U</sub></b>	TEMPERATURA DE USO DEL AGUA CALIENTE SANITARIA

<b>VA<sub>TOT</sub></b>	VOLUMEN DE ACUMULACIÓN SOLAR TOTAL
<b>VC<sub>TOT</sub></b>	VOLUMEN TOTAL DE UN CIRCUITO
<b>VE<sub>DIL</sub></b>	VOLUMEN DE DILATACIÓN (DEL SISTEMA DE EXPANSIÓN)
<b>VE<sub>GAS</sub></b>	VOLUMEN DE GAS (DEL SISTEMA DE EXPANSIÓN)
<b>VE<sub>NOM</sub></b>	VOLUMEN NOMINAL (DEL SISTEMA DE EXPANSIÓN)
<b>VE<sub>RES</sub></b>	VOLUMEN DE RESERVA (DEL SISTEMA DE EXPANSIÓN)
<b>VE<sub>UTI</sub></b>	VOLUMEN UTIL O DE LÍQUIDO (DEL SISTEMA DE EXPANSIÓN)
<b>VE<sub>VAP</sub></b>	VOLUMEN DE VAPOR (DEL SISTEMA DE EXPANSIÓN)

## **TITULO II; CONFIGURACIONES PARA LA GENERACIÓN**

### **4. TIPOLOGÍA Y TAMAÑOS DE LOS SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS**

Para las diferentes características y configuraciones de SST, el presente documento los diferencia en función de su superficie.

#### **4.1. SISTEMAS SOLARES PREFABRICADOS Y SISTEMAS SOLARES A MEDIDA**

Se podrá elegir entre dos categorías de sistemas denominadas sistemas solares de calentamiento prefabricados y sistemas solares de calentamiento a medida, en específico:

##### **4.1.1. SISTEMA SOLAR DE CALENTAMIENTO PREFABRICADO**

Es un sistema o instalación de aprovechamiento de energía solar para producción de agua caliente sanitaria destinada a satisfacer pequeños consumos y está fabricado mediante un proceso estandarizado que presupone resultados uniformes en prestaciones, se ofrece en el mercado bajo un único nombre comercial y se vende como una unidad directamente preparada para su instalación. El sistema debe ser ensayado como una unidad completa para certificar su eficiencia, durabilidad, etc., proporcionando resultados representativos para todos los sistemas con la misma marca, componentes, configuración y dimensiones.

##### **4.1.2. SISTEMAS SOLARES DE CALENTAMIENTO A MEDIDA**

Corresponden a sistemas construidos de forma única y montados seleccionados desde una lista de componentes. Se consideran como un conjunto de componentes que se ensayan de forma separada y los resultados de los ensayos se integran en una evaluación del sistema completo. Se subdividen en:

###### **4.1.2.1. SISTEMAS A MEDIDA DE PEQUEÑO TAMAÑO**

Forman parte del catálogo de un fabricante, en el cual se especifican todos los componentes y posibles configuraciones de los sistemas. Cada posible combinación de componentes que conforma una configuración de la lista se considera un solo sistema a medida.

###### **4.1.2.2. SISTEMAS A MEDIDA DE GRAN ENVERGADURA**

Deben ser diseñados por ingenieros, fabricantes y otros expertos de forma única para una situación específica.

#### **4.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS POR TAMAÑO**

4.2.1. La clasificación de los SST se establece en función de su superficie de captación o área captadora. Esta categorización determina sus diversas características y configuraciones, incluyendo el volumen de acumulación, el sistema de circulación e intercambio, y el número de bombas. El presente documento explicará las particularidades más relevantes de cada tipo, sintetizando las características recomendadas conforme a su clasificación por superficie.

4.2.2. El presente documento técnico restringe el uso de SST según la siguiente clasificación. En base a ella, se presentan las características más importantes de cada una de ellas.

Tamaños de instalación	Pequeñas	Medianas	Grandes
Superficie captación A en $m^2$	A < 10	10 ≤ A < 100	A ≥ 100
Volumen acumulación aproximado V en litros	V < 1.000	1.000 ≤ V < 10.000	V ≥ 10.000
Categoría	Prefabricado	A medida	
Circulación	Natural	Forzada	
Intercambio	Interno	Interno o externo	Externo
Bombas	-	Simple	Simple o Doble

## 5. DEFINICIÓN DE SISTEMAS Y CIRCUITOS DE LOS SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS

### 5.1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

Transforma la radiación solar incidente en energía térmica aumentando la temperatura de un fluido de trabajo.

### 5.2. SISTEMA DE ACUMULACIÓN

Almacena energía térmica hasta que se requiera su uso

### 5.3. SISTEMA DE INTERCAMBIO

Realiza la transferencia de energía térmica entre el fluido de trabajo que circula por el circuito primario y el del circuito secundario (agua de consumo).

### 5.4. SISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR

Complementa el aporte solar suministrando la energía necesaria para cubrir el consumo previsto

### 5.5. RED HIDRÁULICA

Constituido por todos los circuitos hidráulicos que son los conjuntos de cañerías con su aislante, accesorios, bombas, válvulas, entre otros, que interconectan los distintos sistemas y mediante la circulación de fluidos producen la transferencia de calor desde el sistema de captación hasta el consumo.

### 5.6. SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL

Aplica las estrategias de funcionamiento y de protección organizando el arranque y parada de bombas, las posibles actuaciones de las válvulas de tres vías (si las hubiera) y cualquier otra actuación electromecánica que se prevea.

### 5.7. CIRCUITOS HIDRÁULICOS:

5.7.1. PRIMARIO: Permite la circulación del fluido a través de él o los colectores que recoge(n) la energía térmica y la transporta hasta el intercambiador.

5.7.2. SECUNDARIO: En el intercambiador recoge la energía captada por el circuito primario y la transfiere al sistema de acumulación.

5.7.3. CONSUMO: Transporta el agua potable de consumo, comprende desde el punto que conecta con la red de acometida de agua fría, pasando por los sistemas de acumulación y apoyo, hasta la red de distribución que alimenta a los puntos de consumo.

- 5.7.4. RECIRCULACIÓN: En algunas oportunidades y casuísticas se puede disponer de un circuito de recirculación para acercar la disponibilidad del agua caliente a los puntos de consumo.

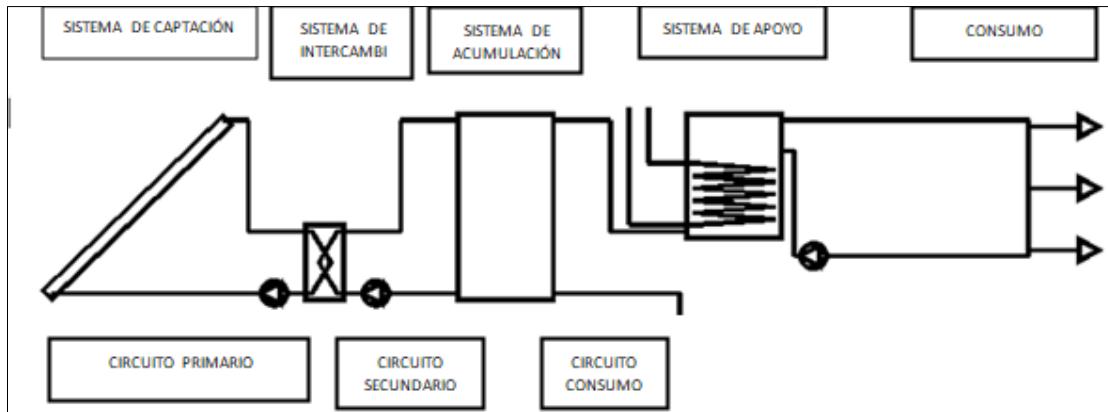


Figura: Circuitos de un SST

## 6. CONFIGURACIONES DE LOS SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS DE PEQUEÑO TAMAÑO

Sean sistemas prefabricados o sistemas a medida; los SST de pequeño tamaño pueden tener diferentes configuraciones. Sin embargo, el presente documento sólo acepta sistemas de circulación indirecta que, quedan definidas en base a los siguientes criterios:

### **6.1. PRINCIPIO DE CIRCULACIÓN.**

Pueden ser sistemas del tipo termosifón con circulación natural y sistemas con circulación forzada como procedimiento para transferir el calor del colector solar al acumulador.

### **6.2. SISTEMA DE INTERCAMBIO**

Deben ser sistemas indirectos. No se admiten sistemas directos ya que, disminuye su fiabilidad al introducir agua de red en el colector solar, los depósitos de cal que se producen cuando se alcanzan temperaturas elevadas los que, provocan la pérdida de rendimiento, llegando por obstrucción, incluso a impedir la circulación y, los problemas de los sistemas de protección contra heladas.

### **6.3. SISTEMA DE EXPANSIÓN**

Se admiten los sistemas cerrados. No sistemas ventilados ni abiertos. Debido a la reducción de la fiabilidad al introducir agua de red en el circuito primario, por los problemas que ocurren debido a depósitos de cal y los sistemas de protección contra heladas.

### **6.4. CONTENIDO DE LÍQUIDO**

Se admiten los sistemas llenos (cuando el colector permanezca siempre lleno con líquido caloportador) y también los de drenaje interior. No se admiten los equipos que utilizan como sistema contra heladas el drenaje al exterior.

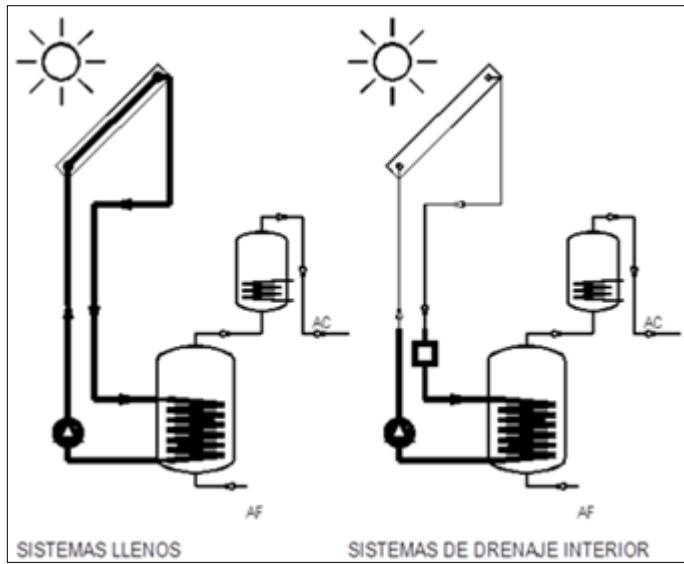


Figura: Diagrama de Sistemas llenos

#### **6.5. FORMA DE ACOPLAMIENTO**

De las posibles formas de acoplamiento entre colector y acumulador, se admiten: sistemas prefabricados compactos, integrados o partidos.

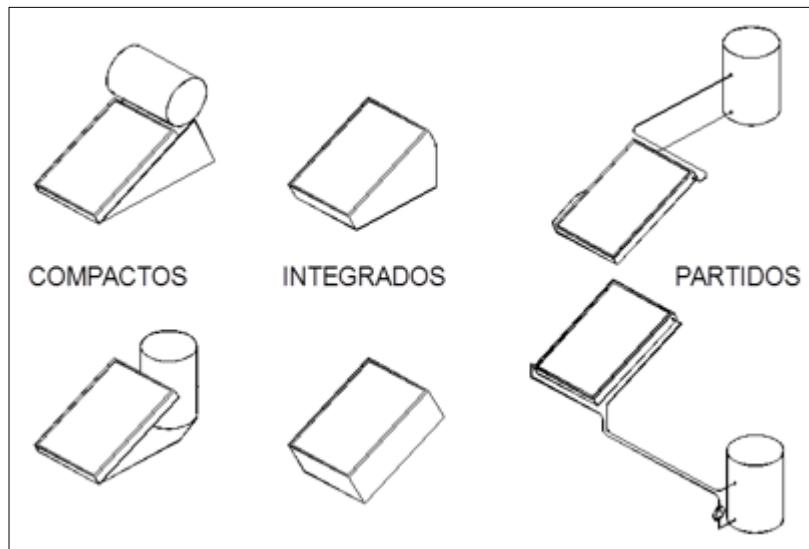


Figura: Diagrama de formas de acoplamiento

#### **6.6. SISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR**

Se admiten las opciones "solamente solar" y "de precalentamiento solar". Las alternativas admitidas deben disponer de un sistema de apoyo exterior al SST que, puede ser de tipo instantáneo o en acumulador auxiliar y alimentado por cualquier tipo de energía (eléctrica, gas, etc.), y normalmente se debe conectar en serie en el circuito de consumo.

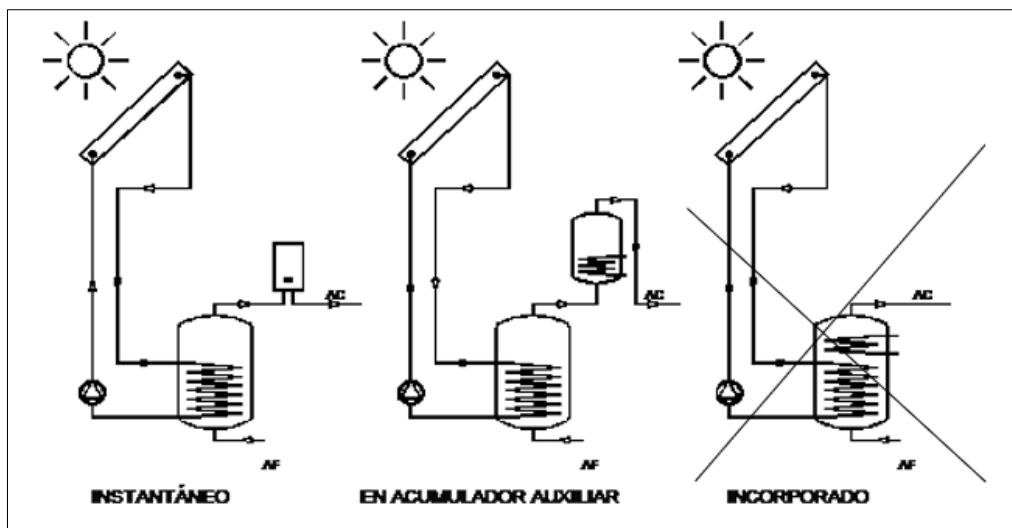


Figura: Diagrama de energía auxiliar

## 7. CONFIGURACIONES DE LOS SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS DE TAMAÑO MEDIANO Y GRANDE

Para los sistemas a medida, aplican los mismos criterios del Título anterior, estos serían:

- Circulación: será forzada; no estará permitida la circulación natural (por termosifón).
- Intercambiador: aplican los mismos requisitos. Se permite sistema indirecto con intercambiador (interno o externo)
- Contacto con la atmósfera: aplican mismos requisitos, con las excepciones indicadas en la Guía Técnica Condiciones Generales de Operación.
- Drenaje: Se admiten los sistemas llenos. No se admiten sistemas de drenaje interior ni exterior
- Acoplamiento colector y depósito: aplican los mismos requisitos.
- Sistema de apoyo: aplican los mismos requisitos.

### 7.1. CRITERIOS DE FUNCIONAMIENTO Y SELECCIÓN

7.1.1. Para adoptar los criterios indicados en el documento técnico, se deben considerar las características técnicas que impactan en el diseño, uso y en el proceso de evaluación del consumo de energía. Se deben considerar y analizar:

- Características de los SST (centralizados).
- Rendimientos de los equipos que se proyectan utilizar.
- Diseño de los circuitos de distribución y recirculación.
- Uso y mantenimiento del SST y sus componentes.
- Fuentes de energía empleadas.

7.1.2. El SAA (Sistema de Apoyo Auxiliar) siempre debe estar conectado en serie salvo las excepciones indicadas, las distintas alternativas están asociadas al tipo de intercambiador

### 7.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACUMULACIÓN Y DE INTERCAMBIO

7.2.1. El diseño debe considerar y respetar los siguientes criterios:

- Intercambiadores internos, para tamaño del SST inferior a 10 m<sup>2</sup>.
- Intercambiadores externos, para tamaño del SST superior a 50 m<sup>2</sup>.
- En instalaciones entre 10 y 50 m<sup>2</sup>, se debe estudiar la mejor solución en cada caso.

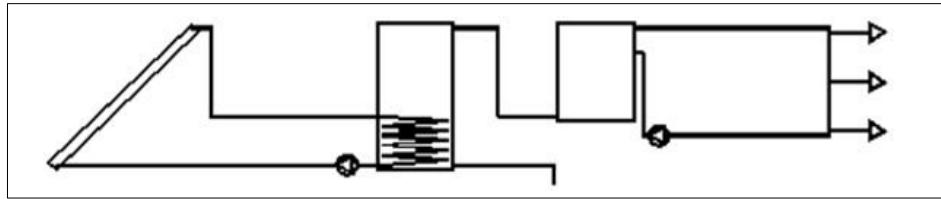


Figura: SST con intercambiador interno o incorporado al acumulador

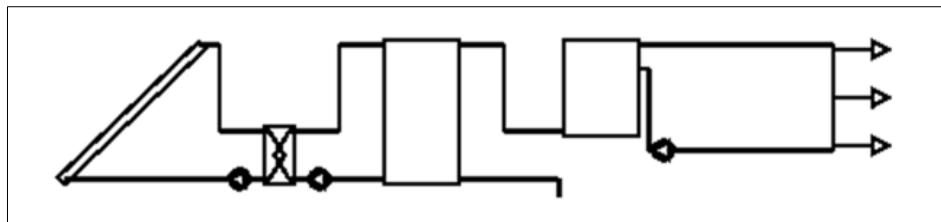


Figura: SST con intercambiador externo o independiente

## 8. CONFIGURACIÓN DE SISTEMAS A MEDIDA EN EDIFICACIONES QUE UTILICEN SERVICIOS TÉRMICOS

Para las configuraciones permitidas y especificadas en el presente documento deben cumplir las siguientes especificaciones técnicas.

### **8.1. SISTEMA SOLAR TÉRMICO Y SISTEMA DE APOYO CENTRALIZADOS.**

- 8.1.1. Debe existir una única alimentación de agua fría al SST.
- 8.1.2. Todo el SST, incluyendo el sistema de apoyo, será centralizada y en ella se debe realizar la preparación de ACS.
- 8.1.3. La acometida de agua debe llegar al SST, mediante una cañería de sección suficiente para el consumo de agua caliente de todas las viviendas, desde un contador de agua fría situado en la centralización de contadores de la red de abastecimiento.
- 8.1.4. El agua precalentada en la parte solar debe pasar al sistema de apoyo donde, cuando se requiera, se termine de calentar y, mediante el circuito de distribución se debe poner a disposición de cada vivienda.
- 8.1.5. Se debe considerar un circuito de recirculación para mantener una temperatura homogénea en todas las acometidas de agua caliente a cada vivienda y evitar un consumo elevado de agua. Su diseño debe limitar la disminución de temperatura en todo su trazado.
- 8.1.6. Para el punto anterior, se debe disponer de espacios en zonas comunes.

- 8.1.7. Cada vivienda debe disponer de dos acometidas y dos contadores, uno para agua fría (empresa sanitaria) y otro de agua caliente (por definir según la casuística; eventualmente comunidad de propietarios).

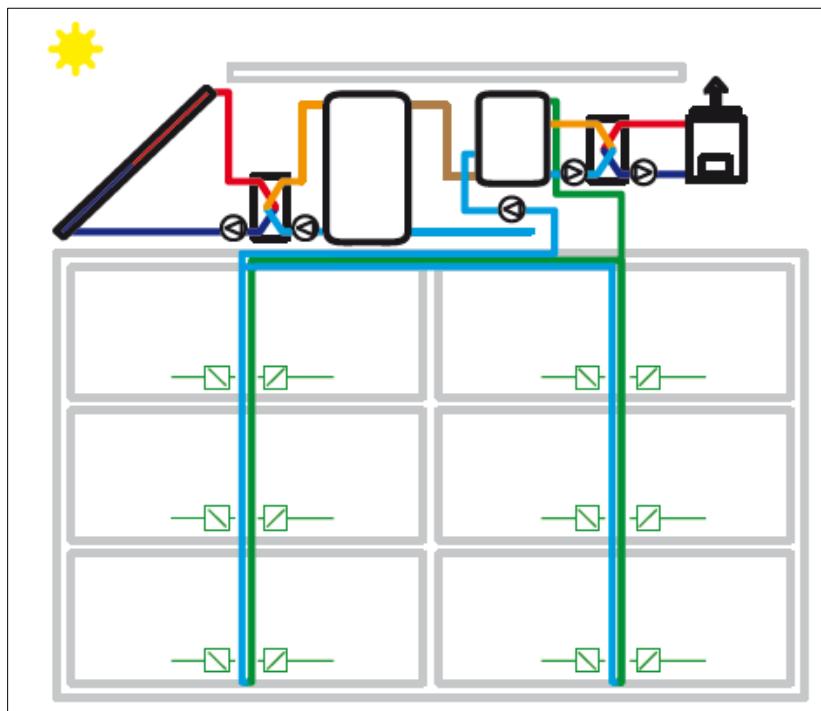


Figura: SST y sistema de apoyo centralizado

## **8.2. SISTEMA SOLAR TÉRMICO CENTRALIZADO CON SISTEMA DE APOYO DISTRIBUIDO**

- 8.2.1. El diseño debe considerar la máxima disponibilidad de espacios comunes para sistemas de captación, acumulación solar y de apoyo auxiliar.
- 8.2.2. Realizar el precalentamiento del agua.
- 8.2.3. Incluir sistemas de apoyo distribuidos en cada vivienda
- 8.2.4. El circuito de distribución, con circuito de recirculación, debe poner a disposición de cada vivienda agua precalentada que se debe terminar de calentar cuando se requiera en el sistema de apoyo individual de cada vivienda.
- 8.2.5. Se debe incluir un contador de caudal o un contador de energía en la acometida de agua caliente de cada vivienda que, contabilice el caudal de agua precalentada.

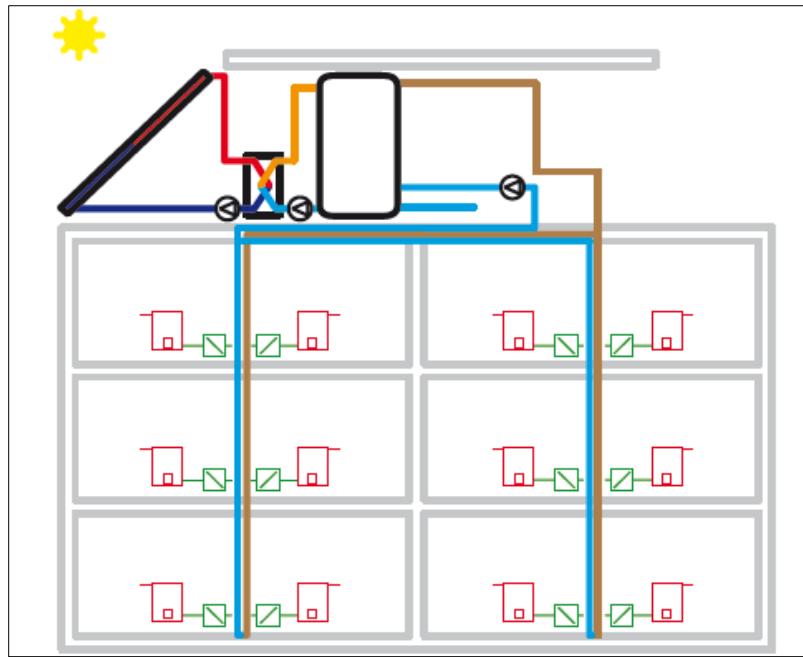


Figura: SST centralizado con sistema de apoyo distribuido

### **8.3. SISTEMA SOLAR TÉRMICO CON ACUMULACIÓN DISTRIBUIDA.**

- 8.3.1. El circuito secundario (ubicado entre el intercambiador de calor y los depósitos acumuladores), debe ser cerrado, calentar un intercambiador que, se debe ubicar en cada vivienda donde se debe precalentar el agua antes de entrar en el Sistema de Apoyo Individual.
- 8.3.2. Cada vivienda debe disponer de una única acometida de agua fría procedente de la centralización de contadores; de la red interior de agua fría de la vivienda se debe extraer la alimentación para el sistema de preparación de agua caliente individual de cada vivienda.
- 8.3.3. Para casos especiales, es posible se requiera acometidas de agua, se debe definir el encargado del contador (por ejemplo, la comunidad), para alimentar los sistemas de llenado de los circuitos cerrados. Los caudales que deben consumir estos circuitos deben ser mínimos.

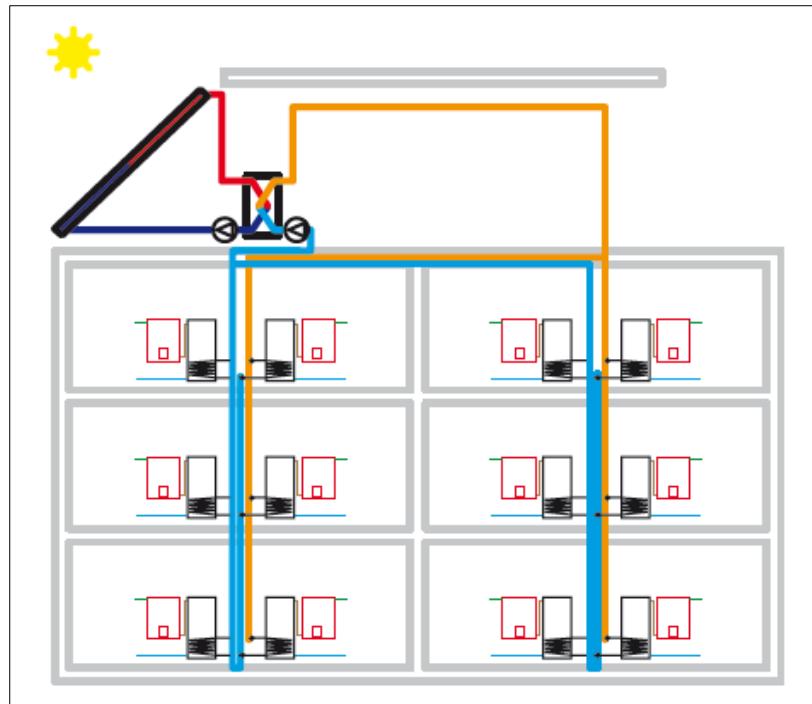


Figura: SST con acumulación distribuida

#### **8.4. SISTEMA SOLAR TÉRMICO CENTRALIZADO CON INTERCAMBIO DISTRIBUIDO**

- 8.4.1. El circuito secundario debe ser cerrado e incorporar el sistema de acumulación centralizado que no contiene agua potable. Desde éste se debe configurar un circuito terciario que conecte y caliente todos los intercambiadores de consumo individuales de cada vivienda.
- 8.4.2. Cada intercambiador, debe actuar como precalentador en línea, se debe alimentar de agua fría de la red interior antes de entrar en el sistema (equipo) de apoyo.

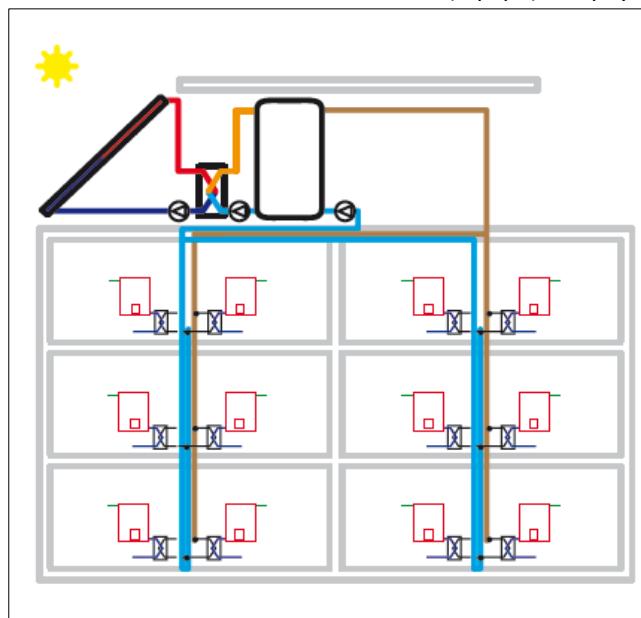


Figura: SST centralizado con intercambio distribuido

## **TITULO III; COMPONENTES Y MATERIALES**

### **9. REQUISITOS GENERALES**

- 9.1.** Los productos solares térmicos como colector solar térmicos, colector solar térmico integrados y depósito acumulador, u otros productos que por seguridad se disponga, serán autorizados mediante especificaciones de la Superintendencia de Electricidad y Combustible
- 9.2.** Toda la información que acompaña a sistemas, equipos y componentes se debe expresar, al menos, en español y en unidades del Sistema Internacional.
- 9.3.** Todos los componentes deben cumplir la normativa vigente que les sea de aplicación y deben disponer de los certificados y autorizaciones correspondientes.
- 9.4.** Todos los componentes, materiales y accesorios del SST deben estar preparados para resistir las condiciones de presión y temperatura extremas a las que pueden estar sometidos. Estas condiciones de trabajo, para cada uno de los circuitos se definirán de acuerdo con los contenidos de las especificaciones desarrolladas en condiciones de operación.
- 9.5.** Todos los componentes materiales y accesorios que se instalen al exterior deberán estar expresamente diseñados, preparados y protegidos para resistir las condiciones exteriores a las que estarán expuestos: rayos UV, oxidación por acción combinada de agua y aire, etc. En el caso ambiente salino en comunas de zonas costeras se debe adoptar especial precaución para la protección de los materiales al exterior, en concreto:
- El acero inoxidable deber ser de calidad AISI 316.
  - En el caso de estructuras de acero, deben ser de acero galvanizado en caliente o protegidas con anticorrosivos de epoxi, se debe prestar especial atención a la vigilancia y mantención periódica ya que rayas o saltaduras pueden provocar, en el corto plazo, la corrosión del elemento protegido. Todos los materiales diferentes que estén en contacto deben ser compatibles entre sí, o estar protegidos con material aislante que evite la corrosión galvánica.
- 9.6.** Todos los materiales deberán ser compatibles con los fluidos de trabajo que puedan contener; especial precaución se debe tener con los materiales en contacto con el ACS a la que no deben contaminar y se deben tomar todas las precauciones necesarias para reducir y evitar las incrustaciones calcáreas, los problemas de corrosión interna y los efectos del cloro contenido en el agua potable.

### **10. SISTEMAS PREFABRICADOS**

#### **10.1. NORMAS INTERNACIONALES**

- 10.1.1. Para acreditar el cumplimiento de normas internacionales, el sistema prefabricado debe cumplir todos los ensayos de las normas EN12976 - 1 y 2 (o equivalentes) y disponer de un certificado de conformidad (SolarKeyMark o equivalente).
- 10.1.2. El cumplimiento de las normas internacionales se refiere a todos los ensayos considerando que:

- Las condiciones climáticas extremas utilizadas en los ensayos serán más severas o equivalentes a las establecidas para la comuna donde será instalado.
- Debe resistir la temperatura máxima que se pueda alcanzar cuando el equipo se ensaya sin utilizar válvula de alivio combinada de temperatura y presión (válvula TP) ni cualquier otro dispositivo que expulse agua al exterior para limitar esa temperatura máxima.
- Debe disponer de los manuales de instalación y del usuario revisados para comprobar el cumplimiento de la normativa vigente y de estas especificaciones.

## **10.2. NORMAS NACIONALES**

El cumplimiento de las normas nacionales vigentes debe justificar que:

- 10.2.1. Todos los componentes y materiales en contacto con agua potable cumplen los requerimientos del RIDAA y están autorizados por el SISS.
- 10.2.2. La estructura de soporte de todo el conjunto debe cumplir con la normativa chilena, NCh 1079, que sea aplicable con relacionada con la seguridad estructural.

## **10.3. DOCUMENTACIÓN**

De manera complementaria, la documentación de los sistemas prefabricados debe incorporar:

- 10.3.1. Fichas técnicas, catálogos y manuales de los componentes, que acrediten sus características técnicas, su funcionamiento, procedimiento de instalación y condiciones de trabajo y vida útil. Todo lo anterior en idioma español y emitido por el fabricante.
- 10.3.2. Los manuales de instalación y del usuario, en idioma español, que permitan comprobar el cumplimiento de la normativa vigente y las presentes especificaciones.
- 10.3.3. Permitir extraer la siguiente información:

- Marca y modelo del sistema prefabricado
- Superficie unitaria del colector [m<sup>2</sup>]
- Dimensiones (mm)
- Presión máxima de funcionamiento CST (bar)
- Presión máxima de funcionamiento DA (bar)
- Factor óptico a<sub>0</sub>.
- Factor de pérdidas lineal a<sub>1</sub> [W/m<sup>2</sup>·K]
- Peso del sistema prefabricado (kg)
- Volumen (l)

## **10.4. TIPOLOGÍA DE SISTEMAS PREFABRICADOS ADMISIBLES**

### **10.4.1. COLECTOR**

10.4.1.1. El equipo solar debe cumplir con los requisitos del Numeral 10 de la presente guía:

- Un colector solar plano.

- Un colector solar de tubos de vacío del tipo tubos de calor (Heat-Pipe).

#### 10.4.2. DEPÓSITO ACUMULADOR

10.4.2.1. El equipo solar debe cumplir los requisitos del Numeral 4 de la presente guía:

- Un DA para ACS
- Un depósito de fluido en circuito primario e intercambiador en consumo para ACS.

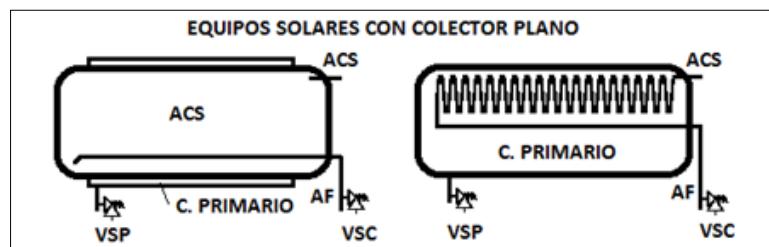
#### 10.4.3. CIRCULACIÓN

10.4.3.1. El procedimiento para transferir el calor desde el colector solar al depósito puede ser:

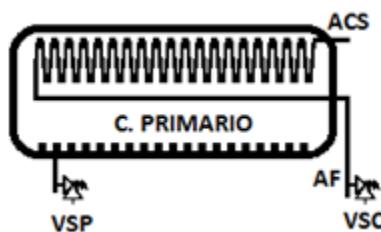
- Por circulación natural o termosifón para el colector solar plano
- Mediante tubos de calor (Heat-pipe) para el colector solar de tubos de vacío

#### 10.4.4. INTERCAMBIADOR

10.4.4.1. El equipo solar deberá ser del tipo indirecto, donde el agua de uso sanitario estará contenida en el depósito o en un intercambiador en circuito de consumo incorporado al depósito:



EQUIPOS SOLARES CON COLECTOR PLANO



VSP-VSC: Válvulas de Seguridad en circuitos Primario y de Consumo

#### 10.4.5. ESTRUCTURA

10.4.5.1. La estructura soporte debe cumplir todos los requisitos establecidos en la normativa vigente y debe disponer de un certificado de resistencia o de seguridad estructural, realizado por técnico competente conforme a la legislación chilena el que, garantice su estabilidad frente a todas las acciones a las que pueda estar sometida o establezca las limitaciones con las que se pueda utilizar.

10.4.5.2.Las estructuras de acero podrán ser de acero inoxidable (AISI 304 en general y AISI 316 en comunes con ambiente salino) o se deberán proteger mediante galvanizado por inmersión en caliente, pinturas orgánicas de zinc, o tratamientos anticorrosivos equivalentes, con protección final mediante epoxi.

10.4.5.3.No se podrán realizar taladros en la estructura después de recibir el tratamiento superficial de protección (galvanizado, cincado o equivalente).

10.4.5.4.Toda la pernería (pernos, tornillos y piezas auxiliares) deben cumplir con lo indicado en NCh 1079.

#### 10.4.6. CIRCUITOS

10.4.6.1.En el circuito primario cerrado se podrán utilizar componentes y materiales de cobre, de acero negro, de acero inoxidable o de aleaciones metálicas compatibles entre sí y con el fluido que se utilice y que soporten las condiciones extremas de funcionamiento. Ni la tubería ni los accesorios del circuito primario cerrado podrá ser de material plástico.

10.4.6.2.En el circuito de ACS se podrá utilizar cobre, acero inoxidable (AISI 304 en general y AISI 316 con agua agresiva).

10.4.6.3.En caso de ser necesarios sistemas de purga, se deben utilizar sistemas manuales. Se prohíbe utilizar purgadores automáticos.

10.4.6.4.La aislación térmica de las tuberías y de todos los accesorios del circuito primario debe tener un espesor mínimo de 20 mm para un material de conductividad 0,040 W/mK o equivalente. Se debe poner especial atención y verificar que no quede ningún componente ni accesorio sin aislar.

10.4.6.5.La aislación térmica dispondrá de una protección mecánica, rígida o flexible, que no se debe afectar por las condiciones exteriores ni otros elementos externos.

10.4.6.6.Se deben describir los mecanismos considerados que eliminan el flujo inverso que evite el enfriamiento de los depósitos y se deben especificar las condiciones de instalación que aseguren que no se producirán pérdidas energéticas relevantes debido a flujo inverso en ningún circuito, ni en el interior de una misma tubería desde las conexiones al depósito, ni por la circulación en la tubería de alimentación de agua fría que siempre debe disponer de la correspondiente válvula antirretorno.

10.4.6.7.Se deben definir las condiciones de diseño del circuito primario para que nunca se alcance la presión de tarado de la válvula de seguridad considerando que:

- Queda prohibido el uso de válvulas de alivio combinadas de temperatura y presión.
- La apertura de cualquier válvula de seguridad se considerará una falla del equipo solar que requeriría tomar medidas y acciones para regresar el equipo a la situación normal de funcionamiento.
- El diseño y el dimensionado del sistema de expansión del circuito primario debe justificar que en cualquier condición de funcionamiento no se expulsa fluido al exterior

#### 10.4.6.8.CONDICIONES DE OPERACIÓN Y FLUIDOS UTILIZABLES

- 10.4.6.8.1. Se deben especificar, para cada uno de los circuitos del SST las condiciones de operación y las características de los fluidos de trabajo factibles de utilizar que deben cumplir con las condiciones establecidas en este capítulo.
- 10.4.6.8.2. Las condiciones de operación de cada circuito deben quedar definidas por las temperaturas y presiones, máxima y mínima, que se puedan alcanzar considerando:
- Las temperaturas máximas no podrán estar limitadas por ningún dispositivo externo al propio calentamiento del SST como, por ejemplo, termostato, sistema de control o válvula TP. Serán determinadas mediante ensayo cumpliendo dicha condición.
  - Se debe definir la temperatura ambiente mínima que puede soportar el equipo solar y las medidas de protección contra heladas que se deben adoptar en cada circuito.
  - Se debe definir la presión máxima de trabajo de cada circuito, valor que se puede alcanzar durante cualquier condición de funcionamiento, tanto en frío como en caliente y que, siempre deben ser a la presión de tarado de las correspondientes válvulas de seguridad.
  - Se debe definir la presión mínima de cada circuito en condiciones normales de funcionamiento que siempre debe ser superior a la presión atmosférica para evitar la entrada de aire en los circuitos. También se debe definir la presión mínima negativa que se pueda soportar que normalmente será producida por el vacío que pueda generar el peso de una columna de agua y que se debe considerar para la prueba de presión del circuito primario de interacumuladores.
- 10.4.6.8.3. Los fluidos de trabajo admisibles por el SST se deben definir de acuerdo con el tipo y características de los circuitos.
- Se deben especificar las limitaciones que puedan existir sobre las características del agua de red para su uso de consumo; se debe establecer en qué casos debe ser tratada, el procedimiento a emplear y los valores límites admisibles.
  - Las mezclas anticongelante deben ser mezclas de agua desmineralizada, destilada o equivalente, con propilenglicol que no presente riesgo para la salud humana. Queda prohibido el uso de etilenglicol por su toxicidad. Se deben establecer, en función de las características del fluido suministrado por el fabricante, las proporciones de la mezcla anticongelante que se deban adoptar para cada temperatura de congelamiento.
- 10.4.6.8.4. Se deben especificar las características del anticongelante suministrado por el fabricante, indicando la composición del producto, los aditivos que incorpora, así como su duración o periodicidad para su renovación en condiciones de funcionamiento. En cualquier caso, el fluido anticongelante deberá cumplir las siguientes condiciones:
- El fluido de trabajo no debe ser tóxico, ni irritar la piel, ni contaminar el medio ambiente.
  - El fluido de trabajo deberá mantener sus propiedades de protección contra el congelamiento y corrosión, así como sus propiedades de calor específico, pH y todas aquellas otras que indique el fabricante, para todo el rango de presiones y temperaturas de trabajo del circuito, debiendo resistir, en particular, la temperatura máxima de operación del SST.

- El Manual debe especificar en la Memoria de Cálculo la composición del fluido de trabajo, el rango de temperaturas y presiones para los cuales se puede establecer y su duración o tiempo de vida en condiciones normales de funcionamiento.
- 10.4.6.8.5. Se deben especificar las características que deben cumplir otros tipos de anticongelante que sean factibles de utilizar en el circuito primario cuando no sea suministrado por el fabricante.
- 10.4.6.8.6. Se deben describir los dispositivos necesarios para realizar el llenado y vaciado del SST, así como los procedimientos a emplear. El sistema de llenado no permite las pérdidas de concentración producidas por fugas del circuito y resueltas con reposición de agua de red. El diseño de los circuitos debe evitar la contaminación del agua del circuito de consumo por el fluido utilizado en el circuito primario.

#### 10.4.7. DOCUMENTACIÓN Y ETIQUETADO

10.4.7.1. El Manual del Instalador y del Usuario debe especificar los contenidos mínimos que cumplan los requisitos establecidos en la norma UNE 12976-1:2006 que deben ser complementados con la verificación de las presentes especificaciones. Tanto la documentación del instalador y del usuario, así como el modelo de la etiqueta deberán ser aprobados, expresamente, por el Laboratorio y/o el Organismos de Certificación que verificará los contenidos completos.

10.4.7.2. La empresa (fabricante o distribuidor oficial) que tramite la autorización del o los productos de acuerdo con punto 9.1., del presente documento, deberá entregar los manuales del SST traducidos al español (y utilizando terminología nacional) y adaptados a las singularidades del mercado, clima y condiciones específicas del país (seguridad estructural, normativa sanitaria, otros).

10.4.7.3. El indicado manual deberá, en cualquiera de sus versiones, deberán estar escritos en español

10.4.7.4. A los requisitos exigidos en la norma UNE 12976 del Manual del Instalador se añaden:

- Relación de todos los componentes y materiales que componen un suministro, forma de identificarlos y lista de chequeo.
- Guía para definir la ubicación del SST incluyendo distancias desde las paredes, los bordes del techo, aleros, salientes o terminaciones (tales como chimeneas) y necesidades para un acceso seguro para mantenimiento, reparación, reemplazo o fiscalización.
- Además de la justificación de la propia estructura del SST, se deben justificar el cálculo de las cargas y del resto de las estructuras afectadas por el SST.
- Descripción de todos los dispositivos de control y seguridad necesarios, debe incluir las instrucciones para cada configuración del sistema y el diseño de los circuitos.
- En relación con sistema de montaje debe definir todos los detalles constructivos (por ejemplo, inclinación transversal), el sistema de señalización después de la instalación, las capacidades que debe tener el instalador, precauciones frente a riesgos potenciales, procedimiento de puesta en marcha, etc.
- Límites relacionados con las condiciones climáticas extremas (radiación solar, temperaturas ambientales, etc.) donde no se deba utilizar el SST.

10.4.7.5. A los requisitos exigidos en la norma UNE 12976 Manual del usuario se añaden:

- Recomendaciones sobre el consumo de agua caliente y sobre el uso del equipo solar para obtener el máximo aprovechamiento.
- Completo detalle de las operaciones de mantención preventiva del SST, incluyendo frecuencia de inspecciones y listado de componentes que tienen que ser sustituidos.

10.4.7.6. Se debe verificar que la etiqueta se incluye con el equipo solar y en la documentación suministrada.

#### 10.4.8. SUMINISTRO

10.4.8.1. El suministro del equipo debe corresponder al de un SST listo para funcionar y deberá incluir todos los componentes y materiales necesarios para su completo montaje y puesta en marcha.

10.4.8.2. Además de los componentes principales, colector y depósito, el fabricante debe incluir en el suministro todos los componentes y materiales necesarios y especificados en este capítulo que debe ser fácilmente identificables e incluidos en una lista de chequeo.

10.4.8.3. La estructura soporte de todos los componentes del SST hasta, como mínimo, 4 puntos de apoyo que se podrán utilizar directamente o, a través de estructuras intermedias. En el caso que el SST disponga de diferentes tipos de estructuras, se debe identificar claramente cada tipo y los materiales que la componen.

10.4.8.4. En el caso de SST con circuito primario, el suministro debe incluir:

- Todo el circuito primario completo incluyendo las tuberías con elementos de conexión, la aislación completa y su protección, todos los componentes hidráulicos como vaso de expansión (si lo hubiera), válvula de seguridad, sistema de llenado, de vaciado y todos los cierres con tapones, válvulas y accesorios hidráulicos.
- El fluido anticongelante necesario para realizar, como mínimo, un primer llenado.

10.4.8.5. En el caso de SST con tubos de vacío, el suministro debe incluir todos los tubos de calor necesarios, con los elementos accesorios para soporte y sujetación.

10.4.8.6. En el circuito de consumo, las únicas terminaciones hidráulicas del equipo serán la entrada de agua fría y la salida de agua caliente del circuito de consumo, aunque en el suministro se debe incluir la válvula de seguridad correspondiente al circuito de consumo.

10.4.8.7. Adicionalmente, se debe incluir en el suministro del equipo solar, lo siguiente:

- El grupo de alimentación que, además de válvula de seguridad del circuito de consumo, incluya, opcionalmente, la válvula de retención y también puede incluir válvula de corte y de vaciado.
- La válvula mezcladora termostática, incluso la tubería que la conecte con el equipo
- Opcionalmente, se puede incluir un termómetro a distancia con la sonda y una descripción de los requisitos a cumplir para su correcta instalación.

10.4.8.8. Una copia del Manual del Instalador y otra del Manual del Usuario con la identificación de referencia con la que fue aprobada.

#### 10.4.9. RESTRICCIONES

10.4.9.1. Los SST de tubos al vacío del tipo “heat pipe”, solo se podrán instalar en las comunas que pertenecen a las zonas climáticas E y F, en seguimiento a lo establecido en el “Anexo I – Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática de la Norma Técnica de la Ley N°20.365, y en todas las comunas de la región de Aysén.

10.4.9.2. Para las comunas que presenten aguas agresivas, con altos niveles de cloruros, según lo especificado en Anexo 1: Variables de entorno por región y comuna, para proteger los elementos metálicos, sólo se podrán utilizar sistemas prefabricados que utilicen:

- Acero inoxidable de calidad AISI 316L (o 18-8-2),
- Recubrimiento eficiente de una capa de pintura anticorrosiva directa sobre el metal y una capa de pintura de acabado estético realizada con un esmalte que, además debe proteger de la intemperie y salinidad. El uso de pintura (esmaltado) a base de resinas epoxi también está permitido.

#### 10.5. COLECTORES SOLARES TÉRMICOS (CST)

10.5.1. El CST debe disponer del certificado de conformidad (SolarKeyMark o equivalente) con las normas EN 12975-1 y EN 12975-2 o EN-ISO 9806 o la que la reemplace.

10.5.2. El sistema de captación podrá estar constituido por colectores solares planos o por colectores de tubos de vacío que cumplan la normativa vigente, nacional e internacional exigida y, los requisitos adicionales que se establecen los numerales siguientes.

10.5.3. El cumplimiento de las normas internacionales se refiere a todos los ensayos definidos en las normas incluidos los opcionales como resistencia al impacto y cargas mecánicas. Asimismo, se deberá verificar que el CST ha sido ensayado en las condiciones climáticas establecidas para la comuna donde será instalado y que dispone de los manuales de instalación y del usuario que fueron revisados y se comprueba que cumplen con la normativa vigente y las presentes especificaciones.

10.5.4. Ambos tipos de colectores deberán pertenecer al Registro de Productos Autorizados. Documentación que, al menos, debe permitir extraer la siguiente información:

- Marca y modelo del colector
- Superficie unitaria del colector [m<sup>2</sup>]
- Dimensiones (mm)
- Factor óptico a<sub>0</sub>.
- Factor de pérdidas lineal a<sub>1</sub> [W/m<sup>2</sup>·K]
- Presión máxima de funcionamiento (bar)
- Peso del colector solar térmico (kg)

10.5.5. La documentación debe considerar:

- Fichas técnicas emitidas por el fabricante en idioma español que permita acreditar materiales y componentes del CST.
- Los manuales de instalación en idioma español que, permitan comprobar el cumplimiento de la normativa vigente y las presentes especificaciones.

10.5.6. El CST se debe identificar mediante una placa situada en lugar claramente visible y escrita con caracteres indelebles en la que deben aparecerá, al menos, la siguiente información:

- Nombre y señas de identificación del fabricante.
- Marca y Modelo.
- Superficie unitaria del colector [m<sup>2</sup>]
- Dimensión
- Presión máxima de funcionamiento (bar)
- Peso del colector solar térmico (kg)

#### 10.5.7. REQUISITOS ADICIONALES

10.5.7.1. Los CST planos deben cumplir los siguientes requisitos:

- La cubierta del colector deberá ser de vidrio templado de espesor mayor o igual a 3mm. No se admiten cubiertas de ningún material plástico.
- El absorbedor deberá ser de material metálico.
- El circuito hidráulico del colector deberá ser metálico. No de aluminio, y debe estar firmemente unido, mediante soldadura laser o por ultrasonidos, al absorbedor.
- El circuito hidráulico del absorbedor del colector en sistemas termosifón no podrá ser del tipo serpentín.

10.5.7.2. Los CST de tubos de vacío serán del tipo tubos de calor (heat-pipe) y deben cumplir los siguientes requisitos:

- Todos los tubos deben ser iguales y estarán construidos con dos tubos de vidrio concéntricos con el vacío realizado en la cámara entre los tubos.
- El material de los tubos será de vidrio al borosilicato.
- El espesor de vidrio del tubo exterior no debe ser inferior a 2mm para diámetro de tubo de 58 mm y a 1,8 mm para diámetro de tubo de 47 mm.

10.5.7.3. Para ambos tipos de CST, las juntas elásticas deben resistir las condiciones interiores y exteriores. Asimismo, los elementos de sujeción, la carcasa del colector, incluido el cerramiento posterior, no será afectada por las condiciones exteriores y debe ser compatible con el resto de los materiales con los que esté en contacto.

#### 10.5.8. ESTRUCTURA SOPORTE Y SUJECIÓN DEL COLECTOR

10.5.8.1. La estructura soporte cumplirá todos los requisitos establecidos en la normativa vigente y disponer de un certificado de resistencia o de seguridad estructural, realizado por técnico competente conforme a la legislación exigida en el presente documento que, garantice su estabilidad frente a todas las acciones a las que pueda estar sometida.

10.5.8.2. Todos los materiales de la estructura de soporte deben ser resistentes a la acción de los agentes ambientales o deben ser protegidos de los mismos, en particular contra el efecto de la radiación solar y la acción combinada del aire y el agua.

10.5.8.3. La realización de taladros en la estructura se deberá llevar a cabo antes de proceder al galvanizado o protección de la estructura.

10.5.8.4. Los tornillos, tuercas y piezas auxiliares deberán estar protegidas por galvanizado o cincado, o bien serán de acero inoxidable.

10.5.8.5. Toda la pernería (pernos, tornillos y piezas auxiliares) deben cumplir con lo indicado en NCh 1079.

10.5.8.6. Para la sujeción de los CST a la estructura de soporte, se deberá:

- Emplear pernos y tuercas de acero inoxidable A2 DIN/ISO, según la definición de la NCh 1079, en las zonas Norte Desértica (ND), Norte Valle Transversal (NVT), Central Interior (CI), Sur Interior (SI), Sur Extremo (SE) y Andina,
- Emplear pernos y tuercas de acero inoxidable A4 DIN/ISO en las zonas Norte Litoral (NL), Central Litoral (CL) y Sur Litoral (SL).

10.5.8.7. La estructura deberá:

- Ser de aluminio anodizado para las zonas Norte Litoral (NL), Central Litoral (CL) y Sur Litoral (SL).
- Tener suficientes puntos de sujeción del colector.
- Permitir dilaciones térmicas, sin que se produzcan flexiones en los CST que comprometan su integridad.
- Soportar cargas y esfuerzos debido a factores como peso, nieve, sismicidad, viento.
- Contemplar la libre evacuación de aguas lluvias y de posibles condensaciones.
- Las estructuras de acero se deben proteger mediante galvanizado por inmersión en caliente, pinturas orgánicas de zinc o tratamientos anticorrosivos equivalentes.

#### 10.5.9. ESTRUCTURA AUXILIAR

10.5.9.1. Las estructuras de soporte y auxiliar deben ser del mismo material o deberá estar elaborada con perfiles abiertos electro-galvanizados en caliente o superior. En cortes, perforaciones y soldaduras de perfiles, se deberán proteger con dos aplicaciones de galvanizado en frío.

10.5.9.2. En casos excepcionales, cuando la materialidad de las estructuras de soporte y auxiliar sean distintas, se deberá evitar el contacto directo entre ambas, contemplando un elemento aislante, para evitar el efecto de corrosión galvánica.

### **10.6. DEPÓSITOS ACUMULADORES (DA)**

10.6.1. Los DA solares deben disponer de un certificado de conformidad con la norma EN 12977-3 (o su equivalente) o, alternativamente, cumplir con los requisitos establecidos en su respectivo Título Técnico.

#### 10.6.2. REQUISITOS GENERALES

10.6.2.1. Debe llevar una placa de identificación situada en lugar claramente visible y escrita con caracteres indelebles la que debe indicar, al menos, los siguientes datos:

- Marca y modelo
- Nombre y señas de identificación del fabricante
- Año de fabricación.
- Volumen (en litros)
- Presión máxima de trabajo (en bar)
- Temperatura máxima de trabajo (en °C)

10.6.2.2. Las condiciones extremas que soportan los depósitos serán definidas por el fabricante, en específico:

- La presión máxima de trabajo (en bar).
- La temperatura máxima de trabajo (en °C).

10.6.2.3. En los DA destinados a contener ACS para el sector residencial, la presión máxima de trabajo no debe ser inferior a 8 bar.

10.6.2.4. Los DA deben almacenar la energía térmica de manera segura y eficiente.

10.6.2.5. Resistencia y durabilidad:

- Soportar las condiciones extremas de presión.
- Soportar las máximas temperaturas que se puedan alcanzar.
- Contar con protección contra la corrosión interna.
- Contar con protección efectiva contra las condiciones climáticas externas.

### 10.6.3. REQUISITOS ESPECÍFICOS

#### 10.6.3.1. CONDICIONES GENERALES

10.6.3.1.1. Se podrán utilizar DA de ACS o acumuladores de inercia que contienen un fluido en circuito cerrado.

10.6.3.1.2. Se prohíbe los DA que incorporen resistencia eléctrica.

10.6.3.1.3. El material del cuerpo interior de los depósitos de ACS podrá ser de:

- Acero con tratamiento interior vitrificado.
- Acero con tratamiento de protección interior mediante resinas epoxi o equivalente.
- Acero inoxidable (AISI 304 en general y AISI 316 con agua agresiva).
- Depósitos de cobre.

#### 10.6.3.2. MATERIALIDAD

- 10.6.3.2.1. Como material del cuerpo interior de los depósitos de inercia que contienen fluido se podrá utilizar, además de los anteriores, acero negro sin protección interior y acero inoxidable sin requisito de calidad mínima.
- 10.6.3.2.2. Todos los depósitos, excepto los de cobre, siempre se debe proteger frente a la corrosión y al efecto del cloruro contenido en el agua potable, sea mediante protecciones activas permanentes (protección catódica), protecciones pasivas recambiables (ánodo de sacrificio) o las que sean necesarias.

#### 10.6.3.3. CÁMARAS DE REGISTRO

- 10.6.3.3.1. Los depósitos deben venir equipados de fábrica con las bocas necesarias soldadas antes de efectuar el tratamiento de protección interior.
- 10.6.3.3.2. Todos los depósitos deberán ser registrables interiormente y para ello deben disponer, al menos, de una boca con un diámetro mínimo de 100 mm, fácilmente accesible, que permita la inspección y limpieza adecuada del interior.
- 10.6.3.3.3. Los depósitos mayores de 750 litros dispondrán de una boca de hombre con un diámetro mínimo de 400 mm, fácilmente accesible, que permita la inspección adecuada del interior.

#### 10.6.3.4. DEPÓSITOS CON INTERCAMBIADOR DE CALOR

- 10.6.3.4.1. Cuando el depósito solar disponga de un intercambiador de calor incorporado para su calentamiento mediante un circuito primario, además de los requisitos establecidos para el depósito, debe cumplir la siguiente condición, la superficie útil de intercambio térmico medida en la mitad inferior del depósito debe ser superior a 0,2 m<sup>2</sup> por metro cuadrado de colector solar.
- 10.6.3.4.2. Cuando el depósito solar disponga de un intercambiador de calor en el circuito de consumo para extraer el calor de este, además de los requisitos establecidos para el depósito, se diseñará la superficie útil de intercambio térmico para producir agua caliente a una temperatura 5 °C por debajo de la de acumulación para el caudal nominal y con una pérdida de carga limitada.

#### 10.6.3.5. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

Todos los DA deben tener una boca con pozo de temperatura que debe estar en contacto con la parte superior del agua caliente del interior del depósito que permita la instalación de una sonda para medida de la temperatura.

#### 10.6.3.6. MATERIAL PARA AISLAMIENTO

- 10.6.3.6.1. El material aislante situado a la intemperie se debe proteger adecuadamente frente a los agentes atmosféricos para evitar su deterioro; como protección del material aislante se podrá utilizar una cubierta o revestimiento protegido con pinturas asfálticas o poliésteres reforzados con fibra de vidrio. También se podrá utilizar una chapa metálica de acero inoxidable (AISI 304 en general y AISI 316 en ambiente salino), de aluminio anodizado o

acero cincado y lacado. La envolvente exterior debe tener el espesor y las características constructivas mínimas necesarias para resistir y evitar abolladuras.

- 10.6.3.6.2. Para equipos no situados a la intemperie y que, no requieran protección mecánica, se podrán usar forros de telas plásticas como protección del material aislante o pinturas plásticas compatibles con el material aislante.
- 10.6.3.6.3. Para los DA que se proyecten utilizar al exterior, la envolvente exterior debe tener un espesor y las características constructivas mínimas necesarias para garantizar su resistencia estructural, para evitar abolladuras y debe ser compatible con el resto de los materiales con los que esté en contacto. Al exterior se prohíbe utilizar forros de telas plásticas como protección del material aislante.

#### 10.6.3.7. CARACTERIZACIÓN TÉRMICA DEL DEPÓSITO

Para la caracterización térmica y la limitación de las pérdidas térmicas del DA, se debe justificar el cumplimiento de la norma 12977-3 o, alternativamente, se deben cumplir los requisitos sobre características y situación de las conexiones de entrada y salida establecidos en el presente capítulo y el aislamiento térmico debe tener un espesor mínimo de 50mm para un material de conductividad 0,040 W/mK.

##### 10.6.3.7.1. ESTRATIFICACIÓN

- 10.6.3.7.1.1. Se permitirá utilizar acumuladores con disposición vertical, con relaciones alto/ancho superiores a 2La entrada de agua fría debe estar en la parte inferior y salida de agua caliente por la parte superior.

- 10.6.3.7.1.2. El diámetro de la entrada de agua fría debe ser igual o mayor al de salida.

- 10.6.3.7.1.3. La cañería de salida hacia el consumo debe tomar agua de la parte superior, pero la boca de salida debe estar en el lateral.

##### 10.6.3.7.2. CARACTERIZACIÓN TÉRMICA PARA DEPÓSITOS VERTICALES

- 10.6.3.7.2.1. Para DA verticales, el punto final de la tubería de entrada de agua caliente del intercambiador al depósito se debe localizar por la parte superior de éste, preferentemente a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del depósito.

- 10.6.3.7.2.2. El punto final de la tubería de salida de agua fría del depósito hacia el intercambiador o los colectores se debe realizar por la parte inferior de éste, preferentemente a una altura comprendida entre el 5% y el 10% de la altura total del depósito.

- 10.6.3.7.2.3. El serpentín incorporado al depósito solar se debe situar en la parte inferior del mismo, preferentemente entre el 10% y el 60% de la altura total del depósito. En este caso no será necesario que el punto final de entrada de agua caliente se localice en la parte superior de éste.

##### 10.6.3.7.3. CARACTERIZACIÓN TÉRMICA PARA DEPÓSITOS HORIZONTALES

10.6.3.7.3.1. Para los DA horizontales las tomas de agua caliente y fría estarán situadas en extremos diagonalmente opuestos de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido.

10.6.3.7.3.2. La alimentación de agua fría al depósito solar se debe realizar por la parte inferior, alcanzando el punto final de la tubería una altura máxima del 10% de la altura total del depósito. Esta alimentación de agua fría debe estar equipada con un sistema que permita evitar que la velocidad de entrada del agua destruya la estratificación en el depósito.

10.6.3.7.3.3. La extracción de agua caliente del depósito solar se debe realizar por la parte superior a una altura comprendida entre el 90% y el 100% de la altura total del depósito.

## **10.7. INTERCAMBIADORES DE CALOR**

Se permitirá la instalación de intercambiadores de calor que cumplan con disponer de un certificado de conformidad con la norma UNE EN 12.977-3 o su equivalente.

### **10.7.1. MATERIALIDAD**

El material en contacto con el ACS debe ser cobre, acero inoxidable (AISI 304 en general y AISI 316 con agua agresiva) o titanio.

### **10.7.2. TIPOS DE INTERCAMBIADORES**

Se permite utilizar intercambiadores de los siguientes tipos:

#### **10.7.2.1. INTERCAMBIADORES EXTERNOS**

10.7.2.1.1. Los datos del intercambiador incluidos en la documentación técnica entregada por el fabricante y que, se deben incorporar en una placa de identificación escrita con caracteres indelebles que, se debe ubicar en un lugar claramente visible, serán, al menos, los siguientes:

- Nombre y señas de identificación del fabricante
- Marca y modelo
- Presión máxima de trabajo (en bar)
- Temperatura máxima de trabajo (en °C)
- Potencia nominal

10.7.2.1.2. Se podrán utilizar intercambiadores de placas, desmontables o electrosoldadas, también pueden ser de carcasa y tubos, tubulares u otros.

#### **10.7.2.2. INTERCAMBIADORES INCORPORADOS**

10.7.2.2.1. Los datos del intercambiador se deben indicar en su placa de identificación y en la documentación técnica proporcionada por el fabricante. Se indicarán los siguientes:

- Área de intercambio térmico (en m<sup>2</sup>)
- Presión máxima de trabajo del circuito primario (en bar)
- Temperatura máxima de trabajo del circuito primario (en °C)

10.7.2.2.2. Se podrán utilizar intercambiadores de serpentín, de doble envolvente o de baño interior.

10.7.2.2.3. Para los depósitos utilizados en sistemas del tipo prefabricados (tipo termosifón), el diseño y la pérdida de carga del intercambiador de calor del circuito de calentamiento debe facilitar la circulación natural.

## **10.8. VASO DE EXPANSIÓN**

10.8.1. Se permitirá la instalación de elementos que cumplan con disponer de un certificado de conformidad con la norma UNE EN 13.831 o su equivalente.

10.8.2. Debe cumplir además de la normativa vigente que le sea de aplicación y los siguientes requerimientos técnicos:

- El depósito siempre debe ser cerrado.
- Debe ser diseñado para instalaciones solares, dividido en dos partes mediante una membrana elástica.

10.8.3. Debe tener una placa de identificación situada en lugar claramente visible y escrita con caracteres indelebles, en la que se deben indicar los siguientes datos:

- Nombre y señas de identificación del fabricante
- Marca y modelo
- Volumen total (en litros)
- Presión máxima de trabajo (en bar)

10.8.4. Los vasos de expansión utilizados en los circuitos primarios deben tener una temperatura mínima de funcionamiento de 100 °C. En cualquier escenario, se deben adoptar las medidas necesarias (vaso tampón, tubería de enfriamiento, etc.) para que no llegue al vaso el fluido a temperatura superior a la que el mismo pueda soportar.

10.8.5. La presurización se debe realizar con nitrógeno.

10.8.6. En casos de fugas de gas, se debe presurizar con nitrógeno puro. No se permite el uso de aire.

10.8.7. La presión inicial del gas debe venir preestablecida por el fabricante y se debe ajustar a las condiciones de cada Proyecto SST.

10.8.8. La membrana debe resistir los componentes anticongelantes, temperatura y esfuerzos mecánicos correspondientes.

10.8.9. Para el circuito secundario, puede ser de calidad sanitaria (alimentaria).

10.8.10. Los depósitos instalados a la intemperie deben estar expresamente diseñados para ello.

10.8.11. No se deben aislar, ni el ramal de conexión entre el vaso de expansión y la línea principal del circuito.

10.8.12. Cuando la superficie instalada de CST sea mayor a 10 m<sup>2</sup> debe contemplar un manómetro y válvula de corte.

## **10.9. VÁLVULAS Y ACCESORIOS**

### **10.9.1. GENERALIDADES**

10.9.1.1. La elección de las válvulas se debe realizar, según la función que desempeñan y las condiciones extremas de funcionamiento. Para válvulas de Seguridad y Mezcladora Termostática se permitirá la instalación de elementos que cumplan con disponer de un certificado de conformidad con la norma UNE EN 1490, UNE EN 15092 o sus equivalentes.

10.9.1.2. Quedan prohibido el uso de válvulas esclusas o de compuerta.

10.9.1.3. Las válvulas deben llevar impreso de forma indeleble el diámetro y presión nominal, si procede, la presión de ajuste.

10.9.1.4. La elección de las válvulas se debe realizar, según la función que desempeñan y las condiciones extremas de funcionamiento según los siguientes criterios:

- Válvula de esfera o de bola: para abrir o cerrar el paso de fluidos, permite independizar herméticamente componentes aislándolos del resto del circuito.
- Válvula antirretorno: para impedir el paso de fluido en un sentido y permite la circulación en el otro. No deben generar una elevada pérdida de carga en el circuito.
- Válvula de equilibrado: para controlar o regular los caudales, permite equilibrar hidráulicamente los circuitos. Puede ser del tipo: Manual o automática.
- Válvula de llenado: para introducir fluido caloportador y mantener la presión mínima como sistema de alimentación del circuito primario.
- Válvula motorizada de 2 o 3 vías: para modificar los circuitos de operación.

10.9.1.5. Para eliminar impurezas y suciedades de los circuitos, se deben utilizar filtros de cesta con tamiz de acero inoxidables, con roscas o con bridas que, se recomienda instalar antes de las bombas y cuyo filtro, una vez utilizado en la limpieza del circuito, puede ser desmontado.

### **10.9.2. VÁLVULAS DE SEGURIDAD**

10.9.2.1. Debe permitir la expulsión de fluido de trabajo al exterior del circuito para así evitar presiones más elevadas.

10.9.2.2. Las válvulas pueden ser integradas en formato 2x1 o 3x1 (seguridad, alivio y retención).

10.9.2.3. Deben ser capaces de derivar la potencia máxima del colector o grupo de colectores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso sobrepase la máxima presión de trabajo del colector o del sistema.

### **10.9.3. VÁLVULAS MEZCLADORA TERMOSTÁTICA**

10.9.3.1. Válvulas de 3 vías, deben permitir mezclar agua a dos temperaturas diferentes, regulando la temperatura de salida.

10.9.3.2. Al menos, debe considerar las siguientes especificaciones técnicas:

- Cuerpo en bronce o acero inoxidable.
- Debe resistir entrada de agua caliente de al menos 100°C
- Debe ser regulable al menos de 35 a 55°C.
- Debe resistir la temperatura máxima del equipo solar.

#### 10.9.4. ACCESORIOS

10.9.4.1. De manera adicional, se debe considerar utilizar:

- Purgador de aire, del tipo: Manual o automático. Debe resistir la temperatura máxima del fluido, por lo que el flotador debe ser de acero inoxidable. Purgadores automáticos, se deben utilizar con válvula de corte manual las que, en etapa de operación deben permanecer cerradas.
- Deben ser resistentes a la intemperie, en especial para la acción combinada de agua y aire.
- Se debe instalar con una llave de corte manual.

#### 10.9.5. MATERIALES

Los componentes fundamentales deben estar constituidos por los siguientes materiales:

10.9.5.1. Válvulas de esfera:

- Cuerpo de fundición de hierro o acero.
- Esfera y eje de acero durocromado o acero inoxidable.
- Asientos, estopada y juntas de teflón.
- Podrán ser de latón estampado (diámetros inferiores a 2") con esfera de latón durocromado.

10.9.5.2. Válvulas de asiento:

- Cuerpo de bronce (hasta 2") o de fundición de hierro o acero.
- Tapa del mismo material que el cuerpo.
- Obturador en forma de pistón o de asiento plano con cono de regulación de acero inoxidable y aro de teflón. No será solidario al husillo.
- El asiento será integral en bronce o en acero inoxidable según el cuerpo de la válvula.
- Prensa-estopas del mismo material que cuerpo y tapa.

10.9.5.3. Válvulas de seguridad de resorte:

- Cuerpo de bronce o latón (hasta 2") o hierro fundido o acero con escape conducido.
- Obturador y vástagos de acero inoxidable.
- Prensa-estopas de latón.
- Resorte en acero especial para muelle.

10.9.5.4. Válvulas de retención de clapeta:

- Cuerpo y tapa de bronce o latón.
- Asiento y clapeta de bronce.
- Conexiones rosca hembra.

10.9.5.5. Válvulas de retención de muelle:

- Cuerpo y tapa de bronce o latón.
- Asiento y clapeta de bronce.
- Conexiones rosca hembra.
- Resorte en acero especial para muelle

**10.10. BOMBAS DE CIRCULACIÓN**

10.10.1. Las bombas de circulación deben llevar una placa de identificación que se debe ubicar en un lugar visible y escrita con caracteres indelebles en la que, deben aparecer los siguientes datos:

- Nombre e identificación del fabricante
- Marca y modelo
- Presión (en bar) y temperatura (en °C) máximas de trabajo
- Características de alimentación y de potencia eléctricas

10.10.2. Las bombas de circulación podrán ser de rotor seco o húmedo.

10.10.3. Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con el fluido de trabajo utilizado.

10.10.4. En circuitos de agua caliente sanitaria, los materiales de la bomba serán resistentes a la corrosión y a las incrustaciones calcáreas (bronce, acero inoxidable, etc.)

**10.11. TUBERÍAS Y AISLAMIENTO**

De acuerdo con el tipo de circuito, se permite utilizar los siguientes materiales:

10.11.1. Queda prohibido el uso de tuberías de material plástico en el circuito primario.

10.11.2. Para el circuito primario se podrán utilizar tuberías de cobre tipo L con certificación de conformidad con la Norma NCh 951/1, de acero negro o de acero inoxidable compatible con el fluido que se utilizará, las materialidades de las tuberías a emplear deben soportar las condiciones extremas de funcionamiento en función de su ubicación.

10.11.3. Las tuberías de cobre serán tubos estirados en frío y sus uniones serán realizadas por accesorios a presión que soporten las condiciones extremas o mediante soldadura por capilaridad. Se debe realizar soldadura fuerte.

10.11.4. En los circuitos de ACS (secundario y de consumo) se podrán utilizar:

- Cobre tipo L con certificación de conformidad con la Norma NCh 951/1 y acero inoxidable (AISI 304 en general y AISI 316 con agua agresiva).

- Sólo se podrán utilizar materiales plásticos cuyos certificados del fabricante indiquen que soportan las condiciones extremas de presión y temperatura en la parte del circuito donde vayan a ser instalados y que estén autorizadas por la normativa vigente y el presente Instructivo.
- Las cañerías de materiales plásticos, en especial PPR, se podrán utilizar sólo si son de materiales compatibles con ACS y sí, documentalmente, garantizan su durabilidad en las condiciones de presión y temperatura que tendrán los circuitos durante todo el período para el cual fue proyectada la vida útil del Proyecto SST. Para un mismo circuito no se permite utilizar dos (2) tipos de PPR que tengan distintas especificaciones técnicas.
- Cuando sea imprescindible utilizar materiales diferentes en el mismo circuito se deben tomar las medidas necesarias en función de las características del circuito, del fluido de trabajo y de los materiales de las tuberías.

El aislamiento de tuberías debe considerar:

10.11.5. Todas las cañerías, accesorios y componentes del SST que puedan contener fluidos a temperatura superior a 40 °C, se deben aislar para disminuir las pérdidas térmicas.

10.11.6. El aislamiento no debe dejar zonas visibles de tuberías o accesorios, sólo pueden quedar al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

10.11.7. Todos los accesorios del circuito hidráulico, como válvulas, filtros, etc., se deben aislar con los mismos espesores de aislamiento que los de la tubería en que estén instalados.

10.11.8. Se deben adoptar las precauciones necesarias para evitar los puentes térmicos en todos los elementos que soportan la tubería.

10.11.9. El material aislante situado a la intemperie se debe proteger adecuadamente frente a los agentes atmosféricos y la acción de animales para evitar su deterioro. Se deben utilizar cubiertas o revestimientos protegidos con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio, chapa de aluminio, de acero inoxidable o galvanizado. Al exterior se prohíbe utilizar forros de telas plásticas como protección del material aislante.

## **10.12. SEGURIDAD**

### **10.12.1. EQUIPOS DE MEDIDA**

10.12.1.1. Se deben disponer los elementos de medida necesarios que permitan visualizar los principales parámetros de funcionamiento, en detalle:

- Termómetros: se deben utilizar bimetálicos para circuitos y acumuladores, de inmersión con vainas. Para el circuito primario se debe utilizar termómetros con escala entre 0 y 200 °C; en el resto de los circuitos con escalas entre 0 y 100 °C.
- Manómetros: se deben utilizar en cada circuito, deben disponer de una esfera de 60 mm o 100 mm y escala graduada de 0 a 15 bar o superior.
- Caudalímetros: se deben utilizar para medir el caudal del fluido y deben tener el mismo diámetro de la tubería donde se instalará.

- Contadores de energía: deben estar constituidos por medidor de caudal, sondas de temperatura y microprocesador electrónico. El microprocesador se debe alimentar por la red eléctrica o batería.

#### 10.12.2. EQUIPO DE CONTROL

10.12.2.1. Se debe encargar de controlar el correcto funcionamiento de todos los circuitos para maximizar la energía solar aportada y minimizar el consumo de energía de apoyo.

10.12.2.2. En complemento, se deben utilizar sistemas de protección y seguridad para evitar que se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de cada circuito.

## **TITULO IV; CONDICIONES GENERALES DE OPERACIÓN**

### **11. TEMPERATURAS**

#### **11.1. TEMPERATURA MÁXIMA DEL SISTEMA PREFABRICADO**

11.1.1. El sistema prefabricado debe superar todos los ensayos de la norma UNE 12976 bajo condiciones climáticas que deben ser superiores a las que se puedan encontrar en la comuna donde se proyecta instalar el SST, entre ellos, ensayos relacionados con:

- Protección contra el sobrecalentamiento.
- Protección contra quemaduras.
- Protección de los materiales contra las altas temperaturas.
- No debe aparecer ninguno de los fallos graves descritos en la misma norma.

11.1.2. El ensayo determinará la temperatura máxima en el circuito de consumo para las condiciones climáticas de referencia (28,8 MJ/m<sup>2</sup> y 30°C).

11.1.3. El sistema debe soportar las temperaturas máximas que pueda alcanzar lo que se debe acreditar, además de con los resultados del ensayo, con las advertencias en los manuales de instrucciones de usuario que no hay que tomar ninguna medida especial para cualquier condición de funcionamiento.

11.1.4. El diseño del SST prefabricado debe considerar, que la:

- Temperatura máxima del SST, se debe determinar a partir de la temperatura de estancamiento del colector y de la temperatura de preparación del sistema de apoyo.
- Temperatura máxima del colector debe superar todos los ensayos de la norma ISO 9806.

#### **11.2. TEMPERATURA MÁXIMA DEL COLECTOR SOLAR**

11.2.1. El colector solar debe superar todos los ensayos de la norma ISO 9806 bajo condiciones climáticas que deben ser superiores a las que se puedan encontrar en la comuna donde se proyecta instalar, entre ellos, ensayos relacionados con:

- Resistencia a alta temperatura.
- Exposición.
- Choque térmico externo e interno.
- No debe aparecer ninguno de los fallos graves descritos en la misma norma.

11.2.2. El ensayo del colector solar determinará la temperatura de estancamiento del colector solar para las condiciones de referencia (1.100 W/m<sup>2</sup> y 30°C) así como el procedimiento de transformación a las condiciones climáticas de la comuna.

11.2.3. El colector solar debe soportar su temperatura de estancamiento lo que se debe acreditar, además de con los resultados del ensayo, con la advertencia en el manual de instrucciones de que no hay que tomar ninguna medida especial para cualquier condición de trabajo una vez el colector ha sido instalado.

### **11.3. TEMPERATURA MÁXIMA DEL SST**

- 11.3.1. Las temperaturas máximas de cada uno de los circuitos se deben definir a partir de la temperatura de estancamiento del CST y de la temperatura de preparación del sistema de apoyo.
- 11.3.2. La temperatura de estancamiento se debe obtener del procedimiento establecido en ISO 9806 de acuerdo con los valores de irradiancia máxima y de temperatura ambiente máxima correspondientes a la comuna.
- 11.3.3. La temperatura de preparación del sistema de apoyo debe quedar definida por las condiciones de diseño y/o funcionamiento del mismo.
- 11.3.4. Se deben considerar hasta tres (3) temperaturas máximas de trabajo del circuito primario que deben estar definidas y asociadas a tres partes del circuito, en específico:
  - La temperatura de estancamiento del colector (TEST) en las baterías de colectores, elementos de interconexión y tramos del circuito solar que conectan con los colectores.
  - La temperatura correspondiente a la de saturación del fluido a la presión máxima en los tramos de circuito desde colectores hasta expansión y por donde pueda circular vapor. Normalmente no debe ser inferior a 140 °C salvo para colectores con tratamiento no selectivo.
  - La temperatura máxima de la parte fría del circuito primario debe ser de 110 °C en el resto de los tramos de circuito no alcanzables por el vapor.
- 11.3.5. La temperatura máxima del resto de circuitos debe quedar determinada por el sistema de transferencia de calor, los diseños de los circuitos y las estrategias del sistema de control, en específico:
  - La del secundario debe ser 10 °C inferior a la máxima temperatura alcanzable en el intercambiador del primario.
  - La del circuito de alimentación a la máxima temperatura alcanzable en el depósito de consumo.
  - La de consumo, distribución y recirculación a la máxima prevista en el sistema de apoyo.
- 11.3.6. Por defecto, los valores de las temperaturas máximas nunca deben ser inferiores a las siguientes:

CIRCUITO	PRI	SEC	CON	DIS	REC
T <sub>MÁX</sub>	T <sub>EST</sub> / 140/ 110	100	70	70	70

**Donde:**

PRI: Primario

SEC: Secundario

CON: Consumo

DIS: Distribución

**11.4. TEMPERATURAS MÍNIMAS**

- 11.4.1. Para la temperatura mínima de suministro de agua fría, a falta de datos válidos, se debe adoptar el valor de 10 °C.
- 11.4.2. Las temperaturas mínimas en todos los circuitos cuyo trazado tenga alguna parte que se proyecte realizar por el exterior de la edificación, debe ser la temperatura mínima exterior, aunque estén térmicamente aislados.
- 11.4.3. Las temperaturas mínimas en el resto de los circuitos deben ser la interior en locales cerrados siempre que se tenga la certeza de que no se alcanzarán las mínimas temperaturas exteriores.

**12. PRESIÓN**

**12.1. PRESIÓN MÁXIMA PARA SISTEMAS PREFABRICADOS**

Se debe considerar que:

- 12.1.1. Todos los circuitos deben ser diseñados para que nunca se sobrepase la máxima presión soportada por cualquiera de sus materiales. Para ello, los sistemas deben estar provistos de válvulas de seguridad configuradas a una presión que garantice que en cualquier punto del circuito no se supere la presión máxima de trabajo de los componentes.
- 12.1.2. Los sistemas deben contar con una válvula de seguridad en su circuito de consumo, accionada únicamente por presión, la cual no se debe accionar a una presión menor de 8 bar.
- 12.1.3. Los materiales del sistema deben soportar las máximas presiones de trabajo que se puedan alcanzar, así como, después de alcanzar la presión máxima, el sistema debe volver a su forma normal de funcionamiento, sin la intervención del usuario.
- 12.1.4. Se protegerá la válvula de seguridad de las eventuales sobrepresiones que se producen por el aumento de temperatura mediante un sistema de expansión, según lo indicado en el numeral 16 del presente capítulo.

**12.2. PRESIÓN MÁXIMA PARA SISTEMAS A MEDIDA**

Se debe considerar que:

- 12.2.1. La presión máxima de trabajo de cada circuito que se podrá alcanzar durante cualquier condición de funcionamiento, tanto en frío como en caliente, siempre debe ser inferior a la presión de tarado de la válvula de seguridad con un margen de seguridad adicional del 10% y, al menos, de 0,5 bar.
- 12.2.2. La presión máxima de cada circuito se debe utilizar para dimensionar el sistema de expansión.
- 12.2.3. El diseño y dimensionado de los circuitos acoplados a la acometida de agua deben considerar las presiones máximas de trabajo de la red de abastecimiento.

**12.3. PRESIÓN MÍNIMA**

- 12.3.1. La presión mínima de cada circuito que se puede alcanzar durante cualquiera de las condiciones de funcionamiento debe ser superior a la presión atmosférica.
- 12.3.2. No puede ingresar aire en los circuitos.
- 12.3.3. El diseño debe asegurar que, en las condiciones de temperaturas más frías, quede un margen de presión, entre 0,5 y 1,5 bar, sobre la presión atmosférica.

12.3.4. El diseño de los circuitos acoplados a la acometida de agua debe considerar que la presión mínima de trabajo de la red de abastecimiento puede ser cero (0) para la prueba de presión del circuito primario de interacumuladores e intercambiadores.

12.3.5. Se debe considerar que en los casos en que la presión mínima pueda ser negativa, se produzca por el vacío que genera el peso de una columna de agua.

## 13. ACCIÓN COMBINADA DE TEMPERATURA Y PRESIÓN

- La acción combinada de temperaturas y presiones genera efectos distintos e incontrolados que la acción independiente de cada una de ellas, por tanto, el diseño debe concluir las posibilidades que esta situación ocurra y los efectos que puede inducir.
- El diseño del SST debe poner especial atención a la resistencia a la presión máxima de trabajo de materiales plásticos para las diferentes temperaturas de trabajo que se puedan presentar.
- Para sistemas prefabricados queda prohibida la utilización de válvulas combinadas de presión y temperatura.

## 14. FLUIDOS DE TRABAJO

### 14.1. FLUIDO DE TRABAJO

Cómo mínimo debe presentar y respaldar en fichas técnicas el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Calor específico debe ser superior a 3,8 kJ/(kg.K) en condiciones cercanas a las nominales de operación.
- Baja viscosidad.
- No ser tóxico ni contaminante del medioambiente.
- Completamente biodegradable.
- No debe irritar seriamente la piel.
- Estable para todo el rango de presiones y temperaturas de trabajo del circuito.
- Resistir, en particular, la temperatura de estancamiento del CST y máxima de operación del SST.
- Mantener sus propiedades de protección contra la corrosión y el congelamiento en las zonas con riesgo de heladas (y cuando el fabricante del colector lo indique),
- Mantener sus propiedades de calor específico y PH, para todo el rango de presiones y temperaturas de trabajo del circuito.
- Se debe utilizar una mezcla de agua destilada, desmineralizada o similar con inhibidores de corrosión no tóxicos y anticongelante en zonas donde existe riesgo de heladas (y cuando el fabricante del CST lo indique).
- Especificaciones del fabricante de los componentes del circuito.
- pH a 20 °C, parámetro debe estar comprendido entre 5 y 9.

### 14.2. AGUA DE CONSUMO

Según Anexo 1, cómo mínimo debe cumplir los siguientes requisitos:

- La dureza, en el límite de 120 gr/litro dividirá al agua en dura y no dura

- El contenido en cloruros, cuyo límite de 180 mg/litro, dividirá la calidad del agua en agresivas o no agresivas.
- Cuando se requiera reducir la dureza del agua, se debe utilizar ablandadores de agua.
- Se debe considerar la dureza y el contenido en cloruros del agua de consumo para el diseño de los sistemas y la selección de componentes y materiales de los circuitos.
- El agua sola se podrá utilizar como fluido de trabajo en los circuitos indirectos cerrados en zonas sin riesgo de heladas o de bajo riesgo cuando se utilicen sistemas de drenaje interior o de recirculación de primario.

#### **14.3. MEZCLAS ANTICONGELANTES**

##### **14.3.1. PARA MEZCLAS ANTICONGELANTES: COMPOSICIÓN**

Se debe especificar la composición del fluido de trabajo, el rango de temperaturas y presiones para los cuales sea estable y su duración o tiempo de vida en condiciones normales de funcionamiento, se debe:

- Utilizar sólo mezclas de agua destilada, desmineralizada o similar con propilenglicol que no sean tóxicas, ni presenten riesgo para la salud humana. Se prohíbe utilizar etilen-glicol.
- Utilizar mezclas cuyos componentes no se deben degraden para las temperaturas máximas y mínimas de funcionamiento del SST.
- Utilizar en proporción y en función de las características indicadas por el fabricante, se debe ajustar, como mínimo, 5 °C por debajo de la temperatura mínima de la comuna. El punto de congelamiento debe ser igual a la temperatura mínima definida en el diseño del SST.
- Utilizar mezcla de agua con anticongelante en los circuitos de trabajo en zonas donde exista riesgo de heladas. La proporción de anticongelante se debe ajustar a la temperatura mínima de diseño, conforme a las características del anticongelante. Si se utiliza propilen-glicol, su proporción en la mezcla con agua no debe ser inferior al 15% ni superior al 45%.
- Utilizar en la menor proporción posible que sea compatible con la protección debido a que aumenta la viscosidad y disminuye el calor específico.
- Utilizar una mezcla que proporcione protección frente a la corrosión, en especial cuando se utilicen materiales diversos en cada circuito.
- Utilizar la mezcla anticongelante para realizar una prueba a la máxima presión de trabajo.
- En caso de utilizar mezclas preparadas comercialmente, el fabricante debe especificar la composición del producto, el rango de temperaturas y presiones para los cuales es estable y su duración o periodicidad para su renovación en condiciones de funcionamiento. Como aditivos se deben utilizar los productos que cumplan la reglamentación vigente.

##### **14.3.2. PARA MEZCLAS ANTICONGELANTES: DISEÑO**

El diseño del SST debe considerar:

- Utilizar los sistemas que dispondrá el SST que faciliten el llenado y aseguren que el anticongelante está perfectamente mezclado.
- Utilizar un sistema de llenado que evite pérdidas de concentración producidas por fugas del circuito que, sean resueltas con reposición de agua de red.
- Utilizar el diseño de los circuitos para evitar cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que operen en el SST. No se puede contaminar el agua del circuito de consumo por el fluido utilizado en otros circuitos.

## 15. FLUJO INVERSO

Para evitar el enfriamiento de los DA, se debe considerar:

- Como flujo inverso se entiende a cualquier circulación de fluido no intencionado en cualquier circuito de la instalación.
- Utilizar una válvula antirretorno para evitar que se produzca una circulación natural y no prevista del fluido, en sentido contrario al deseable cuando el depósito acumulador está a cierta temperatura y dispone de un circuito de tuberías que permite la circulación y enfriamiento del fluido.
- Considerar precauciones especiales para los casos en que el depósito acumulador esté situado por debajo de la cota superior de los colectores.
- El diseño y montaje del SST deben asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes en ningún circuito hidráulico del sistema y evitar el enfriamiento de los depósitos.
- Utilizar un sifón térmico que, consiste en un quiebre hacia abajo de la tubería que evita el descenso del fluido caliente, con ello, se busca evitar el flujo inverso en el interior de una misma tubería a partir de las conexiones con el depósito, configurándose la circulación de fluido caliente por la parte superior.
- Utilizar una válvula antirretorno para evitar el siguiente efecto: el aumento de temperatura del depósito solar crea una sobrepresión en el mismo que se tiende evacuar por la tubería de alimentación de agua fría lo que puede generar un flujo inverso en la tubería de alimentación.

## 16. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

### 16.1. CONSIDERACIONES DEL DISEÑO

- 16.1.1. La protección de los componentes y materiales debe estar diseñada para que regrese a su forma normal de funcionamiento sin que el usuario tenga que hacer ninguna actuación, después de alcanzar la temperatura máxima por cualquier situación.
- 16.1.2. Evitar quemaduras de los usuarios, por ello, la temperatura de uso nunca podrá superar los 60 °C para sistemas a medida y los 50 °C para sistemas prefabricados. Cuando la temperatura de preparación o de distribución sea superior a las temperaturas antes indicadas, el SST debe disponer de un sistema automático de mezcla o cualquier otro dispositivo que limite las temperaturas a las antes señaladas como máximo.
- 16.1.3. La instalación de todos los elementos que puedan evacuar fluido al exterior se debe conducir hasta la red de drenaje de forma visible para facilitar la detección de posible salida de fluido. Su empleo no debe provocar accidentes o daños. Se prohíbe drenar fluido directamente en terreno y en bajada de agua. La materialidad de toda la extensión de la red de evacuación debe soportar la máxima temperatura del fluido.
- 16.1.4. Ninguna superficie con la que exista posibilidad de contacto accidental podrá superar 80 °C. El diseño debe considerar que las superficies externas del colector pueden alcanzar temperaturas mayores a 80 °C, a excepción del circuito del estanque de expansión.
- 16.1.5. La protección de componentes a altas temperaturas que se realice mediante el sistema de control, por ejemplo, proteger el tratamiento interior de los depósitos o de los materiales de las tuberías del circuito de consumo, siempre, deben considerar dejar constancia que, las limitaciones de temperatura afectan negativamente al rendimiento y prestaciones del SST.

16.1.6. Como sistemas de seguridad frente a altas temperaturas del circuito primario se podrán utilizar, según la especificación del SST, uno de los siguientes mecanismos:

- Cuando el diseño permita la formación de vapor en el interior del circuito primario, se debe tener prevista su expansión de este de forma que el aumento de volumen sea completamente absorbido por la expansión.
- Cuando el diseño no permita la formación de vapor en el interior del circuito primario, se debe diseñar el circuito primario con una presión de trabajo que siempre sea superior a la presión de vapor del fluido a la temperatura de trabajo.
- Sistemas con drenaje automático que garanticen que, en las condiciones extremas de funcionamiento, los CST permanecen vacíos totalmente del fluido de trabajo.

16.1.7. Se debe comprobar que el dimensionado de la bomba y la estrategia del sistema de control garantizan la puesta en funcionamiento del SST después del proceso de protección a altas temperaturas.

16.1.8. Los procedimientos para evacuar el calor, por ejemplo, la recirculación nocturna y el uso de disipadores de calor. No son procedimientos alternativos a los sistemas de seguridad antes referidos.

## 16.2. PROTECCIÓN CONTRA HELADAS

- Para los alcances del presente documento se considera que no existe riesgo de heladas en una comuna si la temperatura mínima exterior es superior a 5 °C; que existe bajo riesgo de heladas si la temperatura mínima exterior es inferior a 5 °C pero superior o igual a 0 °C y alto riesgo de helada si la temperatura mínima exterior es inferior a 0 °C.
- En cualquier circuito del SST con trazado de tuberías que, total o parcialmente, se encuentren por el exterior se debe evaluar el riesgo de heladas y tomar las medidas de protección adecuadas.
- Se debe tener en cuenta que los CST, a causa del enfriamiento por radiación nocturna, pueden disminuir su temperatura interior por debajo de la temperatura ambiente, dicho descenso será mayor cuanto mayor sea la emisividad del absorbedor. Al menos, se debe adoptar un margen de seguridad de 5 °C con lo que la temperatura mínima de protección contra heladas de los SST será inferior a la temperatura mínima de la comuna.
- Cuando no exista riesgo de heladas, no se deberá utilizar un sistema de protección; cuando exista bajo riesgo de heladas se podrá utilizar cualquiera de los sistemas de protección descritos a continuación, pero cuando exista alto riesgo de heladas sólo se podrá utilizar como sistemas de protección: mezcla anticongelante y el drenaje automático de circuitos con recuperación.
- La temperatura ambiente mínima de cada comuna queda definida en la Norma Técnica 502.

### 16.2.1. MEZCLAS ANTICONGELANTES

16.2.1.1. Se debe emplear en sistemas indirectos de cualquier tipo sin reposición de agua.

16.2.1.2. Cuando se utilicen mezclas de agua destilada, desmineralizada o similar y anticongelante, la calidad debe cumplir los requisitos del fabricante del anticongelante y, en cualquier caso, los fluidos deben ser compatibles entre sí y con los materiales de los circuitos.

16.2.1.3. Como anticongelantes se deben utilizar productos que cumplan las especificaciones técnicas que se establezcan en la normativa nacional vigente que sea aplicable a los fluidos que sean utilizables en circuitos solares.

16.2.1.4. La temperatura de congelamiento del fluido en el circuito primario se debe fijar, al menos, 5 °C por debajo de la temperatura mínima establecida para la comuna. Todas las partes/componentes del SST expuestas al exterior deben soportar la temperatura mínima especificada, sin sufrir daños permanentes.

16.2.1.5. La proporción de anticongelante de las mezclas propilenglicol y agua se determinará utilizando la información del fabricante y la temperatura mínima anteriormente establecida.

## 16.2.2. DRENAJE AUTOMÁTICO INTERIOR CON RECUPERACIÓN DE FLUIDO

16.2.2.1. Se debe utilizar en sistemas indirectos y el fluido de trabajo deberá ser mezclas de agua destilada, desmineralizada o similar y anticongelante.

16.2.2.2. Se debe asegurar que no hay fluido de trabajo en ninguna parte del SST expuesta a heladas, especialmente, en los CST.

16.2.2.3. El diseño de los circuitos debe permitir el completo drenaje por gravedad. Todas las tuberías deben tener pendiente descendente hacia los puntos de recogida y no podrán tener sifones invertidos que puedan retener fluidos.

16.2.2.4. El vaciado del circuito de CST se podrá realizar a un depósito auxiliar de almacenamiento o a otra parte del circuito con capacidad suficiente. El sistema de bombeo del circuito debe realizar el llenado de los CST recuperando el fluido previamente drenado.

16.2.2.5. El drenaje automático debe entrar en funcionamiento cuando el sistema de control detenga la bomba de circulación lo que, debe ocurrir siempre y cuando la temperatura detectada en los CST alcance un valor ligeramente superior (+5 °C) al de congelación del fluido de trabajo.

## 16.2.3. DRENAJE AUTOMÁTICO EXTERIOR SIN RECUPERACIÓN DE FLUIDO

16.2.3.1. Se debe asegurar que no haya agua en ninguna parte del SST expuesta a heladas y, especialmente, en CST.

16.2.3.2. El diseño de los circuitos debe permitir el completo drenaje por gravedad y el vaciado de todas las partes del SST expuesta a heladas. El vaciado se debe conducir hasta la red de drenaje, nunca se podrá drenar en terreno para evitar se produzcan accidentes o daños y de forma visible para que se pueda saber cuándo se produce la salida de fluido.

16.2.3.3. El sistema de control debe detener las bombas de circulación siempre que la temperatura detectada en CST alcance un valor ligeramente superior (+5 °C) al de congelación del fluido de trabajo.

16.2.3.4. En caso de entrada de aire, el purgado completo se debe lograr durante los rellenados.

## 16.2.4. RECIRCULACIÓN DEL CIRCUITO PRIMARIO

16.2.4.1. La recirculación del fluido de trabajo del circuito con riesgo de heladas debe aprovechar la energía térmica de este circuito para calentar el fluido de trabajo contenido en los CST y en aquellas partes del SST expuestas a heladas.

16.2.4.2. El sistema de control debe poner en funcionamiento la bomba de circulación del circuito cuando la temperatura detectada en CST alcance un valor poco superior (+ 3 °C) al de congelación del fluido de trabajo y las debe detener con una temperatura de +5 °C.

16.2.4.3. Se debe asegurar que el fluido de trabajo se encuentre en movimiento en todas las partes del circuito primario, se debe poner especial atención en controlar que no existan baterías con la circulación cortada y con fluido en el interior del circuito.

## 16.2.5. OTROS MECANISMOS DE PROTECCIÓN CONTRA HELADAS

16.2.5.1. Se podrán utilizar otros mecanismos de protección contra heladas que cumpla los requisitos generales establecidos, que hayan sido ensayados conforme a normas internacionales y que estén expresamente autorizados.

16.2.5.2. En particular, los SST prefabricados con DA exterior se deberán ensayar en cámara climática conforme al Anexo C.1 de la UNE EN 12976-2 o equivalente para evaluación de la resistencia a heladas bajo climas extremos.

### **16.3. PROTECCIÓN FRENTE A ALTAS PRESIONES**

#### **16.3.1. DISEÑO DE SISTEMA DE EXPANSIÓN, PARA SISTEMAS PREFABRICADOS**

16.3.1.1. Todos los circuitos del SST se deben diseñar de forma que nunca se sobrepase la máxima presión soportada por cualquiera de sus materiales. Para ello, deben estar provistos de válvulas de seguridad configuradas a una presión que garantice que en cualquier punto del circuito no se supere la presión máxima de trabajo de los componentes.

16.3.1.2. Los SST deberán contar con una válvula de seguridad en su circuito de consumo, la que se debe accionar únicamente por presión y no se deberá accionar a una presión menor de 8 bar.

16.3.1.3. Los materiales del SST deben soportar las máximas presiones de trabajo que se puedan alcanzar en el SST, así como, después de alcanzar la presión máxima, el sistema debe volver a su forma normal de funcionamiento, sin la intervención de terceras personas.

16.3.1.4. Sólo se permite el uso e instalación de válvulas de seguridad accionadas por presión.

16.3.1.5. Se debe proteger la válvula de seguridad de las eventuales sobrepresiones que se produzcan por el aumento de temperatura mediante un sistema de expansión.

16.3.1.6. El vaso de expansión debe soportar la temperatura máxima generada por el DA y una presión máxima (PS) igual o superior a la de la válvula de seguridad del circuito de consumo y la presión de precarga será igual o superior a 2 Bar.

16.3.1.7. El dimensionamiento del vaso de expansión se debe realizar conforme al método de cálculo indicado en la Norma UNE 100155:2004.

16.3.1.8. Alternativamente, se podrá utilizar un vaso de expansión equivalente, como mínimo, al 8% del volumen del circuito de consumo.

16.3.1.9. Los vasos de expansión instalados a la intemperie deben estar expresamente diseñados para ello.

16.3.1.10. En circuitos de consumo cuyo volumen sea igual o inferior a 50 litros, no será necesaria la instalación de un vaso de expansión, a menos que el fabricante indique lo contrario.

#### **16.3.2. DIMENSIONAMIENTO DE VASO DE EXPANSIÓN, PARA SISTEMAS PREFABRICADOS**

El dimensionamiento del vaso de expansión se realizará conforme al método de cálculo indicado en la Norma UNE 100155:2004 y con las siguientes consideraciones.

Para el procedimiento de dimensionar el vaso de expansión, se usará la siguiente formula  $V_t = V \times C_e \times C_p$ .

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DATOS DE ENTRADA</b>
<b>Vt</b>	Volumen total del vaso de expansión	En litros
<b>V</b>	Volumen total de agua en el circuito de consumo	Considera el volumen total del circuito de consumo en litros.
<b>Ce</b>	Coeficiente de dilatación del fluido	0,04
<b>Cp</b>	Coeficiente de presión del gas (aire o nitrógeno,	$C_p = P_m / (P_m - P_a)$

	según con qué esté lleno el vaso). Siempre $\geq 2$ Bar	
<b>Pm</b>	Presión máxima	PV+1
<b>Pm</b>	Presión mínima	Pms+1
<b>Pms</b>	Presión mínima de servicio señalado en la norma chilena NCh 691.Of98	1,52
<b>PV</b>	Presión de Tara de la válvula de seguridad la cual no puede ser inferior a 8 Bar	Según válvula de seguridad del circuito de consumo

#### 16.3.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE EXPANSIÓN, PARA SISTEMAS A MEDIDA

16.3.3.1. El ramal de conexión se debe conectar, preferentemente, en la parte más fría de los circuitos.

16.3.3.2. El sistema de expansión del circuito primario se debe ubicar de forma de facilitar la salida de fluido de los CST por las tuberías de entrada. Se debe asegurar que el sistema antirretorno no impida que el fluido desplazado alcance al sistema de expansión.

16.3.3.3. El ramal de conexión del sistema de expansión del circuito primario debe tener la capacidad necesaria para que disipación de calor durante la fase de expansión evite que el fluido de trabajo llegue al sistema de expansión a una temperatura superior a la de diseño de sus componentes.

16.3.3.4. El ramal debe estar constituido por un tramo de tubería sin aislamiento que puede intercalar un depósito no aislado, que disponga de la superficie de evacuación o la capacidad de acumulación necesaria para que el fluido llegue al sistema de expansión con una temperatura inferior a la máxima que pueda soportar.

16.3.3.5. Junto a los sistemas de expansión del circuito primario se debe disponer, al menos, una válvula de seguridad y un manómetro.

16.3.3.6. Los sistemas de expansión se deben ubicar, preferentemente, en zonas protegidas de la radiación solar.

16.3.3.7. El diámetro del ramal de conexión del vaso de expansión al circuito primario no debe ser inferior al determinado en la siguiente tabla en función de la superficie de CST:

Superficie de colectores (m <sup>2</sup> ) hasta	15	50	150	500	1.500
Diámetro de conexión no inferior a	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1. 1/2"

#### 16.3.3.8. CRITERIOS DE DIMENSIONADO, PARA SISTEMAS A MEDIDA

16.3.3.8.1. El criterio de diseño y dimensionado de los circuitos con seguridad intrínseca debe exigir que no se contemple la apertura de las válvulas de seguridad.

16.3.3.8.2. El diseño y dimensionado del sistema de expansión de cada circuito se debe realizar conforme al rango de presiones y temperaturas máximas y mínimas previstas.

16.3.3.8.3. Lo anterior implica que, previamente al dimensionado, se debe decidir si el circuito correspondiente formará vapor o no. Para ello se habrán determinado para cada circuito, y una vez definido el tipo de fluido, la presión de vaporización del fluido caloportador a la temperatura máxima de trabajo y se debe comparar con la presión (mínima o máxima) del circuito.

- 16.3.3.8.4. Los vasos de expansión cerrados se deben dimensionar de forma que la presión mínima en frío ( $P_{mín}$ ) en el punto más alto del circuito esté comprendida entre 0,5 y 1,5 bar y la presión máxima en caliente ( $P_{máx}$ ) en cualquier punto del circuito no debe superar la presión máxima de trabajo del circuito. Se determina en función de la presión de tarado de la válvula de seguridad ( $P_{vs}$ ):  $P_{máx} = 0,9 * P_{vs} \leq P_{vs} - 0,5$
- 16.3.3.8.5. El sistema de expansión de cada circuito se debe diseñar para que el volumen útil de dilatación sea capaz de absorber la expansión térmica de todo el volumen de líquido contenido en el circuito primario, así como, en su caso la posible formación de vapor en el circuito primario correspondiente al fluido contenido en los CST y aquellas tuberías que queden sobre la cota inferior de los CST.
- 16.3.3.8.6. El procedimiento establecido a continuación sirve para cada uno de los circuitos.

#### **16.3.3.9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL SISTEMA DE EXPANSIÓN**

- 16.3.3.9.1. El volumen nominal del sistema de expansión ( $VE_{NOM}$ ) debe ser la suma del volumen útil ( $VE_{UTI}$ ) o volumen de líquido máximo que debe contener y el volumen de gas ( $VE_{GAS}$ ) que debe contener; se puede calcular por la siguiente expresión:

$$VE_{NOM} = VE_{UTI} + VE_{GAS} = VE_{UTI} * CP = (VE_{RES} + VE_{DIL} + VE_{VAP}) * CP$$

- 16.3.3.9.2. El coeficiente de presión  $CP$  es un factor que se debe calcular mediante la fórmula siguiente:  $CP = (P_{máx} + 1)/(P_{máx} - P_{mín})$
- 16.3.3.9.3.  $CP$  nunca debe ser inferior a 2.
- 16.3.3.9.4. El volumen de reserva VERES compensa la contracción del fluido a temperaturas muy bajas y eventuales pérdidas de fluido. Se debe calcular como el 3% del volumen total, pero en ningún caso será inferior a 3 litros.
- 16.3.3.9.5. El volumen de dilatación  $VEDIL$  debe ser igual al volumen total del circuito ( $VCTOT$ ) por el coeficiente de expansión térmica del fluido  $CET$ .
- 16.3.3.9.6. El volumen total del circuito  $VCTOT$  se debe obtener sumando la cantidad de fluido contenido en cada uno de los componentes del circuito hidráulico.
- 16.3.3.9.7. Para el coeficiente de expansión térmica ( $CET$ ) se adoptarán los valores: 0,043 para el agua y 0,085 para las mezclas agua-glicol
- 16.3.3.9.8. El volumen de vapor  $VEVAP$  se debe obtener sumando el contenido líquido de los CST de acuerdo con los datos suministrados con el fabricante y de la parte del circuito solar que está situado por encima de la parte más baja del campo de colectores más un 10%.
- 16.3.3.9.9. Dado que el llenado del SST no se realizará en las condiciones extremas, se debe verificar que el vaso tiene el volumen inicial de llenado como la presión de precarga inicial del lado gas del vaso de expansión. Se debe ajustar la presión de precarga inicial del gas ( $P_{PRE}$ ) del vaso de expansión 0,3 bar por bajo de la presión mínima:  $P_{PRE} = P_{mín} - 0,3$ .

#### **16.4. OTRAS PROTECCIONES RELATIVAS A PRESIONES**

- 16.4.1. Prever un dispositivo que evite la depresión que se puede generar en los depósitos instalados en altura, cuando una columna pueda descargar y crear una depresión en el mismo.
- 16.4.2. En interacumuladores de doble envolvente, se debe comprobar que se soportará la diferencia de presión entre circuitos primario y de consumo que pueda ocurrir en las condiciones más desfavorables.

16.4.3. Los intercambiadores deben soportar la diferencia de presiones que puede ocurrir entre los circuitos que separa en las condiciones más desfavorables.

## 17. PREVENCIÓN DE LA LEGIONELOSIS

- 17.1.** El diseño del SST debe incluir algún método de prevención de la formación y reproducción de la bacteria legionela, el cual debe ser indicado en la Memoria de Cálculo.
- 17.2.** El técnico proyectista del SST de producción de ACS, en todo lo relacionado con el SST, el SAA y los circuitos de consumo, debe definir las medidas adoptadas para prevención de la legionelosis.

## 18. INCRUSTACIONES EN LOS DIFERENTES CIRCUITOS

- 18.1.** Para comunas con agua potable que califiquen como blanda, no se deberá adoptar ninguna medida específica especial y se podrán utilizar sistemas por circulación natural y forzada, así como sistemas indirectos.
- 18.2.** Para comunas con agua potable que califiquen como dura, se deberán adoptar las siguientes medidas específicas relacionadas con la selección de tipologías más adecuadas, el diseño del SST y los planes de mantención:
- En relación con la selección de tipologías, no se deben utilizar sistemas directos que puedan producir incrustaciones calcáreas en el interior del sistema de captación que requiera limpiezas periódicas desincrustantes que a menudo se dejan de realizar.
  - Se podrán utilizar sistemas indirectos que tendrán los circuitos primarios cerrados para que no exista evaporación de fluido que pueda requerir reposición de agua de potable, situación que terminaría produciendo incrustaciones y pérdidas de rendimiento.
  - En los circuitos de consumo de los sistemas indirectos, el diseño de las superficies de intercambio será de baja temperatura por lo que solamente se deben utilizar intercambiadores de doble envolvente.
- 18.3.** Como medidas complementarias para reducir los efectos de las incrustaciones producidos por el agua dura, se deben adoptar las siguientes:
- Como segunda propuesta la recomendación del uso de un ablandador que se puede utilizar en cualquiera de las situaciones cuando sea necesario, componente que debe ser incorporado en el plan de mantenimiento.
  - En el plan de vigilancia y mantención se incluirá la vigilancia y limpieza periódica de las incrustaciones: interior circuitos agua potable, válvulas (termostática, seguridad, otras).

## **TITULO V; INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA Y SANITARIA**

### **19. UBICACIÓN DEL SST Y DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN**

- 19.1.** Se debe especificar el lugar de ubicación del SST y, para ello, se deben adjuntar planos de situación de la edificación, del SST y, si fueran necesarios, otros planos de planta, alzado y secciones de la edificación que definan los sistemas de captación y de acumulación.
- 19.2.** El sistema de captación se debe ubicar en un lugar continuamente soleado y lo más cercano posible al sistema de acumulación, al sistema de apoyo y a los puntos de consumo. Si el lugar es de difícil acceso, se deben tomar las medidas oportunas mediante otros elementos estructurales que entreguen seguridad y faciliten la accesibilidad permanente. También se debe prever su mantenimiento y reparación.
- 19.3.** El diseño debe prever, en función del uso o actividades que se desarrollen en los espacios cercanos al área captadora (CST), un sistema de recogida del agua de condensación ya que se pueden producir condensaciones en CST y en la(s) estructura(s) cuyos efectos negativos se deben evitar.
- 19.4.** En el caso de sistemas partidos se debe definir la solución de ubicación tanto para el sistema de captación como para la acumulación entre las diversas alternativas posibles y que los espacios de la edificación (vivienda) lo permitan.

### **20. ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN**

- 20.1.** Se debe especificar la orientación e inclinación del sistema de captación o del sistema prefabricado.
- 20.2.** El sistema de captación del SST debe estar constituido por colectores con la misma orientación o inclinación, independiente se si trata de sistemas prefabricados o a medida.
- 20.3.** La orientación e inclinación de él o los CST se debe definir como la solución óptima que haya considerado las máximas prestaciones energéticas y la mejor integración arquitectónica. Cuando los indicados criterios sean contrarios se debe buscar la mejor solución de compromiso entre ambos.
- 20.4.** Los CST se deben orientar siempre al norte, a efectos de las presentes especificaciones se permitirán desviaciones respecto al Norte de  $\pm 45^\circ$ .
- 20.5.** En función de la variación del consumo a lo largo del año se definen los siguientes tres tipos de uso, denominados, anual constante, estival o invernal:
- Uso anual constante, referido a cuando el uso no cambia a lo largo del año o cuando los valores medios diarios mensuales de consumo varían menos de  $\pm 25\%$  respecto del valor medio diario anual.
  - Estival, referido a aquella en la que el consumo de ACS durante al menos 4 meses de verano es superior en un 50% al valor medio anual.
  - Invernal, referida a aquella en la que el consumo de ACS durante al menos 4 meses de invierno es superior en un 50% al valor medio anual.

- 20.6.** Se admite, dentro de un margen de hasta  $\pm 15^\circ$  que la inclinación de CST respecto del plano horizontal sea:
- En instalaciones de uso anual constante: la latitud geográfica.
  - En instalaciones de uso estival: la latitud geográfica  $- 10^\circ$ .
  - En instalaciones de uso invernal: la latitud geográfica  $+ 10^\circ$ .
- 20.7.** La inclinación de los CST debe respetar los márgenes establecidos por el fabricante.
- 20.8.** Para SST integradas en la edificación no se deben ajustar a lo especificado en los puntos anteriores, aunque se deben evaluar la disminución de prestaciones en cada caso.
- 20.9.** Se debe optimizar la orientación e inclinación realizando un análisis de sensibilidad respecto de las prestaciones energéticas. Análisis que debe contemplar además de los valores anuales, las variaciones mensuales de los aportes solares.

## 21. DISEÑO DE ESTRUCTURAS

De no ser posible la instalación en la techumbre o en algún elemento estructural de la edificación y que, se requiera mejorar la inclinación u orientación del área captadora se deben utilizar estructuras de: soporte, auxiliar e independientes las que, deben ser seguras, capaces de soportar cargas y esfuerzos debido a factores como: peso, nieve, sismicidad y viento. Las estructuras deben considerar.

### 21.1. DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS

21.1.1. Se debe considerar, al menos:

- Libre evacuación de aguas lluvias.
- Evitar condensaciones.
- Protección contra la acción de los agentes ambientales, en particular, contra el efecto de la radiación solar y la acción combinada del aire y el agua.

21.1.2. Los diferentes tipos de estructuras quedan definidas y su uso determinado por:

- Estructura de soporte, debe tener puntos de sujeción del colector suficientes en número y debe permitir las dilaciones térmicas, sin que se produzcan flexiones en el colector que comprometan su integridad.
- Estructura auxiliar, debe ser del mismo material de la estructura de soporte, o deberá estar elaborada con perfiles abiertos electro-galvanizados en caliente o superior. En los cortes, perforaciones y soldaduras de perfiles, se debe proteger con dos aplicaciones de galvanizado en frío. En caso de que la materialidad sea distinta a la de soporte, se prohíbe el contacto directo entre ambas, por tanto, se debe contemplar un elemento aislante, que evite el efecto de corrosión galvánica.
- Estructura independiente, el diseño se debe justificar y respaldar mediante un proyecto de cálculo estructural firmado por un profesional competente.

21.1.3. Los diferentes tipos de estructuras, en complemento, deben considerar:

- La sujeción de sistema captación (incluidos sistemas prefabricados) a las diferentes estructuras incluyen pernos y tuercas que deben cumplir las especificaciones climáticas técnicas de la Norma Chilena NCh 1079.
- Para las zonas Norte Desértica (ND), Norte Valle Transversal (NVT), Central Interior (CI), Sur Interior (SI), Sur Extremo (SE) y Andina, se deben emplear pernos y tuercas de acero inoxidable A2 DIN/ISO.
- Para las zonas Norte Litoral (NL), Central Litoral (CL) y Sur Litoral (SL), se deben emplear pernos y tuercas de acero inoxidable A4 DIN/ISO.
- La estructura de soporte del sistema prefabricado o del sistema de captación deberá ser de aluminio anodizado para las zonas Norte Litoral (NL), Central Litoral (CL) y Sur Litoral (SL).

21.1.4. Justificación proyecto estructuras:

- Se deben justificar mediante un proyecto de cálculo estructural que, al menos incluya, las cargas de los equipos, materiales y componentes; otros elementos estructurales y sobrecargas por viento, nieve (cuando aplique) y sismos. Proyecto debe estar firmado por un profesional competente.

## **22. ESTUDIO DE SOMBRA**

**22.1. ESTUDIO DE SOMBRA PARA SISTEMAS PREFABRICADOS**

- 22.1.1. La estimación de la reducción de radiación solar sobre el campo de colectores, producida por las sombras las que, no podrá superar el 10%.
- 22.1.2. El diseño del SST debe considerar una serie de criterios que tienen por objetivo asegurar que el colector solar permanezca soleado durante las horas de sol. En ellos:

- Analizar sombras alejadas (edificaciones, etc.) y cercanas (en la misma edificación).
- Analizar evolución de las sombras con el tiempo (nuevas edificaciones, nuevas construcciones propias, crecimiento de árboles, etc.).
- Analizar en detalle las sombras proyectadas por obstáculos puntuales (extractores, chimeneas, etc.) de forma que todos los colectores de la instalación sean energéticamente útiles.

22.1.3. El procedimiento queda determinado en el siguiente numeral.

**22.2. ESTUDIO DE SOMBRA**

- 22.2.1. Se modifica el procedimiento del cálculo de sombra especificado en Norma Técnica de la Ley 20.365 por el siguiente.
- 22.2.2. El estudio de sombras debe especificar las edificaciones y obstáculos, tanto del entorno cercano y lejano, para determinar los efectos producidos por sus proyecciones de sombras sobre el sistema de captación.
- 22.2.3. Se deben documentar los obstáculos, para ello, se deben utilizar fotografías que recojan los obstáculos del horizonte en la orientación Norte y, si fuera necesario, NE y NO.
- 22.2.4. Adicionalmente se deben especificar las condiciones urbanísticas del terreno y edificaciones situadas al Norte ( $\pm 45^\circ$ ) que puedan, en un futuro, proyectar sombras sobre el campo de CST.
- 22.2.5. También se debe registrar la presencia de árboles al Norte ( $\pm 45^\circ$ ), su tamaño actual, su previsible crecimiento y las posibles incidencias de sus sombras en el sistema de captación.

22.2.6. La justificación que no existen problemas de sombras, la posición de los obstáculos en relación con los colectores, deben cumplir los requisitos geométricos que, a continuación, se especifican para sombras frontales y laterales:

- Para sombras frontales (obstáculos que en planta forman un ángulo con el norte inferior o igual a 45°), se establece que la distancia “d” entre la parte baja y anterior del colector y un obstáculo frontal, que pueda producir sombras sobre la misma será superior al valor obtenido por la expresión  $d = k * h$  donde “k” es el coeficiente función de la latitud y “h” es la altura relativa del obstáculo en relación con la parte baja y anterior del colector.
- Para las sombras laterales (obstáculos que en planta forman un ángulo superior a 45° con el N) la distancia “d” entre el colector y los obstáculos laterales que puedan producir sombras sobre el SST será superior a los valores obtenidos desde  $d = h$  para 45° hasta  $d = h$  para 90°.

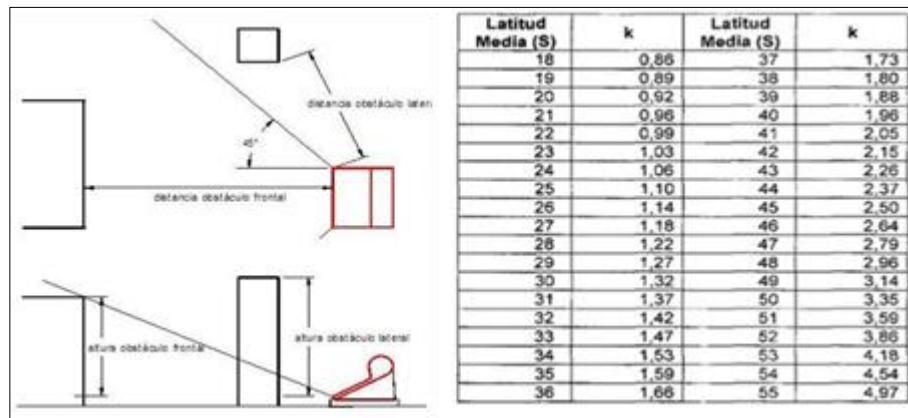


Figura: Diagrama y cuadro de estudio de sombras

- 22.2.7. Cuando no se cumpla alguno de los requisitos geométricos anteriores, se debe evaluar que al mediodía solar ( $\pm 2$  horas) del solsticio de invierno no haya más de un 10% de la superficie de apertura de colectores en sombra.
- 22.2.8. La definición de la separación entre filas debe adoptar los mismos criterios anteriores, será necesario calcular la altura “h” en función de la longitud del colector solar y el ángulo de inclinación.
- 22.2.9. El cálculo de las pérdidas por sombras (PS) se debe respaldar mediante un set de fotografías panorámicas desde el punto de ubicación del sistema de captación, en 180°, de este a oeste que deben permitir verificar que no existen elementos que proyectan sombras.

## 23. INTEGRACIÓN EN LA INSTALACIÓN SANITARIA

### 23.1. INTEGRACIÓN EN LA INSTALACIÓN SANITARIA DE SISTEMAS DE APOYO INDIVIDUALES

- 23.1.1. Para asegurar la continuidad del suministro, el SST debe disponer un sistema de apoyo auxiliar (SAA) conectado en serie (idealmente) en el circuito de consumo. El SAA se debe encargar, cuando sea necesario, de realizar el calentamiento final hasta la temperatura deseada.
- 23.1.2. Independiente del tipo de conexión entre el SST y el SAA. La configuración seleccionada debe asegurar el suministro de agua fría al SAA cuando el SST esté fuera de operación (por mantenimiento, desperfecto cualquier otra situación).

- 23.1.3. La temperatura de entrada al SAA será la de salida del SST y estará en función de la configuración seleccionada, del sistema de control y de las condiciones meteorológicas y de consumo.
- 23.1.4. La temperatura de salida del SST será variable y estará comprendida entre la temperatura de agua fría y un valor máximo que puede estar definido por: la temperatura regulada en una válvula mezcladora termostática (VMT) instalada a la salida del SST, por la temperatura máxima a la que se le permite al SST calentar el agua o por la que alcanza el SST sin ninguna limitación.
- 23.1.5. En la conexión entre el sistema de apoyo y el consumo se debe disponer una VT que garantice que al punto de consumo del usuario el ACS no llegará a más de 50 °C. Por tanto, se debe regular, tanto la temperatura de preparación del SSA como la de la VT, a la menor temperatura posible compatible con el consumo.
- 23.1.6. Cuando el SAA o sus accesorios del circuito de consumo, no soporten la temperatura máxima que pueda suministrar el SST, el sistema debe disponer de una válvula de tres vías a la salida del equipo solar o un sistema que produzca un efecto similar.

### **23.2. SISTEMA DE APOYO O DE ENERGÍA AUXILIAR**

- 23.2.1. El diseño debe establecer requisitos para el diseño e instalación del SAA. Un mal diseño o inadecuada operación puede generar efectos perjudiciales en funcionamiento y prestaciones del SST.
- 23.2.2. El SAA podrá ser cualquiera utilizado en los sistemas convencionales e individuales de preparación de ACS ya sean con acumulación o instantáneo.
- 23.2.3. El sistema de aporte de energía térmica en el SAA debe disponer de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que debe cumplir con la normativa vigente. Requisito que no aplica a los calentadores instantáneos de gas no modulantes.
- 23.2.4. Siempre se podrá desconectar manualmente y, en ese caso, no podrá funcionar, aunque sea necesario por la falta de temperatura en el SST.
- 23.2.5. El SAA no se podrá incorporar en el DA ni en los circuitos de calentamiento solar.
- 23.2.6. El SAA se debe calcular de forma que sea capaz de cubrir toda la demanda sin considerar el aporte de energía solar, debe cumplir la normativa vigente.
- 23.2.7. Para SAA eléctrico, la potencia correspondiente podrá estar limitada por la reglamentación vigente.

### **23.3. EQUIPOS DE MEDICIÓN Y CONTROL**

- 23.3.1. El diseño debe incorporar en el SST dispositivos que le permitan el usuario controlar su correcto funcionamiento.
- 23.3.2. Se debe instalar un termómetro que permita medir, preferentemente, la temperatura interna del DA y si no fuera posible, la temperatura de salida de agua caliente del DA situado en un lugar visible fácilmente.
- 23.3.3. La medida de temperaturas más adecuada para el control de funcionamiento es la de la parte alta del DA.

### **23.4. TIPOS DE CONEXIONADOS**

- Se permiten dos tipos de conexionados mediante VT que, se debe instalar en la línea de salida de agua caliente del depósito acumulador la que, debe soportar el ingreso de agua caliente a la temperatura y presión máxima que genera el DA.
- La indicada VT se debe instalar a un costado del SAA para facilitar actividades de mantenimiento, regulación e inspección, siempre considerando un acceso restringido a personal especializado.

- Independiente del tipo de conexionado utilizado, se debe incorporar una leyenda, en un lugar visible lo más cercano a la válvula manual de tres vías tipo L, que indique la procedencia de los flujos del agua caliente sanitaria, desde el SST o del SAA, conforme a la posición de la manilla de la válvula de tres vías tipo L.
- Para los dos tipos de conexionados permitidos (serie y paralelo), se debe aplicar la siguiente simbología:

SIMB	ELEMENTO	SIMB	ELEMENTO
	VALVULA DE SEGURIDAD		VASO DE EXPANSION
	VALVULA MEZCLADORA TERMOSTATICA		VALVULA DE CORTE
	VALVULA ANTIRETORNO		VALVULA MANUAL DE 3 VIAS
	AGUA FRÍA		AGUA CALIENTE

#### 23.4.1. CONEXIÓN EN SERIE

23.4.1.1. Cuando el SAA sea del tipo modulante o solar.

23.4.1.2. Cuando el SAA sea del tipo calefón modulante (solar), como mínimo, debe resistir el ingreso de agua caliente a 50 °C. Se debe respetar el siguiente diagrama.

23.4.1.3. Los SAA del tipo modulante que utilizan VT para proteger al equipo o al usuario de temperaturas elevadas, puede reducir significativamente el caudal de consumo que pasa por el SST por lo que penaliza el rendimiento y las prestaciones energéticas del SST.

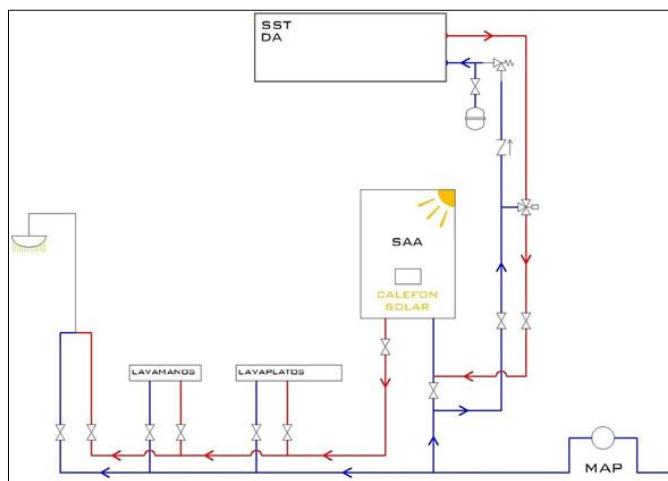


Figura: Diagrama conexión en serie

### 23.4.2. CONEXIÓN EN PARALELO

23.4.2.1. Normalmente se utiliza en instalaciones existentes o cuando el SAA no admite temperatura de entrada del agua que no sea fría o cuando el recorrido de tuberías de agua caliente desde el DA hasta el punto de consumo más lejano es mayor a 15 metros lineales a través del SAA.

23.4.2.2. El suministro de agua caliente al consumo se puede realizar, opcionalmente, desde el SAA o desde el SST. El indicado acoplamiento requiere que el DA disponga de la temperatura de preparación mínima establecida. Cuando la temperatura del DA desciende del valor de consigna asignado, la conexión se debe comutar al SAA.

23.4.2.3. Para este tipo de acoplamiento resulta necesario manipular, manualmente, la conexión de ambos sistemas.

23.4.2.4. Cuando se trate de un SAA, tipo calefón convencional. La conexión se debe realizar mediante una válvula de bola de tres vías manual, tipo "L", fácilmente accesible, además debe disponer de un indicador de la temperatura del DA fácilmente visible por el usuario. Se permiten los siguientes tipos de conexiones, se deben respetar los siguientes diagramas:

- Conexión en paralelo con calefón convencional. VM3V en agua caliente:

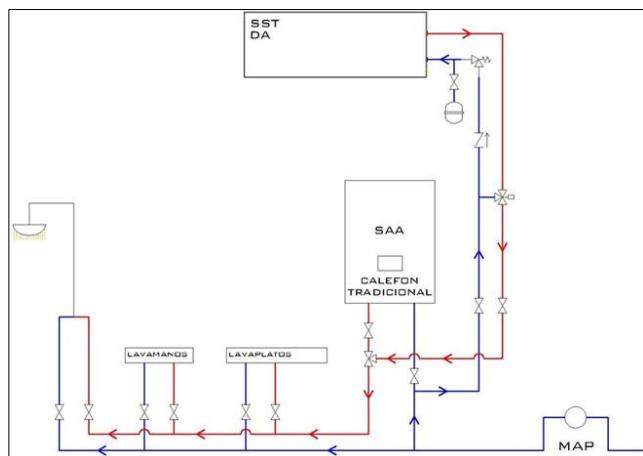


Figura: Diagrama conexión en paralelo. VM3V en agua caliente

- Conexión en paralelo con calefón convencional. VM3V en agua fría:

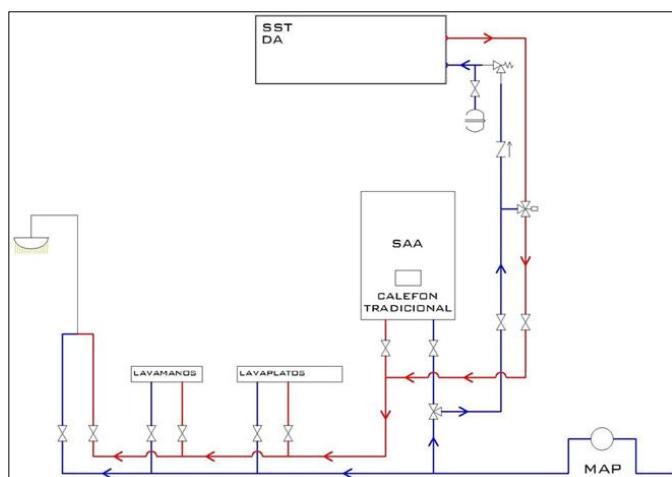


Figura: Diagrama conexión en paralelo. VM3V en agua fría

### **23.5. INTEGRACIÓN EN LA INSTALACIÓN SANITARIA DE SISTEMAS DE APOYO CENTRALIZADOS**

- 23.5.1. La configuración del SAA podrá ser cualquiera de las utilizadas en los sistemas convencionales de preparación de ACS, con acumulación o instantáneo.
- 23.5.2. Los SAA centralizados se debe conectar en serie con la acumulación solar en el circuito de consumo y dispondrá de termostato de seteo de la temperatura de preparación.
- 23.5.3. Para el acoplamiento al SST se puede elegir las siguientes soluciones:
  - Bypass de conexión para aislar hidráulica y completamente el SST.
  - Limitación de la temperatura de salida del acumulador solar.
  - Limitación de la temperatura de distribución desde la salida del sistema de energía auxiliar.
- 23.5.4. Como los circuitos de distribución pueden tener largos recorridos de tuberías hasta los puntos de consumo se deben instalar circuitos de recirculación para reducir los tiempos de espera y los consumos de agua. El circuito de recirculación no debe interferir en el funcionamiento del SST y para ello el retorno de agua caliente que, se habrá enfriado algo por las pérdidas térmicas después de salir del sistema de apoyo, se debe realizar sobre el mismo acumulador del sistema de apoyo.

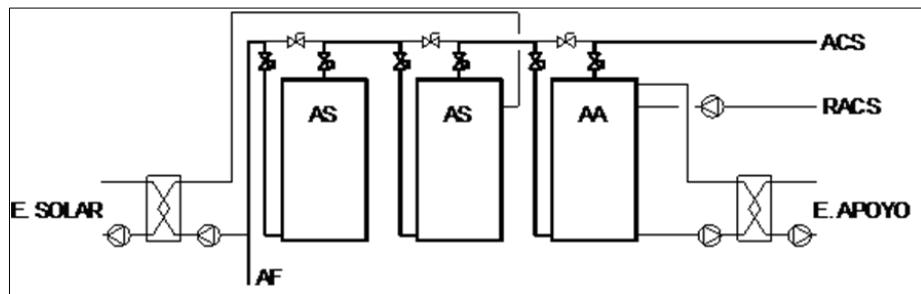


Figura: Diagrama de circuito de recirculación

- 23.5.5. Si este retorno tuviera lugar sobre el acumulador solar éste se podría calentar con la energía de apoyo y disminuir, además, el rendimiento del SST debido al menor rendimiento del sistema de captación solar cuando la temperatura de entrada a colectores aumenta.
- 23.5.6. No obstante, en determinadas circunstancias puede ocurrir que el retorno pueda estar más frío que el acumulador solar e interese aprovechar el SST para que la entrada al apoyo sea del acumulador solar y no la del retorno. En este caso, se puede disponer una válvula de tres vías que normalmente debe estar en posición de alimentar al sistema auxiliar, pero mediante un control diferencial, se podrá aprovechar la mayor temperatura del acumulador solar.

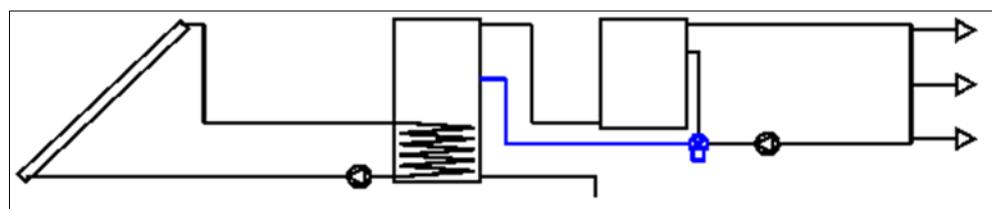


Figura: Diagrama de circuito de recirculación con válvula de 3 vías incorporada

- 23.5.7. En algunos SST, normalmente de tamaño medio con una gran variación del consumo, se puede mejorar la eficiencia global del SST si se utiliza, como alternativa a la recirculación antes indicada, una bomba de trasvase entre el acumulador solar y el sistema auxiliar con la estrategia de control que funcione cuando la temperatura en el acumulador auxiliar sea inferior a la de la parte alta del acumulador solar.

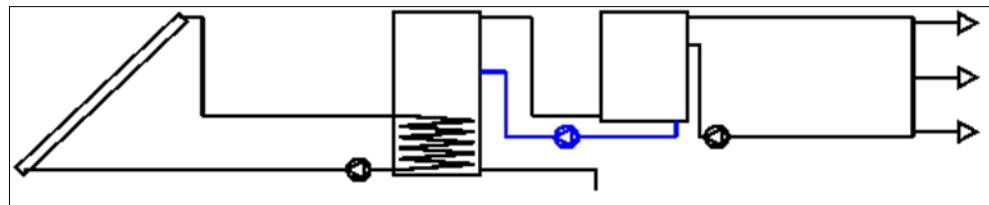


Figura: Diagrama de SST con inclusión de trasvase entre acumulador y sistema auxiliar

### **23.6. TRAZADOS DE CANALIZACIONES DESDE COLECTORES A PUNTOS DE CONSUMO**

- 23.6.1. Circuitos horizontales de cubierta, deben:

- Respetar los ejes principales de la edificación y del campo de CST.
- Garantizar una distribución equilibrada de los caudales por todos los CST.
- Minimizar las pérdidas térmicas asociadas a la circulación del fluido.

- 23.6.2. Circuitos verticales, deben:

- Para circuitos ocultos, se deben establecer criterios de control de calidad que permitan su fácil registro. Al menos, se deben ejecutar: pruebas de estanqueidad y revisión de terminaciones.

- 23.6.3. Priorizar la reducción de pérdidas térmicas, se debe:

- Estudiar los recorridos más cortos y proyectar espacios y procedimientos que garanticen una correcta mantención.

### **23.7. SISTEMA DE APOYO O DE ENERGÍA AUXILIAR**

- 23.7.1. Es imprescindible establecer requisitos para el diseño e instalación de los sistemas de apoyo porque un mal diseño o inadecuado funcionamiento puede tener efectos muy perjudiciales en el funcionamiento y las prestaciones del SST.
- 23.7.2. Si el sistema de apoyo es nuevo, se debe especificar el sistema elegido, el tipo de energía, la capacidad de acumulación auxiliar si la hubiera y las especificaciones del equipo generador de calor y su sistema de regulación.
- 23.7.3. Si el equipo de producción de ACS se va a utilizar como sistema de apoyo del SST, se deben especificar las características fundamentales requeridas para un sistema nuevo. Se debe revisar e informar de sus condiciones de funcionamiento.

- 23.7.4. El sistema de apoyo podrá ser cualquiera de los utilizados en los sistemas convencionales e individuales de preparación de agua caliente sanitaria ya sean con acumulación o instantáneo.
- 23.7.5. Como sistemas individuales de acumulación se utilizan calefones o termos eléctricos o DA acoplados a calderas de calefacción. El propio diseño de los sistemas de acumulación debe llevar implícito que dispongan de regulación de la temperatura de preparación.
- 23.7.6. Como sistemas individuales instantáneos se utilizan calentadores instantáneos o calderas mixtas; a efectos de optimizar el funcionamiento del SST, deben permitir la regulación de la temperatura de salida del calentador y mejor si, a la vez, se reduce proporcionalmente el consumo de combustible.
- 23.7.7. El sistema de aporte de energía térmica en el sistema de apoyo debe disponer de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que, de cumplir la normativa vigente aplicable, se debe encontrar tarado al menor valor posible. Requisito no aplica para calentadores instantáneos de gas no modulantes.
- 23.7.8. Además del control automático de la alimentación de energía y el funcionamiento del sistema de apoyo, éste se debe poder desconectar manualmente y, en ese caso, no debe operar, aunque sea necesario por la falta de temperatura en el SST.
- 23.7.9. Queda prohibida la incorporación del sistema de energía de apoyo en el acumulador solar ni en los circuitos de calentamiento solar.
- 23.7.10. El sistema de energía de apoyo se debe calcular para que cubra toda la demanda sin aporte de energía solar, debe cumplir con la normativa vigente.
- 23.7.11. Cuando el sistema de energía de apoyo sea eléctrico, la potencia correspondiente puede estar limitada por la reglamentación vigente.

### **23.8. CIRCUITO HIDRÁULICO DE CONSUMO**

- 23.8.1. Numeral referido exclusivamente al circuito de agua de consumo; las especificaciones del circuito primario deben estar incluidas en los manuales del sistema prefabricado o en el diseño del sistema a medida.
- 23.8.2. Todo el circuito de la instalación debe cumplir la normativa de instalaciones sanitarias que le sea de aplicación.
- 23.8.3. La documentación del proyecto debe especificar el esquema del SST sobre planos de la edificación, la ubicación del equipo solar, el sistema de apoyo y el trazado de tuberías de los circuitos del SST hasta los puntos de consumo.
- 23.8.4. La documentación y el esquema deben indicar el caudal de diseño, el dimensionado y características de las tuberías y las especificaciones de su aislamiento térmico. Todas las tuberías, sean metálicas o de material plástico, accesorios y componentes del SST que transporten agua caliente deben disponer de aislamiento térmico. Para el cálculo de pérdidas térmicas y determinación de espesores de aislamiento de cualquiera de los circuitos hidráulicos se aplicarán los criterios y valores del Numeral 7 del Título VI de la guía Técnica.
- 23.8.5. El diseño del circuito hidráulico se debe realizar de forma que garantice la estabilidad del caudal y de la temperatura de servicio. Se debe controlar que no haya distintas pérdidas de carga que introduzcan una modificación significativa en los caudales de los circuitos de consumo con recorridos alternativos.
- 23.8.6. Los trazados de tuberías de los circuitos del SST se deben realizar de forma que garanticen los caudales de diseño y minimicen las pérdidas térmicas del SST completo.
- 23.8.7. Cuando el trazado hidráulico se realice en montaje superficial y a la vista, se deben respetar los ejes principales de la edificación y no se realizarán trazados sinuosos ni oblicuos.
- 23.8.8. La documentación debe especificar las características del sistema para absorber la dilatación y evitar que la presión supere el máximo previsto.

23.8.9. El esquema de funcionamiento debe especificar las válvulas, accesorios y otros componentes del circuito hidráulico que se incorporen al SST:

- Se debe disponer una válvula de corte en la acometida de agua fría al SST. Opcionalmente, se puede instalar un bypass completo.
- En la acometida de agua fría se debe instalar, además, una válvula de seguridad y una válvula de retención.
- Se deben instalar otras válvulas de corte y de vaciado cuando sean imprescindibles para facilitar las operaciones de mantenimiento.
- La posición de las válvulas de seguridad y la conducción del escape deben garantizar que, en caso de descarga, no provoquen accidentes o daños.
- Las válvulas de vaciado se deben proteger contra maniobras accidentales y se deben conducir con las descargas visibles.
- Los escapes de las válvulas de seguridad y las salidas de las válvulas de vaciado se deben conducir, hasta la red de drenaje, mediante tuberías que deben disponer pendientes necesarias para que no puedan retener agua en todo su recorrido.

23.8.10. Cuando sea necesario se deben colocar sistemas de purga de aire que estarán constituidos por botellines de desaire y válvula de corte manual. En los circuitos de consumo queda prohibido instalar purgadores automáticos de aire.

23.8.11. Todos los materiales de las tuberías del circuito de consumo deben ser compatibles con la calidad sanitaria y deben soportar las condiciones extremas de funcionamiento. Las tuberías deben cumplir la reglamentación vigente y los requisitos establecidos en el numeral 9 del Título III de la guía Técnica.

23.8.12. Los soportes y elementos para absorber las dilataciones de las tuberías deben cumplir con lo establecido en la normativa vigente.

### **23.9. EQUIPOS DE MEDIDA Y CONTROL**

- 23.9.1. Mediante los sistemas de medida y control el usuario pueda controlar su correcto funcionamiento del SST.
- 23.9.2. Se debe disponer de un sistema de medida para realizar ese control o establecer un procedimiento que periódicamente permita verificar el correcto funcionamiento.
- 23.9.3. Se debe especificar el sistema de medida o el procedimiento de verificación del correcto funcionamiento que se utilizará de acuerdo con la configuración del SST.
- 23.9.4. En los sistemas a medida (forzados) que ya tienen sistema para control de funcionamiento de bombas, deben disponer de las medidas de temperaturas de las sondas del equipo de control y de la señalización de funcionamiento de la bomba de circulación.
- 23.9.5. En los equipos de circulación natural (termosifón) se debe instalar un termómetro para medir, la temperatura interna del DA, si no fuera posible, se puede registrar la temperatura de salida de agua caliente del DA, el indicado termómetro se debe ubicar en un lugar fácilmente accesible.
- 23.9.6. La medida de temperaturas más adecuada para el control de funcionamiento es la parte alta del acumulador solar realizada con termómetro digital y remoto para permitir que sea fácilmente accesible.
- 23.9.7. Se recomienda instalar termómetros, o al menos vainas para sondas de temperatura, en la entrada/salida del intercambiador o de colectores, pero en este caso, es importante reseñar que la temperatura medida en tuberías depende de la existencia de circulación de fluido.
- 23.9.8. En los sistemas a medida, siempre se debe disponer, como mínimo y en lugar fácil acceso, además del termómetro en el DA, de un manómetro para medir la estabilidad de la presión del

- circuito cerrado y comprobar que no existen fugas. La presión se debe medir con el circuito frío a primera hora de la mañana.
- 23.9.9. Además de los sistemas de medida, entre los procedimientos que se deben establecer para verificar el correcto funcionamiento se encuentran:

- Analizar periódicamente el calentamiento del SST en un día soleado y sin consumo.
- Anular el sistema de apoyo y comprobar la temperatura del agua caliente solar.

## **24. OTROS CONDICIONANTES DE LA INTEGRACIÓN**

### **24.1. RELACIONES CON ACOMETIDAS**

El diseño debe considerar:

#### **24.1.1. ACOMETIDAS DE AGUA PARA CONSUMO, PARA INSTALACIONES CENTRALIZADAS**

- Se debe proyectar una acometida de agua fría al SST para luego realizar la conexión al sistema de apoyo y al circuito de distribución que realizará el abastecimiento a los puntos de consumo,
- Para distribuir el gasto, se debe proyectar que el abastecimiento indicado, uso residencial, se debe realizar mediante contadores de caudal.
- Para instalaciones centralizadas existentes que se proyecten emplear como sistema de apoyo, se debe considerar disponer de un by-pass en la alimentación de agua fría que permita independizar totalmente el SST de la existente. Se debe evitar generar pérdidas de carga significativa en el circuito de consumo por lo que, se deben utilizar los mismos diámetros de tuberías, se debe verificar que las bocas para conexión del DA no introduzcan estrechez y utilizar válvulas de tipo esfera.

#### **24.1.2. ACOMETIDA PARA LLENADO DE CIRCUITO PRIMARIO**

- Se debe proyectar una conexión con un sistema de llenado desde el circuito secundario del SST o, si existe, utilizar la alimentación para servicios generales de la edificación.

#### **24.1.3. ACOMETIDAS ELÉCTRICAS PARA LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA DE LA INSTALACIÓN CENTRALIZADA**

- Se debe proyectar una línea de acometida, desde el cuadro eléctrico de servicios generales para alimentar el cuadro eléctrico del SST.
- El cuadro eléctrico del SST se debe proyectar en un espacio cercano a las bombas de circulación.
- Se deben proyectar según las necesidades de potencia eléctrica definidas por el proyectista del SST una vez se hayan determinado todos los componentes eléctricos y su potencia máxima simultánea.

### **24.2. OTRAS RELACIONES**

El diseño también debe considerar:

#### **24.2.1. DESAGÜES Y RED DE SANEAMIENTO**

- Proyectar purga, el vaciado de circuitos y para la conducción de las válvulas de seguridad, se debe contar con desagües en lugares adecuados y ocupar materiales que resistan las máximas temperaturas de los fluidos.
- Proyectar salas de acumuladores, ante un eventual vaciado de DA, los desagües deben ser los necesarios con una adecuada capacidad de evacuación para realizar la acción en un tiempo razonable. Se debe proyectar ocupar materiales apropiados.
- Proyectar sistemas de purga, válvulas de seguridad y de vaciado del campo de CST en cubierta. Cuando el SST incluya muchos elementos y se encuentren distribuidos, se debe considerar el drenaje sobre la cubierta utilizando los sumideros y bajadas de la red de aguas lluvias.
- Proyectar para todos los casos, la adopción de precauciones especiales ya que, ningún fluido a alta temperatura puede alcanzar una red de evacuación que no soporte dicha temperatura.

#### 24.2.2. SEGURIDAD Y PROTECCIÓN DEL USUARIO

##### 24.2.2.1. ÁREA DE CAMPO DE CST

Para evitar accidentes por quemaduras por contacto de componentes que alcanzan altas temperaturas, el diseño debe:

- Restringir el acceso al campo de CST. Además de proteger componentes.
- Restringir manipulación de componentes por personal no autorizados (válvulas, etc.).

##### 24.2.2.2. SALA DE SISTEMA DE ACUMULACIÓN

El diseño de las zonas técnicas debe considerar acceso restringido, como mínimo, deben presentar las siguientes configuraciones:

- Espacios para ubicar los DA.
- Proyectar la instalación de intercambiadores, bombas, cuadro eléctrico y centrales térmicas de apoyo, entre otros.

#### 24.2.3. NECESIDADES PARA OPERACIÓN Y MANTENCIÓN

24.2.3.1. El diseño, para todos los componentes que interactúen con otras instalaciones, debe considerar utilizar materiales, accesorios y tipos de conexiones que resistan las condiciones extremas a las que se puedan someter, entre otras: de presión y temperatura, condiciones ambientales y geográficas.

24.2.3.2. En los manuales se deben documentar todas las condiciones particulares de operación y mantenimiento, deben especificar todas las características, instrucciones y recomendaciones necesarias para su identificación, condiciones de su funcionamiento para su correcto uso y operación, así como durabilidad y condiciones de mantenimiento a lo largo de su vida útil.

## **TITULO VI; DISEÑO Y CÁLCULO DE SISTEMAS**

### **25. CONSIDERACIONES GENERALES**

- 25.1.** El presente título recoge especificaciones exclusivamente que aplican al diseño de sistemas a medida.
- 25.2.** Para el cálculo de pérdidas térmicas y determinación de espesores de aislamiento de cualquier circuito hidráulico del SST, incluidos los sistemas prefabricados y sistemas de energía auxiliar, se deben aplicar criterios y valores del numeral 31 del presente Título.
- 25.3.** El diseño de un SST representa un proceso iterativo, ya que el diseño original y el cálculo de prestaciones energéticas, se deben cotejar y eventualmente redefinir, parcial o totalmente, hasta lograr la solución óptima.

### **26. SISTEMA DE CAPTACIÓN**

- 26.1.** Se debe especificar la marca y el modelo de CST seleccionado con sus características principales, así como el número de ellos. Todos los CST que integren un SST deben ser del mismo tipo y modelo. El CST seleccionado debe cumplir los requisitos del Título COMPONENTES Y MATERIALES.
- 26.2.** Se debe especificar la configuración del campo de CST, que debe quedar definida por los siguientes datos:
  - Superficie y potencia útil total, número de grupos, de baterías y de CST por batería.
  - Caudal total del circuito solar, tipo de conexionado y caudal específico por colector.
  - Configuración de baterías, grupos y criterios de equilibrado. Complementos hidráulicos.
- 26.3.** La información se debe complementar con los planos de ubicación del SST, si fueran necesarios, planos de planta, alzado y secciones de la edificación que incluyan el campo de CST con la siguiente información:
  - Emplazamiento edificación, orientación, obstáculos y sombras
  - Ubicación y orientación de CST (distancias a obstáculos y entre ellos, accesos)
  - Trazado de circuitos, dimensionado y componentes (válvulas de corte, seguridad, equilibrado y purga)
  - Diseño de la estructura base, intermedia y sujeción de colectores. Detalles constructivos.

#### **26.4. DISEÑO HIDRÁULICO Y TÉRMICO DEL CAMPO DE COLECTORES**

##### **26.4.1. BATERÍAS DE COLECTORES**

26.4.1.1.Los CST se deben agrupar formando baterías.

26.4.1.2.La batería es la unidad de referencia para obtener la disposición definitiva del campo de colectores sobre la edificación.

26.4.1.3.Se denomina batería de CST a un conjunto de colectores que se comportan como un único colector con un área de captación suma de la de todos los colectores que la componen y con un rendimiento equivalente calculado por la composición de los rendimientos de cada colector en función del tipo de conexionado y del caudal de diseño.

- 26.4.1.4.Los CST de una misma batería, entre sí, se podrán conectar en serie, en paralelo o combinando ambos tipos de conexiones.
- 26.4.1.5.Los CST que componen una batería se deben instalar sobre una estructura común de apoyo que garantice que los circuitos hidráulicos internos sean idénticos y asegure el mismo funcionamiento de las distintas baterías.
- 26.4.1.6.El fabricante definirá el número de CST que pueden componer una batería y establecerá las limitaciones funcionales correspondientes. Para CST conectados en paralelo, garantizará que las diferencias de la temperatura de salida entre los colectores que forman parte de una misma batería debe ser inferior al 10%, y para ello, que la diferencia de caudales entre colectores central y extremo debe ser también inferior al 10%.
- 26.4.1.7.Para garantizar el criterio anterior de equilibrado interno de caudales en cada batería se debe verificar que las pérdidas de carga en los circuitos de calentamiento del absorbedor conectados en paralelo sean iguales y equivalente, como mínimo, a un 30% de la pérdida de carga total de la batería.
- 26.4.1.8.Para el diseño de las baterías, se debe seleccionar el número de CST y se establecerán las condiciones de funcionamiento dentro del rango permitido por el fabricante
- 26.4.1.9.Todas las baterías de un campo de CST deben tener el mismo número de colectores y conectados de la misma forma. En el caso de que no sea posible se arbitrarán las medidas necesarias para que las diferencias de la temperatura de salida y, por tanto, las diferencias de caudales, entre baterías sean inferiores al 10%.

#### 26.4.2. GRUPOS DE BATERÍAS DE COLECTORES

- 26.4.2.1.Las baterías de CST se pueden conectar entre sí formando grupos.
- 26.4.2.2.Las baterías de un mismo grupo se podrán conectar entre sí en serie y/o en paralelo.
- 26.4.2.3.Todos los grupos de un campo de CST deben tener el mismo número de baterías y conectadas de la misma forma. En el caso de que no sea posible se arbitrarán las medidas necesarias para que las diferencias de la temperatura de salida y, por tanto, las diferencias de caudales entre grupos sean inferiores al 10%.
- 26.4.2.4.Para facilitar la verificación del equilibrado y realizar un control de funcionamiento se deben instalar las vainas para sondas que sean necesarias para poder medir el salto de temperaturas en cada grupo.
- 26.4.2.5.Todos los grupos que componen un campo de CST se conectarán entre sí en paralelo de forma que permitan cumplir el plan de sectorización

#### 26.4.3. SECTORIZACIÓN DEL CAMPO DE COLECTORES

- 26.4.3.1.La sectorización debe permitir independizar a cada grupo del funcionamiento del SST completo, para ello, la conexión hidráulica de cada grupo puede disponer de 2 válvulas de corte, situadas a la entrada y salida del grupo, para interrumpir su conexión.
- 26.4.3.2.Se debe tener en cuenta las condiciones de presión y temperatura que se pueden alcanzar en un grupo aislado para definir las medidas que deben adoptar. Como mínimo se debe instalar, en cada grupo, una válvula de seguridad tarada a la presión necesaria para proteger el circuito aislado y nunca inferior a la presión de tarado de la válvula de seguridad general del circuito para priorizar el funcionamiento de la válvula principal en caso de sobrepresión.
- 26.4.3.3.Se debe prever la posibilidad de realizar un eventual vaciado del grupo y para ello, se debe disponer una válvula de vaciado protegida contra actuaciones indebidas.

26.4.3.4.Tanto los escapes de la válvula de seguridad como los drenajes de las válvulas de vaciado se deben conducir para proteger la seguridad de las personas. La conducción de los desagües debe ser visible para poder comprobar la salida de fluido y en caso de evacuación a redes de la edificación se debe verificar la resistencia de las mismas a la alta temperatura del fluido.

26.4.3.5.El nivel de sectorización de un campo de CST se define como la proporción del número de colectores de cada grupo al número de colectores total, naturalmente, es un factor inverso al tamaño del grupo.

26.4.3.6.En función del tamaño se debe considerar:

- Para SST de tamaño inferior a 7 kW (10 m<sup>2</sup>), no disponer de ninguna sectorización, el sistema de captación estará constituido por un único grupo.
- Para SST de tamaño comprendido entre 7 y 70 kW (de 10 a 100 m<sup>2</sup>) considerar una sectorización desde el 100% hasta el 25 % (de 1 a 4 grupos) en proporción al tamaño del campo.
- Para SST de tamaño superior a 70kW (100 m<sup>2</sup>), el nivel de sectorización no sea inferior al 20% (5 grupos).

## **26.5. DISEÑO DEL CIRCUITO PRIMARIO**

### **26.5.1. POTENCIA DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN**

26.5.1.1.En una instalación de energía solar la potencia térmica es variable y proporcional a la irradiancia solar y al rendimiento de la transformación.

26.5.1.2.La potencia térmica del sistema de captación se calculará, con carácter general, como:

$$POT = \eta * A * GREF$$

*Donde:*

POT: Potencia térmica en W

$\eta$ : Rendimiento del sistema de captación

A: Área de apertura del sistema de captación en m<sup>2</sup>

GREF: Irradiancia solar de referencia, regularmente igual a 1000 W/m<sup>2</sup>

26.5.1.3.POTMÁX: Es la potencia térmica máxima, corresponde a  $\eta = \eta_0$  (Rendimiento del sistema de captación sin pérdidas) y GREF =1000 W/m<sup>2</sup>; en teoría representa la máxima factible de suministrar por un sistema de captación sin pérdidas térmicas.

26.5.1.4.POTNOM: Es la potencia térmica nominal, corresponde a  $\eta = 0,7$  y GREF =1000 W/m<sup>2</sup>. Valor definido internacionalmente como factor de transformación de instalaciones en m<sup>2</sup> a instalaciones en kW.

26.5.1.5.POT: Es la potencia térmica real, corresponde al rendimiento del colector  $\eta$  y al valor de GREF teniendo en cuenta las condiciones reales de funcionamiento.

26.5.1.6.Para dimensionar los distintos componentes del SST, posteriormente se deben definir las condiciones nominales o de diseño (potencia, caudales, temperaturas, etc.).

### **26.5.2. POTENCIAS Y SALTOS DE TEMPERATURAS DEL CIRCUITO PRIMARIO**

26.5.2.1.La potencia térmica POT suministrada por el sistema de captación se destinará a aumentar la temperatura ( $T_{S1} - T_{E1}$ ) del fluido de trabajo que circula por el sistema de captación, siendo  $\dot{m}_1$  el caudal másico [kg/(s·m<sup>2</sup>)] y  $C_p1$  el calor específico [J/(kg·K)], según la expresión siguiente:

$$POT = \dot{m}_1 \cdot C_{p1} \cdot (T_{S1} - T_{E1})$$

26.5.2.2. La potencia térmica proporcionada por el sistema de captación variará desde 0 a la máxima POTMÁX. Por tanto, en el funcionamiento del circuito primario el régimen de caudal o el salto de temperaturas siempre serán variables.

26.5.2.3. Desde la transferencia de calor en el circuito primario, los SST se pueden clasificar en instalaciones de caudal constante e instalaciones de caudal variable. Para el presente Instructivo, siempre, se consideran circuitos de caudal constante.

#### 26.5.3. CAUDALES DE DISEÑO DEL CIRCUITO PRIMARIO

26.5.3.1. El diseño debe especificar el caudal de diseño del circuito primario que se debe determinar en función del caudal de diseño de cada batería, multiplicado por el número de baterías y dividiendo por el tipo de conexionado (1 paralelo, 2 serie simple de 2, 3 serie de 3, etc.) entre las baterías.

26.5.3.2. El caudal de diseño de las baterías se debe seleccionar de entre los valores de caudales recomendados por el fabricante para cada uno de los tamaños de batería.

26.5.3.3. Si para determinar el caudal de diseño de las baterías se utiliza la referencia de caudal específico por m<sup>2</sup>, se debe multiplicar éste por el área del colector, por el número de CST de la batería y dividir por el tipo de conexionado interno (1 paralelo, 2 serie simple de 2, 3 serie de 3, etc.) de los CST dentro de la batería.

26.5.3.4. El caudal de diseño en cada tramo del circuito se debe obtener sumando los caudales de las baterías alimentadas por dicho tramo.

## **27. SISTEMA DE ACUMULACIÓN**

- Se debe especificar el volumen total del sistema de acumulación, la marca y modelo del DA seleccionado y el número de ellos. El DA solar seleccionado debe cumplir los requisitos del numeral 10 del Título III.
- La MC (Memoria de Cálculo) especificará su ubicación (exterior o interior) y su disposición (vertical u horizontal).
- El diseño y cálculo de la estructura de apoyo y soporte del sistema de acumulación debe cumplir la normativa y reglamentación vigente, debe ser realizado por técnico competente conforme a la legislación vigente.
- Se debe priorizar el diseño de SST con un DA.

### **27.1. DIMENSIONADO DEL VOLUMEN DE ACUMULACIÓN**

27.1.1. El volumen de acumulación se debe definir en base a la optimización resultante de un análisis de sensibilidad de las diversas soluciones posibles alrededor de un volumen (VA; en litros) que se debe determinar en función de la superficie de colectores ( $A_{COL}$ ; en metros cuadrados) por la expresión:  $VA = 75 \cdot A_{COL}$ . El análisis de sensibilidad se debe realizar comparando los diferentes costos del sistema completo con las prestaciones y rendimiento del SST.

27.1.2. El volumen de acumulación total no debe ser inferior al valor determinado por  $VA_{TOT} = 60 \cdot A_{COL}$ .

27.1.3. En el cálculo de prestaciones del SST se deben considerar las pérdidas térmicas del sistema de acumulación.

### **27.2. SISTEMAS DE ACUMULACIÓN CON VARIOS ACUMULADORES**

27.2.1. En caso de que, el diseño del SST disponga de varios DA, se debe considerar que:

- Los DA deben ser iguales.
  - Se pueda realizar la desconexión individual sin interrumpir el funcionamiento del SST.
  - La conexión se debe realizar en serie si no existen otros condicionantes.
  - Se deben adoptar precauciones especiales para asegurar la circulación prevista.
- 27.2.2. Con el conexionado en serie el sistema de acumulación debe funcionar como un único DA de volumen igual a la suma de todos los volúmenes y altura la suma de alturas de cada uno de los DA para mejorar la estratificación.
- 27.2.3. En los SST que utilicen intercambiador interno será factible realizar la conexión en paralelo siempre que los circuitos primarios y de consumo estén equilibrados.
- 27.2.4. En el caso de que los DA se deban conectar en paralelo se debe asegurar el equilibrado de los circuitos con la medida del caudal o de las temperaturas de salida.
- 27.2.5. Para la desconexión individual de cada DA sin interrumpir el funcionamiento del SST, todos los acumuladores deben disponer de válvulas de corte en la entrada y salida de cada uno de los circuitos que le conectan; si la conexión es en serie deben disponer de una válvula adicional para constituir un bypass.
- 27.2.6. De manera similar, en los SST con intercambiador externo será factible la conexión en paralelo siempre que los circuitos primarios y de consumo se encuentren equilibrados.
- 27.2.7. Para el conexionado de los DA se pueden utilizar ramales que se utilizan en los dos circuitos o, preferentemente, la conexión directa en cada acumulador.
- 27.2.8. La conexión en serie de DA con intercambiador externo requiere un estudio acabado del diseño de los circuitos y de las condiciones de funcionamiento que garantice la máxima estratificación y evitar las mezclas, en caso necesario, se deben utilizar válvulas automáticas de dos o tres vías que garanticen el correcto funcionamiento.

## **28. SISTEMA DE INTERCAMBIO**

Se debe especificar el tipo, marca y modelo del intercambiador seleccionado y la adecuación a las condiciones de diseño establecidas: potencia, caudales y temperaturas de entrada y salida en primario y secundario, efectividad y pérdida de carga.

### **28.1. INTERCAMBIO INDEPENDIENTE O EXTERNO**

#### **28.1.1. DISEÑO**

- El soporte y la ubicación del intercambiador deben permitir el desmontaje de las placas cuando éstas sean desmontables.
- Los intercambiadores térmicamente deben quedar aislados.
- Para evitar incrustaciones calcáreas se debe realizar un estudio acabado de la dureza y el contenido en sales del agua de consumo y analizar la posible limitación de las temperaturas de funcionamiento de los intercambiadores.

#### **28.1.1.1. PARA SST DE TAMAÑO SUPERIOR A 100 M<sup>2</sup>**

Se deben complementar con:

- Válvulas de corte en todas las bocas de los intercambiadores.
- Elementos necesarios para su desmontaje y limpieza: válvulas de purga y de desagüe.
- Puentes manométricos en primario y secundario.
- Termómetros en las cuatro conexiones

#### 28.1.1.2.PARA SST DE TAMAÑO SUPERIOR A 500 M<sup>2</sup>

El diseño de los sistemas de intercambio, en función de la calidad del agua y de las temperaturas de funcionamiento, debe proyectar el montaje de dos intercambiadores en paralelo para permitir operaciones de mantención sin interrumpir el funcionamiento de la instalación.

#### 28.1.1.3.PARA SST DE TAMAÑO INFERIOR A 100 M<sup>2</sup>

Las especificaciones técnicas de los numerales 28.1.1.1. y 28.1.1.2., se deben considerar como recomendaciones.

#### 28.1.2. DIMENSIONADO

28.1.2.1.El dimensionado del intercambiador de calor externo debe quedar definido por, al menos, los siguientes parámetros de diseño: la potencia nominal, los caudales de diseño, los valores de las temperaturas de entrada y salida, la pérdida de carga de ambos circuitos y por la efectividad.

28.1.2.2.Deben ser iguales las capacidades caloríficas de los fluidos de los circuitos del lado del primario y del lado del secundario, en tanto, los caudales no deben diferir en más de un 10%.

Por tanto, se supone que  $\dot{m}_1 * cp_1 = \dot{m}_2 * cp_2$ .

**Donde:**

$\dot{m}$  es el caudal másico en kg/(s).

$c_p$  es el calor específico en J/(kg·K).

Los subíndices 1 y 2 corresponden, respectivamente, a los circuitos primario y secundario.

28.1.2.3.En dicho caso, la efectividad ( $\varepsilon$ ) del intercambiador queda definido por:

$$\varepsilon = \frac{Q_{real}}{Q_{máx}} = \frac{T_{s2} - T_{e2}}{T_{e1} - T_{e2}}$$

**Dónde:**

$T_{s2}$ : Temperatura a la salida del secundario del intercambiador (o del circuito de fluido frío).

$T_{e2}$ : Temperatura a la entrada del secundario del intercambiador.

$T_{e1}$ : Temperatura a la entrada al primario del intercambiador (o del circuito de fluido caliente).

28.1.2.4.Para las condiciones de diseño, la efectividad del intercambiador debe ser superior a 70%.

28.1.2.5.La potencia de diseño del intercambiador solar  $POT_{IS}$  debe ser superior al 75% de la potencia nominal del sistema de captación ( $POT_{NOM}$ ) la que, debe cumplir con la siguiente expresión:

$$POT_{IS} (\text{en W}) \geq 0,75 \cdot POT_{NOM} = 525 \cdot A$$

**Dónde,** A es el área total de apertura del sistema de captación, medida en m<sup>2</sup>.

28.1.2.6.Las condiciones de diseño para el dimensionado de los intercambiadores solares se deben establecer de forma que, con una temperatura de entrada del fluido del circuito del lado del primario no superior a 50°C, la temperatura de salida del fluido del circuito del lado del secundario no debe ser inferior a 45°C.

28.1.2.7. La pérdida de carga de diseño en los intercambiadores de calor externos no debe ser superior a 2 m.c.a. (20 kPa), tanto en el circuito del primario como del secundario.

## 28.2. INTERCAMBIADOR INCORPORADO EN EL ACUMULADOR SOLAR

- 28.2.1. El dimensionado debe quedar definido, al menos, por los siguientes parámetros: potencia nominal, caudal de diseño, valores de las temperaturas y la superficie útil de intercambio.
- 28.2.2. Como superficie útil de intercambio se debe considerar la parte de la superficie del intercambiador situada en la mitad inferior del DA.
- 28.2.3. La relación entre el área útil de intercambio y el área de colectores no debe ser inferior a 0,2.

## 29. CIRCUITO HIDRÁULICO

- Se debe definir el caudal de diseño seleccionado, el dimensionado de tuberías y sus componentes y la especificación del aislamiento térmico.
- Se debe incluir también el plano a escala del SST que debe especificar la ubicación de la sala técnica y, dentro de ella, la distribución de DAs, intercambiadores, bombas, válvulas, vasos de expansión, sistema de apoyo y el trazado de tuberías de todos los circuitos del SST.
- El plano del SST (a escala) debe tener un grado mínimo de definición que permita ejecutar los cálculos de dimensionado de los circuitos y, debe especificar el material y las secciones de tuberías, y el caudal nominal que circula a través de ellas.
- Los trazados de tuberías de todos los circuitos del SST se deben realizar de forma que garanticen los caudales de diseño en todos los componentes y se minimicen las pérdidas térmicas del SST completo. Se debe concebir en fase de diseño un circuito hidráulico de por sí equilibrado que no genere una pérdida de carga por sobre lo permitido.
- Para el circuito primario, el trazado hidráulico debe garantizar una distribución equilibrada de los caudales por todos los grupos, baterías y colectores del campo y una minimización de las pérdidas térmicas.
- El equilibrado hidráulico comprobará las diferencias de temperatura y, por tanto, las diferencias de caudales entre colectores, baterías y grupos sean inferiores al 10%.
- El criterio de equilibrado verificará y garantizará que las pérdidas de carga en los grupos de baterías, que estarán conectados en paralelo, sean iguales y equivalentes, como mínimo, a un 30% de la pérdida de carga total del circuito.
- Se debe especificar el número de circuitos en paralelo y el procedimiento de equilibrado.
- Para minimizar las pérdidas térmicas asociadas a la circulación del fluido en el circuito primario, el trazado hidráulico debe:
  - Ajustar los caudales de circulación para reducir las secciones de tuberías.
  - Reducir la longitud total del trazado.
  - Priorizar al trazado corto del tramo caliente.
- El diseño del trazado hidráulico debe respetar los ejes principales de la edificación y del campo de colectores y, evitar los trazados sinuosos.

## 29.1. DISEÑO Y DIMENSIONADO DE CIRCUITOS HIDRÁULICOS

El diseño del SST debe considerar los circuitos: primario, secundario y consumo.

### 29.1.1. CAUDALES

#### 29.1.1.1. CIRCUITO PRIMARIO

El diseño debe considerar:

- El caudal total y en cada uno de los ramales se debe determinar según lo establecido en el numeral 26: SISTEMA DE CAPTACIÓN, Título VI.
- El flujo del fluido de trabajo se debe encontrar dentro del rango de valores recomendados por el fabricante de los CST.

#### 29.1.1.2.CIRCUITO SECUNDARIO

El caudal total del circuito se debe determinar según lo establecido en las condiciones de diseño del intercambiador independiente establecidas en numeral 28.1 INTERCAMBIO INDEPENDIENTE O EXTERNO del Título VI.

#### 29.1.1.3.CIRCUITO DE CONSUMO

- El caudal del circuito se debe calcular para abastecer la demanda de todos los puntos de consumo según establezca la normativa vigente.
- Para edificaciones existentes, no se deben introducir excesivas pérdidas de carga, para ello, se deben emplear los mismos diámetros que la instalación y no utilizar bocas de conexión más pequeñas en el DA

#### 29.1.2. DIMENSIONADO DE TUBERÍAS

29.1.2.1.Si para el caudal de diseño que circula por una tubería, no hay normas aplicables, el diámetro se debe seleccionar de manera que se cumplan las siguientes dos condiciones:

- Ser inferior a 2 m/s cuando la tubería discurre por lugares habitados e inferior a 3 m/s cuando el trazado sea al exterior o por lugares no habitados.
- Nuca debe ser superior a 40 mm. de columna de agua (4 mbar) por metro lineal de tubería.

#### 29.1.3. PÉRDIDA DE CARGAS DE CIRCUITOS

29.1.3.1.Los circuitos hidráulicos del SST podrán estar compuestos por más de un anillo de circulación cuando hay subsistemas (grupos de CST o DA) conectado en paralelo.

29.1.3.2.El diseño de cada circuito entregará circuitos hidráulicos equilibrados cuando resulten las mismas pérdidas de carga en cada uno de los rales para los caudales de diseño previstos en cada uno de ellos.

29.1.3.3.La pérdida de carga total se debe calcular por cada uno de los anillos que componen cada circuito. Se debe comprobar que las diferencias de pérdidas de carga relativas entre el más favorable y el menos favorable no deben superar el 5%. Caso contrario, el equilibrado del circuito no se considerará adecuado y se debe rediseñar.

29.1.3.4.La pérdida de carga del anillo más desfavorable se debe tomar como referencia para dimensionar la bomba de circulación.

#### 29.1.4. TUBERÍAS

29.1.4.1.Se debe especificar el caudal total de cada circuito, el material y el diámetro máximo de tuberías. En complemento, se deben indicar los materiales y espesores de aislamiento y la protección utilizada para el aislamiento (exterior e interior).

29.1.4.2. Los materiales de las tuberías de cada circuito se deben ajustar al Numeral 10: Tuberías y Aislamiento; Título III Componentes y Materiales.

29.1.4.3. Se deben definir adecuadamente los soportes de tuberías.

29.1.4.4. Se deben utilizar los elementos necesarios para absorber las dilataciones de las tuberías.

## **29.2. BOMBAS DE CIRCULACIÓN**

- Se debe especificar los caudales de diseño y las pérdidas de carga de todos los circuitos, también especificación aplica también para el tipo, modelo y características de las bombas eléctricas.
- Para SST con potencia nominal de captación superior 70kW (aproximado a 100 m<sup>2</sup>), el diseño debe considerar instalar dos bombas idénticas en paralelo, una de ellas a modo de reserva o de respaldo, en cada circuito. Se debe prever el funcionamiento alternativo de ambas, de forma manual o automática.

### **29.2.1. DISEÑO**

29.2.1.1. El diseño debe privilegiar la instalación de las bombas en las zonas más frías de los circuitos

29.2.1.2. Para bombas instaladas en paralelo, se deben utilizar válvulas antirretorno en la impulsión, en tanto, cuando se utilice una única bomba por circuito, la válvula antirretorno se debe instalar en cualquier lugar de este.

29.2.1.3. Para facilitar la ejecución de tareas de mantenimiento de cada bomba, se deberá utilizar válvulas de corte a la entrada y a la salida de cada bomba.

### **29.2.2. DIMENSIONADO**

29.2.2.1. La selección de la bomba se debe realizar a partir de los datos de caudal y presión, se debe considerar que:

- El caudal nominal debe ser igual al caudal de diseño del circuito, y
- La presión de la bomba debe compensar la pérdida de carga del circuito correspondiente.
- La potencia eléctrica de la(s) bomba(s) no debe exceder los valores dados en la tabla siguiente:

Sistema pequeño (< 20 m <sup>2</sup> *)	50 W o 2% de la potencia térmica nominal POTNOM que pueda suministrar el grupo de colectores (el mayor de los dos).
Sistemas grandes ( $\geq 20 \text{ m}^2$ *)	1 % de la potencia térmica nominal POTNOM que puede suministrar el grupo de colectores.

**NOTA:** m<sup>2</sup>, se refiere al área captadora del SST proyectado.

29.2.2.2. La limitación de la potencia eléctrica de las bombas (cuadro anterior) se refiere a la suma de las potencias de bombas asociadas al circuito primario y secundario para transferir el calor hasta el DA.

29.2.2.3. Para bombas de circuitos de recirculación en edificios multivivienda. No aplica la limitación anterior.

## **29.3. VALVULERÍA**

### **29.3.1. VÁLVULAS DE CORTE O AISLAMIENTO**

### 29.3.1.1. SISTEMAS PREFABRICADOS

Se deben utilizar en puntos de fácil acceso, en:

- Línea de alimentación de agua fría al DA, aguas abajo de la válvula de retención.
- Línea de salida de agua caliente del DA, aguas abajo de la válvula termostática.
- Ramal de conexión al vaso de expansión.

### 29.3.1.2. SISTEMAS A MEDIDA

- Se deben utilizar las válvulas necesarias que permitan realizar operaciones mantenimiento en los componentes más importantes sin necesidad de realizar el vaciado completo del SST y sin que deje de funcionar. Para ello, se deben dejar previstas las válvulas de corte para los circuitos de bypass necesarios para mantener el SST en funcionamiento.
- Se debe considerar instalar válvulas de corte:
  - A la entrada y salida de cada sector o grupo del campo de CST.
  - A la entradas y salidas de los DA, intercambiadores y bombas.
  - A la entrada y salida del circuito de consumo y distribución de agua fría y caliente.
  - A la entrada y salida de la SST para poder aislarla del sistema de apoyo.
  - Para mantener el SST en funcionamiento, se deben proyectar en los circuitos de bypass cuando sean necesarios.
- En función del tamaño del SST se debe modular (simular) la utilización de válvulas de corte para evitar las que no sean necesarias.
- Siempre se debe disponer una válvula de corte en la acometida de agua fría del SST.

## 29.3.2. VÁLVULAS DE SEGURIDAD

### 29.3.2.1. Sistemas prefabricados

Se deben instalar en:

- En circuito primario.
- En circuito de consumo. Sólo se debe accionar por presión, nunca menor de 8 bar.

### 29.3.2.2. Sistemas a medida

#### 29.3.2.2.1. Se debe instalar, como mínimo:

- Una válvula de seguridad en cada uno de los circuitos cerrados del SST, siempre con manómetro, se deben instalar en lugar próximo a los sistemas de expansión. Adicionalmente, se debe instalar en, cada uno de los sectores o grupos del campo de CST y en cada DA.

29.3.2.2.2. La instalación se debe realizar, preferentemente, en un ramal conectado a la parte más fría del circuito y próximo a los sistemas de expansión correspondiente.

29.3.2.2.3. La posición de las válvulas de seguridad y la conducción del escape debe garantizar que, en caso de descarga, no deben provocar accidentes o daños.

29.3.2.2.4. Los escapes se deben conducir para entregar seguridad a las personas. La conducción se debe realizar con materiales apropiados que resistan las condiciones de operación de los fluidos.

29.3.2.2.5. La conducción a los desagües debe ser visible para comprobar la salida de fluido, en caso de evacuar a redes existentes, se debe verificar la resistencia de las mismas a la alta temperatura del fluido.

### 29.3.3. VÁLVULAS DE RETENCIÓN

#### 29.3.3.1. SISTEMAS PREFABRICADOS

Se debe instalar en:

- En circuito de consumo, en línea de agua fría entre la válvula de seguridad y la válvula de corte.

#### 29.3.3.2. SISTEMAS A MEDIDA

Deben garantizar un determinado nivel de hermeticidad para el máximo nivel de presión diferencial que se pueda establecer. Se deben instalar en:

- La acometida de agua fría
- Para evitar circulaciones naturales indeseadas
- En cada una de las bombas para la commutación automática
- En el circuito de recirculación para evitar que funcione como circuito de distribución

### 29.3.4. VÁLVULAS DE EQUILIBRADO

29.3.4.1. La instalación sólo aplica a Sistemas a Medida,

29.3.4.2. Se deben instalar para introducir pérdida de carga adicionales en determinados componentes o subsistemas con el fin de equilibrar ramales de circuitos en paralelo.

29.3.4.3. Se utilizarán con válvulas de 3 vías en circuitos de caudal constante para mantener la misma pérdida de carga de los dos lazos del circuito.

29.3.4.4. Deben ser automáticas cuando lo determine el proyecto.

29.3.4.5. Se debe poner especial atención a las válvulas instaladas próximas a los CST ya que deben soportar la temperatura máxima correspondiente.

### 29.3.5. VÁLVULAS DE VACIADO

29.3.5.1. Sólo aplica a Sistemas a Medida.

29.3.5.2. Se deben instalar válvulas de drenaje que permitan el vaciado total y parcial del SST con los mismos criterios que se parcializa o zonifica el SST según se establece el uso de las válvulas de corte.

29.3.5.3. Se deben conducir de forma visible hasta la red de drenaje de la edificación.

29.3.5.4. Las tuberías de drenaje deben disponer de pendientes mínimas necesarias para que no puedan retener líquido en todo su recorrido.

## 29.4. SISTEMA DE LLENADO

29.4.1. Los circuitos cerrados deben incorporar un sistema de llenado, sea manual o automático, que permita llenar el circuito y presurizarlo.

29.4.2. Los sistemas de llenado siempre deben disponer una válvula de corte que normalmente debe permanecer cerrada que, debe permitir verificar que no existen fugas en el circuito.

29.4.3. Cuando los circuitos cerrados requieran anticongelante se debe disponer de un sistema de llenado que permita: preparar la mezcla e introducirla en el circuito de forma manual o automática. Los sistemas de llenado podrán ser fijos, para instalaciones de gran tamaño, o móviles para los de pequeño tamaño. En estos casos, no se debe utilizar sistemas de llenado directo del agua de red.

#### **29.5. SISTEMA DE PURGA DE AIRE**

- 29.5.1. Se debe purgar el aire durante la puesta en marcha; se debe evitar la entrada de aire durante el funcionamiento, para ello, se debe mantener el circuito siempre presurizado y sin fugas para evitar la reposición de líquido.
- 29.5.2. Se debe facilitar la expulsión de aire, para ello, se debe reducir el número de sifones invertidos que exigen una circulación descendente del fluido, por tanto, el diseño debe considerar una velocidad del fluido suficiente para arrastrar el aire.
- 29.5.3. El diseño debe poner especial atención en la pendiente de los trazados horizontales de tuberías ya que deben tener una pendiente mínima del 1% para permitir la evacuación de aire.
- 29.5.4. Cuando se requiera, se debe instalar un sistema de purga de aire en el punto más desfavorable, botellín de desaire con una válvula de corte con el escape conducido, que debe servir como purgador manual. El indicado botellín debe estar constituido por accesorios y tubería configurados de forma que puedan retener y acumular aire.
- 29.5.5. Se deben evitar los purgadores automáticos, cuando se utilicen en los botellines de desaire se deben instalar con una válvula de esfera (manual) que debe permitir cortar su conexión con los circuitos para evitar fugas en caso de vaporización del fluido de trabajo.
- 29.5.6. Cuando se utilicen purgadores automáticos, estos deben resistir las presiones y temperaturas máximas alcanzables en el circuito correspondiente, siempre utilizando una válvula de esfera manual.
- 29.5.7. Los DA de tamaño superior a 1.000 litros deben disponer de un sistema de purga de aire manual en la zona más alta.

### **30. SISTEMAS DE MEDIDA**

#### **30.1. ASPECTOS GENERALES**

Para la configuración más compleja los tipos de sensores y su localización deben ser:

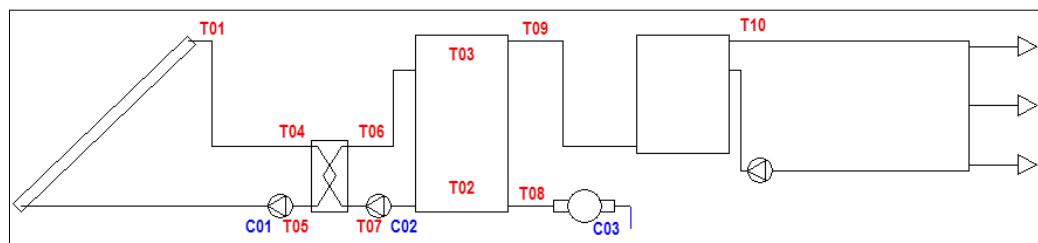


Figura: Diagrama con ubicación de sensores de temperatura

#### **30.1.1. Sensores de presión:**

- P01 presión del primario.
- P02 presión del secundario.

Para la medida de presión, se deben instalar manómetros o sensores de presión en el primario, en un lugar próximo al sistema de llenado del circuito primario o asociado al sistema de expansión y la válvula de seguridad y, en el secundario, en el sistema de acumulación.

#### 30.1.2. Sensores de temperatura:

- T01: Temperatura de salida de colectores.
- T02: Temperatura zona inferior de la acumulación solar.
- T03: Temperatura zona superior de la acumulación solar.
- T04: Temperatura de entrada primario intercambiador.
- T05: Temperatura de salida primario intercambiador.
- T06: Temperatura de salida secundario intercambiador.
- T07: Temperatura de entrada secundario intercambiador.
- T08: Temperatura agua de red.
- T09: Temperatura de aporte solar.
- T10: Temperatura de salida a consumo.

Para medida de temperaturas se deben instalar termómetros o sensores en:

- La salida y entrada del campo de CST. Si los circuitos no son muy largos, la medida de la entrada podrá ser la de salida del primario del intercambiador de calor.
- La parte inferior y superior de los DAs, para disponer de una medida de la estratificación de temperaturas y la carga real de energía del sistema. Cuando existan varios DAs, cada uno debe disponer de los mismos elementos de medida.
- Las entradas y salidas de todos los circuitos de los intercambiadores.
- La entrada de agua fría del circuito de consumo, en la salida de agua caliente del sistema de acumulación solar, en la salida de agua caliente del sistema de apoyo y en el circuito de retorno de recirculación.

#### 30.1.3. Otros sensores de temperatura:

- T11: Temperatura de retorno del sistema de recirculación. Cuando aplique.
- T12: Temperatura ambiente exterior. Referido a temperatura ambiente.

#### 30.1.4. Sensores de caudal y radiación:

- C01: Caudal de primario
- C02: Caudal de secundario
- C03: Caudal de consumo
- RAD: Radiación solar global externo al SST

Para la medida de caudal se debe instalar:

- Un caudalímetro, rotámetro o válvulas de equilibrado con medida de caudal para los circuitos primario y secundario.
- Un contador de agua en la entrada de agua fría para la medida del caudal de consumo.

- Cuando sean necesarios contadores de agua en el circuito de consumo, formarán parte de un contador de energía térmica que disponga de las dos sondas situadas en la entrada de agua fría y en la salida de agua caliente del sistema de acumulación. Alternativamente se podrán utilizar los sensores independientes indicados para medida de la energía térmica (C03, T08 y T09) si se dispone un módulo integrador en un sistema de monitorización.
- La medida de la radiación solar global se podrá realizar con piranómetros o con células fotovoltaicas calibradas.

#### 30.1.5. Otras medidas complementarias:

En algunas ocasiones se podrán utilizar medidas que sirvan para el control de funcionamiento y para los programas de mantenimiento, entre ellas:

- Medidas de temperaturas en todos los grupos del CST.
- Medida de presión diferencial entre la aspiración e impulsión de bombas o entre la entrada y salida de los circuitos del intercambiador

#### 30.1.6. Tipos de sensores:

Los sensores podrán ser electromecánicos, analógicos, digitales o combinaciones de ellos. A los efectos de los sistemas de medida que se deben instalar, se consideran cuatro configuraciones de instalaciones de las siguientes características:

	C1	C2	C3	C4
Bombas	Dobles	Simples o dobles		Simples
Intercambio	Externo (de placas)		Interno (incorporado)	
Área captación (m <sup>2</sup> )	A ≥ 200	200 > A ≥ 20		A < 20

30.1.7. Para cada configuración, se establece el equipamiento mínimo de sensores. Se deben instalar los siguientes sensores obligatorios, identificados con "x":

	C1	C2	C3	C4
P01	x	x	x	x
P02	x	(x)	(x)	
T01	x	x	x	x
T02	x	x	x	x
T03	x	x	x	x
T04	x	x	(x)	
T05	x	x	(x)	
T06	x	(x)		
T07	x	(x)		
T08	x	x	x	(x)

T09	x	x	x	(x)
T10	x	x	x	
T11	x			
T12	x			
C01	(x)	(x)	(x)	(x)
C02	(x)	(x)	-	-
C03	x	x	x	(x)
RAD	x	(x)	(x)	

NOTA: Incorporar sensores recomendables, identificados con "(x)", requiere un estudio de cada caso particular.

- 30.1.8. La medida de la radiación solar global RAD y la temperatura ambiente T12, deben estar integradas con un sistema de monitorización que, al menos, permita determinar valores de rendimiento globales del SST.

## 30.2. SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN

Los sistemas de monitorización deben permitir, visualizar todas las variables medidas, su uso para señales de alarma y control, así como su registro y evaluación para un adecuado seguimiento. Deben medir y registrar:

- Consumo de energía eléctrica.
- Consumo de energía en los sistemas de apoyo.
- Estado de posicionamiento de las válvulas de 3 vías.
- Estado de funcionamiento de las bombas.

En cada caso se deben definir las características de los sensores y las prestaciones técnicas que deben ofrecer los sistemas de adquisición, registro y transmisión de datos.

### 30.2.1. Medida de temperatura

30.2.1.1. Las temperaturas se deben medir mediante termopares, termómetros de resistencia o termistores o equivalente.

30.2.1.2. La diferencia de temperatura del fluido de trabajo se debe realizar mediante termopiles, termómetros de resistencia (conectados en dos brazos de un circuito en puente) o termopares emparejados, de forma que la señal de salida sea única en todos los casos.

30.2.1.3. Las sondas de temperatura deben ser, de inmersión y deben estar bañadas por el fluido cuya temperatura se pretende medir. En el caso de emplear sondas de contacto, éstas deben estar en contacto con el tubo mediante una pasta térmicamente conductora, fuertemente sujetas y perfectamente aisladas.

### 30.2.2. MEDIDA DE CAUDAL

30.2.2.1. Los caudales de líquidos se deben medir mediante turbinas, medidores de flujo magnético, medidores de flujo de desplazamiento positivo o procedimientos gravimétricos, la exactitud debe ser igual o superior a  $\pm 3\%$  en todos los casos.

30.2.2.2. Los contadores de caudal de agua deben estar constituidos por un cuerpo resistente a la acción del agua contenido la cámara de medida, un elemento con movimiento proporcional al caudal de agua que fluye y un mecanismo de relojería para transmitir este movimiento a las esferas de lectura por medio de un acoplamiento magnético. La esfera de lectura, herméticamente sellada, debe ser de alta resolución.

30.2.2.3. Se deben suministrar los siguientes datos los que deben ser facilitados por el fabricante:

- Calibre del contador.
- Temperatura y presión máxima de trabajo.
- Caudales (en servicio continuo, máximo, mínimo y de arranque)
- Indicación mínima de la esfera.
- Capacidad máxima de totalización.
- Dimensiones.
- Diámetro y tipo de las conexiones.
- Pérdida de carga en función del caudal.

### 30.2.3. MEDIDA DE ENERGÍA TÉRMICA.

30.2.3.1. Los contadores de energía térmica, al menos, deben estar constituidos por los siguientes elementos:

- Contador de agua (descrito anteriormente).
- Dos sondas de temperatura.
- Microporcesador electrónico, montado en la parte superior del contador o separado.

30.2.3.2. Deben cumplir las siguientes funciones:

- La posición del contador y de las sondas definen la energía térmica que se medirá.
- El microporcesador podrá estar alimentado por la red eléctrica o mediante pilas las que deben considerar una duración de servicio mínima de 3 años.
- El microporcesador debe multiplicar la diferencia de ambas temperaturas por el caudal instantáneo de agua y su peso específico. La integración en el tiempo de estas cantidades debe proporcionar la cantidad de energía.

## 31. AISLAMIENTO TÉRMICO

- Todas las tuberías, accesorios y componentes del SST que contengan fluidos a temperatura superior a  $40^{\circ}\text{C}$  se deben aislar para disminuir las pérdidas térmicas en la instalación.
- El aislamiento térmico debe ser continuo, sin cortes y no debe dejar zonas visibles de tuberías, accesorios, sólo pueden quedar al exterior los elementos que permitan asegurar el correcto funcionamiento y operación de los componentes.
- Todos los accesorios del circuito hidráulico, como válvulas, filtros, etc., deben quedar aislados con los mismos espesores de aislamiento que los de la tubería en que estén instalados.
- La instalación debe adoptar todas las precauciones necesarias que eviten los puentes térmicos en todos los elementos que soportan la tubería.

- No se deben aislar los vasos de expansión ni el ramal de conexión entre el vaso de expansión y la línea principal del circuito.
- Se deben aislarán todos los intercambiadores independientes salvo que existan especificaciones relacionadas a problemas de incrustaciones calcáreas o cuando el fabricante lo haya incorporado a un subsistema de la instalación.
- El material aislante situado a la intemperie se debe proteger adecuadamente frente a los agentes atmosféricos para evitar su deterioro. Se podrán utilizar cubiertas o revestimientos protegidos con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio, chapa de aluminio o de acero inoxidable. Al exterior queda prohibido utilizar forros de telas plásticas como protección del material aislante.
- El cálculo de los niveles de aislamiento térmico se debe realizar con el objetivo que las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superen el 5 % de la potencia que transporta.
- Para el cálculo del espesor de aislamiento se debe optar por el procedimiento simplificado, cumpliendo todos los requerimientos del apartado 31.1. con lo que no se debe justificar el cálculo de pérdidas térmicas, o por el procedimiento alternativo conforme al apartado 31.2 que requiere el cálculo de las pérdidas térmicas y el cumplimiento del Numeral 31.

### **31.1. PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO**

- 31.1.1. Como temperatura ambiente se debe tomar la temperatura media ambiente anual (o considerar una temperatura fija de 10 °C para la estimación del valor medio anual) en los tramos exteriores del circuito y 20 °C en los tramos interiores.
- 31.1.2. Se debe considerar como nula la velocidad del aire.
- 31.1.3. Los espesores mínimos de aislamiento térmicos, expresados en mm, en función del diámetro exterior D de la tubería sin aislar y para un material con conductividad térmica de referencia a 10°C de 0,040 W/(m·K) serán:
  - Para  $D < 35$  mm. el espesor mínimo será 12 mm al interior y 18 mm al exterior.
  - Para  $D \geq 35$  mm. el espesor mínimo será 18 mm al interior y 24 mm al exterior.
- 31.1.4. Los espesores mínimos de aislamiento de acumuladores, para un material con conductividad térmica de referencia a 10°C de 0,040 W/(m·K), no deben ser inferiores a 50 mm. En complemento, deben cumplir los requisitos de pérdidas térmicas de la norma UNIT 1195.
- 31.1.5. Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías que tengan un funcionamiento continuo, como redes de distribución y recirculación de ACS, deben ser los indicados en los dos puntos anteriores aumentados en 6 mm.
- 31.1.6. El espesor mínimo de aislamiento para tuberías de diámetro exterior menor o igual que 20 mm y de longitud menor que 5 m, contados desde la conexión a la red general de tuberías hasta la unidad terminal, y que estén empotradas en tabiques y suelos o instaladas en canaletas interiores, será de 6 mm, en cualquier caso, se debe evitar la formación de condensaciones.
- 31.1.7. Cuando se utilicen materiales de conductividad térmica distinta a  $\lambda_{ref} = 0,04$  W/(m·K) a 10°C, se considerará válida la determinación del espesor mínimo aplicando las siguientes ecuaciones:

$$d = d_{ref} \frac{\lambda}{\lambda_{ref}}$$

Para superficies planas

$$d = \frac{D}{2} \left[ EXP \left( \frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \cdot \ln \frac{D + 2 \cdot d_{ref}}{D} \right) - 1 \right]$$

Para superficies de sección circular

**Dónde:**

$\lambda_{ref}$ : conductividad térmica de referencia, igual a 0,04 W/(m·K) a 10°C  
 $\lambda$ : conductividad térmica del material empleado, en W/(m·K)  
 $d_{ref}$ : espesor mínimo de referencia, en mm  
 $d$ : espesor mínimo del material empleado, en mm  
 $D$ : diámetro interior del material aislante, coincidente con el diámetro exterior de la tubería, en mm  
 $\ln$ : logaritmo neperiano (base 2,7183...)  
 $EXP$ : significa el número neperiano elevado a la expresión entre paréntesis

### 31.2. PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO

- 31.2.1. El método de cálculo que se seleccione para justificar el cumplimiento de esta alternativa debe considerar los siguientes factores:
  - El diámetro exterior de la tubería.
  - La temperatura del fluido considerado.
  - Las condiciones del ambiente donde está instalada la tubería, como temperatura seca mínima y la velocidad media del aire.
  - La conductividad térmica del material aislante que se pretende emplear a la temperatura media de funcionamiento del fluido.
  - El coeficiente superficial exterior, convectivo y radiante, de transmisión de calor, considerando la emitancia del acabado y la velocidad media del aire.
  - La situación de las superficies, vertical u horizontal.
  - La resistencia térmica del material de la tubería.
- 31.2.2. El método de cálculo se podrá formalizar mediante un programa informático de uso generalizado, que cuente con respaldo de entidades de reconocido prestigio.
- 31.2.3. El estudio debe justificar documentalmente el espesor seleccionado del material aislante elegido, las pérdidas térmicas y la temperatura superficial para los distintos tramos de tuberías y las pérdidas totales del circuito.

## 32. SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL

- Por estrategia de control se entiende que el sistema debe maximizar la energía solar aportada, minimizar el consumo de energía de apoyo u otras opciones que intervienen en el SST y en el sistema de energía auxiliar.
- El sistema de control debe cumplir con la normativa eléctrica vigente en todos los puntos que sean de aplicación.
- El tiempo mínimo de fallos que especifique el fabricante del sistema de control no debe ser inferior a 7.000 horas.

- En el circuito primario el control de funcionamiento normal de las bombas debe ser de tipo diferencial, actuando en función del salto de temperatura entre la salida de la batería de colectores y el acumulador solar.
- En el circuito secundario el funcionamiento normal de las bombas debe ser simultáneo al del circuito primario; excepcionalmente, y aplicable cuando los circuitos primarios son de una gran longitud, se podrá utilizar un control de tipo diferencial en función del salto de temperaturas entre la entrada al intercambiador por el lado del circuito primario y el acumulador solar.
- El sensor de temperatura que detecta la temperatura de salida de los colectores se debe colocar en la parte interna y superior de estos en contacto con el absorbedor o utilizando una vaina de inmersión justo a la salida de la batería de colectores para detectar adecuadamente su temperatura.
- El sensor de temperatura del DA se debe ubicar en la parte inferior en una zona influenciada por la circulación del circuito de calentamiento, a una altura comprendida entre el 10% y el 30% de la altura total del DA.
- Cuando el control de funcionamiento de las bombas sea diferencial, la precisión del sistema de control y la regulación de los puntos de consigna debe asegurar que las bombas estarán paradas con diferencias de temperaturas menores de 2 °C y en marcha con diferencias superiores a 7 °C. Se debe realizar un estudio acabo para cada caso considerando la diferencia media logarítmica de las temperaturas de intercambio.
- La diferencia de temperaturas entre el punto de arranque y parada del control diferencial de temperaturas no debe ser inferior a 2 °C.
- El sistema de control debe incluir señalizaciones visibles de la alimentación del sistema y del funcionamiento de bombas.

### **32.1. FUNCIÓN PRINCIPAL DEL SISTEMA DE CONTROL**

- Para limitar la temperatura máxima del DA se debe utilizar un sensor de temperaturas, preferentemente situado en su parte alta que debe actuar anulando el aporte de energía al mismo. La actuación se podrá hacer:
  - En sistemas con intercambiador interno, parando la bomba del circuito primario o actuando sobre una válvula de 3 vías que interrumpa la circulación por el intercambiador.
  - En sistemas con intercambiador externo, parando la bomba del circuito secundario o interrumpiendo la circulación en el primario del intercambiador o por el DA con una válvula de 3 vías.
- El funcionamiento o no de la bomba de circulación del primario debe quedar condicionado por el interés de disponer de circulación para la evacuación de calor del circuito.
- Cuando se utilice un sensor de temperatura que no esté situado en la parte superior del DA se debe regular la entrada en operación con un margen adicional para tener en cuenta que la estratificación puede producir temperaturas más altas de las registradas por el sensor.

### **32.2. FUNCIONES DE PROTECCIÓN**

#### **32.2.1. FUNCIÓN LIMITACIÓN TEMPERATURA MÁXIMA DEL ACUMULADOR**

32.2.1.1. El sensor temperaturas ubicado en la parte alta del DA debe permitir la anulación de energía al mismo. Actuación que se podrá hacer:

- En sistemas con intercambiador interno, parando la bomba del circuito primario o actuando sobre una válvula de 3 vías que interrumpe la circulación por el intercambiador.
- En sistemas con intercambiador externo, parando la bomba del circuito secundario o interrumpiendo la circulación en el primario del intercambiador o por el DA con una válvula de 3 vías.

32.2.1.2. En los casos que el diseño considere utilizar un sensor de temperatura que no se ubique en la parte superior del DA se debe regular la actuación con un margen adicional para tener en cuenta que la estratificación puede producir temperaturas más altas de las registradas por el sensor.

32.2.1.3. Se debe tener en cuenta que la limitación de temperatura del DA siempre supone una reducción de las prestaciones del SST por lo que se debe procurar que la temperatura de consigna sea lo más elevada posible para que su actuación sea el menor posible.

### 32.2.2. FUNCIÓN TEMPERATURA MÁXIMA DEL CIRCUITO PRIMARIO

32.2.2.1. La limitación de temperatura del circuito primario debe tener por objetivo evacuar el calor que se genere en los colectores y para ello, con la señal del sensor de temperatura de colectores, se podrá actuar sobre una válvula de tres vías que hará circular el fluido por el dispositivo disipador que se debe poner en funcionamiento simultáneamente.

32.2.2.2. Es importante señalar que esta función será subordinada a la de protección del DA, por tanto, su entrada en operación nunca debe producir mayor calentamiento en el mismo.

### 32.2.3. FUNCIÓN TEMPERATURA MÍNIMA DE COLECTORES

32.2.3.1. Cuando la protección contra heladas se realice mediante circulación del circuito primario se debe utilizar la señal de un sensor de temperaturas situado en los colectores el que, debe actuar sobre la bomba del circuito primario para mantener la circulación en el mismo.

32.2.3.2. En un SST con intercambiador externo se recomienda conectar también la bomba del circuito secundario para garantizar que no existan problemas de congelamiento, sobre todo, cuando el circuito primario tenga poca inercia.

## TITULO VII; CÁLCULO DE PRESTACIONES ENERGÉTICAS

### 33. CONSIDERACIONES GENERALES PRESTACIONES ENERGÉTICAS

- 33.1. Realizar el cálculo de las prestaciones energéticas busca predecir y conocer el comportamiento térmico de un determinado SST que se ubica en un determinado lugar y requerimiento.
- 33.2. El SST, el lugar y su utilización deben quedar definidos, respectivamente, por un conjunto de parámetros funcionales, climáticos y de uso.
- 33.3. El método de cálculo que se desarrolla en el presente capítulo debe permitir verificar el cumplimiento de la exigencia básica de alcanzar, con energía solar térmica, un determinado nivel de contribución a la demanda de energía para calentamiento de agua.

### 34. CÁLCULO DE LA DEMANDA Y EL CONSUMO DE ENERGÍA TÉRMICA

#### 34.1. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA PARA AGUA CALIENTE

- 34.1.1. La demanda de energía térmica del ACS  $DE_{ACS}$  es la cantidad de energía requerida para aumentar la temperatura del caudal de agua consumida  $Q_{ACS}(T_U)$  desde la temperatura de entrada de agua fría  $T_{AF}$  hasta la temperatura de uso  $T_U$  en los puntos de consumo.
- 34.1.2. Las características del agua quedan representadas por su densidad  $\rho$  y por el calor específico  $C_p$  a presión constante. Se debe calcular utilizando la expresión:

$$DE_{ACS} = Q_{ACS}(T_U) * \rho * C_p * (T_U - T_{AF})$$

- 34.1.3. Con los valores medios diarios de los datos de partida, en base mensual, se obtendrá la demanda media diaria de agua caliente a la temperatura de referencia de cada uno de los meses del año y a partir de esos valores, la demanda de energía anual.

#### 34.2. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS TÉRMICAS ASOCIADAS A LA DEMANDA

- 34.2.1. Se deben considerar todas las pérdidas térmicas necesarias para abastecer la demanda tanto en los circuitos de alimentación, distribución y recirculación como del sistema de preparación de agua caliente.

34.2.2. Las pérdidas térmicas asociadas a los circuitos de la demanda son:

- De la red de alimentación, corresponden a las pérdidas de agua y energía de la red de distribución del centro de consumo (interior de la vivienda o de la edificación de consumo).
- De la red de distribución, corresponden a las pérdidas por disponibilidad de circuitos de impulsión y de recirculación, comprende las pérdidas de ambos circuitos.

- 34.2.3. Las pérdidas del preparador de ACS del sistema de apoyo que mayoritariamente se producen en el sistema de acumulación.

34.2.4. Las pérdidas térmicas asociadas a la demanda serán:

$$PT_{DEM} = PT_{ALI} + PT_{DIS} + PT_{REC} + PT_{ACU}$$

Donde  $PT$ , son las pérdidas térmicas

$DEM$ : Demanda

ALI: Alimentación  
DIS: Distribución  
REC: Recirculación  
ACU: Acumulación

- 34.2.5. La determinación de las Pérdidas Térmicas (PT) se podrá realizar directamente de los cálculos de los métodos de simulación o estimados con otros métodos simplificados con los criterios establecidos en el Título VI.

### 34.3. CÁLCULO DEL CONSUMO DE ENERGÍA TÉRMICA

- 34.3.1. El consumo de energía térmica se debe determinar mediante la suma de la demanda de energía y las pérdidas térmicas asociadas a la demanda, según la siguiente fórmula:

$$CE_{ACS} = DE_{ACS} + PT_{DEM} = DE_{ACS} + PT_{ALI} + PT_{DIS} + PT_{REC} + PT_{ACU}$$

- 34.3.2. El consumo de energía térmica CEACS se debe resolver bajo la siguiente ecuación que, representa el aporte de energía solar térmica (AS) y el consumo de energía térmica del sistema auxiliar (CEAUX).

$$CE_{ACS} = DE_{ACS} + PT_{DEM} = AS + CE_{AUX}$$

- 34.3.3. La fracción solar representa la parte de la demanda de energía que no es suministrada por el consumo de energía auxiliar (CEAUX). Se debe expresar en porcentaje, mediante la siguiente fórmula:

$$f = 1 - [CE_{AUX} / DE_{ACS}] = AS / DE_{ACS}$$

- 34.3.4. El rendimiento medio  $\eta_{med}$  del SST se obtiene como la razón entre la energía solar térmica aportada y la radiación global incidente sobre el sistema en un determinado periodo de tiempo:

$$\eta_{med} = AS / RAD$$

- 34.3.5. Se debe evaluar la importancia de las Pérdidas Térmicas (PT), la energía solar aportada y la fracción solar para distintas condiciones de demanda por lo que, se debe realizar la evaluación del consumo de energía para demandas de agua caliente de  $\pm 50\%$  del valor de diseño.

## 35. PARÁMETROS DE CONSUMO

### 35.1. TEMPERATURA DEL AGUA CALIENTE

- 35.1.1. Se debe considerar la temperatura de 45 °C como referencial que define el criterio que, el caudal de consumo sin temperatura especificada corresponde al de 45 °C. En el resto de los casos, se referencia como QACS(45) = QACS.

- 35.1.2. Cuando el consumo se asocia a cualquier otro valor de temperatura T, los valores del consumo QACS(T) se deben determinar de acuerdo con la siguiente expresión:

$$QACS(T) = QACS(45) * (45 - TAF) / (T - TAF)$$

- 35.1.3. El consumo de agua caliente se puede expresar asociado con la temperatura de uso (TU) o con cualquier otro valor como la temperatura de distribución (TD) o la temperatura de preparación (TP).
- 35.1.4. El consumo asociado a la temperatura de preparación ( $T_p$ ), salvo en configuraciones especiales (cuando los sistemas de energía auxiliar están conectados en paralelo al SST) es el que circula por la instalación solar de precalentamiento.
- 35.1.5. La mezcla del caudal de preparación con agua fría, tanto a la salida del Sistema de Apoyo como en el punto de consumo, proporciona el caudal de distribución y el caudal de uso a las correspondientes temperaturas. El caudal de preparación nunca debe ser mayor que el de distribución ni éste nunca mayor que el de uso.
- 35.1.6. La elección de las temperaturas de agua caliente se debe seleccionar considerando:
- La legislación vigente.
  - Temperatura mínima de preparación será de 45 °C.
  - Las pérdidas térmicas hasta el punto de consumo producirán una caída de temperatura que debe ser inferior a 3 °C.
  - La temperatura máxima de uso debe ser inferior a 50 - 60 °C.
  - Aumentar la temperatura de distribución y de preparación aumentan las pérdidas térmicas.
  - A mayor temperatura de preparación, menor es el caudal de preparación del SST, por tanto, disminuye su rendimiento.

### **35.2. CONSUMO DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)**

- 35.2.1. La estimación del consumo de agua caliente se debe realizar utilizando valores medios diarios de referencia que atienden al tipo de edificación: viviendas, hospitales, residencias, etc.
- 35.2.2. La tabla siguiente entrega valores que corresponden a los consumos unitarios de ACS a una temperatura de referencia de 45 °C por tipo de edificación definidos en la norma UNE 94002:

Tabla N° 1: Consumos unitarios de ACS

CASO	CONSUMO UNITARIO (LITROS/PERS.DIA)	N° PERSONA POR PLAZA (P)
HOSPITALES Y CLÍNICAS	80	1
CENTROS DE SALUD	60	1
HOTEL (5 ESTARELLAS)	100	1
HOTEL (4 ESTRELLAS)	80	1
HOTEL (3 ESTRELLAS)	60	1
HOTEL/HOSTAL/APARTHOTEL	50	1
HOSTAL/PENSIÓN/APARTHOTEL	40	1
CAMPING/CAMPAMENTOS	30	1
RESIDENCIA (ANCIANOS, ESTUDIANTES, ETC.)	60	1
CENTRO PENITENCIARIO	40	1
ALBERGUE	35	1
VESTUARIOS/DUCHAS COLECTIVAS	30	3
ESCUELA SIN DUCHAS	6	0.5

<u>ESCUELA CON DUCHAS</u>	<u>30</u>	<u>0.2</u>
<u>CUARTELES</u>	<u>40</u>	<u>1</u>
<u>FÁBRICAS Y TALLERES</u>	<u>30</u>	<u>1</u>
<u>OFICINAS</u>	<u>3</u>	<u>0.5</u>
<u>GIMNASIOS</u>	<u>30</u>	<u>1</u>
<u>RESTAURANTES</u>	<u>12</u>	<u>2</u>
<u>CAFETERÍAS</u>	<u>2</u>	<u>3</u>

- 35.2.3. Los indicados consumos unitarios se refieren al número de personas que diariamente utilizan el servicio de ACS.
- 35.2.4. El número de personas totales que pueden utilizar las instalaciones de ACS de una edificación se debe obtener según las indicaciones del correspondiente programa funcional que debe establecer los datos básicos de diseño, ocupación y uso que, debe hacer referencia al número de personas utilizadas para proyectar la edificación.

#### 35.2.5. VIVIENDAS UNIFAMILIARES

- 35.2.5.1. Para dimensionar el SST, se debe estimar la demanda diaria de ACS a una temperatura de referencia de 45 °C y se considerará un consumo diario de ACS por persona igual a 40 litros al día. Se dimensionará el número de personas conforme al número de dormitorios, según:

Nº de dormitorios	1	2	3	4	5	>5
Nº de personas	1,5	3	4	6	7	Nº de dormitorios

- 35.2.5.2. El número de dormitorios de la vivienda debe ser el indicado en los planos constituyentes del expediente del Permiso de Edificación para viviendas nuevas y de la Recepción Definitiva para viviendas existentes.

- 35.2.5.3. La demanda de ACS de la vivienda, expresada en [L/día], será igual a:  $D_{SST} = 40 * N^o$  personas

#### 35.2.6. EDIFICIOS RESIDENCIALES DE VIVIENDAS

- 35.2.6.1. En viviendas el consumo total diario medio de ACS será el resultado de multiplicar el consumo unitario de la tabla anterior por el número de personas totales que ocupan la vivienda. En caso de que el programa funcional no lo concretase, como mínimo se deben considerar 1,5 personas por cada dormitorio que se indique en el proyecto de la vivienda.

- 35.2.6.2. En edificios de viviendas con SST centralizados, el cálculo del consumo total de ACS debe considerar un factor de centralización (FC) que depende del número de viviendas (N) alimentados por el mismo SST.

- 35.2.6.3. El consumo total diario medio de ACS de la edificación, calculado según el procedimiento anterior, se debe multiplicar por el factor de centralización FC según los valores de la siguiente tabla en función del número de viviendas (N):

N	$N \leq 3$	$4 \leq N \leq 10$	$11 \leq N \leq 20$	$21 \leq N \leq 50$	$51 \leq N \leq 75$	$76 \leq N \leq 100$	$N \geq 101$
FC	1	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70

35.2.6.4.Para una misma edificación, por tanto, el consumo de diseño será distinto si el SST es individual, que si es centralizado por portales o si es centralizado para todo el conjunto.

35.2.6.5.Dentro del apartado viviendas se incluyen los departamentos de uso privado, pero no los departamentos en régimen de hotel que se equiparan a establecimientos hoteleros.

35.2.6.6.Sólo se considerarán apartamentos turísticos, y podrán tener ocupación distinta e inferior al 100%, los definidos y recogidos como tales en la reglamentación turística.

#### 35.2.7. EDIFICIOS NO RESIDENCIALES

35.2.7.1.En los demás casos, el consumo total diario medio de agua caliente sanitaria se debe obtener a partir del consumo unitario, del número máximo de personas y los porcentajes de ocupación indicados en el programa funcional que, podrá variar mes a mes, multiplicando el consumo unitario por el número de unidades de consumo.

35.2.7.2.Si el programa funcional no establece el número de personas máximo a considerar, se debe adoptar el criterio de número de camas, plazas, puestos, etc. recogido en la tabla.

35.2.7.3.Los consumos unitarios referidos incluyen todos los usos que se prestan desde un mismo SST centralizado siempre que haya un consumo principal y otros secundarios y, la suma de éstos debe ser inferior al 20% del consumo principal.

35.2.7.4.Cuando la suma de los consumos secundarios es superior al 20 % del principal, se debe considerar como consumo total la suma de los consumos de los servicios que se presten.

35.2.7.5.Par los servicios de restaurante y cafetería se debe entender exclusivamente aplicable al uso de cocina y servicios auxiliares.

35.2.7.6.Cuando no esté definido el número de personas que se deban considerar para estimar el consumo, se debe justificar el criterio empleado que, se debe referir al uso de la infraestructura proyectada y no a la infraestructura en sí.

#### 35.2.8. EDIFICIOS EXISTENTES

35.2.8.1.En el caso de edificios e instalaciones existentes, el proceso debe ser el mismo referido anteriormente, pero los valores obtenidos se deben contrastar con otros datos que deben ser conocidos:

- El consumo de agua caliente: si este dato es conocido, y no se prevé que haya modificaciones de uso, se debe utilizar el valor medio anual para el cálculo.
- El consumo de agua fría: si se conoce este dato, el consumo de agua caliente debe ser un porcentaje (del orden del 30% para viviendas).
- el gasto de energía para agua caliente: si se conoce este dato, se debe contrastar con el gasto que resulta de la estimación de consumo multiplicando la demanda de energía por el costo de la energía térmica producida por el sistema convencional que tenga en cuenta el rendimiento medio estacional del SST.
- El tamaño de la instalación convencional existente: normalmente el consumo debe estar comprendido entre 1 y 3 veces la capacidad de acumulación.

35.2.8.2.La disponibilidad de otros datos debe permitir utilizarlos para el cálculo alternativo de prestaciones, pero no para el cumplimiento de la exigencia básica de dimensionado.

## **36. PARÁMETROS CLIMÁTICOS**

El método de cálculo debe ser operativo para cualquier zona climática y se debe poder aplicar a todas las comunas de Chile por lo que, al menos, debe considerar utilizar los siguientes datos:

- Las condiciones climáticas de la localización de cada SST definidas al menos por la radiación solar global sobre la superficie inclinada de colector(es) y la temperatura ambiente.
- La temperatura de agua fría, así como el consumo medio diario de agua caliente a una temperatura de referencia de agua caliente para los diferentes meses del año.

### **36.1. BASE DE DATOS CLIMÁTICOS**

- 36.1.1. Se deben utilizar los datos del Explorador Solar del Ministerio de Energía, disponibles en el siguiente enlace: <https://solar.minenergia.cl/inicio> o en el que lo reemplace.
- 36.1.2. Se podrán utilizar los datos disponibles en la Norma Técnica 502 que determina algoritmo para la verificación de la contribución solar mínima de los Sistemas Solares Térmicos acogidos a la franquicia tributaria de la Ley Nº 20.365 los que, fueron utilizados y aplicados en el algoritmo de la contribución solar existente.

A partir de la selección de la comuna se obtiene toda la información climática a utilizar en el cálculo, la zona climática y las restricciones de uso del tipo de sistemas y especificaciones técnicas de componentes.

### **36.2. CÁLCULO Y PÉRDIDAS DE LA RADIACIÓN GLOBAL INCIDENTE**

- 36.2.1. La radiación global para cualquier inclinación y orientación se determina considerando los datos de radiación disponibles con lo que, se evita el factor de corrección por orientación ya que, dicho procedimiento aplicaba el mismo factor reductor de la radiación para todos los meses del año.
- 36.2.2. Respecto a las pérdidas de prestaciones por sombras, también incluido como factor de corrección en el algoritmo de verificación, el diseño debe realizar las siguientes consideraciones:
  - Los problemas de sombras deben ser estudiados en diversos puntos del sistema de captación para posteriormente integrar los efectos que produce en las diferentes partes de este; no es válido un único punto del área captadora o campo de CST.
  - Las sombras se pueden generar por obstáculos cercano y/o lejano con impactos en las diversas partes del sistema de captación y en el rendimiento del SST.
  - La determinación de los efectos de sombras se debe analizar con foco en las prestaciones globales del SST.
  - Dada la casuística del efecto por sombras en verano y en invierno. No se debe aplicar el mismo factor de reducción de la radiación incidente de todos los meses del año.

### **36.3. CORRECCIÓN DE LAS TEMPERATURAS CON LA ALTITUD**

- 36.3.1. Para lograr incorporar en el cálculo del algoritmo de verificación la corrección de las temperaturas ambiente y de agua fría en función de la altitud. Se incorporó el procedimiento de la norma UNE 94002 que, estable que para localidades distintas a las de referencia se podrá obtener la temperatura del agua fría de red (TAF) mediante la siguiente expresión:

$$TAF = TAL - B \cdot Dh$$

**Donde:**

- TAL: Temperatura media mensual de agua fría de la localidad de referencia.
- B: Coeficiente de valor 0,0033 para los meses de octubre a marzo y 0,0066 para los meses de abril a septiembre.
- Dh: Diferencia entre la altitud de la localización del SST y la de la localidad de referencia.

36.3.2. A los efectos de su implantación, se dispone de los datos de la relación de comunas y las localidades representativas con los datos correspondientes a la latitud y altitud que se debe incorporar a la base de datos climáticos.

### 37. MÉTODO DE CÁLCULO

Las prestaciones del SST se deben calcular mediante el Algoritmo simplificado de cálculo f-Chart, disponible en el Explorador Solar del Ministerio de Energía, disponibles en el siguiente enlace: <https://solar.minenergia.cl/inicio> o en el que lo reemplace.

### 38. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA

Los SST deben aportar una contribución solar igual o mayor a la correspondiente a cada zona climática, definida según su radiación solar, conforme se indica en la siguiente tabla:

Zona Climática	Radiación Solar Global Media Anual (H)	Contribución Solar SST
	[kWh/m <sup>2</sup> año]	[%]
A	1948≤H	64
B	1701≤H<1948	56
C	1454≤H<1701	48
D	1208≤H<1454	41
E	961≤H<1208	33
F	961<H	26

La definición de la zona climática según la comuna de emplazamiento del SST queda definida en “Anexo I – Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática”, de la Norma Técnica (NT) aprobada mediante RES EX N° 502, del Ministerio de Energía, del año 2010.

### 39. ALGORITMO DE CÁLCULO

#### 39.1. CONFIGURACIONES DE SISTEMAS

Se definen seis (6) configuraciones básicas, descritas a continuación:

- Sistemas prefabricados que dispone de un único sistema de energía auxiliar. Incluye tanto los equipos convencionales como los equipos con colectores de tubo de vacío con heat-pipe.
- Sistemas a medida con intercambiador interno (II) o externo (IE) que pueden disponer de un sistema de energía auxiliar centralizado (AC) o varios distribuidos (AD), conectados en serie con el SST.
- Se incluye como variante los sistemas de acumulación distribuida como variante del sistema a medida con sistema de energía auxiliar distribuido.

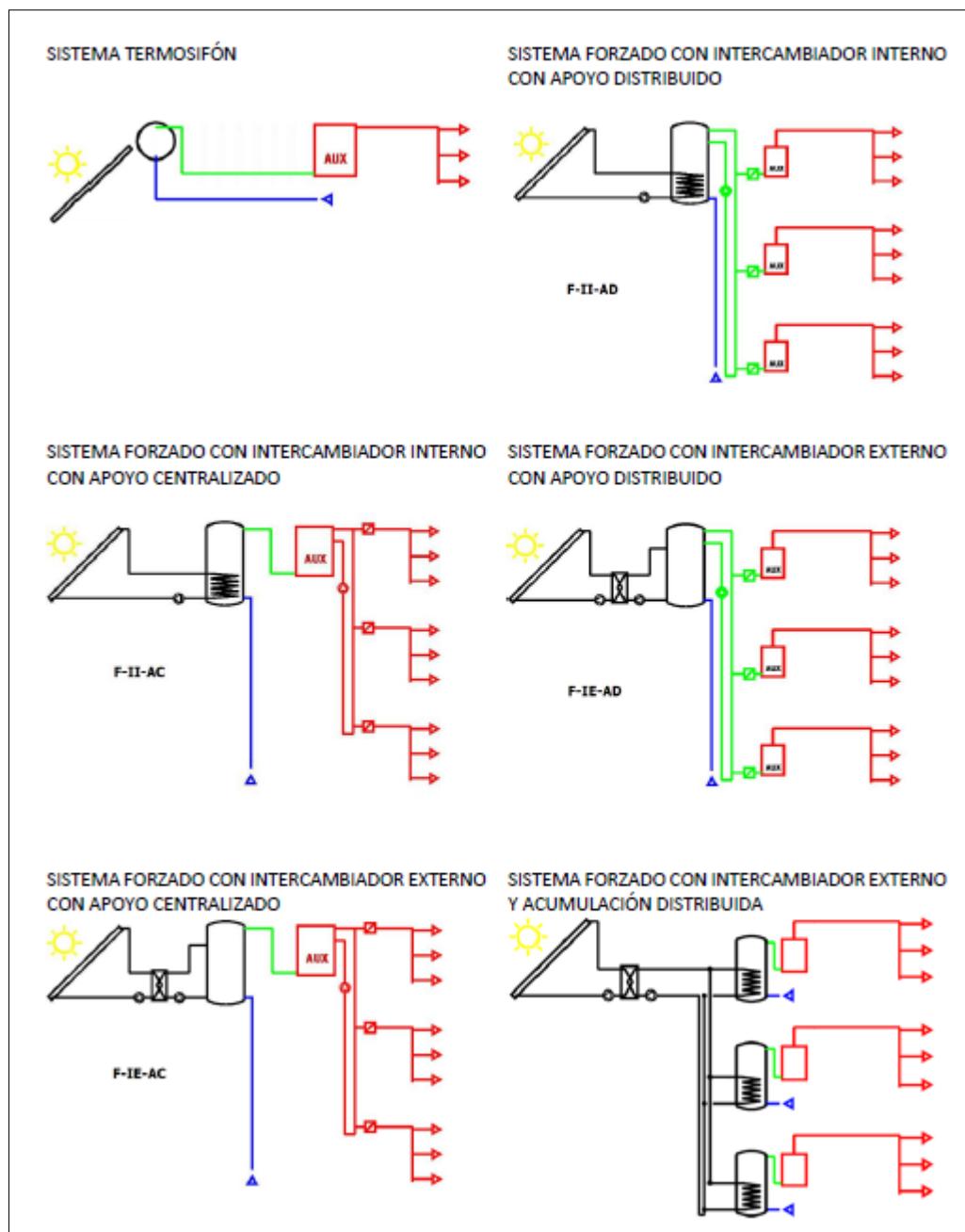


Figura: Diagrama de configuraciones de sistemas

## **39.2. PARÁMETROS DEL ENSAYO DEL COLECTOR SOLAR**

- Marca y modelo del colector y documento de autorización SEC, según el numeral 9.1 del Título III.
- Temperatura de referencia del ensayo (que puede ser la temperatura media  $T_{fm}$  o de entrada  $T_{fe}$ ) dado que no está normalizado el uso de una de ellas y se deben homogeneizar los cálculos en cualquiera de los dos casos.
- Tipo de colector solar: plano o heat-pipe (dado que afecta al modelo de cálculo del sistema prefabricado)
- Superficie unitaria del colector [ $m^2$ ]
- Factor óptico  $a_0$ .
- Factor pérdidas lineal  $a_1$  [ $W/m^2 \cdot K$ ]
- Factor pérdidas cuadrático  $a_2$  [ $W/m^2 \cdot K^2$ ]
- Caudal de ensayo [ $kg/s \cdot m^2$ ]
- Modificador ángulo de incidencia  $k_{50}$

## **39.3. PARÁMETROS DE DISEÑO DE UN SISTEMA FORZADO**

### **39.3.1. CAMPO DE COLECTORES**

- Número total de colectores
- Superficie total de captación [ $m^2$ ]
- Conexiones en serie ( $P=1, S=2,3\dots$ )

### **39.3.2. CIRCUITOS PRIMARIO**

- Proporción anticongelante (%)
- Caudal de ensayo por colector [ $l/h \cdot col$ ]
- Caudal primario por colector [ $l/h$ ]
- Caudal circuito primario total [ $l/h$ ]
- Densidad del fluido [ $kg/l$ ]
- Calor específico primario [ $J/kg \cdot K$ ]
- Capacidad calorífica primario [ $W/K$ ]

### **39.3.3. CIRCUITOS SECUNDARIO**

- Densidad del fluido [ $kg/l$ ]
- Calor específico secundario [ $J/kg \cdot K$ ]
- Caudal secundario para igual capacidad calorífica [ $l/h$ ]
- Caudal circuito secundario total [ $l/h$ ]
- Capacidad calorífica secundario [ $W/K$ ]
- Características hidráulicas y térmicas del circuito

### **39.3.4. SISTEMA DE ACUMULACIÓN**

- Número de acumuladores (u)
- Volumen unitario [ $l$ ]

- Número total de acumuladores (u)
- Volumen total de acumulación [l]
- Rel. Acumulación/Superficie [litros/m<sup>2</sup>]
- Selección del sistema de acumulación distribuida

### 39.3.5. PARÁMETROS DE DISEÑO DE UN SISTEMA PREFABRICADO

Además de los parámetros del ensayo del colector, las características de la instalación quedan definidas por:

- Número de colectores por equipo
- Volumen del depósito (litros)
- Proporción anticongelante (%)
- Número total de equipos termosifón
- Superficie total de captación [m<sup>2</sup>]
- Volumen total de la instalación (litros)

### 39.3.6. SISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR Y CÁLCULO DE EMISIONES EVITADAS

39.3.6.1. Datos aplican tanto para sistemas a medida como para sistemas prefabricados seleccionado el tipo de sistema y la energía final:

- Tipo de sistema
- Energía final
- Temperatura de preparación [°C]
- Rendimiento medio anual (%)
- Emisiones de CO<sub>2</sub>

39.3.6.2. Para realizar los cálculos serán utilizados los datos de rendimiento estacional y de factores de emisión proporcionados por el Ministerio de Energía.

### 39.3.7. PÉRDIDAS TÉRMICAS EN CIRCUITOS

39.3.7.1. Se incluirá en el nuevo algoritmo de cálculo una completa definición de los diferentes circuitos que se pueden encontrar en el SST: primario, secundario y distribución (que incluye la recirculación). Para cada uno, se pueden definir las longitudes de diferentes diámetros con diferentes tipos y espesores de aislación distinguiendo las tuberías de impulsión y retorno, así como los trazados por el exterior y el interior de la edificación. Los datos de este sistema son:

- Diámetro de tubería [mm]
- Longitud total de tubería primaria [m] (\*)
- Entrada de datos por los recorridos de impulsión y de retorno, así como por los trazados de tuberías por el exterior y el interior.
- Espesor de aislación [mm], selección diferenciada entre exterior e interior
- Tipo de aislación, selección diferenciada entre exterior e interior

39.3.7.2. Adicionalmente, y en el caso del circuito de distribución de las configuraciones con energía auxiliar centralizada, se requiere definir la temperatura de impulsión para el cálculo de las pérdidas de dicho circuito.

39.3.7.3. En el caso del circuito de distribución de las configuraciones con energía auxiliar distribuida, las pérdidas térmicas se calculan en base a una temperatura de impulsión media mensual proporcionales a la fracción solar del mes y se aplican en reducir las prestaciones directamente calculadas con el Algoritmo de Cálculo. En el caso de los circuitos primario y secundario las pérdidas térmicas se introducen en la metodología del Algoritmo f-Chart modificando los factores del colector que se utilizan para determinar los valores de X e Y que intervienen en la función f.

## **TITULO VIII; MONTAJE, PRUEBAS, PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN**

### **40. CONDICIONES DE MONTAJE**

- Un SST se debe ejecutar en base a un proyecto detallado y todas las condiciones de montaje y ejecución.
- Los requisitos de montaje deben quedar expresamente indicados en el proyecto, haciendo referencias a estas especificaciones, al Pliego Técnico, a Normas u otros documentos.

#### **40.1. REQUISITOS GENERALES DE MONTAJE, PRUEBAS, PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN**

- 40.1.1. La recepción de materiales y componentes debe comprobar que cumple con las especificaciones de cada proyecto, sus características aparentes y se deben registrar los datos de funcionamiento para ser comparados con los de proyecto SST.
- 40.1.2. Todos los materiales y componentes que formen parte del proyecto deben ser nuevos, no deben tener desperfectos atribuibles a la manipulación o transporte. Será responsabilidad del instalador proteger y vigilar los materiales durante el transporte, bodegaje y montaje. En especial, para casos donde se comprometan materiales delicados y frágiles.
- 40.1.3. Durante el montaje deben considerar las especificaciones e instrucciones de los fabricantes de cada componente.
- 40.1.4. La instalación se debe realizar en base al proyecto declarado, para sistemas prefabricados en base al Manual de Instalación, diagrama hidráulico, esquemas, planos, la lista de todos los componentes y especificaciones de montaje adicionales del presente Instructivo y sus Pliegos Técnicos.
- 40.1.5. La instalación se debe ejecutar en su totalidad utilizando materiales y procedimientos de ejecución que garanticen las exigencias del mandante, durabilidad, salubridad, seguridad y mantención. Las aberturas y manipulación de todos los componentes, aparatos y equipos se deben proteger para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades.
- 40.1.6. La instalación de todos los componentes, equipos, válvulas, accesorios, etc. se debe realizar de forma tal que sea posible el posterior acceso a los efectos de su mantenimiento, cambios, reparación o desmontaje.
- 40.1.7. Una vez instalado el SST, las placas de características de los principales equipos deben ser visibles al momento de recepción, ante la visita del fiscalizador, operadores y personal de mantenimiento.
- 40.1.8. Es total responsabilidad del instalador comprobar que la calidad de los materiales empleados cumpla las especificaciones del proyecto.
- 40.1.9. Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante serán recubiertos con el tratamiento antioxidante que se defina.

#### **40.2. MONTAJE DE SUBSISTEMAS**

##### **40.2.1. MONTAJE DE LA ESTRUCTURA SOPORTE**

40.2.1.1. El sistema de sujeción del sistema prefabricado o de CST a la estructura, además de resistir las cargas del viento previstas, debe permitir, si fuera necesario, el movimiento, tal como temblor o movimientos producto de fuerzas de la naturaleza, del colector de forma que no se transmitan esfuerzos de dilatación.

40.2.1.2. En caso de utilizar zunchos o dados de hormigón (pollos) o bancadas de fábrica de ladrillo como elementos de apoyo y soporte sobre la superficie de cubierta, se debe evitar el estancamiento de agua haciendo las previsiones correspondientes para paso y evacuación del agua.

40.2.1.3. En edificaciones existentes se debe evitar la rotura de la impermeabilización y se debe proteger su deterioro durante el montaje. Cuando sea necesario intervenir, se deben extremar las precauciones para asegurar y verificar la estanqueidad final.

#### 40.2.2. SISTEMA DE CAPTACIÓN

40.2.2.1. Entre los mecanismos para mover los CST se debe considerar el uso de grúas, para ello, se debe asegurar que los accesos a las diferentes zonas de destino sean adecuados. Además de verificar la distribución de los pesos en la cubierta.

40.2.2.2. En todo momento se deben tener en cuenta las recomendaciones de los fabricantes en relación con los períodos prolongados expuestos al sol y la forma de mantener las conexiones para que no entre suciedad en los circuitos.

40.2.2.3. La conexión entre CST se podrá realizar con accesorios metálicos, manguitos o tuberías flexibles las que deben ser suministradas o admitidas expresamente por el fabricante.

40.2.2.4. Las tuberías flexibles se deben conectar a los CST preferentemente mediante, accesorios para mangueras flexibles.

40.2.2.5. El montaje de las tuberías flexibles debe evitar que la tubería quede retorcida y que se produzcan radios de curvatura superiores a los especificados por el fabricante.

40.2.2.6. El desmontaje debe ser posible considerando las actuaciones mínimas sobre los demás componentes y equipos.

#### 40.2.3. MONTAJE DE INTERCAMBIADORES Y ACUMULADORES

Los DA y los intercambiadores se deben montar de acuerdo con las especificaciones de cada proyecto, siguiendo las instrucciones del fabricante.

#### 40.2.4. MONTAJE DE BOMBAS DE CIRCULACIÓN

40.2.4.1. El diámetro de las tuberías de acoplamiento nunca debe ser inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

40.2.4.2. Las tuberías conectadas a las bombas en línea se deben soportar en las inmediaciones de las bombas para que no provoquen esfuerzos recíprocos.

40.2.4.3. La conexión de las tuberías a las bombas no debe provocar esfuerzos recíprocos, para potencia de accionamiento superior a 700 W, se deben utilizar manguitos anti-vibratorios.

#### 40.2.5. MONTAJE DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS

40.2.5.1. Las tuberías se deben instalar lo más próximo posible a paramentos, dejando espacio suficiente para manipular el aislamiento, los accesorios y actividades de mantenimiento. Salvo excepciones debidamente justificadas, la distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales debe ser de 5 cm.

40.2.5.2. Las tuberías deben discurrir siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente.

40.2.5.3. Las tuberías nunca se deben instalar encima de equipos eléctricos o motores.

40.2.5.4. La distancia en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento, y la del cable o tubo protector no deben ser inferiores a la siguiente:

- 15 cm. para cables bajo tubo con tensión inferior a 1.000 V.
- 30 cm. para cables sin protección con tensión inferior a 1.000 V.

- 50 cm. para cables con tensión superior a 1.000 V.

- 40.2.5.5. Queda prohibido instalar tuberías en ductos (shafts) y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación y chimeneas en uso.
- 40.2.5.6. Las conexiones de tuberías a los componentes no deben transmitir esfuerzos mecánicos.
- 40.2.5.7. Las conexiones de componentes al circuito deben ser fácilmente desmontables. Se deben ocupar bridás o racores (fitting metálicos) para facilitar su sustitución o reparación.
- 40.2.5.8. Los cambios de sección en tuberías horizontales deben evitar la formación de bolsas de aire. Se debe considerar emplear manguitos de reducción excéntricos o enrasado de las generatrices superiores para uniones soldadas.
- 40.2.5.9. Se debe evitar la formación de bolsas de aire, para ello, las tuberías de tramos horizontales siempre se deben montar con una pendiente ascendente en el sentido de evacuación del aire.
- 40.2.5.10. Se deben facilitar las dilataciones de tuberías utilizando los cambios de dirección o dilatadores axiales.
- 40.2.5.11. Las uniones de tuberías de acero podrán ser de dos tipos: por soldadura o roscadas. Las uniones con valvulería y equipos podrán ser roscadas hasta 2", para diámetros superiores, se debe utilizar bridás.
- 40.2.5.12. Las uniones entre tubos de acero y cobre en circuitos de consumo se deben ejecutar mediante juntas dieléctricas y se debe verificar que el sentido de flujo del agua debe ser siempre del acero al cobre.
- 40.2.5.13. Durante el montaje de las tuberías se deben evitar las rebabas y escorias de los cortes para su unión.
- 40.2.5.14. En las ramificaciones soldadas el final del tubo ramificado no se debe proyectar en el interior del tubo principal.
- 40.2.5.15. Se debe evitar la corrosión del exterior de las tuberías de acero. Se deben proteger mediante limpieza de la superficie, imprimación anticorrosiva y pintura de acabado.

#### 40.2.6. VACIADOS Y DESAGÜES

- 40.2.6.1. Se debe considerar el vaciado parcial del SST en todas las zonas del circuito que se puedan independizar.
- 40.2.6.2. El vaciado total se debe realizar desde el punto más bajo con un diámetro adecuado al tiempo de vaciado previsto y al tamaño de la red de desagüe.
- 40.2.6.3. Las conexiones de las válvulas de vaciado a las redes de desagües se pueden realizar de cobre o en material plástico apto y seguro para esta aplicación.
- 40.2.6.4. Las conexiones entre los puntos de vaciado y desagües se deben realizar de forma que el paso del agua quede perfectamente visible.
- 40.2.6.5. Los botellines de purga deben (siempre) ser accesibles y se debe priorizar la conducción a un lugar visible. Se deben adoptar todas las precauciones necesarias para que, con su actuación, el fluido no alcance a la persona que lo acciona.
- 40.2.6.6. Los conductos de vaciado de la batería de CST se deben instalar de forma tal que se evite el congelamiento del fluido de trabajo.
- 40.2.6.7. La tubería de conexión entre los CST y la válvula de seguridad debe tener la menor longitud posible y no debe albergar conexiones intermedias.
- 40.2.6.8. Se deben utilizar válvulas de seguridad o llaves que no se obstruyan con la suciedad.

#### 40.3. VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

- 40.3.1. Durante la ejecución de obra, todos los tramos de tubería, uniones o elementos que vayan a quedar ocultos, deben ser expuestos para su control y, su montaje debe quedar expresamente aprobado antes de quedar ocultos incluso realizadas las pruebas que se determinen.
- 40.3.2. Se deben verificar los soportes de tubería utilizados, los diámetros, trazados y pendientes de tuberías, la continuidad de los aislamientos, etc.
- 40.3.3. Instalado el SST, el instalador responsable debe ejecutar una inspección que, debe documentar, puede considerar dos tipos de intervenciones:
  - Obligatoria, debe verificar el cumplimiento de todas las prescripciones del proyecto detallado.
  - Opcional, debe evaluar la correcta calidad de la ejecución conforme a los apartados anteriores.

## **41. PRUEBAS DE CIRCUITOS**

- La ejecución del Proyecto SST termina con la entrega del sistema al usuario para iniciar el periodo de uso y mantenimiento.
- La entrega se debe realizar en el proceso de recepción que intercala un periodo de tiempo transitorio (desde la provisional a la definitiva) donde, se deben realizar comprobaciones del funcionamiento normal del SST.
- Para realizar la recepción del SST deben estar ejecutados, el montaje completo, las pruebas y ajustes y la puesta en marcha.
- El instalador es el responsable de ejecutar las pruebas funcionales, de la buena operación del SST y del estado de este hasta su entrega.
- El instalador, salvo orden expresa, debe entregar la instalación llena y en funcionamiento.
- Los resultados de las pruebas parciales, finales y funcionales realizadas, la fecha de ejecución, los resultados obtenidos y el grado de cumplimiento de las prestaciones previstas se deben plasmar en un documento de control que debe ser incorporado en la declaración.

### **41.1. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE REDES HIDRÁULICAS**

- 41.1.1. Todas las redes de circulación de fluidos portadores se deben probar hidrostáticamente, para asegurar su estanqueidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por material aislante.
- 41.1.2. El procedimiento a seguir para las pruebas de estanqueidad hidráulica, en función del tipo de fluido transportado, con el objetivo de detectar fallas de continuidad en las tuberías de circulación de fluidos portadores, comprenderá las fases que se relacionan en los numerales siguientes.
- 41.1.3. Antes de realizar la prueba de estanqueidad y de efectuar el llenado final, las redes de distribución de agua se deben limpiar internamente para eliminar los residuos del montaje.
- 41.1.4. Las pruebas de estanqueidad requieren el cierre de todos los terminales abiertos. Se debe comprobar que los aparatos y accesorios que queden incluidos en la sección de la red que se pretende probar soporten la presión a la que serán sometidos. De no ser así, tales aparatos y accesorios deben ser retirados o excluidos, cerrando válvulas o sustituyéndolos por tapones.
- 41.1.5. Para ello, una vez completada la instalación del SST, la limpieza se debe efectuar llenándola y vaciándola el número de veces que sea necesario, con agua o con una solución acuosa de un producto detergente, con dispersantes compatibles con los materiales empleados en el circuito, cuya concentración queda determinada por el fabricante.
- 41.1.6. El uso de productos detergentes está prohibido para redes de tuberías destinadas a la distribución de agua para usos sanitarios.

- 41.1.7. Tras el llenado, se deben poner en funcionamiento las bombas y se debe dejar circular el agua durante el tiempo que indique el fabricante del compuesto dispersante. Posteriormente, se debe vaciar totalmente la red y se debe enjuagar con agua procedente del dispositivo de alimentación.
- 41.1.8. En el caso de redes cerradas, destinadas a la circulación de fluidos con temperatura de funcionamiento menor que 100 °C, se debe medir el pH del agua del circuito. Si el pH resultara menor que 7,5 se debe repetir la operación de limpieza y enjuague tantas veces como sea necesario. Posterior, se pondrá en funcionamiento el SST con sus aparatos de tratamiento.
- 41.1.9. Esta prueba se debe efectuar a baja presión, para detectar fallas importantes de continuidad de la red y evitar los daños que podría provocar la prueba de resistencia mecánica; se debe emplear el mismo fluido transportado o, generalmente, agua a la presión de llenado.
- 41.1.10. La prueba preliminar debe tener una duración necesaria que permita verificar la estanqueidad de todas las uniones.
- 41.1.11. Esta prueba se debe efectuar a continuación de la prueba preliminar: una vez esté llena la red con el fluido de prueba, se debe someter a las uniones a un esfuerzo por la aplicación de la presión de prueba:
- En el caso de circuitos cerrados de agua de recirculación o de agua caliente hasta una temperatura máxima de servicio de 100 °C, la presión de prueba debe ser equivalente a una vez y media la presión máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio, con un mínimo de 10 bar; para circuitos de ACS, la presión de prueba será equivalente a 1,5 la presión máxima de servicio.
  - El circuito de consumo debe soportar la presión máxima requerida por las normativas vigentes para instalaciones sanitarias.
  - En caso de circuitos de consumo con conexión directa a la red de abastecimiento, se debe tener en cuenta la máxima presión de esta para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soporten dicha presión.

- 41.1.12. Para los circuitos primarios del SST una vez y media la presión máxima de trabajo del circuito primario, con un mínimo de 3 bar, comprobándose el funcionamiento de las líneas de seguridad.
- 41.1.13. En todos los casos, los equipos, aparatos y accesorios que no soporten dichas presiones quedarán excluidos de la prueba. Los equipos y aparatos que no soporten la presión de prueba deben ser reemplazados por equipos que si la soporten.
- 41.1.14. La prueba hidráulica de resistencia mecánica tendrá una duración mínima de 15 minutos la cual permita verificar visualmente la estanqueidad de todas y cada una de las uniones.
- 41.1.15. La reparación de las fugas detectadas se debe realizar desmontando la junta, accesorio o sección donde se haya originado la fuga y se debe sustituir la parte defectuosa o averiada con material nuevo.
- 41.1.16. Una vez reparadas las anomalías, se debe volver a comenzar desde la prueba preliminar. El proceso se debe repetir tantas veces como sea necesario, hasta que la red sea estanca.

## **41.2. PRUEBAS DE LIBRE DILATACIÓN**

- 41.2.1. Resueltas satisfactoriamente las pruebas de estanqueidad y se haya comprobado hidrostáticamente el ajuste de los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con generadores de calor se deben llevar hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, previamente se deben anular el funcionamiento de los aparatos de regulación automática.

- 41.2.2. En el caso de los circuitos primarios se deben llevar a la temperatura de estancamiento, con el circuito lleno y la bomba de circulación parada, cuando el nivel de radiación sobre la apertura del colector supere al 80% del valor de irradiancia que el diseño defina como máxima, durante al menos una hora. Se debe comprobar que las temperaturas y presiones alcanzadas sean las previstas en los distintos puntos del circuito.
- 41.2.3. Durante el enfriamiento del SST y al finalizar el mismo, se debe comprobar visualmente que no hayan actuado las válvulas de seguridad ni hayan tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión haya funcionado correctamente.

#### **41.3. LLENADO, PURGA Y PRESURIZACIÓN**

Realizadas las pruebas, los circuitos estarán listos para ser llenados de fluido, purgarlos de aire y dejarlos a la presión de trabajo y, por tanto, preparados para empezar a funcionar.

##### **41.3.1. PROCEDIMIENTO DE LLENADO**

- 41.3.1.1. El orden normal para el llenado de las partes del SST es, primero: Acumulador (DA) y circuitos: secundario y de consumo, y, segundo: Circuito primario.
- 41.3.1.2. Para llenar el DA Solar y los circuitos secundarios y de consumo, se debe verificar que todas las válvulas estén en su correcta posición, se deben cerrar las válvulas de bypass que puedan existir y todos los sensores inmersos en el DA deben quedar instalados antes del llenado.
- 41.3.1.3. Si el DA dispone de válvula de purga, debe quedar abierta; de lo contrario, se debe abrir un punto de consumo que facilite la salida del aire y la entrada del agua.
- Se debe realizar el llenado del DA abriendo la válvula que lo alimenta con agua de la red.
  - Se debe dejar que la presión lo llene hasta que salga agua por la válvula de venteo superior o el punto de consumo abierto.
  - Se deben abrir, sucesivamente, todos los puntos de consumo para eliminar todo el aire de las tuberías.

41.3.1.4. Se debe llenar el circuito primario temprano por la mañana o cuando no haya sol, para:

- Evitar choques térmicos.
- Impide que el fluido se caliente demasiado lo que puede dificultar la purga.
- Dejar el circuito a la presión mínima de llenado en frío.

41.3.1.5. En función del sistema de llenado disponible se debe considerar:

- Si el sistema de llenado tiene bomba de presión, se debe preparar el fluido en el depósito y realizar el llenado del circuito primario utilizando la conexión prevista, dando salida al aire. Se debe calcular el volumen del circuito para tener preparado el volumen completo que será necesario.
- Si el sistema de llenado es con agua de red, se debe abrir la válvula de alimentación y abrir los purgadores de aire manuales para facilitar que salga el aire y entre el agua, se deben cerrar cuando se vea que sale agua sin aire. Si los purgadores son automáticos, deben contener una

válvula de corte la que se debe abrir y desmontar los purgadores para hacer más rápido la operación.

#### 41.3.2. PURGA COMPLETA DE LOS CIRCUITOS

41.3.2.1. Se debe evacuar todo el aire del SST y se debe asegurar al final del proceso que el SST esté completamente lleno de fluido y vacío de aire.

41.3.2.2. En función de las formas y trazados de los circuitos:

- Se debe considerar hacer circular el fluido (abriendo las llaves en el circuito de distribución y operando las bombas de circulación en los circuitos primario y secundario) para que el desplazamiento del mismo arrastre el aire que pueda quedar en los mismos.
- Despues de algunos minutos operando se debe parar el movimiento de los fluidos y completar el proceso de llenado y purga.
- Antes de realizar la purga, se debe comprobar que el circuito está, y se mantiene, presurizado ya que, en caso contrario, puede volver a entrar aire en el mismo.

41.3.2.3. Al realizar la purga se debe observar si se extrae una mezcla de fluido y aire o sólo fluido. Si se extrae sólo fluido, se debe dejar presurizado el circuito y listo para funcionar. Si sigue saliendo aire, se debe volver a hacer circular el fluido (durante tiempos cada vez más prolongados) y repetir la operación completa.

#### 41.3.3. PRESURIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS

41.3.3.1. Una vez llenos de fluidos, y purgados de aire, todos los circuitos se deben presurizar hasta la presión mínima de trabajo.

41.3.3.2. Antes de presurizar, se debe verificar el correcto posicionamiento de todas las válvulas de los sistemas de purga para asegurar que los circuitos queden estancos.

41.3.3.3. Para el circuito de consumo la presión de llenado debe ser la presión de la red de alimentación de agua fría. Se debe comprobar que se alcanza la presión prevista y se traslada hasta las lleve de consumo.

41.3.3.4. En edificios/edificaciones en uso, realizado el llenado del sistema de apoyo y de la red de distribución interior, se debe aislar el SST de nuevo dejando la válvula de la alimentación de agua fría cerrada y dejando abierta la que alimenta directamente al sistema de apoyo (válvula intermedia del bypass) con el fin de hacer las pruebas de la SST.

41.3.3.5. Para el circuito primario se debe proceder:

- Antes de realizar el llenado, se debe comprobar la presión del lado aire del depósito de expansión.
- Despues de lleno y purgado el circuito se debe presurizar por los medios disponibles hasta que se alcance la presión mínima establecida. Se debe realizar esta operación con todos los circuitos fríos para asegurar la presión mínima de llenado.

41.3.3.6. El fluido del circuito primario, en especial si pudiese quedar expuesto a heladas, debe cumplir con las especificaciones del proyecto, se debe verificar que su pH se encuentra en los márgenes indicados por el fabricante de los CST y, por último, se debe verificar también que la presión de cada circuito cerrado esté dentro de lo especificado.

#### **41.4. PUESTA EN MARCHA**

- Llenos y presurizados todos los circuitos, antes de realizar la puesta en marcha se debe verificar la ubicación y funcionamiento de todos los componentes, para sistemas a medida, se debe comprobar que todos los dispositivos de medida estén instalados.
- Para sistemas prefabricados, se debe verificar la circulación del agua fría y caliente en el circuito de consumo conforme a las posibles configuraciones.
- Las pruebas finales deben permitir garantizar que el SST tiene las condiciones de calidad, fiabilidad y seguridad exigidas en proyecto y normativa.
- El SST se debe ajustar a los valores de proyecto considerando márgenes admisibles de tolerancia.

##### **41.4.1. ENCENDIDO MANUAL**

41.4.1.1. Verificadas la ubicación y el funcionamiento de todas las válvulas y componentes, se debe deben encender las bombas mediante la opción encendido manual del controlador o del cuadro eléctrico. Se debe comprobar que:

- Las bombas roten en la dirección correcta.
- Se inició la circulación del fluido en los circuitos correspondientes y, si es un día soleado, se deben empezar a calentar los circuitos primario y secundario.
- Modificaciones de presión, tanto las debidas al funcionamiento de bombas como al aumento de la temperatura de los circuitos debido al calentamiento del fluido son adecuadas.
- Funcionamiento de los medidores de flujo, así como cualquier medidor de energía que disponga el sistema.

41.4.1.2. Se debe verificar que el aire salió completamente purgado del sistema:

Se debe levantar un registro con datos del día y hora, de todos los datos disponibles de caudal, presión, temperaturas y consumo eléctrico de las bombas. Todo debe quedar registrado en una bitácora con todos los valores de los elementos de medida disponibles:

- Indicadores del tiempo meteorológico en el momento.
- Termómetro en CST.
- Termómetro en el DA.
- Termómetros en las bocas del intercambiador
- Manómetro en el sistema de expansión
- Puente manométrico en las bombas
- Puente manométrico en primario y secundario del intercambiador
- Estado de funcionamiento de las bombas (centralita)
- Estado de funcionamiento de las bombas (cuadro eléctrico)
- Registros de caudalímetros y/o contadores de energía
- Consumos eléctricos, voltajes y amperajes de cada equipo eléctrico.

##### **41.4.2. AJUSTES DE LA DISTRIBUCIÓN DE FLUIDOS**

41.4.2.1. Se debe comprobar que el fluido anticongelante contenido en los circuitos expuestos a heladas cumpla con los requisitos especificados en el proyecto.

41.4.2.2. Para cada bomba, se debe conocer la curva característica la que debe ser ajustada al caudal de diseño, como paso previo al ajuste de los caudales en circuitos.

- 41.4.2.3. De cada circuito hidráulico se deben conocer el caudal nominal y la presión, así como los caudales nominales de cada ramal.
- 41.4.2.4. Para los distintos ramales, o los dispositivos de equilibrado de los mismos, se deben equilibrar al caudal de diseño. Se debe comprobar el correcto equilibrado hidráulico de los diferentes ramales mediante el procedimiento considerado en el proyecto.
- 41.4.2.5. En circuitos hidráulicos equipados con válvulas de control de presión diferencial, se debe ajustar el valor del punto de control del mecanismo al rango de variación de la caída de presión del circuito controlado.
- 41.4.2.6. De cada intercambiador de calor se debe conocer la potencia, temperatura y caudales de diseño, se deben ajustar los caudales de diseño que lo atraviesan.
- 41.4.2.7. Cuando en el circuito primario exista más de un grupo de colectores, se debe probar el correcto equilibrado hidráulico de los diferentes ramales del SST mediante el procedimiento considerado en el proyecto.

#### 41.4.3. CALIBRACIÓN DEL CONTROL AUTOMÁTICO

- 41.4.3.1. Se deben ajustar todos los parámetros del sistema de control automático a los valores de diseño especificados en el proyecto y se debe comprobar el funcionamiento de todos los componentes que configuran el sistema de control.
- 41.4.3.2. Se deben establecer los criterios de seguimiento basados en la propia estructura del sistema, en base a los siguientes niveles del proceso: nivel de unidades de campo, nivel de proceso, nivel de comunicaciones, nivel de gestión y telegestión.
- 41.4.3.3. Cuando el SST disponga de un sistema de control, mando y gestión o telegestión basado en la tecnología de la información, su mantenimiento y actualización lo debe realizar personal calificado o el proveedor de los programas.
- 41.4.3.4. Para el ajuste de los parámetros del controlador se debe considerar:

- El diferencial de temperatura para el encendido y apagado de las bombas.
- Las temperaturas máximas en CST y DA.
- La temperatura mínima para el sistema de protección contra heladas si es por recirculación.

#### 41.4.4. VERIFICACIONES FINALES

##### 41.4.4.1. SISTEMAS PREFABRICADOS

- 41.4.4.1.1. El responsable de la instalación debe asegurar la correcta ejecución de las pruebas, del estado y funcionamiento del SST.
- 41.4.4.1.2. Se debe verificar la correcta regulación de la válvula mezcladora termostática, comprobando la temperatura de ACS en el primer punto de consumo.
- 41.4.4.1.3. El SST se debe entregar completamente instalado y funcionando, incluyendo toda la estructura soportante y los refuerzos estructurales correspondientes.
- 41.4.4.1.4. Se debe realizar una inspección de hermeticidad del techo intervenido, rociando agua al techo a razón de un litro por metro cuadrado de superficie del techo intervenido, para descartar goteras y averías.
- 41.4.4.1.5. Entregado el SST, inicia el periodo de mantención.

##### 41.4.4.2. SISTEMAS A MEDIDA

- 41.4.4.2.1. Antes de iniciar las pruebas de funcionamiento y dejar funcionando el SST en modo automático de operación se debe verificar:

- La corriente que utilicen las bombas se debe encontrar dentro de los márgenes determinados por el fabricante.
- No se deben encontrar signos de cavitación u otros funcionamientos inapropiados de las bombas.
- Los interruptores de flujo y sensores de temperatura funcionen correctamente.

41.4.4.2.2. Después de verificar que el controlador funciona apropiadamente en los modos manual (on/off) y automático, se debe dejar el sistema de control en modo automático.

## **42. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

- Las pruebas funcionales deben permitir comprobar que las condiciones y los parámetros de operación cumplen con los parámetros estipulados en el proyecto.
- Se podrán emplear los procedimientos y criterios descritos en la norma UNIT 1196.

### **42.1. ENCENDIDO Y APAGADO DIARIO**

La prueba de encendido y apagado diario del SST en condiciones normales se debe realizar durante un día completo, debe ser soleado, durante la prueba se debe:

- Verificar que el controlador se encuentra encendido y en el modo automático.
- Esperar, durante la mañana, hasta que la bomba comience a funcionar debido a la diferencia de temperatura entre el fluido de los CST y el agua del DA.
- Anotar las temperaturas a las que las bombas comienzan a funcionar. Se debe comparar dichas temperaturas con el diferencial de temperatura establecido en el controlador.
- Comprobar que, si el día es completamente soleado, las bombas de circulación funcionan continuamente. Solamente deben parar si actúa alguna de las protecciones de seguridad previstas.
- Esperar, durante la tarde, hasta que la bomba se detenga debido a la diferencia de temperatura entre el agua en CST y el DA.
- Anotar las temperaturas a las que las bombas dejan de funcionar. Se debe comparar dicha temperatura con el diferencial de temperatura establecido en el controlador.

### **42.2. EVOLUCIÓN DIARIA DE TEMPERATURAS**

- 42.2.1. Prueba se debe realizar, inicialmente, con el consumo cerrado para que no se pueda extraer agua caliente del DA Solar y se debe comprobar que la temperatura del DA sube a lo largo del día. En función de las condiciones meteorológicas del día se podrán hacer, o no, las comprobaciones de protección indicadas al final.
- 42.2.2. Comprobar la evolución de las temperaturas de entrada y salida de CST, y de entrada y salida de intercambiador, se debe verificar que van subiendo a lo largo del día y van disminuyendo al finalizar el día.
- 42.2.3. En día distinto, se deben realizar las pruebas de funcionamiento con consumo y las mismas comprobaciones anteriores, en este caso, las temperaturas del DA no deberían subir tanto.

#### **42.3. ENTREGA DE AGUA CALIENTE**

42.3.1. La prueba de entrega de agua caliente debe verificar:

- La correcta ubicación de las válvulas de alimentación y consumo de tal modo que el agua fría entre en el DA Solar y no en el sistema de apoyo.
- Cuando se abra cualquier llave de ACS, el agua del SST debe fluir desde el sistema de acumulación solar al de apoyo y de éste al punto de consumo.

42.3.2. Para verificar la entrega de ACS se deben medir las temperaturas del circuito de consumo (entrada de agua fría, salida de agua caliente del DA Solar y salida del sistema de apoyo) y comprobar que las temperaturas sean las relacionadas con cada sistema.

#### **42.4. SISTEMAS DE PROTECCIÓN**

42.4.1. Las pruebas se deben realizar en día con condiciones apropiadas. Caso contrario, se debe dejar constancia que las pruebas se realizaron siguiendo alguno de los siguientes procedimientos:

- Se modificó la temperatura de consigna del controlador correspondiente.
- Se removió el sensor de su posición normal, modificando su temperatura artificialmente.

42.4.2. De acuerdo con los procedimientos siguientes, se deben realizar las pruebas de:

- Temperatura máxima del DA: Se puede alcanzar cuando se realicen las pruebas de evolución diaria de temperaturas sin consumo, cuando las condiciones sean las apropiadas o realizando la misma prueba al día siguiente cuando el DA inicie su operación diaria desde una temperatura más elevada. Cuando lo anterior no sea posible realizar, se debe verificar el correcto funcionamiento de esta protección bajando la temperatura de consigna del termostato limitador del DA y comprobando la parada de bombas cuando la temperatura de consigna baje hasta la temperatura del DA.
- Temperatura máxima del circuito primario: Se puede alcanzar después de realizar las pruebas de temperatura máxima del DA, si las condiciones son apropiadas y el circuito primario se sigue calentando hasta alcanzar dicha temperatura. Si no fuera posible, se debe comprobar que el sistema opere, para ello, se debe bajar la temperatura de consigna (seteo) del sistema de protección hasta la temperatura disponible en el circuito primario. Se debe poner atención que no existan otras temperaturas o enclavamientos que impidan la actuación.
- Sistema de protección contra heladas: Se podrá comprobar que el sistema opera subiendo la temperatura de consigna hasta la temperatura disponible en circuito primario o sumergiendo el sensor de temperatura en un recipiente con agua-hielo.

#### **42.5. COMPROBACIONES FINALES**

Las comprobaciones finales se diferencian entre tipos de sistemas:

##### **42.5.1. SISTEMAS PREFABRICADOS**

Se debe:

- Asegurar la correcta ejecución de pruebas, el estado y funcionamiento del SST.

- Verificar la correcta regulación de la válvula mezcladora termostática.
- Verificar la hermeticidad del techo intervenido.
- Comprobar inicio del periodo de mantención.

#### 42.5.2. SISTEMAS A MEDIDA

Las comprobaciones deben estar relacionadas con los equipos de medida. Algunas medidas y comprobaciones que se deben realizar son:

- Rendimiento energético de los CST.
- Equilibrado del campo de CST.
- Efectividad y rendimiento del intercambiador de calor.
- Rendimiento y aporte energético del SST.
- Consumo eléctrico del SST.

### **43. RECEPCIÓN**

- 43.1.** Tiene por objetivo comprobar que el SST se ejecutó según los servicios contratados y que, por separado se ajusta cada uno de sus elementos y globalmente, a lo especificado en el proyecto SST.
- 43.2.** El instalador es el responsable de la ejecución de las pruebas parciales, finales y funcionales, del buen funcionamiento y del estado del SST, de su entrega, salvo orden expresa, será el encargado de entregar el SST lleno y en funcionamiento.
- 43.3.** Para sistemas a medida, se debe entregar equilibrado hidráulicamente y se debe comprobar la existencia de la acometida definitiva de energía eléctrica a la edificación y entregar puesto a punto, limpio y rotulado.
- 43.4.** La recepción se debe formalizar mediante un acta en la que figuren todos los intervinientes y en la que se formalice la entrega conforme de toda la documentación que indique la declaración.

## **TITULO IX; OPERACIÓN, USO Y MANTENCIÓN**

### **44. MANUAL DE INSTRUCCIONES**

- 44.1.** El Manual de Instrucciones (MI) o manual de uso y mantenimiento debe recoger todas las descripciones, instrucciones y recomendaciones necesarias para que el operador conozca el correcto uso y funcionamiento del SST y para asegurar que, a lo largo de su vida útil, su operación se realice con la máxima eficiencia energética, debe garantizar seguridad del usuario, durabilidad y protección del medio ambiente.
- 44.2.** El indicado manual debe ser entregado al titular del SST y forma parte de una futura declaración del ante la Superintendencia, el cual deberá incluir la definición de los siguientes contenidos:
- Memoria Técnica.
  - Acta de recepción del SST.
  - Características de funcionamiento, fichas técnicas y manuales de los componentes principales.
  - Recomendaciones de uso e instrucciones de seguridad.
  - Plan de vigilancia.
  - Programa de mantenimiento.
  - Certificados y condiciones de garantía de componentes e instalación.

### **45. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO**

- 45.1.** El Manual de Instrucciones (MI) debe incluir un esquema de principio funcional detallando el modo de funcionamiento del SST:
- Proceso de calentamiento del agua del acumulador: circulaciones de fluido.
  - Proceso de extracción o consumo de agua caliente.
  - Funcionamiento del sistema de energía de apoyo.
- 45.2.** El MI debe incluir datos relativos a la operación del SST.
- Valores nominales: se deben establecer los valores nominales de las distintas variables que pueden intervenir y/o visualizarse durante la operación normal: Temperaturas de agua, presiones de circuitos, otros.
  - Límites operacionales: se deben definir los límites operacionales de estas variables que definen los rangos de funcionamiento normal de las mismas.
  - Límites funcionales: se deben definir los valores límites, de parámetros funcionales, del conjunto y de los componentes principales: presión máxima de trabajo, temperatura máxima admisible, etc.
  - Prestaciones: se debe aportar toda la información necesaria que permita conocer las prestaciones, ello permitirá ejecutar el diagnóstico y subsanación. Se entenderá como tal, la cantidad de energía solar que aporta a un consumo determinado y con unas condiciones climáticas definidas.
  - Al menos, se deben incluir las prestaciones previstas para varios tipos de cargas de consumo. Se debe indicar el procedimiento seguido para obtener los resultados.

## **46. RECOMENDACIONES DE USO E INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD**

### **46.1. RECOMENDACIONES DE USO**

El Manual de Uso, como mínimo, debe contener:

46.1.1. Recomendaciones generales sobre un consumo racional del agua.

46.1.2. Recomendaciones generales para un correcto funcionamiento del SST que, debe incluir:

- Recomendar uso diario del SST.
- Distinción entre parte solar y la parte de apoyo.
- Precauciones que se deben tomar ante un bajo consumo.
- Precauciones frente a altas temperaturas.

46.1.3. Recomendaciones sobre el sistema de energía de apoyo que, debe incluir:

- Motivos por los que se incorpora un SAA indicando que, la fracción solar no es del 100% por causas climáticas (menor radiación) o de aumento de consumo sobre el previsto inicialmente.
- Descripción del tipo de conexión con el sistema de apoyo (serie/paralelo/bypass).
- Explicitar la indicación que prohíbe el uso de SAA en el DA Solar.

46.1.4. Descripción de los aspectos generales sobre el consumo de ACS:

- El consumo debe llevar implícito el uso racional de agua, ahorrando agua y energía auxiliar.
- Recomendaciones respecto a las formas de suministro que ahorran energía (temperaturas de preparación y aislamiento de tuberías).

46.1.5. Funcionamiento del SST. Se deben describir aquellos aspectos funcionales que permitan al usuario obtener el máximo provecho del SST, aportar los criterios de mejor utilización y los resultados que se puedan obtener:

- Distinguir la parte solar y la auxiliar del SST.
- Resaltar el plan de vigilancia y mantenimiento preventivo.

46.1.6. Recomendaciones o advertencias, sobre aspectos que debe conocer el usuario:

- Precauciones que se deben tomar en temporadas de no consumo.
- Prevención y solución de temperaturas elevadas.
- Baja temperatura del ACS: causas y soluciones.

46.1.7. Sistema de energía auxiliar. Se deben describir los criterios funcionales por los que se incorpora un SAA:

- Diferencia entre el consumo de agua caliente de diseño y la real.
- Disponibilidad de energía solar: la cobertura no es del 100% por causas climáticas (menor radiación) o por aumento del consumo sobre el previsto.
- Conexión serie/paralelo/bypass.

46.1.8. En los SST que dispongan de los sistemas de medida adecuados, se debe realizar un seguimiento periódico del consumo de ACS y de la Contribución Solar, midiendo y registrando los valores.

**46.2. INSTRUCCIONES DE MANEJO Y MANIOBRA**

46.2.1. Las instrucciones deben ser las adecuadas a las características técnicas del SST concreto y deben servir para efectuar su puesta en marcha y parada, de forma total o parcial, y para conseguir cualquier programa de funcionamiento y servicio previsto.

**46.3. INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD**

46.3.1. Las instrucciones de seguridad deben ser las adecuadas a las características técnicas del SST y deben tener por objetivo reducir a límites aceptables el riesgo que los usuarios u operarios sufran daños durante el uso/operación/mantenimiento del SST.

**47. PLAN DE VIGILANCIA**

**47.1.** Debe establecer el procedimiento de seguimiento y evaluación del funcionamiento para tener seguridad que los valores operacionales sean correctos.

**47.2.** En función de las características del SST, del sistema de medidas disponible y del tipo de usuario. El plan debe establecer procedimientos que pueden ser realizados por un operador o por el mismo usuario.

**47.3.** Desde el punto de vista del procedimiento de vigilancia y su alcance, se deben distinguir varios niveles de seguimiento:

- Observación visual (simple) de los principales parámetros de funcionamiento.
- Sistema electromecánico de avisos que actúe cuando algún parámetro sobrepase límites establecidos.
- Sistema de monitorización que proporcione información instantánea de los valores funcionales

**47.4.** La vigilancia, si es manual, se debe realizar diariamente, aunque se debe acotar a ciclos horarios después que se repare una falla del SST hasta cuando se tenga seguridad del correcto funcionamiento. Si es automática, se debe una vigilancia continua, el sistema de supervisión debe avisar ante una falla.

**47.5.** En cualquier caso, cuando se detecte algún problema se deben aplicar los procedimientos de intervención ante avisos de fallas que se hallan previsto en el MI.

**47.6.** Los indicadores que se pueden utilizar para controlar el correcto funcionamiento son:

- Presión del circuito primario
- Sistema de control
- Circulación de fluidos
- Transferencia de calor y temperaturas de funcionamiento
- Medidas de la energía y del rendimiento

**47.7. PRESIÓN DEL CIRCUITO PRIMARIO**

- 47.7.1. La presión de trabajo de un circuito primario es una variable que depende de la temperatura del circuito, evoluciona durante cada día entre un valor mínimo (primeras horas de la mañana) y un valor máximo (primera hora de la tarde).
- 47.7.2. El funcionamiento de la bomba de circulación también afecta a la presión del circuito, crea una depresión aguas arriba de la bomba y una sobrepresión a la salida que, puede ser relevante cuando la presión de funcionamiento de la bomba es significativa en relación con la presión de trabajo del circuito.
- 47.7.3. Cuando las bombas estén detenidas y el sistema frío (primera hora de la mañana), se debe observar la presión manométrica que permite controlar que no se haya modificado ya que, si la presión en frío se reduce puede significar que hubo fuga de fluido que se debe confirmar levantando un aviso de falla. Si la presión en frío aumenta puede ser una falla del sistema de llenado.
- 47.7.4. Controlar la presión de los circuitos garantiza que las oscilaciones se encuentren dentro de los márgenes admitidos, evitando la entrada de aire o salida de fluido.
- 47.7.5. El control visual de la presión mínima se debe realizar utilizando un manómetro, ubicado en lugar visible y de fácil acceso.
- 47.7.6. Para realizar el control automático de la presión se requiere utilizar un sensor de presión (o similar) que, pueda detectar que la presión es inferior a la presión mínima de llenado; con ello, se podrá levantar un aviso de falla, para:
  - Impedir el funcionamiento de la bomba de circulación (se podría quemar).
  - Poner en marcha el sistema de llenado (si es del tipo automático).

#### **47.8. SISTEMA DE CONTROL**

- 47.8.1. Debe intervenir tanto en el calentamiento diario como en las condiciones extremas (heladas).
- 47.8.2. Condiciones de funcionamiento cuando DA solar no ha alcanzado su temperatura máxima y está en condiciones de recibir más energía:
  - Durante el modo automático, y en días soleados, el sistema debe conectar las bombas en la mañana y desconectarlas por la tarde cuando baje el nivel de radiación solar.
  - Cuando las condiciones meteorológicas no son del todo favorables, se debe considerar que, si la radiación solar no es muy elevada o el DA solar no está muy frío, puede haber entre 2 ó 3 ciclos marcha-paro durante el tiempo de arranque por la mañana y de forma similar por la tarde. Asimismo, en días parcialmente nublados, es posible que se puedan producir varios ciclos de marcha-paro durante el día. No obstante, el número de ciclos de encendido y apagado no debe ser muy elevado.
- 47.8.3. Del sistema de control, serán indicadores de funcionamiento de los sistemas de protección para situaciones extremas:
  - La protección contra sobrecalentamiento se produce cuando se alcanza la temperatura máxima del DA (sobre 80 – 85 °C), se debe impedir que siga la transferencia de calor, normalmente parando las bombas de circulación.
  - Si el sistema de protección antiheladas es por recirculación del primario, el indicador debe ser la temperatura del CST que es muy baja (por ejemplo, 3°C), se deben poner en funcionamiento las bombas de circulación.

47.8.4. En el caso del termostato a la temperatura máxima del DA:

- Puede avisar de que se han alcanzado este valor, si bien no es una falla, su control permitirá explorar analizar el bajo rendimiento del SST, sea por bajo consumo o por baja temperatura de consigna.

47.8.5. De forma similar a la temperatura máxima se podrá aplicar a la vigilancia del sistema de protección contra heladas avisando y/o registrando que se han sobrepasado los valores de consigna.

#### **47.9. CIRCULACIÓN DE FLUIDOS**

47.9.1. La información que se extrae de la circulación de fluido en el circuito primario debe permitir confirmar la evacuación de calor desde los CST al intercambiador o al interacumulador.

47.9.2. El sistema de control establece las condiciones de funcionamiento y que, el control opere de forma correcta que, la bomba funciona y que, el fluido circula.

47.9.3. Los indicadores deben ser los necesarios para vigilar que existe circulación durante todo el día. Los más utilizados son:

- Medida directa del caudal que facilitan determinados dispositivos como rotámetros, válvulas de equilibrado o caudalímetros.
- Salto de temperaturas entre entrada y salida de CST o intercambiador.
- Diferencia de presiones a cada lado de las bombas.

47.9.4. Los indicadores para el circuito secundario, dependiendo de su uso y fiabilidad, se podrían emplear, interruptores de flujo, el ruido de la bomba y del fluido, la vibración de la bomba, etc.

47.9.5. En el circuito de consumo es debe tener seguridad que el caudal de consumo que atraviesa el DA Solar pasa al sistema auxiliar y al consumo; por la siguiente razón se debe vigilar posibles cambios de configuración involuntarios en aquellos SST que se complican por muchas posibles conexiones.

#### **47.10. TRANSFERENCIA DE CALOR Y TEMPERATURAS DE FUNCIONAMIENTO**

47.10.1. Un buen indicador del buen funcionamiento del SST es la diferencia entre la temperatura de salida de CST y la de referencia del DA.

47.10.2. Un control diferencial que detecte una diferencia entre la temperatura de CST y la de referencia del DA puede entregar una alerta, en caso de que, la diferencia sea superior a 15 – 20 °C o a la diferencia de temperaturas máxima que se establezca, la energía de los CST no se estaría aprovechando adecuadamente, por lo que, se puede considerar que existe una falla.

47.10.3. Se deben controlar los flujos inversos y pérdidas térmicas por circulación natural nocturna producida desde el sistema de acumulación lo que podría generar el aumento significativo del enfriamiento de los DA. Para ello, se deben considerar indicadores relacionados con las temperaturas en los circuitos conectados al DA (diferencias mantenidas en los circuitos de intercambiador como las temperaturas en la salida de agua caliente).

#### **47.11. MEDIDAS DE LA ENERGÍA Y DEL RENDIMIENTO**

47.11.1. Se debe medir el caudal de consumo de agua caliente y la temperatura de preparación de ACS.

47.11.2. Cuando sea necesario controlar la contribución solar se deben disponer, como mínimo, las mediciones de energía térmica necesaria para determinar la demanda bruta de energía que incluya las producidas por las pérdidas térmicas asociadas a la demanda de los circuitos de distribución y recirculación.

## 48. MANTENIMIENTO

El programa de mantenimiento debe incluir todas las operaciones de mantenimiento necesarias para que el SST funcione correctamente durante su vida útil. Se consideran operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo.

- El indicado mantenimiento se debe formalizar en un contrato entre el usuario y la empresa instaladores u otra empresa de personalidad jurídica distinta que lo ejecute mediante personal calificado durante toda su vida útil.
- El indicado contrato debe especificar la periodicidad mínima de revisión del SST la que, dependerá del tipo del tipo y configuración del SST.
- El contrato de mantenimiento preventivo, como mínimo, debe considerar una revisión semestral o anual de acuerdo con el tipo de SST.

### 48.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- 48.1.1. El mantenimiento preventivo implicará operaciones de inspección visual (IV), control de funcionamiento (CF), verificación de actuaciones y otros, que aplicados al SST deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad del SST.
- 48.1.2. En la siguiente tabla se describen las operaciones de mantenimiento preventivo que se deben realizar:

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
Colectores	IV sobre diferencias entre el original y entre colectores
Cristales	IV de condensaciones y humedad
Juntas	IV de agrietamientos y deformaciones
Absorbedor	IV de corrosión y deformaciones
Carcasa	IV de deformación, oscilaciones y ventanas de respiración
Conexiones	IV de aparición de fugas
Estructura	IV de degradación, indicios de corrosión y apriete de tornillos
Acumuladores	Presencia de lodos en el fondo
Protección catódica	Comprobación desgaste de ánodos de sacrificio o CF efectivo

Intercambiador de calor	CF efectivo y prestaciones: saltos de temperatura
Aislamiento del acumulador	Comprobar que no hay humedad
Protección al exterior	IV de degradación o indicios de corrosión
<b>Intercambiador de Calor</b>	CF efectivo y prestaciones: saltos de temperatura
Circuitos hidráulicos	IV fugas o manchas de humedad
<b>Aislamiento en el exterior</b>	IV degradación o presencia de humedad
<b>Protección al exterior</b>	IV de degradación o indicios de corrosión
<b>Aislamiento en el interior</b>	IV de uniones y presencia de humedad
<b>Bomba circuladora</b>	CF, estanqueidad y verificar caudal total en circulación
<b>Purgador automático</b>	Abrir válvula. CF y estanqueidad
<b>Purgador manual</b>	Vaciar aire de los botellines de purga
<b>Sistema de llenado</b>	CF efectivo
<b>Vaso de expansión</b>	Comprobación de la presión del lado aire
<b>Válvula de corte</b>	CF efectivo: abrir y cerrar para evitar agarrotamiento
<b>Válvula de seguridad</b>	CF efectivo: abrir manualmente para evitar agarrotamiento
<b>Válvula termostática</b>	CF efectivo y su ajuste: comparar temperaturas consigna y real
<b>Fluido de trabajo</b>	Comprobar densidad y pH. Verificar plan de renovación.
<b>Elementos de medida</b>	Evaluar los datos disponibles
<b>Manómetro</b>	Contrastar la medida con otro dispositivo
<b>Termómetros</b>	Contrastar la medida con otro dispositivo
<b>Contadores de caudal /energía</b>	Registrar la medida y evaluar los datos
<b>Sistema de Control</b>	CF manual/automático (arranque y parada de bombas)
<b>Termostato</b>	CF efectivo
<b>Sondas y sensores</b>	Contrastar temperaturas de sensores con medidas directas
<b>Sistema auxiliar</b>	CF efectivo conexiónado y control de temperaturas de

El mantenimiento correctivo incluye las operaciones necesarias que permitan resolver los problemas y averías que surgen e impiden el correcto funcionamiento del SST, generalmente son detectados durante el plan de vigilancia o el mantenimiento preventivo. Normalmente son operaciones relacionadas con la reparación o sustitución de componentes.

#### **48.3. MANTENIMIENTO DE SISTEMAS PREFABRICADOS**

- 48.3.1. Las mantenciones se deben ejecutar anualmente, deben tener por objetivo que todos los componentes del SST se mantengan operativos.
- 48.3.2. La primera mantención se debe ejecutar durante el mes 12 a contar del mes de la recepción del SST por parte del usuario o mandante, las siguientes mantenciones se deberán realizar cada 12 meses.
- 48.3.3. El contrato de mantención se debe ejecutar respetando las indicaciones anteriores y durante todo el período estipulado en el contrato, según el siguiente calendario.

MES	HITOS
0	RECEPCIÓN POR EL MANDANTE
12	PRIMERA MANTENCIÓN
24	SEGUNDA MANTENCIÓN
36	TERCERA MANTENCIÓN
48	CUARTA MANTENCIÓN
60	QUINTA MANTENCIÓN
+12 (según contrato)	SIGUIENTES MANTENCIONES

- 48.3.4. Cómo mínimo, se debe ejecutar el siguiente procedimiento de mantención:

ELEMENTOS	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN
Área captadora	Limpieza por sobre la cubierta de vidrio, el marco o tubos.	Se debe retirar la acumulación de polvo excesivo mediante el procedimiento indicado por el fabricante.
	Inspección visual del vidrio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe verificar presencia de condensación, grietas o fisuras.</li> <li>• Para SST Tubos de vacío, se debe verificar que no exista coloración blanca en los extremos.</li> </ul>
	Absorbedor	Se debe observar presencia de agrietamiento o deformaciones
	Conexiones	Se debe verificar presencia de corrosión, deformación, fugas y/o falta de aislación

	Carcasa (para placa plana)	Se debe Identificar deformación, corrosión, fugas.
<b>Círculo de Trabajo</b>	Tuberías, aislamiento, protección UV y procedimiento de llenado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe corroborar ausencia de humedad y fugas</li> <li>• Se debe verificar el buen estado del aislamiento y la protección UV. Caso contrario, se debe corregir o remplazar</li> <li>• Se debe verificar perdidas del fluido calo portador</li> </ul>
<b>Círculo de consumo</b>	Tuberías, aislamiento, protección UV, fugas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe verificar ausencia de humedad y fugas</li> <li>• Se debe verificar el buen estado del aislamiento y la protección UV. Caso contrario, se debe corregir o remplazar</li> <li>• Se debe verificar si existe o no perdidas del fluido.</li> </ul>
	Válvula de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe verificar ausencia de fugas</li> <li>• Se debe realizar limpieza interna</li> <li>• Se debe activar manualmente</li> </ul>
	Válvula de corte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe verificar ausencia de fugas</li> <li>• Se debe realizar limpieza interna</li> <li>• Se debe activar manualmente</li> </ul>
	Válvula termostática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe verificar ausencia de fugas</li> <li>• Se debe ejecutar desarme y limpieza interna</li> <li>• Se debe verificar la temperatura de consumo de acuerdo a lo indicado en Reglamento.</li> </ul>
	Válvula manual de tres vías tipo L	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe verificar ausencia de fugas</li> <li>• Se debe verificar buen funcionamiento</li> <li>• Se debe ejecutar desarme y limpieza interna</li> </ul>
	Válvula de retención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe verificar ausencia de fugas</li> <li>• Se debe verificar buen funcionamiento</li> <li>• Se debe ejecutar desarme y limpieza interna</li> </ul>
	Vaso de expansión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe verificar ausencia de fugas</li> <li>• Se debe verificar buen funcionamiento</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe verificar la precarga.</li> <li>• Se debe ejecutar lavado interior y limpieza.</li> </ul>
Deposito acumulador	Dentro del deposito	Se debe verificar la presencia de lodos en su interior y limpiar
	Ánodos de sacrificio	Se debe ejecutar el retiro y reposición
	Carcasa del DA	Se debe verificar ausencia de deformación, corrosión y/o fugas.
Estructura de montaje	Aprietes, fijaciones, empotramiento	Se debe comprobar que tuercas y pernos no estén sueltos.
	Óxido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe comprobar ausencia de óxido en pernos, tuercas, uniones, fijaciones al depósito acumulador y colector solar.</li> <li>• Se deben tomar las medidas correctivas de limpieza y protección en caso de presencia de óxido</li> </ul>
Estructura auxiliar	Aprietes, fijaciones, empotramiento	Se debe comprobar que tuercas y pernos no estén sueltos.
	óxido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe comprobar ausencia de óxido en pernos, tuercas, en uniones, fijaciones.</li> <li>• Se deben tomar las medidas correctivas de limpieza y protección en caso de presencia de óxido</li> </ul>

48.3.5. Todas las acciones descritas se deben complementar con acciones correctivas que aseguren la correcta operación y funcionamiento. Adicional a las intervenciones mínimas obligatorias especificadas en tabla anterior, se deben realizar todas las acciones que especifique el proveedor o fabricante del SST que complementen la mantención mínima antes descrita.

#### **48.4. MANTENIMIENTO DE SISTEMAS A MEDIDA**

##### **48.4.1. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

- Para sistemas con área de captación superior a 10 m<sup>2</sup>, como mínimo, se debe realizar una revisión cada seis meses del sistema completo.
- Detectado un problema leve, se debe evaluar el reemplazo o reparación del componente en conjunto con estimar y proyectar el tiempo que se dispone para que la falla impida el correcto funcionamiento del SST.

- La mantención preventiva se debe realizar siguiendo los siguientes protocolos.

#### 48.4.1.1. PROTOCOLO DE CHEQUEO

Especifica las operaciones de mantención preventiva, mínimas y obligatorias de ejecutar, junto con identificar su periodicidad mínima (en meses).

EQUIPO	PERIODO	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN
COLECTOR	6M	IV	COMPROBAR PRESENCIA POLVO Y DEDIFERENCIAS ENTRE COLECTORES
CRISTALES	6M	IV	COMPROBAR PRESENCIA DE CONDENSACIÓN Y HUMEDAD
JUNTAS	6M	IV	DETECTAR PRESENCIA O NO DE GRIETAS Y DEFORMACIONES
ABSORBEDOR	6M	IV	DETECTAR CORROSIÓN Y DEFORMACIONES
CARCASA	6M	IV	DETECTAR DEFORMACIONES, OSCILACIONES Y FUGAS
CONEXIONES	6M	IV	DETECTAR APARIACIÓN DE FUGAS
ESTRUCTURA	6M	IV	DETECTAR PRESENCIA DE OXIDO, DEGRADACIÓN, INDICIOS DE CORROSIÓN Y APRIETE DE PERNOS, TUERCAS Y TORNILLOS
AISLAMIENTO HACIA EL EXTERIOR	6 M	IV	COMPROBAR ESTADO DE PROTECCIONES DE UNIONES, DEGRADACIÓN Y AUSENCIA DE HUMEDAD
BOMBA	6 M	CF	VERIFICAR ESTANQUEIDAD
PURGADOR MANUAL	6 M	CF	EJECUTAR EL VACIADO DE AIRE DEL BOTELLÍN
SISTEMA DE LLENADO	6 M	CF	COMPROBAR CORRECTO FUNCIONAMIENTO
ESTANQUE DE EXPANSIÓN	6 M	CF	COMPROBAR PRESIÓN
VÁLVULA DE CORTE	12 M	CF	COMPROBAR EFECTIVO FUNCIONAMIENTO (abrir y cerrar)
AISLAMIENTO DEL ACUMULADOR	12 M	CF	COMPROBAR QUE NO HAYA HUMEDAD
AISLAMIENTO HACIA EL INTERIOR	12 M	IV	UNIONES Y AUSENCIA DE HUMEDAD
ÁNODOS DE SACRIFICIO	12 M	CF	COMPROBAR DESGASTE
DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN	12 M	CF	COMPROBAR PRESENCIA DE LODOS EN EL FONDO
FLUIDO DE TRABAJO	12 M	CF	COMPROBAR DENSIDAD Y PH
INTERCAMBIADOR DE CALOR	12 M	CF	COMPROBAR EFECTIVIDAD Y PRESTACIONES
PROTECCIÓN CATÓDICA	12 M	CF	COMPROBAR EFECTIVIDAD
PURGADOR AUTOMÁTICO	12 M	CF	VERIFICAR LIMPIEZA

SISTEMA DE APOYO	12 M	CF	COMPROBAR FUNCIONAMIENTO EFECTIVO Y OPORTUNO
SISTEMA DE CONTROL	12 M	CF	COMPROBAR FUNCIONAMIENTO EFECTIVO
TABLERO ELÉCTRICO	12 M	IV	COMPROBAR QUE ESTE SIEMPRE CERRADO, EVITAR ACUMULACIÓN DE POLVO
TERMOPARES	12 M	CF	COMPROBAR FUNCIONAMIENTO EFECTIVO
TERMOSTATO	12 M	CF	COMPROBAR FUNCIONAMIENTO EFECTIVO
VÁLVULA DE SEGURIDAD	12 M	CF	COMPROBAR FUNCIONAMIENTO EFECTIVO
ESTANQUEIDAD	24 M	CF	EFFECTUAR PRUEBA DE PRESIÓN
INTERCAMBIADOR DE CALOR	60 M	CF	EJECUTAR LIMPIEZA SEGÚN INDICACIÓN DEL FABRICANTE

**Dónde:**

M: meses

IV: Inspección visual

CF: Control de funcionamiento.

#### 48.4.1.2. PROTOCOLO DE INSPECCIÓN VISUAL

Para los distintos equipos, se debe identificar mediante Inspección Visual (IV) o Control de Funcionamiento (CF) los principales hallazgos o problemas detectados que puedan afectar el correcto funcionamiento. Para ello, se debe seguir la siguiente pauta.

EQUIPO	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	MESES DEL AÑO											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
COLECTOR	IV	PRESENCIA POLVO Y DIFERENCIAS ENTRE COLECTORES												
CRISTALES	IV	PRESENCIA DE CONDENSIÓN Y HUMEDAD												
JUNTAS	IV	PRESENCIA O NO DE GRIETAS Y DEFORMACIONES												
ABSORBEDOR	IV	CORROSIÓN Y DEFORMACIONES												
CARCASA	IV	DEFORMACIONES, OSCILACIONES Y FUGAS												
CONEXIONES	IV	APARICIÓN DE FUGAS												
ESTRUCTURA	IV	OXIDO, DEGRADACIÓN, INDICIOS DE CORROSIÓN Y APRIETE DE PERNOS, TUERCAS Y TORNILLOS												
AISLAMIENTO HACIA EL EXTERIOR	IV	PROTECCIONES DE UNIONES, DEGRADACIÓN Y AUSENCIA DE HUMEDAD												
BOMBA	CF	ESTANQUEIDAD												

PURGADOR MANUAL	CF	VACIADO DE AIRE DEL BOTELLÍN									
SISTEMA DE LLENADO	DE CF	FUNCIONAMIENTO									
ESTANQUE EXPANSIÓN	DE CF	COMPROBAR PRESIÓN									
VÁLVULA DE CORTE	CF	EFFECTIVO FUNCIONAMIENTO									
AISLAMIENTO DEL ACUMULADOR	CF	DESCARTAR HUMEDAD									
AISLAMIENTO HACIA EL INTERIOR	IV	UNIONES Y AUSENCIA DE HUMEDAD									
ÁNODOS DE SACRIFICIO	CF	DESGASTE									
DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN	DE CF	LODOS EN EL FONDO									
FLUIDO DE TRABAJO	CF	DENSIDAD Y PH									
INTERCAMBIADOR DE CALOR	CF	EFFECTIVIDAD Y PRESTACIONES									
PROTECCIÓN CATÓDICA	CF	EFFECTIVIDAD									
PURGADOR AUTOMÁTICO	CF	LIMPIEZA									
SISTEMA DE APOYO	CF	FUNCIONAMIENTO EFECTIVO Y OPORTUNO									
SISTEMA DE CONTROL	DE CF	FUNCIONAMIENTO EFECTIVO									
TABLERO ELÉCTRICO	IV	PROTEGIDO DE ACUMULACIÓN DE POLVO									
TERMOPARES	CF	FUNCIONAMIENTO EFECTIVO									
TERMOSTATO	CF	FUNCIONAMIENTO EFECTIVO									
VÁLVULA DE SEGURIDAD	DE CF	FUNCIONAMIENTO EFECTIVO									
ESTANQUEIDAD	CF	PRUEBA DE PRESIÓN									
INTERCAMBIADOR DE CALOR	CF	LIMPIEZA									
NOMBRE DEL RESPONSABLE											

#### 48.4.1.3. PROTOCOLO DE FECHAS

- Actividad que debe ser complementaria al protocolo de actividades y tiene por objetivo controlar el momento en que se debe realizar cada chequeo y si es que éste se efectuó.
- En general los hallazgos o problemas detectados se deben repetir en ambos protocolos, en base a dicha información se debe generar un reporte con conclusiones y actuaciones a realizar para subsanar los hallazgos.

EQUIPO	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA DE CHEQUEO	
COLECTOR	IV	PRESENCIA POLVO Y DEDIFERENCIAS ENTRE COLECTORRES		
CRISTALES	IV	PRESENCIA DE CONDENSACIÓN Y HUMEDAD		
JUNTAS	IV	PRESENCIA O NO DE GRIETAS Y DEFORMACIONES		
ABSORBEDOR	IV	CORROSIÓN Y DEFORMACIONES		
CARCASA	IV	DEFORMACIONES, OSCILACIONES Y FUGAS		
CONEXIONES	IV	APARICIÓN DE FUGAS		

ESTRUCTURA	IV	OXIDO, DEGRADACIÓN, INDICIOS DE CORROSIÓN Y APRIETE DE PERNOS, TUERCAS Y TORNILLOS		
AISLAMIENTO HACIA EL EXTERIOR	IV	PROTECCIONES DE UNIONES, DEGRADACIÓN Y AUSENCIA DE HUMEDAD		
BOMBA	CF	ESTANQUEIDAD		
PURGADOR MANUAL	CF	VACIADO DE AIRE DEL BOTELLÍN		
SISTEMA DE LLENADO	CF	FUNCIONAMIENTO		
ESTANQUE DE EXPANSIÓN	DE CF	COMPROBAR PRESIÓN		
VÁLVULA DE CORTE	CF	EFFECTIVO FUNCIONAMIENTO		
AISLAMIENTO DEL ACUMULADOR	CF	DESCARTAR HUMEDAD		
AISLAMIENTO HACIA EL INTERIOR	IV	UNIONES Y AUSENCIA DE HUMEDAD		
ÁNODOS DE SACRIFICIO	DE CF	DESGASTE		
DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN	DE CF	LODOS EN EL FONDO		
FLUIDO DE TRABAJO	CF	DENSIDAD Y PH		
INTERCAMBIADOR DE CALOR	DE CF	EFFECTIVIDAD Y PRESTACIONES		
PROTECCIÓN CATÓDICA	CF	EFFECTIVIDAD		
PURGADOR AUTOMÁTICO	CF	LIMPIEZA		
SISTEMA DE APOYO	CF	FUNCIONAMIENTO EFECTIVO Y OPORTUNO		
SISTEMA DE CONTROL	CF	FUNCIONAMIENTO EFECTIVO		
TABLERO ELÉCTRICO	IV	PROTEGIDO DE ACUMULACIÓN DE POLVO		
TERMOPARES	CF	FUNCIONAMIENTO EFECTIVO		
TERMOSTATO	CF	FUNCIONAMIENTO EFECTIVO		
VÁLVULA DE SEGURIDAD	DE CF	FUNCIONAMIENTO EFECTIVO		
ESTANQUEIDAD	CF	PRUEBA DE PRESIÓN		
INTERCAMBIADOR DE CALOR	DE CF	LIMPIEZA		
NOMBRE DEL RESPONSABLE				

#### 48.4.2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

48.4.2.1. El plan de mantenimiento correctiva debe contemplar todas las operaciones necesarias para resolver averías, fallas y problemas que impactan negativamente el adecuado funcionamiento del SST.

48.4.2.2. Se debe poner especial atención a las fallas habituales: presurización de circuitos, el sistema de control, la circulación de fluido o las pérdidas térmicas.

48.4.2.3. Los problemas relacionados con mal dimensionamiento y diseño de sistemas o componentes se reflejan en cualquiera de las fallas anteriormente relacionadas, por tanto, en caso de ser recurrentes, se debe verificar las condiciones de diseño y de funcionamiento del SST.

## **49. INSTRUCCIÓN DE OPERACIÓN Y USO DEL SST**

### **49.1. ENTRENAMIENTO A FUTURO OPERADOR**

Una vez entregado el Proyecto SST a medida, la empresa instaladora debe:

- 49.1.1. Considerar un periodo transitorio para comprobar el correcto funcionamiento del sistema.
- 49.1.2. El entrenamiento de operadores se requiere para asegurar la buena operación y mantención, para ello:
  - Debe participar el diseñador del sistema o un profesional instruido que explique detalladamente el funcionamiento y pueda responder todas las preguntas que surjan.
  - Debe participar toda persona que tendrá responsabilidad en cualquier fase, operación o mantención que permitan dar continuar en funcionamiento y prevenir eventuales emergencias.
- 49.1.3. El indicado entrenamiento, al menos, debe contener los siguientes puntos:
  - Entregar información básica del funcionamiento del SST, se debe entregar a cada operador o asistente un diagrama del SST con una explicación escrita.
  - Indicar los principales componentes y su forma de operación, se deben incluir los sistemas de control y las válvulas de corte.
  - Revisar especificaciones técnicas de los componentes, se deben entregar al operador para que puedan encontrar información específica de cada componente.
  - Describir los modos de operación del SST, se deben complementar con el procedimiento ante emergencias.
  - Realizar un chequeo de las principales precauciones de seguridad específicas del SST.
- 49.1.4. De manera complementaria, se debe entregar al operador(es) que recibirá(n) el entrenamiento, copia de los procedimientos utilizados durante la puesta en marcha, se debe incluir los ajustes realizados a todos los componentes, válvulas y controles para que el operador los pueda seguir paso a paso si el sistema debe ser vaciado para la mantención.
- 49.1.5. En caso de que los procedimientos de vaciado y relleno del SST no sean procedimientos comunes, se debe realizar un recorrido por el SST explicando donde se encuentran todas las válvulas y controles utilizados durante el procedimiento.

### **49.2. INFORMACIÓN AL USUARIO**

- 49.2.1. Forma parte integrante del SST y de la documentación a declarar, debe ser entregado por la empresa instaladora al mandante/usuario y, al menos, debe incluir las siguientes definiciones de contenidos:
  - Todos los esquemas y planos constructivos.
  - Características de funcionamiento, debe incluir un diagrama del SST con la identificación de los equipos, componentes, principales válvulas, dispositivos de control y medición, además del sentido de flujo.
  - Explicar el funcionamiento en los siguientes términos: proceso de calentamiento del agua del acumulador y circulación de fluido, proceso de consumo de agua caliente y funcionamiento del sistema de apoyo auxiliar.

- Instrucciones de operación.
- Medidas de seguridad, las que deben reducir al mínimo posible los riesgos para usuarios/operadores.
- Programa de vigilancia y mantenimiento.
- Condiciones de la garantía.
- Incluir información que permita conocer las prestaciones del SST (cantidad de energía solar que aporta a un consumo determinado y bajo determinadas condiciones climáticas).

## **TITULO X; DOCUMENTOS Y FORMATOS**

### **50. DOCUMENTACIÓN Y FORMATOS**

- Toda la información considerada en el diseño debe ser suficiente para que una empresa instaladora pueda ejecutar la instalación y también para que un tercero, ejecute su revisión, como también para que el ente fiscalizador pueda ejecutar labores de supervigilancia.
- Para efectos de declaración, se debe extraer y presentar en la declaración la documentación técnica que debe contener la Memoria de Cálculo (MC).

#### **50.1. MEMORIA DE CÁLCULO**

- 50.1.1. La MC es el documento que contiene el resumen de todos los contenidos del proyecto.
- 50.1.2. La MC se divide en 18 apartados, de acuerdo a los numerales 50.2 y 50.3, que incluyen toda la información técnica del SST, diferencia entre sistemas prefabricados y sistemas a medida; desde ese documento se hará referencia a la Documentación Adjunta o a los Planos y Esquemas, ambos del presente Pliego Técnico.
- 50.1.3. La MC incorpora una lista de chequeo que busca facilitar el procedimiento de revisión.
- 50.1.4. El formato propuesto, debe ser utilizado también para realizar la futura declaración de proyectos en plataforma que será administrada por la Superintendencia, de acuerdo con las facultades que se les entregue, y que busca facilitar la incorporación de los diferentes tipos de datos solicitados

#### **50.2. DOCUMENTACIÓN ADJUNTA**

Incluye toda la información complementaria a la MC y se deberá incorporar toda la información necesaria para la definición del Proyecto SST. Está organizada en 9 capítulos (DA1 a DA9) con los siguientes contenidos:

- **DA1:** Certificados, informes de ensayo y manuales de los componentes especificados en el Título III COMPONENTES Y MATERIALES.
- **DA2:** Algoritmo de verificación de la CSM utilizando los datos anteriores de los componentes que serán complementados con los correspondientes a orientación, inclinación y pérdidas por sombras.
- **DA3:** Estudio de sombras que incluya la información necesaria para deducir y justificar el valor de las pérdidas por sombra que se adopta en el cálculo.
- **DA4:** Proyecto de seguridad estructural.
- **DA5:** Cálculo hidráulico y térmico de los circuitos en el que se deben justificar los valores y cálculos para realizar:
  - Dimensionado de tuberías.
  - Cálculo de pérdidas de carga.
  - Verificación del equilibrado de circuitos.
  - Selección de bomba de circulación y verificación de su consumo eléctrico.
  - Selección del tipo de aislación y sus espesores; determinación de las pérdidas térmicas.
  - Volumen total de los circuitos y del volumen que se puede vaporizar.
  - Cálculo de los sistemas de expansión.

- **DA6:** Características de los fluidos de trabajo, tanto del agua de consumo como del anticongelante y la mezcla que se pueda preparar.
- **DA7:** El Manual de Uso y Mantención o Manual de Instrucciones del SST que, debe incluir la definición de los siguientes contenidos:
  - Proyecto ejecutado del SST, incluyendo Memoria de Cálculo actualizada con las modificaciones o adaptaciones realizadas durante el montaje y toda la Documentación Anexa y Planos del Proyecto SST.
  - Informe de las pruebas realizadas y certificación que el Proyecto SST está completamente finalizado y en condiciones de funcionamiento.
  - Características de operación y manuales de los componentes principales.
  - Recomendaciones de uso e instrucciones de seguridad.
  - Plan de vigilancia.
  - Programa de mantención.
- **DA8:** Las garantías de equipos y del SST deben contener toda la información establecida por la legislación vigente: condiciones, plazos, causas de anulación, procedimientos y localización de intervinientes, otros.
- **DA9:** Las Fichas Técnicas de cada componente deben recoger todas las características, instrucciones y recomendaciones necesarias para su identificación, para conocer su funcionamiento, para su correcto uso y operación, así como su durabilidad y sus condiciones de mantenimiento a lo largo de su vida útil. Deben servir para verificar el cumplimiento de todas las exigencias establecidas en el proyecto.

### **50.3. PLANOS Y ESQUEMAS**

- 50.3.1. Emplazamiento de la edificación, campo colector y sala técnica (para sistemas a medida). Orientación, obstáculos y sombras.
- 50.3.2. Ubicación de CST o sistema prefabricado (separaciones, distancias entre ellos y a obstáculos, accesos).
- 50.3.3. Sala técnica: distribución y situación de sistema de acumulación, intercambio, bomba, expansión y control.
- 50.3.4. Circuitos hidráulicos, trazados diseño y situación componentes (corte, seguridad, etc.).
- 50.3.5. Complementos hidráulicos: sistemas de llenado, purga y vaciado (sistema de medida).
- 50.3.6. Sistema energía auxiliar. Integración y conexión con las restantes instalaciones de la edificación).
- 50.3.7. Esquema de funcionamiento completo. Diagrama o esquema de principio
- 50.3.8. Esquema eléctrico y de control. Detalles de posición de sondas y elementos de campo.
- 50.3.9. Diseño estructura y sujeción de colectores y acumuladores. Soportes y detalles constructivos.

## **51. DOCUMENTACIÓN PARA LA FUTURA DECLARACIÓN**

- La documentación que conforma la Memoria de Cálculo (MC), especificada en numerales anteriores, deberá ser diferenciados entre sistemas prefabricados y sistemas a medida, de acuerdo con los formatos presentados en el presente numeral, sirve tanto como lista de chequeo para la Memoria de Cálculo como para identificar los componentes técnicos que se deben declarar.

**51.1. FORMATO PARA LA DECLARACIÓN DE SISTEMAS PREFABRICADOS**

1.- INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO SST			NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR	
1	Comuna						
2	Zona climática						
3	Zona costera						
4	Orientación de la cubierta						
5	inclinación de la cubierta						
6	Materialidad de la cubierta						
7	Es posible realizar trabajos sin riesgos						
8	Estado estructural de la techumbre (cerchas)						
9	Requiere refuerzo estructural						
10	Se proyectan sombras sobre el área captadora						
11	Distancia del Depósito Acumulador con el punto más lejano de consumo.						

2.- REFUERZO ESTRUCTURAL DE LA TECHUMBRE			NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR	
1	Descripción del proceso constructivo del proyecto de refuerzo estructural						
2	Materiales a emplear						
3	Dimensiones de los componentes						
4	Tipo de fijaciones utilizadas y otros.						
5	Ficha técnica de materiales y componentes utilizados						

3.- ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA PREFABRICADO			NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR	
1	Tipo de SST (placa plana o tubo de vacío tipo heat pipe)						
2	Marca del sistema prefabricado						
3	Modelo del sistema prefabricado						
4	Res. Ex. Autorización SST prefabricado						
5	Ref. informe del laboratorio						
6	Ref. manual instrucciones						
7	Manual del fabricante						
8	Número(s) de serie de fabricación						
9	Factor de pérdidas						
10	Eficiencia óptica						
11	Sup. Apertura colector (m <sup>2</sup> )						
12	Volumen unitario del DA (l)						

4.- INFORMACIÓN PARA EL DISEÑO			NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR	
1	Latitud (°)						
2	Valor exigido de CSM						
3	Temp mínima de la comuna (°C)						
4	Inclinación SST (°)						
5	Orientación SST (°)						
6	Pérdidas por sombra (%)						
7	Justificación pérdidas por sombra						
8	Consumo ACS a 45°C (l/d)						
9	Demanda de energía (kW/a)						
10	Demanda útil aportada (kW/a)						
11	Nº de dormitorios	1D	2D	3D	4D	5D	6D
12	Viviendas por Nº dormitorios						
13	Contribución Solar Mínima (%)						
14	Cumple con CSM						
15	Proyecto de integración arquitectónica						

5.- RESULTADO DEL CÁLCULO DE PRESTACIONES		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Incluir resultados del algoritmo de CSM				

6.- DEPÓSITO ACUMULADOR (DA)		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Volumen total				
2	Presión de trabajo (bar)				
3	Presión máxima (bar)				
4	Materialidad				
5	Procedencia de origen				
6	Protección exterior ambiental				
7	Vida útil (años)				

7.- COLECTOR O ÁREA CAPTADORA		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Orientación (°)				
2	Inclinación (°)				
3	Factor global de pérdidas				
4	Eficiencia óptica				
5	Rendimiento óptico				
6	Área absorción				
7	Presión máxima en funcionamiento (bar)				
8	Presión de trabajo (bar)				
9	Verificación de sombras				
10	Pérdidas por sombras calculadas				
11	Materialidad				
12	Procedencia de origen				
13	Vida útil.				

8.- ESTRUCTURA DE SOPORTE DE FÁBRICA		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Marca				
2	Modelo				
3	Materialidad de los perfiles				
4	Materialidad de las tuercas y pernos				
5	Garantía y protección contra la corrosión				
6	Ficha técnica del fabricante de perfiles, tuercas y pernos				
7	Inclinación				
8	Procedencia de origen				
9	Vida útil.				

9.- CIRCUITO PRIMARIO		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Marca del anticongelante				
2	Ficha técnica del anticongelante				
3	Procedencia de origen				
4	Mezcla de anticongelante (componente y porcentajes)				
5	Volumen de fluido anticongelante				
6	Vida útil, nunca inferior a 4 años				
7	Temperatura máxima de trabajo (anticongelante)				
8	Temperatura mínima de trabajo (anticongelante)				
9	Aditivos anticorrosivos,				
10	Procedimiento de llenado,				
11	Procedimiento de vaciado,				
12	Renovación del anticongelante (en años desde la puesta en marcha)				

10.- VÁLVULA DE SEGURIDAD DEL CIRCUITO PRIMARIO		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Marca				

2	Modelo			
3	Ficha técnica del fabricante			
4	Tara (bar)			
5	Temperatura máxima de operación (°C)			
6	Temperatura mínima de operación (°C)			
7	Tipo de conexión			
8	Procedencia de origen			
9	Materialidad			
10	Vida útil			

11.- CIRCUITO DE CONSUMO		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Descripción del proceso de llenado e instalación				
2	Capacidad total				
3	Temperatura mínima (°C)				
4	Temp. máxima de salida del SST (°C)				
5	Regulación de la temp max del SST				
6	Temperatura máxima (estancamiento, °C)				
7	Temp max soportada por SAA (°C)				
8	Temp max soportada por circuito hasta SAA (°C)				
9	Tipo de conexión entre SST y SAA				
10	Posibilidad de desconectar el SAA				
11	Caudal max (l/h)				
12	Tipo y material de tubería				
13	Ficha técnica del fabricante (tubería ocupada)				
14	Diámetro tubería mínimo (mm)				
15	Diámetro tubería máximo (mm)				
16	Material aislación				
17	Conductividad térmica del aislante ocupado (W/mK)				
18	Espesos del aislante (mm)				
19	Ficha técnica del fabricante (material aislante)				
20	Protección del aislante en exterior				
21	Válvula en acometida fría a SST				
22	Ficha técnica del fabricante (válvula en acometida fría a SST)				
23	Válvula de vaciado y purga				
24	Ficha técnica del fabricante (válvula de vaciado y purga)				
25	Previsión escapes conducidos visibles y seguros				
26	Compatibilidad materiales para circuito ACS				
27	Procedimiento de vaciado				
28	Válvula de seguridad				
29	Ficha técnica del fabricante (válvula de seguridad)				
30	Elementos adicionales				
31	Ficha técnica del fabricante de elementos adicionales				
32	Tipo de conexiones				
33	Vida útil componentes y elementos				

12.- VÁLVULA DE SEGURIDAD DEL CIRCUITO DE CONSUMO		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Marca				
2	Modelo				
3	Ficha técnica del fabricante				
4	Procedencia de origen				
5	Tara (bar)				
6	Temperatura máxima de operación (°C)				
7	Temperatura mínima de operación (°C)				
8	Materialidad				
9	Tipo de conexión				

--	--	--	--

<b>13.- VÁLVULA DE RETENCIÓN DEL CIRCUITO DE CONSUMO</b>		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Marca				
2	Modelo				
3	Procedencia de origen				
4	Presión de apertura(bar)				
5	Temperatura máxima de operación (°C)				
6	Temperatura mínima de operación (°C)				
7	Materialidad				
8	Ficha técnica del fabricante				
9	Tipo de conexión				
10	Vida útil.				

<b>14.- VASO DE EXPANSIÓN DEL CIRCUITO DE CONSUMO</b>		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Marca				
2	Modelo				
3	Capacidad (litros)				
4	Presión de trabajo (bar)				
5	Presión máxima (bar)				
6	Presión de pre- carga (bar, no inferior a 2 bar)				
7	Temperatura máxima de operación (°C)				
8	Temperatura mínima de operación (°C)				
9	Ficha técnica del fabricante				
10	Disposición (horizontal, vertical, diagonal, otra)				
11	Incluye llave de corte				
12	Tipo de conexión				
13	Materialidad				
14	Vida útil				
15	Procedencia de origen				

<b>15.- VÁLVULA TERmostática</b>		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Marca				
2	Modelo				
3	Temperatura máxima de entrada (°C)				
4	Temperatura mínima de entrada (°C)				
5	Rango de temperatura de consumo (°C)				
6	Temperatura de salida a consumo (especificar seteo)				
7	Presión máxima (bar)				
8	Ficha técnica del fabricante				
9	Tipo de conexión utilizado				
10	Procedencia de origen				
11	Materialidad				
12	Vida útil				

<b>16.- VÁLVULA MANUAL TIPO L</b>		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Marca				
2	Modelo				
3	Temperatura máxima de operación de entrada (°C)				
4	Temperatura mínima de operación de entrada (°C)				
5	Presión máxima (bar)				
6	Presión de trabajo (bar)				
7	Ficha técnica del fabricante				
8	Tipo de conexión (línea agua fría o caliente)				
9	Procedencia de origen				
10	Materialidad				

--	--	--	--

<b>17.- CONEXIÓN DEL DEPÓSITO ACUMULADOR A LA RED DE AGUA FRÍA DE LA EDIFICACIÓN</b>		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Indicar lugar de instalación				
2	Indicar distancias referenciales a componentes				
3	Diámetro de las cañerías				
4	Llaves de corte de fácil acceso				
5	Ficha técnica de llave de corte				
6	Trabajos necesarios para el correcto trazado de tuberías				
7	Materialidad de la red de agua fría				
8	Ficha técnica de tuberías empleadas				

<b>18.- CONEXIONADO DEL DEPÓSITO ACUMULADOR A LA RED DE AGUA CALIENTE DE LA EDIFICACIÓN</b>		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Indicar lugar de instalación				
2	Indicar distancias referenciales a componentes				
3	Indicar materialidad de la red hasta VMT				
4	Diámetro de las cañerías				
5	Ficha técnica del fabricante (tubería ocupada)				
6	Llaves de corte de fácil acceso				
7	Materialidad de llave de corte				
8	Ficha técnica del fabricante (llave de corte)				
9	Trabajos necesarios para el correcto trazado de tuberías.				

<b>19.- AISLACIÓN TÉRMICA DE TUBERÍAS/CAÑERÍAS</b>		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Marca del material aislante				
2	Materialidad del aislante				
3	Espesor				
4	Diámetro del aislante				
5	Conductividad térmica del aislante ocupado (W/mK)				
6	Protección adicional para tuberías exteriores (rayos UV y animales)				
7	Ficha técnica del fabricante (material aislante)				
8	Indicar protecciones para uniones en ángulos de 90° y componentes				
9	Identificar marca y diámetro de las abrazaderas a ocupar				
	Ficha técnica del fabricante (abrazaderas)				

<b>20.- MATERIALIDAD DE TUBERÍA PARA AGUA FRÍA</b>		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Marca				
2	Modelo				
3	Materialidad				
4	Ficha técnica del fabricante (tubería agua frías)				
5	Procedencia de origen				
6	Presión de trabajo (bar)				
7	Presión máxima (bar)				
8	Temperatura máxima de operación de entrada (°C)				
9	Temperatura mínima de operación de entrada (°C)				
10	Tipo de conexión				
11	Identificación y descripción de los tramos donde se utilizará				
12	Vida útil				

21.- MATERIALIDAD DE TUBERÍA PARA USO EN AGUA CALIENTE		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Marca				
2	Modelo				
3	Ficha técnica del fabricante (tubería para agua caliente)				
4	Materialidad				
5	Procedencia de origen				
6	Presión de trabajo (bar)				
7	Presión máxima (bar)				
8	Temperatura máxima de operación de entrada (°C)				
9	temperatura mínima de operación de entrada (°C)				
10	Tipo de conexión				
11	Identificación y descripción de los tramos donde se utilizará				
12	Vida útil				

22.- MATERIALIDAD DE TUBERÍA PARA USO EN AGUA MEZCLADA		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Marca				
2	Modelo				
3	Materialidad				
4	Ficha técnica del fabricante (tubería para agua mezclada)				
5	Procedencia de origen				
6	Presión de trabajo (bar)				
7	Presión máxima (bar)				
8	Temperatura máxima de operación de entrada (°C)				
9	Temperatura mínima de operación de entrada (°C)				
10	Tipo de conexión				
11	Identificación y descripción de los tramos donde se ocupará				
12	Vida útil				

23.- CONDICIONES DE OPERACIÓN		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Medidas para evitar flujo inverso en circuitos				
2	Medidas para evitar flujo inverso en conexiones acumulador				
3	Medidas para evitar flujo inverso en entrada agua fría				
4	Medidas para evitar quemaduras usuario < 60°C				
5	Medidas para evitar quemaduras por evacuación fluidos				
6	Medidas para evitar quemaduras por superficies > 80°C				
7	Protección seguridad en consumo				
8	Protección relativa a presiones negativas				
9	Protección relativa a diferencia de presiones				

24.- SISTEMA DE APOYO AUXILIAR		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
	Conección en paralelo con SAA				
	▪ En caso de no existir SAA. Instalar válvula manual de 3 vías, tipo L				
	Conección en serie con SAA				
	▪ Marca y modelo del SAA				
	▪ Protección térmica (kW)				
	▪ Temperatura máxima de entrada al SAA				
	▪ Rango de regulación de temperatura				

	▪ Temperatura de preparación (°C)				
--	-----------------------------------	--	--	--	--

**51.2. FORMATO PARA LA DECLARACIÓN DE SISTEMAS A MEDIDA**

1.- ANTECEDENTES Y DIMENSIONADO BÁSICO				NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR		
1	Comuna								
2	Tipo de SST								
3	Nº de dormitorios	1D	2D	3D		4D		5D	6D
4	Viviendas por Nº dormitorios								
5	Nº total de viviendas								
6	Colectores: superficie útil total (m <sup>2</sup> )								
7	Acumulación: Volumen total (l)								

2.- INFORMACIÓN PARA EL DISEÑO				NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR		
1	Latitud media (°)								
2	Zona climática								
3	Valor exigido de CSM								
4	Fuente de dato temp mínima (°C)								
5	Temp mínima de la comuna (°C)								
6	Inclinación (°)								
7	Orientación (°)								
8	Pérdidas por sombra (%)								
9	Consumo ACS a 45°C (l/d)								
10	Demanda de energía (kW/a)								
11	Demanda útil aportada (kW/a)								
12	Contribución Solar Mínima (%)								
13	Cumple, ¿la CSM?								
14	Integración arquitectónica								

3.- PARÁMETROS FUNCIONALES				NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR		
1	Marca del colector solar								
2	Modelo del colector solar								
3	Res. Ex. Del colector autorizado								
4	Ref. informe del laboratorio								
5	Ref. manual instrucciones								
6	Número(s) de serie de fabricación								
7	Número de colectores								
8	Factor de pérdidas								
9	Eficiencia óptica								
10	Sup. Apertura colector (m <sup>2</sup> )								
11	Superficie apertura total (m <sup>2</sup> )								

12	Marc de acumulador solar				
13	Modelo de acumulador solar				
14	Rex. Ex. Acumulador autorizado				
15	Ref. informe de laboratorio				
16	Ref. manual instrucciones				
17	Número(s) de serie de fabricación				
18	Número de acumuladores				
19	Volumen unitario (l)				
20	Vol DA / Sup CST (l/m <sup>2</sup> )				

4.- RESULTADO DEL CÁLCULO DE PRESTACIONES		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Incluir resultados del algoritmo de CSM				

5.- CONFIGURACIÓN		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Tipo de sistema solar térmico				
2	Circulación				
3	Intercambiador				
4	Contacto con la atmósfera del primario				
5	Fluido de drenaje del circuito				
6	Acoplamiento entre colector y acumulador				
7	Sistema de apoyo				
8	Marca SST prefabricado				
9	Modelo y referencia de tamaño				
10	Res. Ex. Autorización SST prefabricado				
11	Ref. informe de ensayo				
12	Ref. manual de instalación				
13	Número(s) de serie de fabricación				
14	Número de equipos prefabricados de la instalación (uds)				

6.- CONDICIONES DE OPERACIÓN		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Fuente para definir temperatura de estancamiento				
2	Temperatura de estancamiento del CST (°C)				
3	Temperatura de preparación del sistema de apoyo (°C)				
4	Temperatura máxima (°C)				
5	Temperatura mínima (°C)				
6	Altura (m) entre parte superior e inferior				
7	Componente crítico para definir presión máxima				
8	Preión máxima (bar) del componente crítico				
9	Presión nominal (bar) = tarido válvula seguridad				

10	Presión máxima (bar)				
11	Presión mínima (bar)				
12	Acción combinada temperatura/presión				
13	Medidas que evitan flujo inverso en circuito				
14	Medidas que evitan flujo inverso en conexiones acumulador				
15	Medidas que evitan flujo inverso en entrada agua fría				
16	Medidas para evitar quemaduras usuario < 60°C				
17	Medidas para evitar quemaduras por evacuación fluidos				
18	Medidas para evitar quemaduras por superficies > 80°C				
19	Protección seguridad intrínseca. Primario				
20	Protección seguridad intrínseca. Secundario				
21	Protección relativa a presiones negativas				
22	Protección relativa a diferencia de presiones				

7.- FLUIDOS DE TRABAJO		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Sistema de protección contra heladas				
2	Tipo de fluido en circuito primario				
	Dureza del agua potable				
	Agresividad del agua potable				
3	Vida útil fluido de trabajo				
4	Sistema de preparación mezcla del fluido primario				
5	Sistema de llenado del circuito primario				
6	Control de proporción de mezcla				
7	Proporción de mezcla (%)				
8	Calor específico de fluidos (J/kg.K)				
9	Densidad de fluidos (g/cm³)				

8.- SISTEMA DE CAPTACIÓN		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Todos del mismo modelo				
2	Caudal total primario (l/h)				
3	Conex paralelo (1) o serie (2, 3,...)				
4	Caudal espec instalación (l/h.m²)				
5	Caudal espec colector (l/h.m²)				
6	Caudal ensayo colector (l/h.m²)				
7	Número de colectores por batería				
8	Número de baterías por grupo				

9	Número de grupos			
10	Baterías y grupos son iguales			
11	Solución de equilibrado			
12	Sol equilibrado largo plazo			
13	Válvulas de corte y seguridad			
14	Orientación			
15	Todos con la misma orientación			
16	Inclinación			
17	Todos con la misma inclinación			
18	Verificación de sombras			
19	Pérdidas por sombras calculadas			
20	Proyecto estructuras			
21	Estructura de soporte de colectores			
22	Protección externa estructura			

9.- SISTEMA DE ACUMULACIÓN		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Todos son iguales				
2	Número de acumuladores				
3	Volumen unitario (l)				
4	Posición vertical-horizontal				
5	Ubicación interior/exterior				
6	Material acumulador				
7	Protec interior calidad sanitaria				
8	Conexionado de varios acumuladores				
9	Tipo de aislación				
10	Espesor de aislación				
11	Conductividad térmica aislante				
12	Protección exterior aislación				
13	Pos bocas de conexión				
14	Tipo de intercambiador incorporado				
15	Para IA, área de intercambio ( $m^2$ )				
16	Para IA, área interc específica ( $m^2$ )				

10.- SISTEMA DE INTERCAMBIO		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Tipo de intercambiador				
2	Potencia de intercambio (kW)				
3	Potencia unitaria (kW/ $m^2$ )				
4	Calor específico fluido primario				
5	Densidad fluido primario				
6	Capacidad calorífica primario (W/K)				

7	Caudal primario (l/h)				
8	Salto de temperatura (K)				
9	Temperatura de entrada (°C)				
10	Temperatura de salida (°C)				
11	Pérdida de carga primario (mca)				
12	Calor específico fluido secundario				
13	Densidad fluido secundario				
14	Capacidad calorífica secundario (W/K)				
15	Caudal secundario (l/h)				
16	Salto de temperatura (K)				
17	Temperatura de entrada (°C)				
18	Temperatura de salida (°C)				
19	Pérdida de carga secundario (mca)				
20	Efectividad intercambiador (%)				
21	Marca, modelo y tamaño				
22	Referencia manual				
23	Material en contacto con ACS				
24	Accesorios de instalación grandes SST				

11.- CIRCUITO PRIMARIO		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Caudal total (l/h)				
2	Altura manométrica nominal (mca)				
3	Marca y modelo de la bomba				
4	Potencia eléctrica bomba (W)				
5	Tipo de fluido				
6	Tipo y material de tubería				
7	Diámetro máximo de tubería (mm)				
8	Material de aislación				
9	Conductividad térmica (W/mK)				
10	Espesor aislación interior (mm)				
11	Espesor aislación exterior (mm)				
12	Protección aislación en interior				
13	Protección aislación al exterior				

12.- SISTEMA DE EXPANSIÓN PRIMARIO		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Presión máxima de trabajo (bar)				
2	Presión mínima de trabajo (bar)				
3	Criterio de protección por seguridad				
4	Volumen total circuito (l)				

5	Coeficiente de dilatación			
6	Volumen de dilatación (l)			
7	Volumen reserva (3% VT o 3l.)			
8	Volumen de vapor (l)			
9	Volumen útil del vaso (l)			
10	Coeficiente de presiones			
11	Volumen total del vaso (l)			
12	Número de vasos			
13	Volumen unitario seleccionado (l)			
14	Volumen total del vaso (l)			
15	Marca y modelo			
16	Presión precarga gas (bar)			

13.- CIRCUITO SECUNDARIO		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Caudal total (l/h)				
2	Altura manométrica nominal (mca)				
3	Marca y modelo de la bomba				
4	Potencia eléctrica bomba (W)				
5	Tipo y material tubería				
6	Diámetro máximo tubería				
7	Material aislación				
8	Conductividad térmica (W/mK)				
9	Espesor aislación interior (mm)				
10	Espesor aislación exterior (mm)				
11	Protección aislación en interior				
12	Protección aislación al exterior				

14.- CIRCUITO DE CONSUMO		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Temp. Máxima de salida del SST (°C)				
2	Regulación de la temp max del SST				
3	Temp max soportada por SAA (°C)				
4	Temp max soportada por circuito hasta SAA (°C)				
5	Tipo de conexión entre SST y SAA				
6	Posibilidad de desconexión del SAA				
7	Caudal max (l/h)				
8	Tipo de tubería				
9	Diámetro tubería mínimo (mm)				
10	Diámetro tubería máximo				
11	Material aislación				
12	Conductividad térmica (W/mK)				
13	Espesor aislación interior (mm)				

14	Protección aislación interior			
15	Válvula en acometida fría a SST			
16	Válvula de vaciado y purga			
17	Previsión escapes conductidos visibles y seguros			
18	Compatibilidad materiales para circuito ACS			

15.- SISTEMA EXPANSIÓN CIRCUITO DE CONSUMO		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Presión máxima de trabajo (bar)				
2	Presión mínima de trabajo (bar)				
3	Volumen total circuito (l)				
4	Coeficiente de dilatación				
5	Volumen de dilatación (l)				
6	Volumen de reserva (3% VT o 3l.)				
7	Volumen útil del vaso (l)				
8	Coeficientes de presiones				
9	Volumen total del vaso (l)				
10	Número de vasos				
11	Volumen unitario seleccionado (l)				
12	Volumen total del vaso (l)				
13	Marca y modelo				
14	Presión precarga del gas (bar)				

16.- SISTEMA DE MEDIDA		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Medida de presión				
2	Medidas de temperatura				
3	Medidas de caudal				
4	Medidas de energía				
5	Medidas de radiación				
6	Configuración considerada				
7	Sensores obligatorios				
8	Sensores recomendados				
9	Equipamiento mínimo				
10	Sistema de monitoreo				

17.- SISTEMA DE APOYO AUXILIAR		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Aplicación del aporte auxiliar (centralizado, etc.)				
2	Forma aporte acumulación (termo eléctrico, etc.)				
3	Forma de aporte instantáneo (calefón, etc.)				
4	Energía auxiliar utilizada				
5	Número de generadores calor				
6	Marca y modelo				

7	Protección térmica (kW)				
8	Número de acumuladores				
9	Marca y modelo				
10	Volumen unitario acumulación (l)				
11	Rango de regulación de temperatura				
12	Temperatura de preparación (°C)				

18.- SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL		NA	SI	NO	INFORMACIÓN A COMPLETAR
1	Marca y modelo del sistema de control				
2	Ref y disponibilidad del informe de ensayo				
3	Ref y disponibilidad del manual de instalación				
4	Posición de sondas en esquema				
5	Estrategia de control				
6	Tipo de control bomba primario				
7	Tipo de control bomba secundario				
8	Valores de seteo del diferencial temp				
9	Señalización visible				
10	Funcionamiento automático y manual				
11	Limitación temp máxima en acumul (°C) y actuación				
12	Limitación temp máxima en primario (°C) y actuación				
13	Limitación temp mínima en primario (°C) y actuación				
14	Otro control y actuación				

### 51.3. FORMATO PARA DOCUMENTACIÓN ADJUNTA

En el siguiente cuadro, se presenta en detalle la Documentación Adjunta requerida, tanto para sistemas prefabricados y como para sistemas a medida.

LISTA DE CHEQUEO PARA REVISIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN ADJUNTA		NA	SI	NO	OBSERVACIONES
DA1	Resolución SEC, certificados, informes de ensayo y manuales de componentes:				
	1 Sistema prefabricado				
	2 Colector Solar				
	3 Térmico Depósito				
	4 Acumulador Otros				

DA2	<b>Algoritmo de verificación de la CSM</b>																		
DA3	<b>Estudio de sombras</b>																		
DA4	<b>Proyecto de seguridad estructural.</b> <b>Edificación y estructuras</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Refuerzos estructurales de la techumbre</li> <li>▪ Fijación de la estructura de soporte del SST</li> <li>▪ Estructura auxiliar y su fijación a la estructura de la edificación</li> <li>▪ Estructuras independientes Todas deben estar firmadas por un profesional competente</li> </ul>																		
DA5	<b>Cálculo hidráulico y térmico de circuitos</b>																		
DA6	<b>Características de los fluidos de trabajo</b> <table border="0"> <tr> <td>1</td> <td>Agua de consumo</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Anticongelante</td> </tr> </table>	1	Agua de consumo	2	Anticongelante														
1	Agua de consumo																		
2	Anticongelante																		
DA7	<b>Manual de uso y mantención.</b> <b>Debe incluir:</b> <table border="0"> <tr> <td>1</td> <td>Protección contra sobrecalentamiento o y contra heladas</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Método de protección contra la legionella</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Descripción del sistema anti-retorno y su ubicación</td> </tr> </table>	1	Protección contra sobrecalentamiento o y contra heladas	2	Método de protección contra la legionella	3	Descripción del sistema anti-retorno y su ubicación												
1	Protección contra sobrecalentamiento o y contra heladas																		
2	Método de protección contra la legionella																		
3	Descripción del sistema anti-retorno y su ubicación																		
DA8	<b>Garantías de equipos e instalación</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Para sistemas prefabricados, garantía por una cobertura mínima de 5 años, firmada por el emisor de la factura de venta de los equipos en Chile.</li> </ul>																		
DA9	<b>Fichas Técnicas del fabricante y manuales de componentes utilizados, en idioma español:</b> <table border="0"> <tr> <td>F01</td> <td>Sistema prefabricado</td> </tr> <tr> <td>F02</td> <td>Colector Solar</td> </tr> <tr> <td>F03</td> <td>Acumulador solar</td> </tr> <tr> <td>F04</td> <td>Intercambiador de calor</td> </tr> <tr> <td>F05</td> <td>Bomba circuito primario</td> </tr> <tr> <td>F06</td> <td>Bomba circuito secundario</td> </tr> <tr> <td>F07</td> <td>Aislamiento tuberías. Protección</td> </tr> </table>	F01	Sistema prefabricado	F02	Colector Solar	F03	Acumulador solar	F04	Intercambiador de calor	F05	Bomba circuito primario	F06	Bomba circuito secundario	F07	Aislamiento tuberías. Protección				
F01	Sistema prefabricado																		
F02	Colector Solar																		
F03	Acumulador solar																		
F04	Intercambiador de calor																		
F05	Bomba circuito primario																		
F06	Bomba circuito secundario																		
F07	Aislamiento tuberías. Protección																		

	F08	Vasos de expansión primario y consumo				
	F09	Válvula de corte				
	F10	Válvula de equilibrado				
	F11	Válvula de retención				
	F12	Válvula de seguridad				
	F13	Sensores del equipo de control				
	F14	Sensores del sistema de medida				
	F15	Tubería material plástico				
	F17	Válvula mezcladora termostática				
	F18	Sistema de energía auxiliar				

## 52. FORMATO PARA PLANOS Y ESQUEMAS

En el siguiente cuadro, se presenta en detalle los Planos y Esquemas, tanto para sistemas prefabricados como para sistemas a medida.

LISTA DE CHEQUEO DE CONTENIDOS Y REQUISITOS DE PLANOS		NA	SI	NO	OBSERVACIONES
<b>Emplazamiento edificio, colectores y sala técnica. Orientación, obstáculos y sombras DA</b>					
1	1.1 Localización del predio en plano de urbanización. Indicar coordenadas				
	1.2 Emplazamiento de la edificación, de la instalación (sistema prefabricado, colectores y sala técnica)				
	1.3 Orientación del predio, de la edificación, del sistema prefabricado, de colectores. Indicar inclinación				
	1.4 Misma orientación e inclinación de todos los colectores				
	1.5 Definición del entorno lejano al norte ± 90º. Criterios presentes o futuros				
	1.6 Definición del entorno cercano al norte ± 90º. Alternativas a sombras de la propia edificación				
	1.7 Representación de perfiles de obstáculos y de los espacios en sombra				
	1.8 Cálculo de las sombras externas. Pérdidas por sombras				
	1.9 Justificación de las superficies de la edificación no utilizables por sombras				

	<b>Ubicación de sistema prefabricado, colectores (separaciones, distancias entre ellos y a obstáculos, accesos)</b>			
2	2.1 Organización y distribución de sistema prefabricado o colectores			
	2.2 Espacios ocupados y libres. Distancias y márgenes			
	2.3 Delimitación de zona técnica no accesible. Previsión de accesos para movimientos y maniobras de montaje			
	2.4 Integración con otros elementos constructivos, estanques, etc.			
	2.5 Integración con otros equipamiento, chimeneas, condensadores, etc.			
	2.6 Número de líneas de colectores y de baterías por línea.			
	2.7 Distancias entre líneas y separaciones entre baterías			
	2.8 Sombras frontales			
	2.9 Sombras laterales			
	<b>Distribución sala técnica, acumulación, intercambio, bombas, sistema de expansión y control</b>			
3	3.1 Ubicación, número y dimensiones de acumuladores			
	3.2 Distancias, situación y acceso a cámara de registro y conexiones.			
	3.3 Distribución de presiones			
	3.3 Conexiónado de acumuladores y situación de válvulas de corte para equipos			
	3.4 Medidas para evitar flujo inverso desde acumulador(es)			
	3.5 Intercambiador: Ubicación, acceso y válvulas de corte			
	3.6 Bombas circuladoras: Ubicación, acceso y accesorios hidráulicos			
	3.7 Sistema de expansión del circuito primario y consumo			
	3.8 Control de condiciones de montaje según manuales de fabricantes			
	3.9 Distancias entre equipamientos para acceso, registro y mantenimiento			
	<b>Circuitos y trazado circuitos, diseño y situación componentes (válvula de corte, seguridad, purga, etc.)</b>			
4	4.1 Colectores por batería y conexión interna de batería			
	4.2 Conexión externa de la batería: Válvula de corte, seguridad, vaciado u purga			
	4.3 Grupos, organización del equilibrado y sistema de equilibrado			
	4.4 Trazado hidráulico de primario: longitudes consideradas			
	4.5 Trazados de interconexión desde colectores hasta acumuladores, con SAA y consumos			
	4.6 Trazados internos de sala técnica: Primario, secundario y consumo			
	4.7 Caudales, diámetros, y materiales de tuberías			
	4.8 Trazados al exterior e interior. Espesores y protección de aislamientos de tuberías y protección contra la acción de animales			
	4.9 Disposición y accesibilidad a válvulas de corte, seguridad, vaciado y purga			
5	<b>Complementos hidráulicos: Sistemas de llenado, purga y vaciado. Sistema de medida</b>			

	5.1 Sistema de llenado y factibilidad proceso. No reposición directa a mezclas			
	5.2 Sistemas de purga y evacuación de líquido/aire			
	5.3 Válvulas de vaciado			
	5.4 Manómetro de primario			
	5.5 Situación termómetros			
	5.6 Detalles hidráulicos: Tipo y posición de válvulas			
	5.7 Tuberías de evacuación de los escapes conducidos. Materiales, visible, drenajes, etc.			
	5.8 Contadores de caudal y de energía			
	5.9 Sistema de monitoreo			
	<b>Sistema de energía auxiliar. Integración y conexión con las restantes instalaciones de la edificación</b>			
6	6.1 Localización y separaciones entre equipamientos			
	6.2 Recorridos de la instalación solar con el SAA y puntos de consumo			
	Punto de conexión de alimentación agua fría. Diámetro y presión			
	6.3 disponible			
	6.4 Válvula de corte y anti-retorno en entrada de agua fría			
	Punto de conexión de alimentación agua fría. Diámetro y presión			
	6.5 disponible			
	6.6 Válvula termostática de salida			
	6.7 Circuito de consumo y de recirculación			
	6.8 Conexiones de sistemas de purga			
	6.9 Vaciados, drenajes y conducción a desagües			
	<b>Esquema de funcionamiento completo. Diagrama o esquema</b>			
7	7.1 Esquema sencillo, funcional y completo			
	7.2 Configuración solar admitida. Identificar			
	7.3 Tipo de intercambiador			
	7.4 Conexionado de acumulador(es) y elementos accesorios			
	7.5 Localización de sistemas de expansión y seguridad. Identificar			
	7.6 Situación y funcionamiento de todas las válvulas			
	7.7 Elementos que faltan y elementos prescindibles			
	7.8 Conexionado con sistema auxiliar serie y con consumo			
	7.9 Simbología, descripción y otras anotaciones			
	<b>Sistema de control y esquema eléctrico. Detalles posición de sondas y elementos de campo</b>			
8	8.1 Posición sonda de colectores			
	8.2 Posición sonda fría y caliente de acumulador			
	8.3 Posición otras sondas de temperatura: Intercambiador, agua fría,			
	8.4 Caudalímetro/Energía de consumo			
	8.5 Situación de cuadro eléctrico. Descripción			
	8.6 Protección general y de líneas			

	8.7 Mandos eléctricos de manual-paro-automático			
	8.8 Trazado de líneas eléctricas			
	8.9 Punto de conexión de alimentación eléctrica			
	<b>Diseño de estructura y sujeción de colectores y acumuladores.</b> <b>(Considerar junto con DA4)</b>			
9	9.1 Definición de la estructura normalizada de sistema prefabricado, colectores y acumuladores			
	9.2 Definición de la estructura base de la edificación o terreno			
	9.3 Soluciones adoptadas en las interacciones con la edificación			
	9.4 Definición de la estructura auxiliar e independiente. Características y protecciones			
	9.5 Delimitación del alcance de los nuevos elementos constructivos			
	9.6 Diseño y detalles constructivos de estructuras, etc.			
	9.7 Canalización de agua de lluvia y de escapes de fluidos de la instalación			
	9.8 Elementos para soporte de tuberías			
	9.9 Definición de obra civil y albañilerías complementarias			

## TITULO XI; NORMAS Y BIBLIOGRAFÍA

### 53. NORMAS INTERNACIONALES

- **NCh 1079** Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico. Instituto de Nacional de Normalización.
- **UNE 94002:2005** Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria. Cálculo de la demanda de energía térmica
- **UNE 94003:2007** Datos climáticos para el dimensionado de instalaciones solares térmicas.
- **UNE 94041-1:2010** Sistemas domésticos de apoyo de consumo calorífico nominal inferior o igual a 70 kW y volumen de acumulación inferior o igual a 300 l, utilizados en instalaciones solares térmicas. Parte 1: Sistemas de apoyo que utilizan combustibles líquidos y gaseosos.
- **UNE-EN 12975-1:2006+A1:2011** Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores solares. Parte 1: Requisitos generales.
- **UNE-EN 12975-2:2006** Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores solares. Parte 2: Métodos de ensayo.
- **UNE-EN 12976-1:2006** Sistemas solares térmicos y sus componentes. Sistemas prefabricados. Parte 1: Requisitos generales.
- **UNE-EN 12976-2:2006** Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas prefabricados. Parte 2: Métodos de ensayo.
- **UNE-EN 12977-1:2012** Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 1: Requisitos generales para los calentadores de agua solares y las instalaciones solares combinadas.
- **UNE-EN 12977-2:2012** Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 2: Métodos de ensayo para los calentadores de agua solares y las instalaciones solares combinadas.
- **UNE-EN 12977-3:2012** Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 3: Métodos de ensayo del rendimiento de los acumuladores de agua de calentamiento solar.
- **UNE-EN 12977-4:2012** Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 4: Métodos de ensayo del rendimiento para las instalaciones solares combinadas.
- **UNE-EN 12977-5:2012** Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 5: Métodos de ensayo del rendimiento para los sistemas de regulación.

### 54. BIBLIOGRAFÍA

- Itemizado Técnico para Proyectos de Sistemas Solares Térmicos, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, aprobado por Resolución exenta 720 del 14 de marzo de 2019.
- Guía de Buenas Prácticas con Base en la Experiencia de Instalaciones Solares Térmicas, Ministerio de Energía (Chile).
- Guía ASIT de la Energía Solar Térmica. ASIT Asociación Solar de la Industria Térmica (España)
- Guía Técnica de la Energía Solar Térmica. IDAE-ASIT
- Manual II de los Sistemas Solares Térmicos – Corporación de Desarrollo Tecnológico – GEF/PNUD – Ministerio de Energía - Chile
- Manual de Energía Solar Térmica e Instalaciones Asociadas – Facultad de Arquitectura – Universidad ORT Uruguay
- Borrador del REGLAMENTO ANDALUZ DE INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS DE BAJA TEMPERATURA - AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA

- DTIE 8.03 INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA - ATECYR
- MANUAL DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA de la AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA
- SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS. Diseño e Instalación CENSOLAR – SOLARPRAXIS
- AGUA CALIENTE SANITARIA MEDIANTE ENERGÍA SOLAR EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS de la AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA - AICIA
- DTIE 1.01 PREPARACIÓN DE ACS - ATECYR
- DTIE 12.01 AISLAMIENTO TÉRMICO -ATECYR
- REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS (RITE)
- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE) SECCIÓN HE4

## ANEXO 1: VARIABLES DE ENTORNO POR REGIÓN Y COMUNA

A continuación, se presentan los resultados de las variables que definen calidad del agua en agresivas o no. Para ellas, se presentan valores diferenciados por comuna y región.

De acuerdo a lo anterior, se consideran los siguientes rangos según las siguientes variables:

**1. Dureza del Agua:**

- Agua Dura (AD) > sobre 120 mg/l de CaCO<sub>3</sub>
- Agua No Dura (AND) > bajo 120 mg/l de CaCO<sub>3</sub>

**2. Presencia de Cloruros (Corrosión):**

- C > Corrosivo (sobre 150 mg/l)
- NC > No Corrosivo (bajo 150 mg/l)
- ND > No hay datos

A continuación, se presentan las tablas, para las diferentes regiones, y sus rangos:

i. Arica y Parinacota

	Dureza del agua (mg/l)		Cloruros (mg/l)	
ARICA	980	AD	303	C
CAMARONES	980	AD	0	ND
GENERAL LAGOS	1078	AD	0	ND
PUTRE	1078	AD	0	ND

ii. Tarapacá

	Dureza del agua (mg/l)		Cloruros (mg/l)	
ALTO HOSPICIO	550	AD	111	NC
CAMIÑA	584	AD	0	ND
COLCHANE	584	AD	0	ND
HUARA	583	AD	213	C
IQUIQUE	550	AD	185	C
PICA	641	AD	40	NC
POZO ALMONTE	599	AD	187	C

iii. Antofagasta

	Dureza del agua (mg/l)		Cloruros (mg/l)	
ANTOFAGASTA	340	AD	305	C
CALAMA	330	AD	316	C
MARÍA ELENA	321	AD	0	ND
MEJILLONES	321	AD	277	C
OLLAGÜE	321	AD	0	ND
SAN PEDRO DE ATACAMA	294	AD	0	ND
SIERRA GORDA	321	AD	340	C
TALTAL	990	AD	126	NC
TOCOPILLA	321	AD	315	C

iv. Atacama

	Dureza del agua (mg/l)	Cloruros (mg/l)	
ALTO DEL CARMEN	256	AD	0 ND
CALDERA	247	AD	213 C
CHAÑARAL	990	AD	287 C
COPIAPÓ	160	AD	0 ND
DIEGO DE ALMAGRO	93	AND	70 NC
FREIRINA	189	AD	180 C
HUASCO	154	AD	194 C
TIERRA AMARILLA	450	AD	327 C
VALLENAR	171	AD	54 NC

v. Coquimbo

	Dureza del agua (mg/l)	Cloruros (mg/l)	
ANDACOLLO	353	AD	206 C
CANELA	632	AD	0 ND
COMBARBALÁ	430	AD	0 ND
COQUIMBO	350	AD	106 NC
ILLAPEL	207	AD	11 NC
LA HIGUERA	352	AD	0 ND
LA SERENA	390	AD	71 NC
LOS VILOS	270	AD	212 C
MONTE PATRIA	368	AD	39 NC
OVALLE	490	AD	36 NC
PAIHUANO	215	AD	7 NC
PUNITAQUI	346	AD	93 NC
RÍO HURTADO	352	AD	0 ND
SALAMANCA	212	AD	20 NC
VICUÑA	340	AD	31 NC

vi. Valparaíso

	Dureza del agua (mg/l)	Cloruros (mg/l)	
ALGARROBO	502	AD	160 C
CABILDO	300	AD	32 NC
CALERA	302	AD	0 ND
CALLE LARGA	260	AD	53 NC
CARTAGENA	519	AD	163 C
CASABLANCA	306	AD	59 NC
CATEMU	339	AD	39 NC
CONCÓN	295	AD	0 ND
EL QUISCO	502	AD	156 C
EL TABO	491	AD	164 C
HIJUELAS	284	AD	32 NC
LA CRUZ	291	AD	50 NC
LA LIGUA	287	AD	50 NC
LIMACHE	267	AD	46 NC

LLAILLAY	329	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
LOS ANDES	254	<b>AD</b>	53	<b>NC</b>
NOGALES	328	<b>AD</b>	44	<b>NC</b>
OLMUÉ	261	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
PANQUEHUE	344	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
PAPUDO	332	<b>AD</b>	62	<b>NC</b>
PETORCA	283	<b>AD</b>	37	<b>NC</b>
PUCHUNCAVÍ	292	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
PUTAENDO	197	<b>AD</b>	24	<b>NC</b>
QUILLOTA	339	<b>AD</b>	49	<b>NC</b>
QUILPUÉ	261	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
QUINTERO	270	<b>AD</b>	199	<b>C</b>
RINCONADA	378	<b>AD</b>	59	<b>NC</b>
SAN ANTONIO	493	<b>AD</b>	214	<b>C</b>
SAN ESTEBAN	498	<b>AD</b>	44	<b>NC</b>
SAN FELIPE	275	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
SANTA MARÍA	364	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
SANTO DOMINGO	488	<b>AD</b>	191	<b>C</b>
VALPARAÍSO	280	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
VILLA ALEMANA	268	<b>AD</b>	36	<b>NC</b>
VIÑA DEL MAR	260	<b>AD</b>	47	<b>NC</b>
ZAPALLAR	324	<b>AD</b>	73	<b>NC</b>

vii. Metropolitana

	Dureza del agua (mg/l)	Cloruros (mg/l)		
ALHUÉ	310	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
BUIN	520	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
CALERA DE TANGO	630	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
CERRILLOS	580	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
CERRO NAVIA	550	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
COLINA	720	<b>AD</b>	13	<b>NC</b>
CONCHALÍ	420	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
CURACAVÍ	650	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
EL BOSQUE	520	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
EL MONTE	510	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
ESTACIÓN CENTRAL	490	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
HUECHURABA	695	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
INDEPENDENCIA	420	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
ISLA DE MAIPO	490	<b>AD</b>	133	<b>NC</b>
LA CISTERNA	520	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
LA FLORIDA	450	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
LA GRANJA	530	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
LA PINTANA	530	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
LA REINA	400	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
LAMPA	550	<b>AD</b>	12	<b>NC</b>
LAS CONDES	395	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
LO BARNECHEA	390	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>
LO ESPEJO	575	<b>AD</b>	0	<b>ND</b>

LO PRADO	520	AD	87	NC
MACUL	400	AD	0	ND
MAIPÚ	690	AD	0	ND
MARÍA PINTO	650	AD	0	ND
MELIPILLA	715	AD	138	NC
ÑUÑOA	550	AD	0	ND
PADRE HURTADO	650	AD	137	NC
PAINE	350	AD	0	ND
PEDRO AGUIRRE CERDA	390	AD	0	ND
PEÑAFLOR	470	AD	0	ND
PEÑALOLÉN	400	AD	0	ND
PIRQUE	520	AD	129	NC
PROVIDENCIA	420	AD	0	ND
PUDAHUEL	630	AD	0	ND
PUENTE ALTO	530	AD	0	ND
QUILICURA	500	AD	127	NC
QUINTA NORMAL	550	AD	0	ND
RECOLETA	390	AD	0	ND
RENCA	550	AD	0	ND
SAN BERNARDO	580	AD	0	ND
SAN JOAQUÍN	390	AD	0	ND
SAN JOSÉ DE MAIPO	520	AD	0	ND
SAN MIGUEL	390	AD	0	ND
SAN PEDRO	715	AD	0	ND
SAN RAMÓN	390	AD	0	ND
SANTIAGO	390	AD	0	ND
TALAGANTE	615	AD	143	NC
TILITIL	75	AND	16	NC
VITACURA	320	AD	0	ND

viii. O'Higgins

	Dureza del agua (mg/l)		Cloruros (mg/l)	
CHÉPICA	350	AD	0	ND
CHIMBARONGO	350	AD	33	NC
CODEGUA	350	AD	28	NC
COINCO	310	AD	52	NC
COLTAUCO	350	AD	49	NC
DOÑIHUE	350	AD	67	NC
GRANEROS	310	AD	51	NC
LA ESTRELLA	350	AD	0	ND
LAS CABRAS	350	AD	48	NC
LITUECHE	350	AD	0	ND
LOLOL	260	AD	48	NC
MACHALÍ	310	AD	0	ND
MALLOA	350	AD	27	NC
MARCHIHUE	350	AD	0	ND
MOSTAZAL	310	AD	0	ND
NANCAGUA	260	AD	16	NC
NAVIDAD	260	AD	0	ND
OLIVAR	310	AD	0	ND
PALMILLA	260	AD	0	ND
PAREDONES	260	AD	0	ND

PERALILLO	260	AD	0	ND
PEUMO	350	AD	27	NC
PICHIDEGLA	350	AD	48	NC
PICHILEMU	260	AD	54	NC
PLACILLA	260	AD	37	NC
PUMANQUE	350	AD	0	ND
QUINTA DE TILCOCO	260	AD	52	NC
RANCAGUA	310	AD	53	NC
RENGO	350	AD	22	NC
REQUÍNOA	310	AD	0	ND
SAN FERNANDO	350	AD	29	NC
SAN VICENTE	350	AD	0	ND
SANTA CRUZ	260	AD	0	ND

ix. Del Maule

	Dureza del agua (mg/l)		Cloruros (mg/l)	
CAUQUENES	180	AD	32	NC
CHANCO	360	AD	13	NC
COLBÚN	180	AD	0	ND
CONSTITUCIÓN	360	AD	0	ND
CUREPTO	220	AD	11	NC
CURICÓ	220	AD	0	ND
EMPEDRADO	360	AD	14	NC
HUALAÑÉ	220	AD	0	ND
LICANTÉN	220	AD	0	ND
LINARES	180	AD	6	NC
LONGAVÍ	180	AD	0	ND
MAULE	360	AD	0	ND
MOLINA	220	AD	17	NC
PARRAL	180	AD	4	NC
PELARCO	360	AD	17	NC
PELLUHUE	180	AD	9	NC
PENCAHUE	360	AD	0	ND
RAUCO	220	AD	35	NC
RETIRO	180	AD	10	NC
RÍO CLARO	360	AD	0	ND
ROMERAL	220	AD	43	NC
SAGRADA FAMILIA	220	AD	19	NC
SAN CLEMENTE	360	AD	14	NC
SAN JAVIER	360	AD	14	NC
SAN RAFAEL	360	AD	7	NC
TALCA	360	AD	15	NC
TENO	220	AD	29	NC
VICHUQUÉN	220	AD	0	ND
VILLA ALEGRE	180	AD	0	ND
YERBAS BUENAS	180	AD	12	NC

x. Ñuble

	Dureza del agua (mg/l)		Cloruros (mg/l)	
BULNES	80	AND	58	NC
CHILLÁN	80	AND	0	ND
CHILLÁN VIEJO	80	AND	0	ND
COIHUECO	80	AND	0	ND
EL CARMEN	80	AND	3	NC
ÑIQUÉN	80	AND	0	ND
PEMUCO	80	AND	4	NC
PINTO	80	AND	5	NC
QUILLÓN	80	AND	0	ND
SAN CARLOS	80	AND	4	NC
SAN FABIÁN	80	AND	0	ND
SAN IGNACIO	80	AND	4	NC
SAN NICOLAS	80	AND	0	ND
YUNGAY	80	AND	1	NC

xi. Biobío

	Dureza del agua (mg/l)		Cloruros (mg/l)	
ALTO BIOBÍO	80	AND	0	ND
ANTUCO	80	AND	0	ND
ARAUCO	80	AND	29	NC
CABRERO	80	AND	15	NC
CAÑETE	80	AND	10	NC
CHIGUAYANTE	60	AND	10	NC
COBQUECURA	80	AND	13	NC
COELEMU	80	AND	30	NC
CONCEPCIÓN	60	AND	0	ND
CONTULMO	80	AND	10	NC
CORONEL	80	AND	24	NC
CURANILAHUE	80	AND	9	NC
FLORIDA	80	AND	23	NC
HUALPÉN	80	AND	0	ND
HUALQUI	60	AND	7	NC
LAJA	80	AND	8	NC
LEBU	80	AND	11	NC
LOS ALAMOS	80	AND	7	NC
LOS ÁNGELES	80	AND	0	ND
LOTA	80	AND	7	NC
MULCHÉN	80	AND	0	ND
NACIMIENTO	80	AND	10	NC
NEGRETE	80	AND	9	NC
NINHUE	80	AND	21	NC
PENCO	80	AND	10	NC
PORTEZUELO	80	AND	0	ND
QUILACO	80	AND	3	NC
QUILLECO	80	AND	10	NC

QUIRIHUE	80	AND	8	NC
RANQUIL	80	AND	0	ND
SAN PEDRO DE LA PAZ	60	AND	0	ND
SAN ROSENDO	80	AND	8	NC
SANTA BÁRBARA	80	AND	0	ND
SANTA JUANA	80	AND	10	NC
TALCAHUANO	60	AND	8	NC
TIRÚA	80	AND	0	ND
TOMÉ	80	AND	0	ND
TREGUACO	80	AND	0	ND
TUCAPEL	80	AND	8	NC
YUMBEL	80	AND	10	NC

xii. Araucanía

	Dureza del agua (mg/l)	Cloruros (mg/l)	
ANGOL	80	AND	1 NC
CARAHUE	150	AD	14 NC
CHOLCHOL	150	AD	5 NC
COLLIPULLI	80	AND	0 NC
CUNCO	60	AND	3 NC
CURACAUTÍN	150	AD	0 ND
CURARREHUE	80	AND	0 ND
ERCILLA	80	AND	1 NC
FREIRE	60	AND	0 ND
GALVARINO	60	AND	0 ND
GORBEA	60	AND	0 ND
LAUTARO	150	AD	0 ND
LONCOCHE	60	AND	0 ND
LONQUIMAY	150	AD	2 NC
LOS SAUCES	80	AND	2 NC
LUMACO	80	AND	13 NC
MELIPEUCO	60	AND	0 ND
NUEVA IMPERIAL	150	AD	8 NC
PADRE LAS CASAS	150	AD	0 ND
PERQUENCO	150	AD	0 ND
PITRUFQUÉN	60	AND	0 ND
PUCÓN	60	AND	0 ND
PURÉN	80	AND	0 ND
RENAICO	80	AND	3 NC
SAAVEDRA	60	AND	0 ND
TEMUCO	150	AD	0 ND
TEODORO SCHMIDT	60	AND	0 ND
TOLTÉN	60	AND	0 ND
TRAIGUÉN	80	AND	0 ND
VICTORIA	80	AND	0 NC
VILCÚN	60	AND	0 ND
VILLARRICA	60	AND	1 NC

xiii. Los Ríos

	Dureza del agua (mg/l)		Cloruros (mg/l)	
CORRAL	45	AND	7	NC
FUTRONO	45	AND	3	NC
LA UNIÓN	45	AND	0	NC
LAGO RANCO	45	AND	5	NC
LANCO	45	AND	4	NC
LOS LAGOS	45	AND	3	NC
MÁFIL	45	AND	0	NC
MARIQUINA	45	AND	0	NC
PAILLACO	45	AND	6	NC
PANGUIPULLI	45	AND	4	NC
RÍO BUENO	45	AND	0	NC
VALDIVIA	70	AND	5	NC

xiv. Los Lagos

	Dureza del agua (mg/l)		Cloruros (mg/l)	
ANCUD	50	AND	0	ND
CALBUCO	50	AND	31	NC
CASTRO	50	AND	7	NC
CHAITÉN	50	AND	0	NC
CHONCHI	50	AND	13	NC
COCHAMÓ	50	AND	0	NC
CURACO DE VÉLEZ	50	AND	0	NC
DALCAHUE	50	AND	4	NC
FRESIA	50	AND	6	NC
FRUTILLAR	190	AD	7	NC
FUTALEUFÚ	50	AND	0	NC
HUALAIHUÉ	50	AND	0	NC
LLANQUIHUE	50	AND	13	NC
LOS MUERMOS	50	AND	7	NC
MAUILLÍN	50	AND	0	NC
OSORNO	50	AND	0	NC
PALENA	50	AND	0	NC
PUERTO MONTT	190	AD	0	NC
PUERTO OCTAY	190	AD	0	NC
PUERTO VARAS	190	AD	0	NC
PUQUELDÓN	50	AND	0	NC
PURRANQUE	50	AND	12	NC
PUYEHUE	50	AND	0	NC
QUEILEN	50	AND	0	NC
QUELLÓN	50	AND	0	NC
QUEMCHI	50	AND	0	NC
QUINCHAO	50	AND	0	NC
RÍO NEGRO	50	AND	0	NC
SAN JUAN DE LA CO	50	AND	0	NC

SAN PABLO	50	AND	7	NC
-----------	----	-----	---	----

xv. Aysén

	Dureza del agua (mg/l)	Cloruros (mg/l)
AYSÉN	47	AND
CHILE CHICO	47	AND
CISNES	47	AND
COCHRANE	47	AND
COYHAIQUE	47	AND
GUAITECAS	47	AND
LAGO VERDE	47	AND
O'HIGGINS	47	AND
RÍO IBÁÑEZ	47	AND
TORTEL	47	AND

xvi. Magallanes

	Dureza del agua (mg/l)	Cloruros (mg/l)
CABO DE HORNOS	60	AND
LAGUNA BLANCA	60	AND
NATALES	60	AND
PORVENIR	60	AND
PRIMAVERA	60	AND
PUNTA ARENAS	60	AND
RÍO VERDE	60	AND
SAN GREGORIO	60	AND
TIMAUKEL	60	AND
TORRES DEL PAYNE	60	AND