



Guia municipal d'inspecció i manteniment d'instal·lacions d'energia solar tèrmica per a aigua calenta sanitària

Grup de Treball d'Energia i Canvi Climàtic
Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat



**Diputació
Barcelona**



Com fer...?

eines de suport a la gestió municipal

Guia municipal d'inspecció i manteniment d'instal·lacions d'energia solar tèrmica per a aigua calenta sanitària

Grup de Treball d'Energia i Canvi Climàtic
Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat

Aquesta Guia municipal d'inspecció i manteniment d'instal·lacions d'energia solar tèrmica per a aigua calenta sanitària ha estat elaborat a proposta del Grup de Treball d'Energia i Canvi Climàtic de la Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat.

Redacció:
Intiam Ruai

Revisió:
Comissió Permanent del Grup de Treball sobre Energia i Canvi Climàtic, formada pels ajuntaments de: Badalona, Granollers, l'Hospitalet de Llobregat, Lleida, Mollet del Vallès, Sabadell, Sant Cugat del Vallès, Santa Coloma de Gramenet, Tarragona, Terrassa i Vilanova i la Geltrú

Coordinació i suport en la redacció:
Secretaria Tècnica de la Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat

Podeu trobar aquest document a la web de la Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat: www.diba.cat/xarxasost (Materials elaborats per la Xarxa).

Barcelona, octubre del 2010





PRÒLEG

La Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat va elaborar un model d'Ordenança reguladora de la incorporació de captació d'energia solar per als municipis l'any 2001, que va suposar una novetat rellevant en l'àmbit local.

D'altra banda, més de seixanta municipis de la província de Barcelona i de la Xarxa – en total una vuitantena a tot Catalunya – tenen aprovada una ordenança d'aquest tipus, en molts casos a partir del model de la Xarxa.

Fruit del camí recorregut i de l'experiència adquirida, el Grup de treball d'Energia i Canvi Climàtic va elaborar un nou model d'Ordenança l'any 2009 i com a eina complementària a l'Ordenança solar va proposar elaborar aquesta **Guia municipal d'inspecció i manteniment d'instal·lacions d'energia solar tèrmica per a aigua calenta sanitària**.

Aquest document pretén ser una eina de consulta que faciliti la feina d'inspecció i manteniment de les instal·lacions d'energia solar tèrmica per a la producció d'aigua calenta sanitària (ACS).

Tanmateix, s'ha volgut que la Guia inclogui una sèrie d'eines concretes útils i aplicables directament per part dels municipis. Per aquest motiu constar de dos grans blocs:

- En el primer, que correspon del capítol 1 al capítol 5, es donen a conèixer de forma teòrica i sintètica **els elements i els paràmetres més significatius de les instal·lacions solars tèrmiques per a producció d'aigua calenta sanitària**.
- En el segon bloc, que es diferencia gràficament, es detallen **les cinc eines principals** i el detall desglossat per a la verificació de projectes i instal·lacions, així com els requeriments bàsics per a la programació dels manteniments preventius d'aquestes instal·lacions. Les eines que en aquesta versió impresa teniu conjuntament en la versió digital les podreu descarregar de forma separada.

Cada eina està dissenyada **per aplicar en moments diferents per part del tècnic municipal** i així s'indica:

1. En una primera fase de revisió dels projectes d'instal·lacions d'energia solar tèrmica – en la fase de dimensionat i disseny com la comprovació documental – (Eines 1 a 3)
2. Una segona fase d'inspecció de la instal·lació ja construïda en termes de bon funcionament i acompliment d'allò projectat (Eina 4)
3. I una darrera fase de control del manteniment de la instal·lació (Eina 5).



- **Eina 1:** Verificació del dimensionat de projectes d'instal·lacions d'energia solar tèrmica. Inclou:
 - Fulla de càlcul en format Excel per autocàlcul a partir de dades de partida.
 - Document de suport a la Fulla de càlcul.
- **Eina 2:** Llista de verificació dels continguts documents de projectes d'instal·lacions d'energia solar tèrmica.
- **Eina 3:** Esquemes de referència per a la verificació dels esquemes de projectes d'instal·lacions d'energia solar tèrmica per tipologies.
- **Eina 4:** Llista de verificació i instruccions d'inspeccions in-situ de projectes d'instal·lacions d'energia solar tèrmica. Inclou:
 - Model de llista de verificació per portar a la inspecció.
 - Document de suport al model de llista de verificació amb tres apartats: preparació prèvia de la inspecció, controls durant la inspecció, resolucions després de la inspecció.
- **Eina 5:** Guia sobre el manteniment de les instal·lacions d'energia solar tèrmica. Inclou:
 - Instruccions i procediment bàsic de manteniment.
 - Model de contracte de manteniment.

Tot això amb un format eminentment gràfic que confereix lleugeresa al document, tot conservant la qualitat tècnica del contingut.

Esperem que aquesta Guia es converteixi, doncs, en un instrument útil i pràctic, tant per als ajuntaments i un complement a les Ordenances solars.



ÍNDEX

MARC TEÒRIC

1. Terminologia	9
2. Normativa de referència	13
3. Simbologia bàsica	21
4. Tipologies bàsiques de les instal·lacions solars	27
5. Elements bàsics de les instal·lacions solars	31

EINES MUNICIPALS

6. Eina 1: Verificació del dimensionat de projectes d'instal·lacions d'energia solar tèrmica	67
7. Eina 2: Llista de verificació dels continguts documentals de projectes d'instal·lacions d'energia solar tèrmica	87
8. Eina 3: Esquemes de referència per a la verificació dels esquemes de projectes d'instal·lacions d'energia solar tèrmica	91
9. Eina 4: Llista de verificació i instruccions d'inspeccions in-situ de projectes d'instal·lacions d'energia solar tèrmica	115
10. Eina 5: Guia sobre el manteniment de les instal·lacions d'energia solar tèrmica	127





1. TERMINOLOGIA

Com a punt de partida es presenta un recull de la terminologia i la nomenclatura bàsiques utilitzades en l'àmbit de les instal·lacions solars que es tractaran al llarg d'aquest document:

Absorbidor: part del captador solar que transforma la radiació solar que hi incideix en energia tèrmica.

Acumulador solar «dipòsit solar»: dipòsit on s'acumula l'aigua escalfada per l'energia solar.

Bancada de captadors: conjunt de captadors interconnectats entre ells en sèrie o en paral·lel, que permet ser aïllat de la resta de captadors mitjançant claus de pas.

Bescanviador de calor: dispositiu de transmissió de calor de forma indirecta on es produeix la transferència d'energia del circuit primari solar al circuit secundari.

Bomba de circulació: dispositiu electromecànic que produeix la circulació forçada d'un fluid.

Camp de captadors: conjunt de captadors solars, fixacions i suports, canonades i connexions.

Circuit primari: conjunt d'elements que uneixen hidràulicament els captadors i l'acumulador solar. És per on circula el fluid que transporta la calor generada als captadors fins a l'acumulador solar.

Circuit secundari: circuit hidràulic de distribució del fluid acumulat a l'acumulador solar fins als punts de consum o l'acumulador i/o els bescanviadors secundaris.

Coberta del captador: element de material transparent a la radiació solar que cobreix l'obertura per tal de disminuir les pèrdues de calor i protegir l'absorbidor del medi ambient.

Captador solar tèrmic: sistema capaç de transformar la radiació solar incident en energia tèrmica.

Control anticongelació: dispositiu constituït per un termòstat que impossibilita la congelació del fluid de treball.

Dipòsit d'expansió: dispositiu que permet absorbir les variacions de pressió en un circuit tancat produïdes per les variacions de temperatura del fluid de treball.



Fracció solar: percentatge de l'energia total necessària, que s'obté mitjançant la captació solar.

Instal·lació de sistema indirecte: instal·lació en què el líquid termòfor es manté en un circuit tancat, sense possibilitat de ser distribuït al consum.

Instal·lació amb circulació forçada: instal·lació equipada amb dispositius per a la circulació forçada del fluid de treball.

Instal·lació de sistema obert o directe: instal·lació en què el fluid de treball és l'aigua de consum.

Instal·lació tancada: instal·lació en què el circuit primari no té comunicació directa amb l'aigua de consum.

Instal·lació per termosifó: instal·lació en què el líquid termòfor circula per convecció natural.

Fluid termòfor: líquid que circula pels captadors, s'escalfa i transporta l'energia tèrmica fins al punt d'acumulació. Normalment aquest líquid és aigua o aigua amb additius, segons la climatologia o el tipus d'aigua que hi ha al lloc de la instal·lació.

Materials aïllants: materials amb un coeficient baix de conductivitat tèrmica que tenen com a objectiu reduir les pèrdues de calor.

Purgador d'aire: dispositiu que permet la sortida de l'aire acumulat en el circuit. Pot ser manual o automàtic.

Radiació solar global: suma de l'energia que prové del sol més la radiació difusa celeste i la radiació solar reflectida, que incideix sobre una superfície.

Sistema acumulador captador: sistema format per un acumulador captador, en el qual la captació es realitza en la mateixa paret que constitueix l'acumulador, i es troba dins de l'embolcall mateix.

Sistema compacte: conjunt format pel captador solar, l'acumulador solar, els circuits i els accessoris muntats sobre una estructura.

Sistema solar: conjunt d'aparells i instal·lacions que determinaran la manera de captar, transportar i emmagatzemar l'energia solar fins que s'utilitzi.

Sistema auxiliar o suport: sistema d'escalfament que complementa l'energia solar fins a cobrir les necessitats de la demanda.



Superfície útil o d'obertura: superfície de l'absorbidor del captador que està exposada directament a la radiació solar incident.

Termòstat diferencial: dispositiu electrònic que actua en funció de la diferència de temperatura prefixada. En les instal·lacions solars el diferencial actua habitualment entre els captadors i l'acumulador solar.

Termòstat de seguretat: dispositiu que limita la temperatura del líquid termòfor.

Vàlvula antiretorn: dispositiu que permet la circulació del fluid de treball en un sol sentit.

Vàlvula de seguretat: dispositiu que limita la pressió màxima del circuit.

Vàlvula de tall: dispositiu que permet interrompre el pas del fluid en un circuit.





2. NORMATIVA DE REFERÈNCIA

A Catalunya, actualment, coexisteixen tres normatives pel que fa a l'obligatorietat de la instal·lació de sistemes solars tèrmics en edificacions de nova construcció i rehabilitació:

- **El Codi tècnic de l'edificació (CTE)** i el corresponent «Document bàsic HE Estalvi d'energia, secció HE 4, Contribució solar mínima d'aigua calenta sanitària» (normativa d'àmbit estatal) *Reial decret 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi tècnic de l'edificació. (BOE de 28 de març de 2006)*
- **Decret d'ecoeficiència en els edificis** (normativa de la Generalitat de Catalunya). *Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis. (DOGC 4574 – 16.2.2006)*
- **Les ordenances municipals** reguladores de la implantació de sistemes de captació d'energia solar per a usos tèrmics en les edificacions (normatives d'àmbit municipal, a Catalunya)

Cadascun d'aquests textos normatius estableix requeriments tècnics diferents quant a l'àmbit d'aplicació, l'avaluació de la demanda energètica d'aigua calenta sanitària, la fracció solar mínima que cal cobrir (en funció del tipus d'ús, l'energia de suport i la zona climàtica), el disseny de les instal·lacions solars, criteris d'integració arquitectònica dels captadors solars, etc.

A causa d'aquesta discrepància, en els diferents aspectes relacionats amb el dimensionament de les instal·lacions solars caldrà sempre realitzar un càlcul previ comparatiu de la producció solar mínima en què es compari cadascuna de les tres normatives anteriors aplicades a l'edifici objecte de l'estudi o projecte. La normativa que doni com a resultat del càlcul una producció solar mínima més elevada que la resta és la que s'haurà d'aplicar per determinar la mida o dimensió de la instal·lació solar.

Pel que fa als requeriments tècnics de disseny i muntatge, les instal·lacions d'energia solar tèrmica per a ACS i climatització de piscines es regeixen per una normativa de caràcter estatal, el Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE) (Reial decret 1027/2007, de 20 de juliol).

Aquest reglament és el document base d'aplicació a totes les instal·lacions tèrmiques en els edificis, en règim de generació de calor o fred, i a la producció de l'aigua calenta sanitària. Per tant, una instal·lació d'energia solar tèrmica per a la producció d'ACS o escalfament de piscines està subscripta al compliment d'aquest reglament.



ASPECTES
DIFERENCIADORS

Malgrat tot, val la pena aclarir que l'actual RITE 2007 deriva la gran majoria d'aspectes tècnics i de dimensionament de les instal·lacions solars tèrmiques al document HE 4 del CTE, a la vegada que determina els aspectes tècnics bàsics del procediment administratiu de la legalització d'aquestes instal·lacions pel que fa a les potències instal·lades.

Alguns municipis han elaborat documents tècnics sobre les instal·lacions solars tèrmiques amb la finalitat de complementar la seva ordenança i homogeneïtzar-la amb la resta de textos legislatius (document HE 4 del CTE i Decret d'ecoeficiència) a la vegada que intenten simplificar el procediment de dimensionament bàsic d'aquestes instal·lacions.

Basant-se en el que s'esmenta més amunt, aquesta guia utilitzarà el document bàsic HE 4 del CTE, el Decret d'ecoeficiència en els edificis i l'actual RITE 2007 com a documents normatius de referència pel que fa als requeriments de disseny i muntatge de les instal·lacions solars tèrmiques.

2.1. ASPECTES TÈCNICS DIFERENCIADORS DE LES NORMATIVES

En aquest apartat es resumeixen els aspectes tècnics rellevants de les normatives definides a l'apartat anterior, per tal d'oferir una visió global que en permeti conèixer els trets més característics.

2.1.1. DOCUMENT HE 4 DEL CTE: CONTRIBUTIÓ SOLAR MÍNIMA D'AIGUA CALENTA SANITÀRIA (ACS)

- Els mínims de demanda d'ACS que estableix l'HE 4 són molt baixos (2,79 kWh/dia \approx 50 l/dia ACS a 60 °C). Qualsevol edifici d'habitatges (unifamiliar amb dues persones) té l'obligació d'implantar un sistema d'energia solar tèrmica per a ACS.
- Les exigències de cobertures solars mínimes oscil·len entre el 30% i el 70% en funció del volum de consum diari, el tipus d'energia de suport i la zona climàtica.
- L'ús de l'efecte Joule per l'escalfament d'ACS està penalitzat amb una fracció solar mínima fixa del 70% (zones III a V).
- Obliga a l'escalfament de l'aigua de les piscines cobertes (del 30% fins al 70% de fracció solar segons la zona climàtica).
- Estableix els criteris de determinació de les zones climàtiques, en funció de la radiació solar diària anual horitzontal.



- Defineix eines per determinar pèrdues de radiació per orientació, inclinació i ombres als captadors solars, alhora que n'estableix els límits.
- En cas que l'aportació energètica de l'ACS es cobreixi mitjançant altres fonts d'energies renovables, processos de cogeneració o fonts d'energia residual procedents de recuperadors de calor independents a la generació de calor de l'edifici, l'edifici resta exempt de la instal·lació de captadors solars.
- Per condicionants d'índole arquitectònica, paisatgística, o falta d'asseïllament per barreres externes, un edifici pot restar exempt de la instal·lació de captadors solars. En aquest cas, en el projecte s'haurà de justificar la inclusió de mesures alternatives que donin com a resultat un estalvi energètic tèrmic o reducció d'emissions de CO₂, equivalents a la instal·lació solar, realitzant millores en l'aïllament tèrmic de l'edifici i en el rendiment energètic dels equips.

Pel que fa als aspectes tècnics de les instal·lacions

- Defineix les condicions tècniques de les instal·lacions solars i dels seus components.
- Prohibeix la utilització d'energia de suport a l'acumulador solar.
- Obliga a la utilització de comptador de l'energia tèrmica per a una S de captació > 20 m².
- Defineix els criteris que determinen l'obligatorietat de controlar l'excés de temperatura en les instal·lacions solars: quan en un mes de l'any se superi el 110% de la demanda energètica o el 100% de la demanda energètica en tres mesos consecutius.
- Proposa diferents formes de realitzar el control de l'excés de temperatura.
- Estableix els límits màxims de connexió en sèrie dels captadors solars, en funció de la seva superfície d'obertura (S) i de les zones climàtiques d'ubicació de la instal·lació:

S màxima

10 m²
8 m²
6 m²

Zona climàtica

I, II
III
IV, V



2.1.2. DECRET D'ECOEFICIÈNCIA EN ELS EDIFICIS

- Els mínims de demanda d'ACS que estableix el Decret són molt baixos (2,79 kWh/dia \approx 50 l/dia ACS a 60 °C). Això implica que qualsevol edifici d'habitatges (unifamiliar amb dues persones) té l'obligació d'implantar un sistema d'energia solar tèrmica per a ACS.
- Les exigències de cobertures solars mínimes oscil·len entre el 40% i el 70% en funció del volum de consum diari, el tipus d'energia de suport i la zona climàtica.
- No obliga a l'escalfament de l'aigua dels vasos de les piscines cobertes.
- L'ús de l'efecte Joule per a l'escalfament d'ACS està penalitzat amb una fracció solar mínima fixa del 70% a tot el territori de Catalunya. No obstant això, aquesta exigència no és d'aplicació a les zones on no hi hagi servei de gas canalitzat o bé l'electricitat s'obtingui mitjançant energia solar fotovoltaica o altres energies renovables.
- No obliga a la instal·lació de comptadors de l'energia tèrmica de la instal·lació solar.
- No tracta el tema del disseny de les instal·lacions solars.
- En cas que l'aportació energètica de l'ACS es cobreixi mitjançant altres fonts d'energies renovables, processos de cogeneració o fonts d'energia residual procedents de recuperadors de la calor independents a la generació de calor de l'edifici, l'edifici resta exempt de la instal·lació de captadors solars.
- Per condicionants d'índole arquitectònica, paisatgística, o falta d'assolellament per barreres externes, l'edifici pot quedar exempt de la instal·lació de captadors solars si es justifica prèviament. No demana mesures complementàries en l'edifici per aquesta exempció.

2.1.3. ORDENANCES SOLARS TÈRMIQUES MUNICIPALS

- Les ordenances solars municipals segueixen un patró bastant comú en els seus continguts, tot i que els diferents municipis les han adaptat a les seves necessitats establint límits diferents en els àmbits d'aplicació (per exemple, incloent-hi o no els locals comercials dels edificis plurifamiliars, l'aigua calenta de processos industrials, les activitats, etc.).
- Les demandes mínimes d'energia dels edificis i la corresponent fracció solar mínima són paràmetres generalment variables a les diferents ordenances.
- Aquestes ordenances tracten l'aspecte tècnic de disseny de les instal·lacions de manera molt genèrica i sense aprofundir-hi.



Generalment deriven aquests aspectes a la normativa vigent (RITE).

- Ordenances solars més recents han establert com a document de criteris de disseny de les instal·lacions el document HE 4 del CTE.
- La integració arquitectònica dels captadors solars a les cobertes dels edificis ha estat un aspecte que s'ha anat reconduint conforme avançava la implantació de l'ordenança, i que no ha estat exempt de dificultats. Això ha donat peu a un control més acurat d'aquest aspecte per part dels ajuntaments.

2.1.4. REGLAMENT D'INSTAL·LACIONS TÈRMiques EN ELS EDIFICIS (RITE)

- Gairebé tots els aspectes de dimensionament i disseny de les instal·lacions solars tèrmiques per a ACS i piscines els deriva directament al document HE 4 del CTE.
- En la classificació de les instal·lacions tèrmiques, estableix la potència tèrmica nominal d'una instal·lació de captadors solars a raó de 0,7 kW/m² de superfície d'obertura de captació.
- No és necessari presentar cap tipus de documentació a l'Administració quan:
 - La instal·lació solar consisteixi en un únic element prefabricat (per exemple, un equip compacte per termosifó).
 - L'equip auxiliar o de recolzament d'una instal·lació solar tèrmica tingui una potència P inferior a 5 kW.
 - Es tracti d'una reforma d'una instal·lació tèrmica que únicament incorpori energia solar i la potència tèrmica d'aquesta sigui inferior a 5 kW .
- Cal presentar a l'Administració la documentació específica corresponent quan:
 - Es tracti d'una reforma de la instal·lació tèrmica que únicament incorpori energia solar i la potència d'aquesta estigui compresa entre $5 \text{ kW} \leq P_{\text{SOLAR}} \leq 70 \text{ kW}$. En aquest cas l'instal·lador acreditat ha de presentar una memòria.
 - L'equip auxiliar o de recolzament d'una instal·lació solar tèrmica tingui una potència P superior a 70 kW. En aquest cas s'ha de presentar un projecte tècnic corresponent a l'equip auxiliar o de recolzament, signat per un tècnic facultatiu i visat pel col·legi oficial corresponent.
 - Es tracti d'una reforma d'una instal·lació tèrmica que únicament incorpori energia solar i la potència tèrmica



d'aquesta sigui superior a 70 kW. En aquest cas s'ha de presentar un projecte tècnic signat per un tècnic facultatiu i visat pel col·legi oficial corresponent.

- S'incrementen els gruixos dels aïllaments tèrmics de canonades i equips respecte dels establerts a l'anterior RITE de 1998.
 - Per a canonades de diàmetre exterior de fins a 35 mm, amb una temperatura del fluid de fins a 100 °C i que discorren pels interiors dels edificis, el gruix mínim de l'aïllament tèrmic ha de ser de 25 mm, amb una conductivitat tèrmica de 0,04 W/(m·K).
 - Per a canonades de diàmetre exterior de fins a 35 mm, amb una temperatura del fluid de fins a 100 °C i que discorren per l'exterior dels edificis, el gruix mínim de l'aïllament tèrmic ha de ser de 35 mm, amb una conductivitat tèrmica de 0,04 W/(m·K).



2.2. TAULA RESUM DE LES NORMATIVES RELATIVES A LES INSTAL·LACIONS SOLARS

NORMATIVA REFERIDA A L'OBLIGATORIETAT D'INCORPORAR ENERGIA SOLAR TÈRMICA PER A PRODUCCIÓ D'ACS EN EDIFICIS DE NOVA CONSTRUCCIÓ I REHABILITACIÓ

- **Ordenances municipals reguladores de la implantació de sistemes de captació d'energia solar per a usos tèrmics en les edificacions** (normatives d'àmbit municipal, a Catalunya)
- **Decret d'ecoeficiència en els edificis (normativa de la Generalitat de Catalunya)** *Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis. (DOGC 4574–16.2.2006)*
- **Codi tècnic de l'edificació (CTE) i el corresponent «Document bàsic HE Estalvi d'energia, secció HE 4, Contribució solar mínima d'aigua calenta sanitària».** (normativa d'àmbit estatal) *Reial decret 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi tècnic de l'edificació (BOE de 28-3-2006)*

NORMATIVA REFERIDA A LES INSTAL·LACIONS

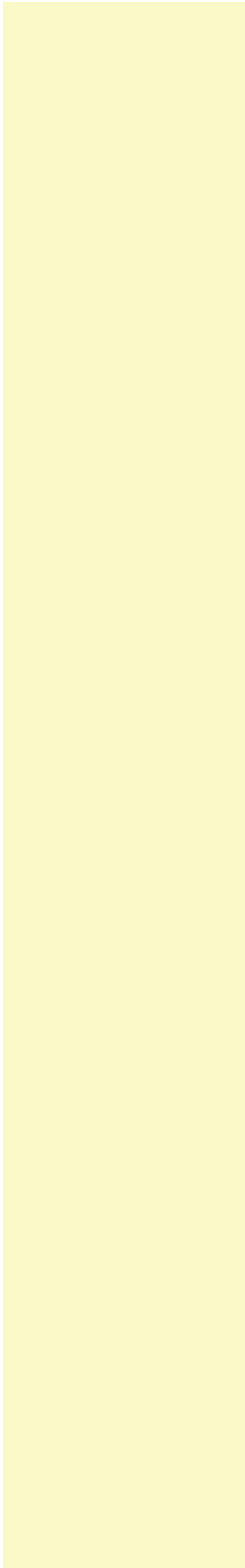
- **Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE).** *Reial decret 1027/2007, de 20 de juliol.*
- **«Document bàsic HE Estalvi d'energia, secció HE 4, Contribució solar mínima d'aigua calenta sanitària»** (normativa d'àmbit estatal) *Reial decret 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi tècnic de l'edificació. (BOE de 28 de març de 2006)*
- **Reglament electrotècnic de baixa tensió (REBT)**

NORMATIVA REFERIDA A L'INSTAL·LADOR I LES EMPRESES INSTAL·LADORES

- Disposar d'un carnet d'instal·lador mantenidor d'instal·lacions tèrmiques en edificis (ITE) que acredita al titular per exercir les activitats d'instal·lació, manteniment i reparació d'instal·lacions tèrmiques en edificis, sempre que l'activitat tingui lloc en el si d'una empresa inscrita al Registre d'Empreses Instal·ladores Mantenedores d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis (REITE).
- Igualment, l'empresa ha d'estar inscrita en el Registre d'Establiments Industrials de Catalunya (REIC).

NORMATIVA REFERIDA ALS EQUIPS

- Norma UNE-EN 12975, parts 1 i 2, Sistemes solars tèrmics i els seus components.
- Norma UNE-EN 12976, parts 1 i 2, Sistemes solars prefabricats.
- Norma UNE-ENV 12977, parts 1, 2 i 3, Instal·lacions solars a mida.





3. SIMBOLOGIA BÀSICA

El capítol presenta els elements hidràulics més significatius que es poden trobar a les instal·lacions solars tèrmiques.

Tot i que actualment hi ha una gran oferta d'equips i materials en el mercat, les configuracions bàsiques de les instal·lacions solars mantenen un patró comú, en el qual es fan servir majoritàriament els elements que es descriuen a la taula següent.

ELEMENT	SÍMBOL	NOM I DESCRIPCIÓ
		VÀLVULA DE TALL D'ESFERA Element que s'utilitza per aïllar equips o circuits del conjunt de la instal·lació per tal de realitzar reparacions o substitucions.
		VÀLVULA DE RETENCIÓ Element que s'utilitza en un circuit de fluid tèrmic per evitar la circulació d'aquest en sentit contrari al de la circulació escollida.
		VÀLVULA REGULADORA DE CABAL Element que s'utilitza per a la regulació del cabal que ha de circular per un equip o part d'una instal·lació de fluid tèrmic.
		VÀLVULA DE SEGURETAT AMB MANÒMETRE Element o dispositiu que s'utilitza per limitar la pressió màxima a què estan sotmesos els equips d'una instal·lació de fluid tèrmic. Pot anar acompanyada d'un manòmetre per efectuar la lectura directa de la pressió en el punt d'ubicació.
		VÀLVULA DE ZONA DE 3 VIES MOTORITZADA Element d'accionament electromecànic que fa circular, de manera alternativa, el fluid tèrmic per dos camins diferents del circuit mitjançant l'acció combinada d'un element de regulació electrònic (per exemple, termòstat diferencial).
		VÀLVULA DE ZONA DE 2 VIES MOTORITZADA Element d'accionament electromecànic que obre o tanca la circulació del fluid cap a un equip o part d'un circuit, mitjançant l'acció combinada d'un element de regulació electrònic (per exemple, termòstat diferencial).



ELEMENT	SÍMBOL	NOM I DESCRIPCIÓ
		VÀLVULA MESCLADORA TERMOSTÀTICA DE 3 VIES (NO MOTORITZADA) Element hidràulic que subministra un fluid a una determinada temperatura de consigna (per exemple, aigua a 38 °C) utilitzant dos fluids a diferents temperatures (per exemple, aigua a 60 °C i aigua a 12 °C). Fa la mescla del fluid calent i el fred per obtenir un tercer fluid a la temperatura de consigna gràcies a l'acció d'un element bimetal·lic que incorpora al seu interior.
		BOMBA DE CIRCULACIÓ Element electromecànic que força la circulació d'un fluid per un circuit o equip, compensant les pèrdues de càrrega (resistència al moviment del fluid) dels elements que formen el circuit hidràulic mateix.
		VAS D'EXPANSIÓ Element que compensa l'augment de volum d'un fluid tèrmic, per l'efecte de la temperatura, en un circuit hidràulic (obert o tancat). El vas d'expansió permet mantenir estable la pressió del circuit dins uns límits i evita que la vàlvula de seguretat actuï abans del necessari.
		FILTRE Element destinat a retenir partícules presents en el fluid per tal de protegir els equips del circuit hidràulic d'avaries o degradació produïdes per obstrucció o agressió mecànica.
		CONTROL SOLAR (TD) Element electrònic utilitzat per al funcionament de bombes o equips de les instal·lacions solars tèrmiques. El seu funcionament es basa en la comparació de dues temperatures del circuit (generalment entre captadors i acumulador solar), actuant sobre la bomba o vàlvula per accionar el seu funcionament o aturar-lo.



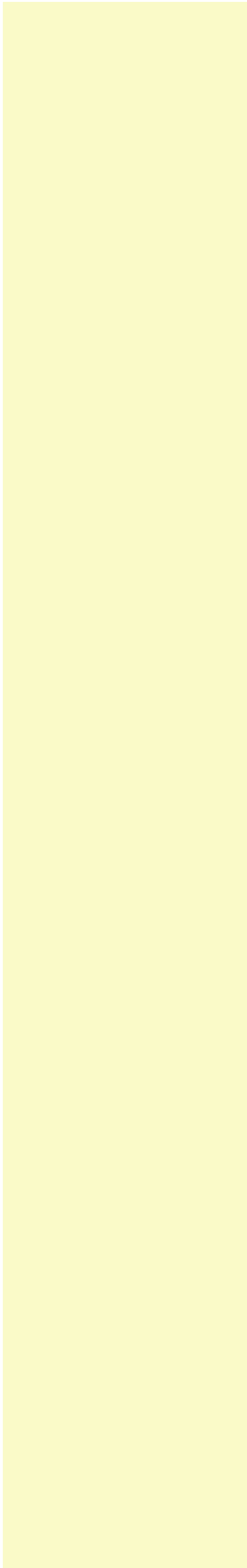
ELEMENT	SÍMBOL	NOM I DESCRIPCIÓ
		CÈL·LULA SOLAR D'ACTIVACIÓ Element electrònic utilitzat a les instal·lacions solars tèrmiques per activar la bomba de circulació del circuit solar en funció d'un nivell mínim de radiació solar. El seu funcionament es basa en la utilització d'una petita cèl·lula solar que emet un senyal elèctric d'activació quan la radiació solar que mesura supera un valor prefixat d'uns 350 W/m ² . Quan la radiació cau per sota d'aquest valor, el control de la cèl·lula desactiva la bomba de circulació.
		PURGADOR Element utilitzat per a l'evacuació de l'aire dels circuits hidràulics. Habitualment s'instal·la en els punts alts i en els punts on es pugui acumular l'aire. El purgador disposa al seu interior una boia flotador acoblada a una petita vàlvula. L'aire del circuit surt a l'exterior per la vàlvula i quan s'omple del fluid la boia la tanca, amb la qual cosa evita que surti el líquid.
		COMPTADOR DE L'ENERGIA TÈRMICA Element utilitzat a les instal·lacions solars tèrmiques per avaluar l'energia que produeixen. Està format per un cabalímetre que mesura el cabal de fluid, dues sondes de temperatura i la unitat de visualització i processament de dades.
		COMPTADOR D'AIGUA Element utilitzat per a la mesura del volum d'aigua (m ³ o litres) que circula per un circuit hidràulic.
		PRESSÒSTAT Element electromecànic que obre o tanca uns contactes elèctrics en funció d'una pressió de consigna. S'utilitza per aturar la bomba de circulació de la instal·lació solar quan aquesta perd la seva pressió a causa de fuites no controlades del fluid termòfor.



ELEMENT	SÍMBOL	NOM I DESCRIPCIÓ
		TERMÒMETRE Element que s'utilitza per a la mesura directa de la temperatura del fluid al punt de la instal·lació on s'ubica. Generalment disposa d'un disc graduat en °C i una agulla indicadora, protegits per una carcassa transparent.
		SONDA DE TEMPERATURA Element que s'utilitza per mesurar la temperatura del fluid al punt de la instal·lació on s'ubica i la lectura de la qual es realitza en una unitat de visualització allunyada del punt de mesura. Tanmateix, la sonda de temperatura pot formar part d'una unitat de control més complexa.
		MANÒMETRE Element que s'utilitza per a la mesura de la pressió del fluid al punt de la instal·lació on s'ubica. Disposa d'un disc graduat en bar o kg/cm ² i una agulla indicadora, protegits per una carcassa transparent.
		ESCALFADOR DE GAS INSTANTANI Equip generador de calor utilitzat per a l'escalfament instantani de l'aigua calenta sanitària (ACS) mitjançant l'ús de la combustió de gas.
		CALDERA DE GAS INSTANTÀNIA MIXTA (ACS + CALEFACCIÓ) Equip generador de calor utilitzat per a l'escalfament instantani de l'aigua calenta sanitària (ACS) i la calefacció, mitjançant l'ús de la combustió de gas.
		ESCALFADOR ELÈCTRIC INSTANTANI Equip generador de calor utilitzat per a l'escalfament instantani de l'aigua calenta sanitària (ACS) mitjançant l'ús de resistències elèctriques (efecte Joule).
		BESCANVIADOR DE CALOR Equip utilitzat per a la transmissió de la calor entre dos fluids de característiques diferents i que no es poden mesclar. El bescanviador de calor s'utilitza a les instal·lacions solars, generalment entre el circuit de captadors i l'acumulador solar.



ELEMENT	SÍMBOL	NOM I DESCRIPCIÓ
		ACUMULADOR D'ACS Equip d'emmagatzematge d'un fluid tèrmic apte per al consum (generalment aigua) que és escalfat per un generador de calor o un conjunt de captadors solars, per abastir la demanda energètica d'un ús determinat.
		INTERACUMULADOR D'ACS Equip d'emmagatzematge d'un fluid tèrmic apte per al consum (generalment aigua) que incorpora internament un bescanviador de calor i que és escalfat per un generador de calor o un conjunt de captadors solars, per abastir la demanda energètica d'un ús determinat.
		ACUMULADOR D'INÈRCIA Equip d'emmagatzematge d'un fluid tèrmic no apte per al consum i que permet esmorteir les fluctuacions de les demandes de calor en relació amb l'equip generador.
		CAPTADOR SOLAR Equip dissenyat per a la transformació de la radiació solar en calor que es transmet a un fluid tèrmic que circula pel seu interior.





4. TIPOLOGIES BÀSIQUES DE LES INSTAL·LACIONS SOLARS

Actualment, els sistemes solars tèrmics són majoritàriament sistemes d'escalfament **indirectes**, és a dir, el fluid tèrmic que circula pels captadors solars és un fluid diferent del fluid de consum (l'aigua calenta sanitària) i està físicament separat d'aquest mitjançant un equip que s'anomena bescanviador de la calor. La raó per la qual s'utilitza un fluid tèrmic especial en el circuit primari de captadors és per protegir aquesta part de la instal·lació de glaçades i de calcificacions provocades per una circulació constant d'aigua de xarxa.

En els sistemes d'escalfament **directes**, el fluid tèrmic que circula pels captadors solars és el mateix que el d'ús o utilització. Un exemple és l'escalfament de l'aigua dels vasos de les piscines. En aquest cas els captadors solars emprats estan fabricats amb materials sintètics (cautxú, polipropilè, etc.) en els quals l'aigua de la piscina circula pels captadors solars. No obstant això, cal aclarir que l'escalfament de piscines també es pot realitzar mitjançant sistemes indirectes, ja que, sovint, s'utilitzen simultàniament per a la producció d'aigua calenta sanitària.

Malgrat que el punt 3.2.2 del document HE 4 estableix que les instal·lacions solars tèrmiques s'han de realitzar mitjançant sistemes d'escalfament indirectes, és a dir, el circuit primari i el secundari han de ser independents i cal evitar qualsevol barreja dels diferents fluids de la instal·lació. Per aquesta raó, el contingut d'aquesta guia se centrarà exclusivament en els sistemes solars d'escalfament indirecte.

D'altra banda, els sistemes solars tèrmics es poden classificar en dos grups segons la manera com es mou el fluid tèrmic en el circuit solar (la seva circulació):

- a) Sistemes solars de **circulació per termosifó**
- b) Sistemes solars de **circulació forçada**

4.1. SISTEMES SOLARS DE CIRCULACIÓ PER TERMOSIFÓ

Aquests sistemes estan formats, generalment, pel captador i l'acumulador solar com un únic element prefabricat, també anomenat **equip solar compacte per termosifó**. El conjunt està unit per una estructura metàl·lica que fixa l'acumulador i el captador en la posició correcta, a la vegada que permet la seva fixació a la coberta de l'edifici, tant si aquesta és plana com si és inclinada.



L'acumulador solar està ubicat a la part superior del captador, de manera horitzontal. El circuit primari s'uneix mitjançant dues canonades que connecten les boques d'entrada i sortida del captador amb les del circuit primari del dipòsit. El circuit secundari d'aigua de consum del dipòsit es connecta a la xarxa d'aigua freda i calenta del consum de l'edifici o habitatge.

El funcionament és el següent:

Quan la radiació solar incideix en el captador, el fluid tèrmic de l'interior de la placa s'escalfa i fa disminuir la seva densitat respecte de la resta de fluid més fred d'aquest circuit. Aleshores aquesta diferència de densitats fa que el fluid més calent ascendeixi pel captador fins a l'entrada de la part alta del dipòsit, on bescanvia la seva calor amb l'aigua freda de consum (sense mesclar-se). Llavors aquesta porció de fluid primari, que ara està més fred per la cessió de la calor, descendeix per la canonada de retorn, que connecta el dipòsit amb la boca d'entrada al captador, i empeny l'aigua que s'està escalfant a la placa.

Aquest procés es manté de manera contínua sempre que hi hagi suficient radiació solar i diferència de temperatures entre el fluid calent de la placa i l'aigua de consum emmagatzemada al dipòsit solar.

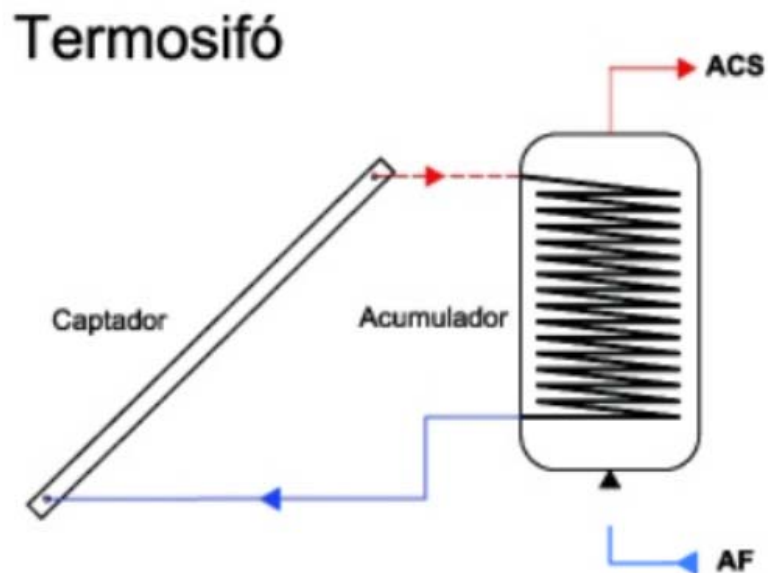


Figura 4.1.: Funcionament d'un sistema termosifó



Una característica favorable d'aquests equips és la seva senzillesa de funcionament i muntatge, ja que no necessiten elements electrònics ni electromecànics (controls, bombes de circulació) per al seu funcionament.

Pel que fa a la seva implantació, aquests sistemes solars estan limitats a equips amb una superfície de captació de com a màxim 10 m² (punt 3.2.2 del document HE 4), generalment instal·lats en habitatges unifamiliars o edificis amb una baixa demanda energètica que faci factible la seva utilització.

4.2. SISTEMES SOLARS DE CIRCULACIÓ FORÇADA

En la gran majoria dels sistemes solars tèrmics que es munten als edificis, la ubicació dels captadors és en una cota superior a la de l'acumulador, per exemple, captadors a la teulada de l'edifici i acumulador dins de l'habitatge o camp de captadors al terrat i acumuladors distribuïts als safareigs d'habitatges col·lectius, etc. En aquestes situacions el fluid tèrmic que circula entre els captadors i l'acumulador no ho pot fer per termosifó, ja que les distàncies existents entre captadors i acumuladors i el difícil recorregut de les canonades representen unes resistències tan elevades que fan gairebé impossible la circulació natural del fluid tèrmic. En aquestes situacions caldrà, doncs, forçar la seva circulació mitjançant una bomba de circulació que transporti la calor generada als captadors solars fins a l'acumulador.

Forçat

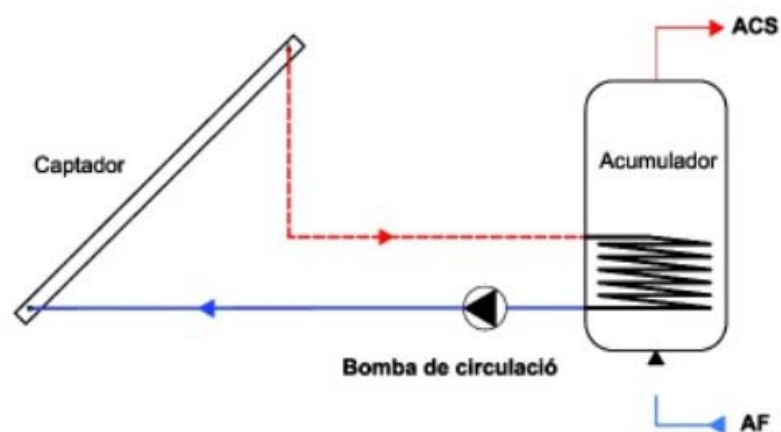


Figura 4.2.: Funcionament d'un sistema solar de circulació forçada



D'altra banda, quan els sistemes solars tèrmics per a ACS tinguin una superfície de captació solar superior a 10 m², la seva configuració ha de ser de circulació forçada (punt 3.2.2 del document HE 4).

Les instal·lacions solars de circulació forçada presenten diferents tipologies d'execució en funció de la disposició de l'acumulador solar i del sistema d'energia auxiliar (acumulació solar distribuïda, sistemes auxiliars centralitzats, etc.).



5. ELEMENTS BÀSICS DE LES INSTAL·LACIONS SOLARS

Les instal·lacions solars tèrmiques requereixen un conjunt de components encarregats de captar, transformar, transportar i emmagatzemar de manera eficient l'energia solar, per tal d'adequar-la als requeriments i les necessitats de la demanda. En el cas de les instal·lacions solars per a la producció d'ACS, aquestes requereixen un sistema auxiliar d'energia (escalfador de gas, gasoil o electricitat) que garanteixi el subministrament d'ACS a l'usuari, independentment del nivell de radiació o disponibilitat d'energia solar en qualsevol moment.

Una instal·lació solar tèrmica per a la producció d'ACS està formada pel conjunt de sistemes següent:

1. **Sistema de captació**, format pel captador o el conjunt de captadors solars, que transformen la radiació incident en energia tèrmica que escalfa un fluid tèrmic.
2. **Sistema d'acumulació**, format per un o diversos dipòsits d'emmagatzematge de l'energia tèrmica, en forma d'aigua calenta.
3. **Sistema hidràulic**, format pel conjunt de canonades, bombes, vàlvules, etc., que permet el transport de l'energia tèrmica generada als captadors solars fins al sistema d'acumulació.
4. **Sistema de bescanvi**, format pel bescanviador o el conjunt de bescanviadors de calor, encarregat de transmetre l'energia tèrmica entre dos fluids sense mesclar-se.
5. **Sistema de regulació i control**, que s'encarrega d'assegurar el funcionament correcte de la instal·lació solar durant el procés de generació, transport i emmagatzematge de la calor, alhora que informa de l'estat de la instal·lació a l'usuari.
6. **Sistema auxiliar**, encarregat de garantir el subministrament energètic (ACS) a l'usuari en situacions d'escassa o nul·la radiació solar, una demanda superior a la prevista o un problema tècnic de la instal·lació solar que la faci romandre aturada.

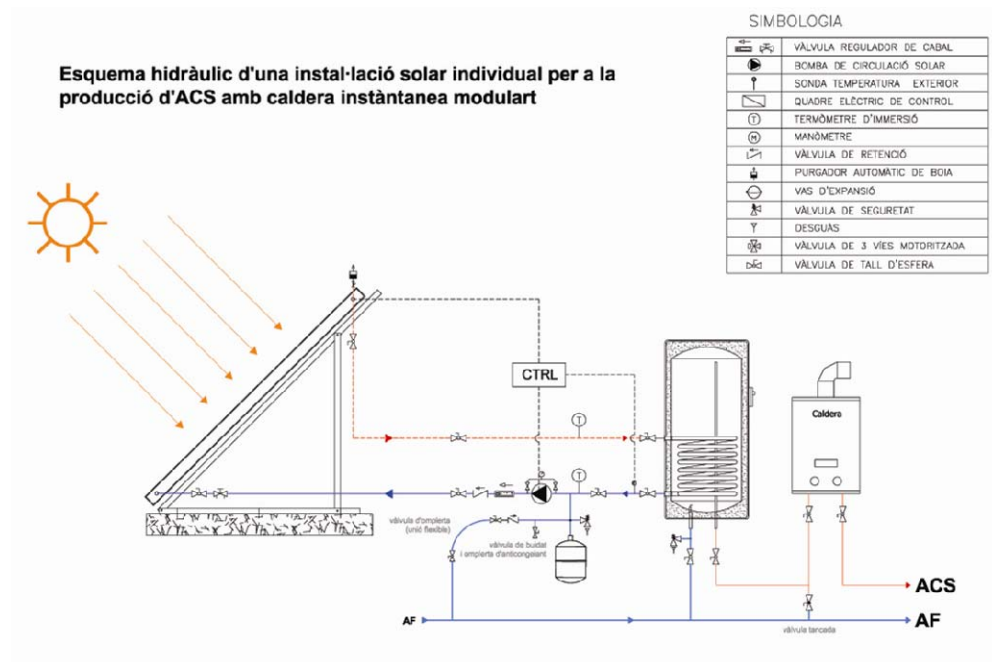


Figura 5.1. Esquema hidràulic d'una instal·lació solar individual per a la producció d'ACS amb caldera instantània modular

5.1. SISTEMA DE CAPTACIÓ

Està format essencialment pels captadors solars, que són els elements encarregats de captar l'energia del sol i transforma-la en calor. En les aplicacions solars a baixa temperatura, és a dir, a temperatures inferiors a 80 °C, els captadors utilitzats principalment s'emmarquen dins les tipologies següents:

1. Captador pla amb coberta de vidre. Està format per una graella rectangular de tubs metàl·lics (generalment de coure), per on circula el fluid tèrmic, i una xapa o làmina metàl·lica soldada a la graella. Aquesta làmina, anomenada *absorbidor*, té un tractament especial per la cara exposada al sol, anomenat *tractament selectiu*, amb la finalitat de captar la màxima radiació possible i transmetre-la a la graella, alhora que minimitza les pèrdues de calor en forma de radiació. Aquest conjunt s'ubica a l'interior d'una capsa metàl·lica que incorpora un aïllament tèrmic per la cara posterior de la graella per evitar les pèrdues de calor cap a l'exterior. En el marc lateral superior i inferior de la capsa metàl·lica es realitzen dues obertures per on surten els quatre tubs de la graella que permetran la connexió als elements externs. Finalment, a la capsa metàl·lica se li fixa un vidre per la cara exposada al sol que evita les pèrdues de la calor per convecció de la graella a la vegada que la protegeix de la degradació que li podrien provocar els agents atmosfèrics (principalment humitat i pluja).

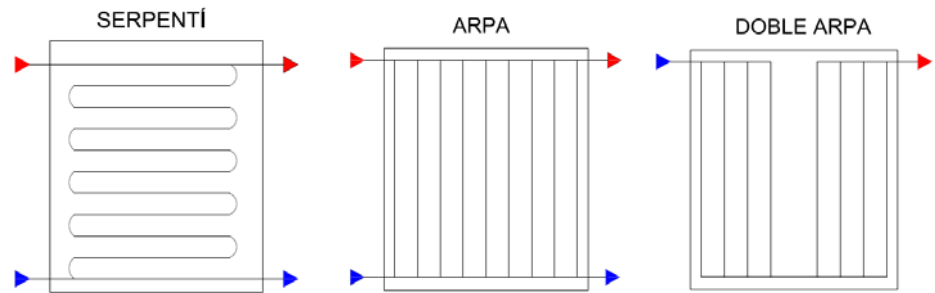
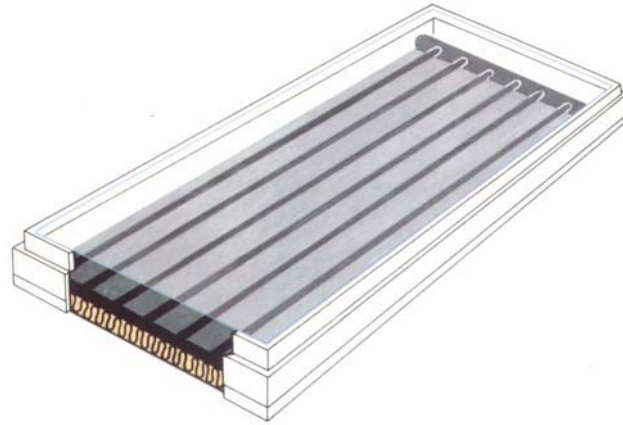


Figura 5.2.: Captador solar pla i les diverses configuracions de graelles: serpenti, arpa i arpa doble

2. Captadors plans sense coberta de vidre ni aïllament. Aquesta és una variant més simple que l'anterior, on s'ha eliminat la capsa metàl·lica, l'aïllament tèrmic posterior i el vidre anterior de tancament. De fet, aquest captador està format únicament per la graella i l'absorbidor, que creen un únic element prefabricat.

Els materials de fabricació d'aquests captadors varien en funció de la seva aplicació, però s'emmarquen en dues categories:

i) **Materials plàstics.** Destinats a captadors per a l'escalfament de piscines descobertes, disposats a sobre de grans superfícies, generalment planes. Els materials més utilitzats són el polipropilè i el cautxú sintètic (EPDM).



b) **Materials metàl·lics.** Destinats a captadors per a la producció d'ACS i l'escalfament de piscines (cobertes o descobertes). El material més emprat és l'acer inoxidable AISI 304 amb un tractament semiselectiu de la superfície absorbidora.

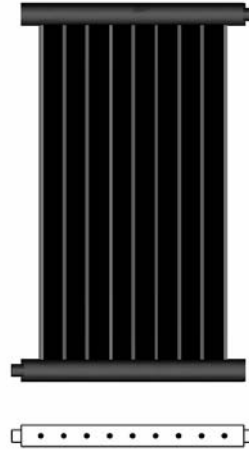


Figura 5.3.:Detall d'un absorbidor de piscina

Aquests captadors estan fabricats amb mòduls que es poden adaptar a les formes de les cobertes i cobrir-ne una àmplia superfície.

Permeten un alt nivell d'integració arquitectònica i un baix impacte visual. En alguns casos es poden instal·lar com a elements de tancament de cobertes de grans dimensions

3. Captador de tubs de buit. Està format per un conjunt de tubs cilíndrics de vidre dins dels quals s'ubica un tub capil·lar metàl·lic (coure) amb el seu absorbidor de la radiació (la làmina absorbidora). Al tub de vidre se li provoca el buit de l'aire i es tanca hermèticament. Els tubs de buit s'uneixen a un capçal on hi ha un tub de diàmetre més gran, anomenat *tub col·lector*, per on circula el fluid tèrmic del circuit solar.

La unió dels tubs de buit al capçal col·lector es fa de manera ràpida i independent, és a dir, cada tub es pot connectar o desconnectar del capçal individualment per substituir-lo.



Igualment, aquests tubs es poden girar un angle de 360° respecte del seu eix per tal d'adaptar l'absorbidor a l'angle d'inclinació més òptim independentment de l'angle de la coberta. Aquesta última raó és la que els fa atractius per integrar-los a les cobertes dels edificis, ja que tenen un impacte visual reduït, i alhora poden captar l'energia solar d'una manera òptima respecte d'un captador pla.

L'absència d'aire a l'interior dels tubs de vidre permet reduir, de manera considerable, les pèrdues de calor del captador. És a dir, fa la mateixa funció que l'aïllament tèrmic dels captadors plans amb coberta de vidre. No obstant això, les pèrdues de calor d'un tub de buit són molt inferiors a les d'un captador pla amb coberta de vidre, raó per la qual els tubs de buit tenen un rendiment energètic molt superior a la resta de captadors, en igualtat de superfície.

Aquesta millora energètica té un contrapunt negatiu: les temperatures que poden assolir aquest tipus de captadors solars oscil·len al voltant dels 200 °C, en situació d'estancament, i per tant poden provocar desperfectes a les instal·lacions.

Sota el concepte de captador de tubs de buit, hi ha dues tecnologies diferenciades pel que fa a la circulació del fluid tèrmic:

i) Tub de buit de circulació directa. El fluid tèrmic solar circula directament per l'interior dels capil·lars dels tubs de buit, captant la calor de cada absorbidor i transportant-la a l'acumulador. És a dir, en aquest cas la circulació del fluid tèrmic no és pas diferent de la que es produeix al captador pla. De fet, la diferència tècnica i més significativa és la utilització dels tubs de vidre com a element diferenciador.

ii) Tub de buit amb sistema *heat pipe* (tub de calor). El fluid tèrmic solar circula per un bescanviador de calor especial que posseeix el captador mateix a l'interior del capçal. Cada tub de vidre té al seu interior un tub capil·lar amb el seu propi absorbidor. Aquest capil·lar és un element tancat que conté una petita quantitat d'un alcohol (etanol); a l'extrem superior del capil·lar disposa d'un element terminal anomenat *condensador* que està en contacte físic amb el bescanviador de calor.

Quan la radiació solar escalfa l'absorbidor, l'alcohol de l'interior del capil·lar s'evapora i ascendeix cap a la part superior (el condensador), on és refredat pel fluid tèrmic solar que circula pel bescanviador; és a dir, el fluid solar s'escalfa i el vapor d'alcohol es refreda i condensa, i torna cap a la part inferior del capil·lar en forma líquida per tornar, de nou, a reproduir-se el cicle.



5.1.1. Especificacions dels captadors solars

Per tal de poder avaluar el rendiment energètic d'un captador solar, aquest ha de passar un assaig que determini aquest rendiment a diferents nivells de temperatures de treball i temperatures ambient. El resultat d'aquest assaig és l'equació de rendiment instantani del captador o corba de rendiment instantani. Un laboratori acreditat és l'encarregat de realitzar aquestes proves i emetre l'informe corresponent. Aleshores, el Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme emet la resolució corresponent de la certificació del captador solar. Aquest certificat és el que permet la utilització del captador a les instal·lacions solars.

5.1.1.1. CORBA DE RENDIMENT INSTANTANI DEL CAPTADOR SOLAR

Com s'ha comentat a l'apartat anterior, un dels assajos dels captadors solars és l'obtenció del seu comportament termodinàmic en funció d'un conjunt de variables característiques a les quals seran sotmesos en les instal·lacions:

- Irradiància solar
- Temperatura ambient
- Temperatura de treball
- Velocitat del vent

Els resultats de la resposta del captador en funció d'aquestes variables són els que es presenten tot seguit de manera gràfica i analítica:

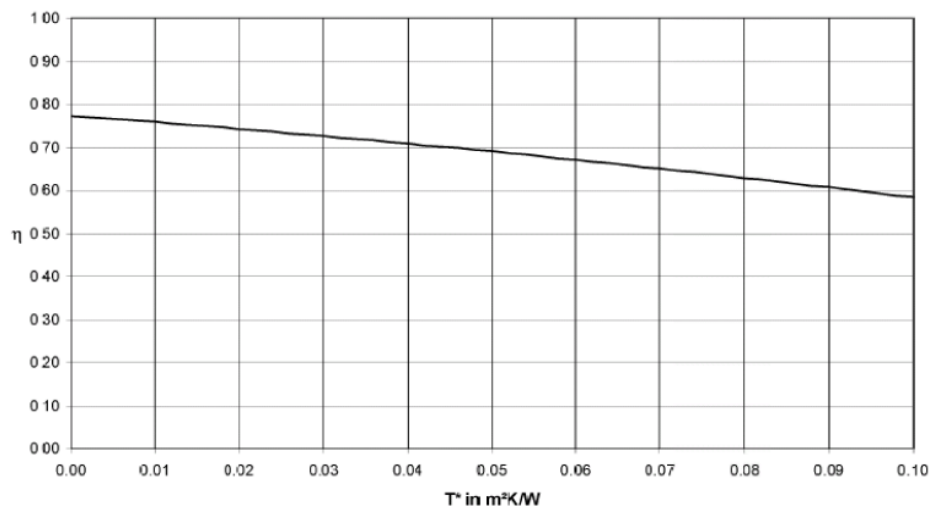


Figura 5.4.: Representació gràfica de la resposta del captador



$$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot (t_m - t_a)/G - a_2 \cdot (t_m - t_a)^2/G$$

on:

η és el rendiment del captador

η_0 és el coeficient de guanys del captador

a_1 és el coeficient de pèrdues tèrmiques de primer ordre ($W/m^2 \cdot ^\circ K$)

a_2 és el coeficient de pèrdues tèrmiques de segon ordre ($W/m^2 \cdot K^2$)

t_m és la temperatura mitjana del captador ($^\circ C/^\circ K$)

t_a és la temperatura ambient ($^\circ C/^\circ K$)

G és la irradiància solar (W/m^2)

Els termes η_0 , a_1 i a_2 són valors numèrics característics de cada captador solar i s'han obtingut a l'assaig. Aquests valors determinen el comportament tèrmic del captador i són els que s'utilitzen per al dimensionament d'una instal·lació solar tèrmica. Es pot dir que, quan els coeficients a_1 i a_2 tenen un valor petit (pèrdues tèrmiques petites), el captador solar té un rendiment elevat en un ampli rang de temperatures de treball. En canvi, quan els coeficients a_1 i a_2 són grans, el seu rendiment decreix ràpidament quan augmenta la temperatura de treball. En general aquests dos coeficients (a_1 i a_2) són els que marquen la diferència de comportament entre captadors, suposant que η_0 sigui el mateix.

Això porta directament a una conclusió qualitativa: per produir una mateixa quantitat d'energia tèrmica es necessitarà menys superfície de captació si s'utilitzen captadors amb rendiments elevats que si s'utilitzen captadors amb rendiments baixos.

El document HE 4 (apartat 3.3.2.1) recomana que, per a la producció d'ACS, els captadors solars tèrmics tinguin un coeficient de pèrdues inferior a $10 W/m^2 \cdot ^\circ C$, referit a la temperatura ambient i la temperatura d'entrada al captador.

De manera complementària a la corba de rendiment del captador, s'ha de presentar la informació tècnica següent de la placa solar:

- Superfície d'obertura
- Superfície útil de captació
- Pes en buit
- Capacitat i tipus de líquid termòfor recomanat pel fabricant
- Cabals recomanats i pèrdues de càrrega
- Pressió màxima de servei i pressió de prova
- Materials de constitució de l'absorbidor i del circuit del líquid
- Materials de constitució de la coberta i de la caixa



- Sistema de segellament
- Tipus i gruixos de l'aïllament
- Temperatura d'estancament del captador

Alhora, el captador **ha de portar una placa** on consti, com a mínim, i en castellà, el següent (document HE 4, 3.3.2.2):

- nom i domicili del fabricant
- anagrama de l'empresa, si escau
- model
- tipus i any de producció
- número de sèrie de fabricació
- àrea total del captador
- pes del captador buit, capacitat de líquid
- pressió màxima de servei

Per tal de garantir el rendiment del captador durant tota la seva vida útil, el document HE 4 estableix els requisits següents per als captadors solars per a instal·lacions de producció d'ACS:

- El tractament de la superfície de l'absorbidor no s'ha de modificar o degradar durant el temps de vida útil del captador.
- El captador ha de disposar, en la part inferior, d'un orifici de ventilació de 4 mm de diàmetre com a mínim, per eliminar acumulacions d'aigua per drenatge sense afectar l'aïllament.

5.1.2. AGRUPACIÓ DE CAPTADORS

La distribució dels captadors es duu a terme mitjançant grups anomenats *bateries*, que haurien d'estar sempre formades per unitats del mateix model o característiques, amb una **distribució tan uniforme** com sigui possible. Hi ha dues opcions o tipologies bàsiques per agrupar dos o més captadors, en **sèrie** o en **paral·lel**. Combinant aquestes dues configuracions obtindrem el que anomenem *agrupacions* o *circuits mixtos*.

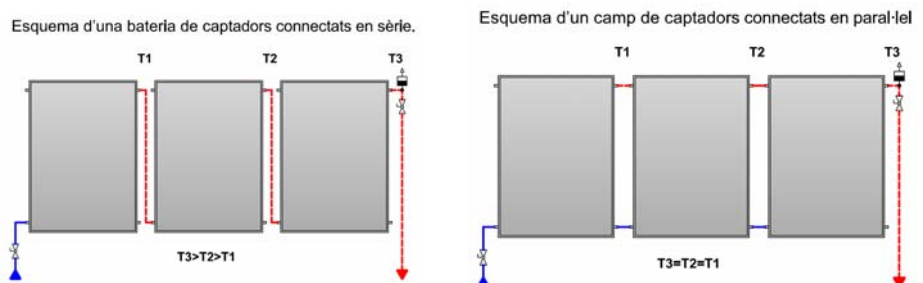


Figura 5.5.: Bateries de comptadors connectats en sèrie (a dalt) i en paral·lel (a baix).

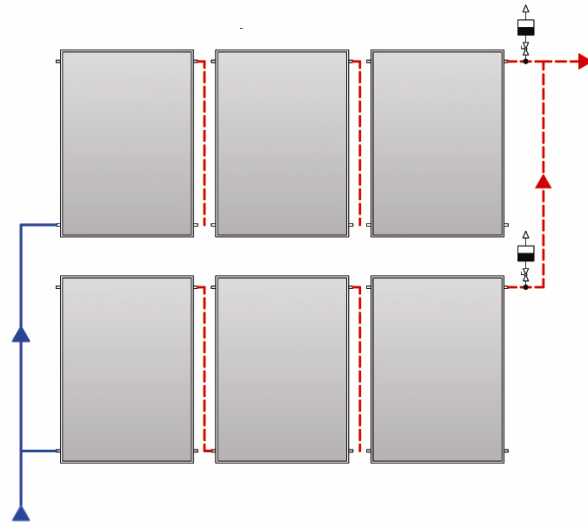


Figura 5.6.: Connexió mixta de captadors

El CTE limita la superfície de captadors connectats en sèrie a un màxim de 6 a 10 m², segons la zona climàtica definida pel CTE (document HE 4, apartat 3.3.2.2).

ZONA CLIMÀTICA	SUPERFÍCIE MÀXIMA
I, II	Fins a 10 m ²
III	Fins a 8 m ²
IV, V	Fins a 6 m ²

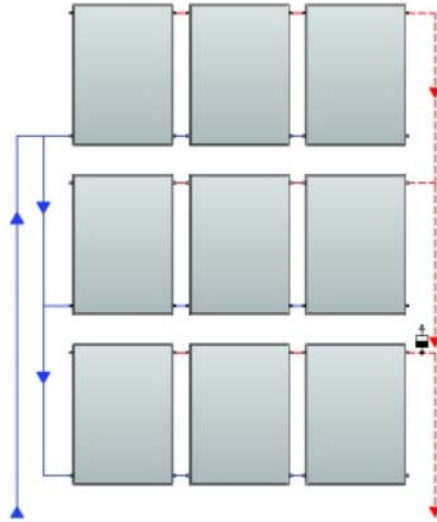
Per contra, en paral·lel es poden connectar tants captadors com permeti el fabricant. No es recomanen bateries de més de sis captadors connectats en paral·lel.

Pel que fa a la connexió entre grups o bateries de captadors, el document HE 4 estableix que s'ha de fer de manera que el circuit hidràulic estigui **equilibrat**, és a dir, que no hi hagi descompensacions de cabals entre grups de captadors i, per aquesta raó, **recomana** utilitzar les connexions en **retorn invertit** en comptes de la instal·lació de vàlvules d'equilibratge.

Cal ressaltar que l'equilibratge amb retorn invertit només funciona quan els grups que es connecten estan formats pel mateix nombre de captadors.



Equilibrat hidràulic amb retorn invertit



Equilibrat hidràulic amb vàlvules reguladores de cabal

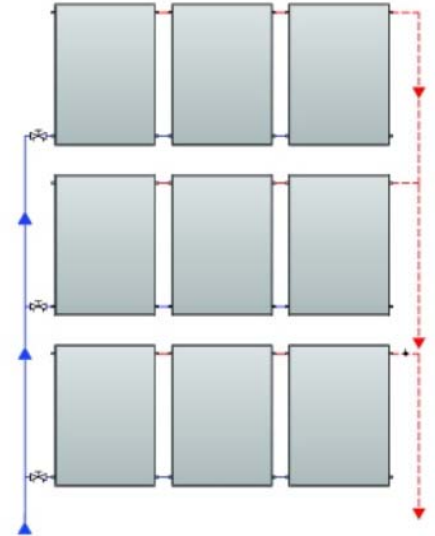


Figura 5.7.: Equil·libratge hidràulic amb retorn invertit (esquerra) i equil·libratge hidràulic amb vàlvules reguladores de cabal (dreta).

No obstant això, en la gran majoria d'instal·lacions solars és una pràctica freqüent la utilització de vàlvules d'equilibratge, atès que, sovint, els grups no estan formats pel mateix nombre de captadors, i, a la vegada, simplifica la instal·lació.

5.1.3. COMPONENTS HIDRÀULICS DELS CAPTADORS

Per complir amb la normativa actual (RITE i document HE 4 del CTE) cada grup o bateria de captadors ha d'incorporar els elements hidràulics següents:



Vàlvules de tall a l'entrada i la sortida de cada grup per tal d'aïllar-lo de la resta de la instal·lació i facilitar les tasques de manteniment o reparació.



Vàlvula de seguretat a cada grup de captadors, per protegir-lo davant un augment incontrolat de la pressió del circuit. És un component obligatori de qualsevol generador de calor (RITE). La pressió d'obertura de la vàlvula de seguretat ha de ser inferior a la pressió màxima de treball dels captadors o dels elements més febles de la instal·lació.



Purgador d'aire automàtic o manual, a la sortida de cada bateria o grup de captadors. El volum del purgador ha de ser, com a mínim, de 100 cm³.



Vàlvula de regulació de cabal per ajustar el cabal circulant de cada grup o bateria de captadors i aconseguir el seu equilibratge hidràulic. Aquest component no és necessari quan els grups de captadors es connectin amb un sistema de retorn invertit de les canonades.

En la figura següent es presenta un esquema d'un conjunt de captadors solars, connectat en dos grups, en el qual s'indiquen tots els components esmentats més amunt.

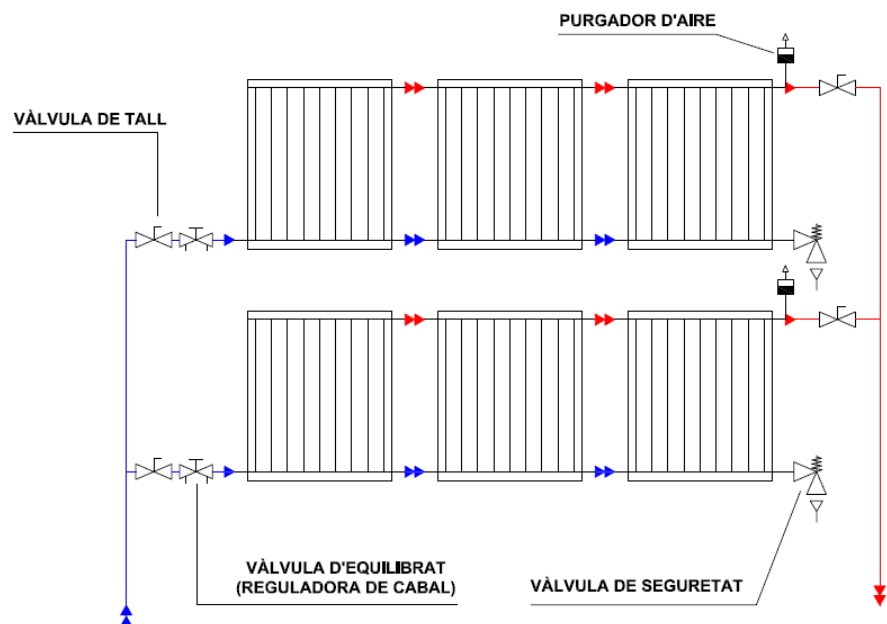


Figura 5.8.: Conjunt de captadors solars, connectat en dos grups, en el qual s'indiquen tots els components esmentats més amunt.

e



specte a la selecció d'aquests components, s'han de tenir en compte les elevades temperatures (160 °C) que poden assolir els captadors solars en èpoques d'alta radiació solar i temperatura ambient. Per aquest motiu cal que els components associats als captadors solars o propers a aquests suportin aquestes temperatures i donin fiabilitat i seguretat a la instal·lació en aquestes situacions extremes.

5.2. SISTEMA D'ACUMULACIÓ

L'acumulador és l'element de la instal·lació on s'emmagatzema l'energia solar tèrmica produïda pels captadors solars, en forma d'aigua calenta per al consum (ACS), tot i que existeixen tipologies d'instal·lacions en les quals l'acumulador solar actua com a dipòsit d'inèrcia de calefacció. En aquest segon cas, l'aigua del dipòsit és un fluid de circuit tancat i, per tant, no és de consum.

Per tal de minimitzar les pèrdues tèrmiques en l'acumulació, l'acumulador solar ha d'estar constituït preferentment per un sol dipòsit, que ha de ser de configuració vertical i estar ubicat en zones interiors. No obstant això, l'acumulació es pot fraccionar en dos o més dipòsits interconnectats, en els seus circuits primaris i de consum, de manera que no hi hagi desequilibri hidràulic, preferentment, en sèrie invertida al circuit de consum o en paral·lel amb els circuits primaris i secundaris equilibrats.

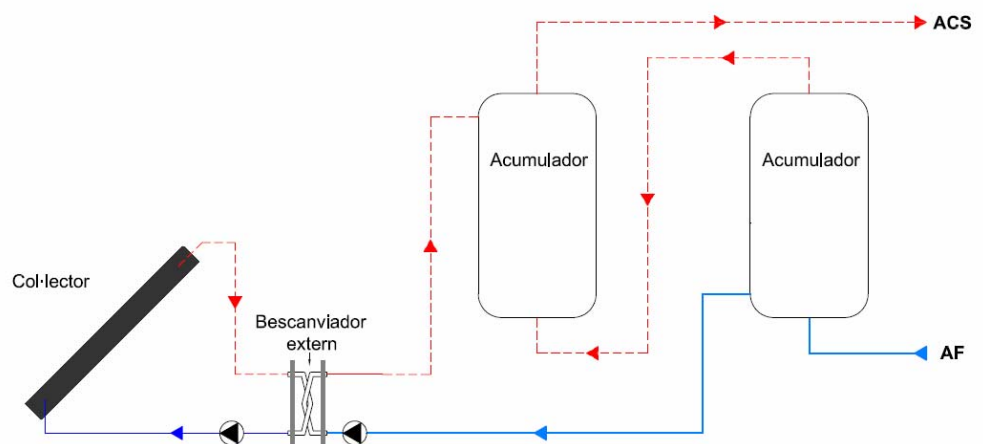


Figura 5.9.: Dipòsits interconnectats en sèrie invertida.

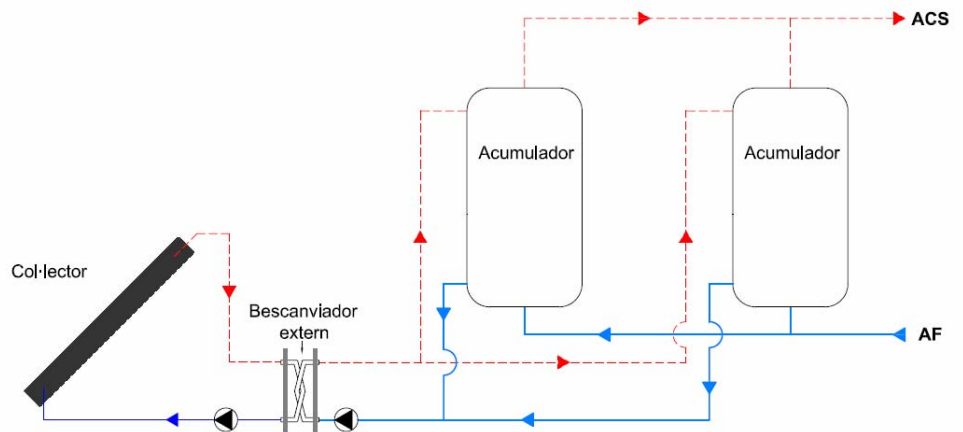


Figura 5.10.: Dipòsits interconnectats en paral·lel.

L'escalfament de l'aigua de l'acumulador pels captadors solars es realitza de manera indirecta mitjançant la utilització d'un bescanviador de calor. Aquest component pot ser extern al dipòsit (bescanviador extern) o incorporat a l'acumulador mateix en forma de serpenti o doble envoltant (interacumulador).

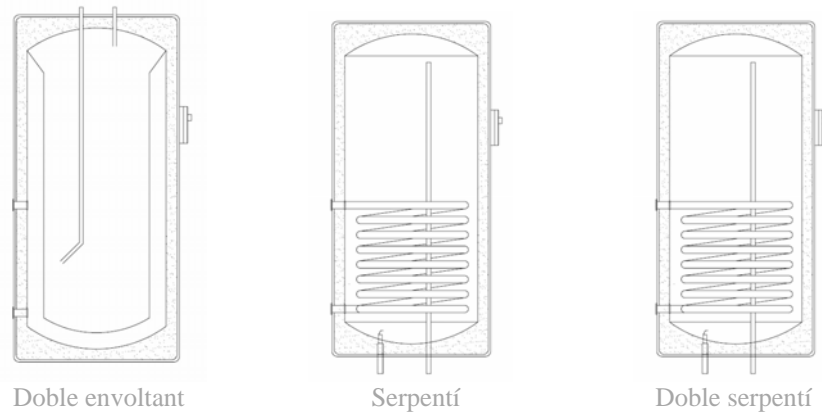


Figura 5.11.: Bescanviadors de calor de doble envoltant, serpenti i doble serpenti

El document HE 4 del CTE, en el seu apartat 3.3.3.2, **no permet** que el sistema auxiliar o de recolzament de la instal·lació solar actuï directament sobre l'acumulador solar, atès que pot generar interferència o pèrdua de rendiment de l'equip solar.



En aquest apartat cal fer una menció especial a les instal·lacions solars per a producció d'ACS en habitatges plurifamiliars.

Aquestes instal·lacions presenten configuracions específiques, en les quals el camp de captadors habitualment és comú per a tots els habitatges i l'acumulació pot ser comuna a tots els habitatges o bé distribuïda, és a dir, cada habitatge disposa del seu propi acumulador individualitzat, tal com es mostra en la figura.

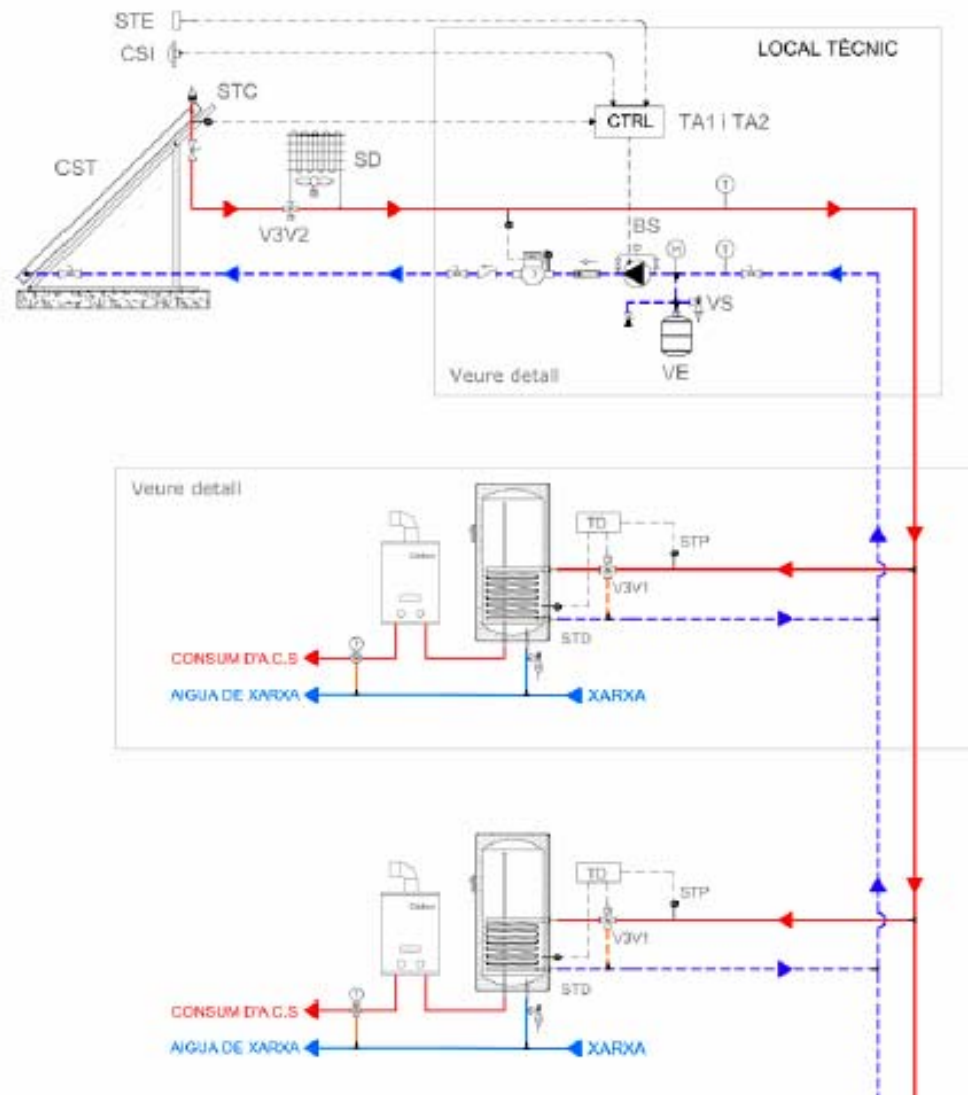


Figura 5.12.: Instal·lacions solars per a producció d'ACS en habitatges plurifamiliars.

E



n aquesta configuració podem observar que cada un dels habitatges disposa alhora d'un sistema auxiliar (caldera) individualitzat i un sistema de control per a cadascun dels dipòsits de la instal·lació. Tot i que es poden donar altres configuracions pel que fa al sistema de control o distribució de l'energia solar entre els diversos acumuladors, aquesta configuració és la més estesa pel que fa a instal·lacions solars tèrmiques per a habitatges plurifamiliars amb acumulació individualitzada.

5.2.1. ESPECIFICACIONS DELS ACUMULADORS

Els dipòsits acumuladors poden ser d'acer sempre que disposin d'un tractament que garanteixi la resistència a les temperatures de treball previstes i a la corrosió produïda per l'aigua. En tot cas, aquests dipòsits sempre han de disposar d'un sistema de protecció catòdica.

Alternativament es podran utilitzar acumuladors de coure o dipòsits no metàl·lics que suportin les temperatures màximes del circuit i estiguin autoritzats per la companyia de subministrament d'aigua potable.

Pel que fa a la part exterior de l'acumulador, aquest ha d'estar recobert d'un aïllament tèrmic per garantir el manteniment de la temperatura i minimitzar les pèrdues tèrmiques del sistema. Alhora, aquest aïllament ha d'estar protegit mecànicament amb una làmina metàl·lica o sintètica que asseguri la durabilitat del conjunt.

La informació tècnica que cal conèixer de l'acumulador solar per poder verificar-ne i avaluar-ne el dimensionament i la instal·lació és la següent:

- Material de fabricació i tractament interior
- Proteccions anticorrosives
- Volum d'acumulació
- Gruix d'aïllament
- Temperatura màxima de treball
- Pressió màxima de treball

En els interacumuladors:

- Superfície d'intercanvi del bescanviador
- Pressió màxima de treball
- Cabals i pèrdua de càrrega
- Temperatura i salts tèrmics

Els acumuladors han de disposar d'una etiqueta identificativa d'aquests paràmetres i una referència d'homologació d'acord amb el Reglament d'aparells a pressió i les instruccions tècniques



complementaries. Complementàriament, els acumuladors han de complir el Decret 352/2004, respecte als criteris higienicosanitaris per a la prevenció i el control de la legionel·losi.

El document HE 4 del CTE **determina** que els dipòsits més grans de 750 l han de disposar **d'un pas d'home** amb un diàmetre mínim de 400 mm per tal de facilitar l'accés al dipòsit en els processos de neteja i desinfecció d'aquest.

5.2.2. SITUACIÓ DE LES CONNEXIONS

Les connexions d'entrada i de sortida del dipòsit s'han de situar de manera que s'evitin camins preferents de la circulació del fluid, i sempre s'ha de tenir en compte el següent:

- La connexió del retorn de la recirculació ha de ser a la meitat inferior del dipòsit.
- L'entrada d'aigua freda de la xarxa s'ha de situar sempre a la part inferior del dipòsit.
- La sortida d'aigua calenta s'ha de situar sempre a la part superior del dipòsit.
- Tots els acumuladors han de disposar d'un termòmetre a la part mitjana-alta, per tal de visualitzar la temperatura d'acumulació.

En els casos en què sigui necessària la instal·lació de dipòsits horitzontals, les connexions d'aigua calenta i freda s'han de situar en extrems diagonalment oposats.

Quan el bescanviador estigui incorporat al dipòsit (interacumuladors), les connexions del bescanviador s'han de disposar de la manera següent:

- La connexió d'entrada calenta de captadors a l'interacumulador s'ha de fer, preferentment, a una altura compresa entre el 50% i el 75% de l'alçada total del dipòsit.
- La connexió de sortida freda de l'interacumulador als captadors s'ha de fer per la part inferior del bescanviador.
- Ha d'incorporar una presa per a la sonda del termòstat diferencial a la meitat inferior del dipòsit; altrament, la sonda del termòstat es pot situar en el circuit de retorn del primari solar.



Complementàriament cal considerar que la connexió dels acumuladors ha de permetre la seva desconnexió individual sense interrompre el subministrament d'aigua calenta (cal que disposin d'un bypass).

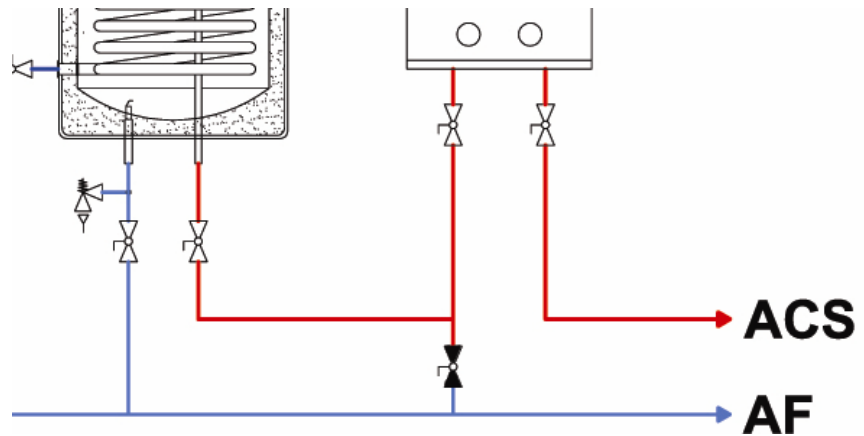


Figura 5.13.: Bypass entre un acumulador solar i una caldera

D'altra banda, s'admet la connexió puntual entre el sistema auxiliar i l'acumulador solar, de manera que l'acumulador s'escalfi amb el sistema auxiliar per prevenir la legionel·losi.

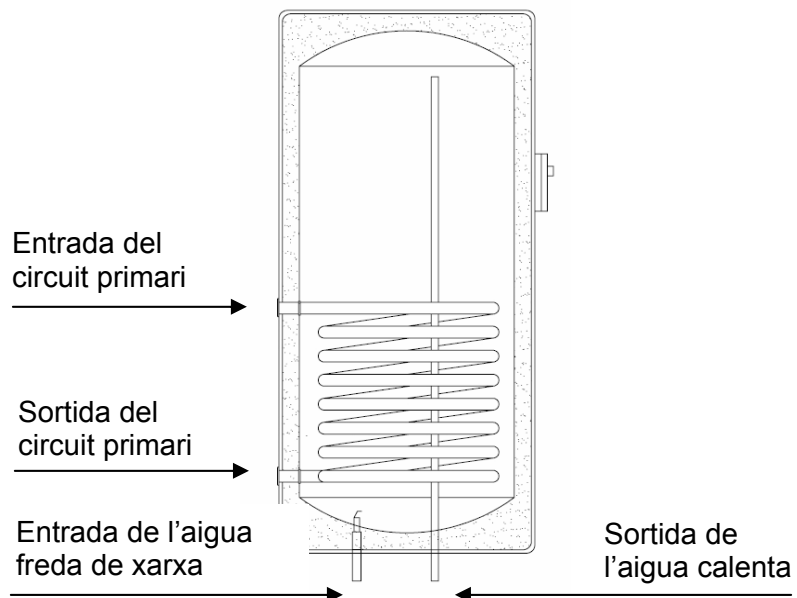


Figura 5.14.: Boques de connexió d'un interacumulador



5.2.3. ELEMENTS DE CONNEXIÓ DELS ACUMULADORS

Per complir la normativa actual (RITE i document HE 4 del CTE), cada acumulador ha d'incorporar els elements hidràulics següents:

- Vàlvules de tall a l'entrada i la sortida que permetin aïllar l'acumulador de la resta de la instal·lació, tant pel que fa al circuit primari com al secundari.
- Vàlvula de seguretat, per tal de protegir l'acumulador de sobrepressions degudes a l'augment de temperatures de forma descontrolada.
- Vàlvula de retenció a l'entrada d'aigua freda. És necessari evitar el traspàs de temperatura entre el sistema auxiliar i l'acumulador solar i, alhora, de l'acumulador solar a l'aigua de xarxa.
- Sistema de protecció de la corrosió mitjançant ànode de sacrifici (magnesi) o ànode permanent de corrent elèctric, que determini el fabricant de l'equip en funció de la qualitat de l'aigua i les temperatures de treball.
- En els acumuladors amb un volum superior als 200 litres, és recomanable la instal·lació d'un vas d'expansió que permeti absorbir l'augment del volum d'aigua dilatada degut a l'increment de la temperatura.

5.3. CIRCUIT PRIMARI SOLAR

En termes generals definirem el circuit primari com la connexió hidràulica entre els captadors i l'acumulador solar. Aquesta part de la instal·lació ha d'estar formada per una sèrie d'elements (canonades, bombes, vàlvules, etc.) que s'han d'agrupar en els blocs següents:

- Circuit hidràulic
- Grup de circulació
- Grup de seguretat i expansió
- Ompliment / buidatge

En la selecció dels elements que formen el circuit primari, cal considerar que aquestes instal·lacions poden treballar a temperatures d'estancament o d'equilibri (superiors als 100 °C), per això cal que tots els elements de la instal·lació siguin capaços de suportar les temperatures i les pressions extremes que s'hi puguin donar en aquestes situacions.

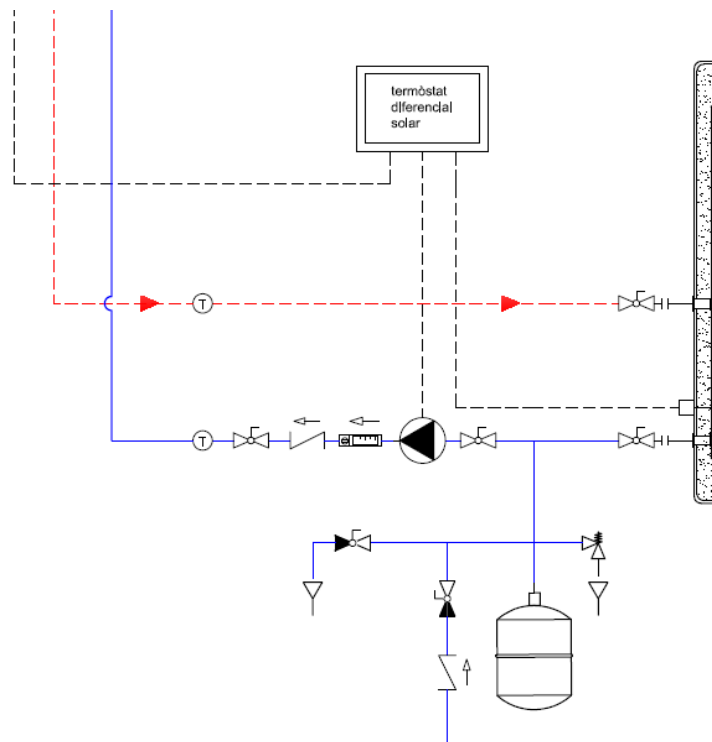


Figura 5.15.: Circuit primari solar

5.3.1. CIRCUIT HIDRÀULIC

El circuit hidràulic esta format bàsicament per les canonades que connecten els captadors amb l'acumulador solar. Els materials que es poden utilitzar per a aquesta part del circuit són el **coure** o l'**acer inoxidable**, tal com s'indica al document HE 4, apartat 3.4.5. Així mateix, les unions de les canonades poden ser roscades, soldades o embridades amb protecció exterior.

En tot cas, les canonades sempre han d'anar aïllades com recull el Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE) mitjançant la instrucció tècnica IT 1.2.4.2.1, en la qual es defineixen els criteris que ha de complir l'aïllament i els seus gruixos en funció del diàmetre de canonada, la temperatura del fluid tèrmic i la ubicació de la canonada (espais interiors i exteriors), segons es mostra a les taules següents:

CANONADES QUE DISCORREN PER ESPAIS INTERIORS



Diàmetre canonada	Temperatura del fluid	
	40 a 60 °C	> 60 a 100 °C
D ≤ 35	25	25
35 < D ≤ 60	30	30
60 < D ≤ 90	30	30
90 < D ≤ 140	30	40
140 < D	35	40

CANONADES QUE DISCORREN PER ESPAIS EXTERIORS

Diàmetre canonada	Temperatura del fluid	
	40 a 60 °C	> 60 a 100 °C
D ≤ 35	30	35
35 < D ≤ 60	35	40
60 < D ≤ 90	35	40
90 < D ≤ 140	35	50
140 < D	40	50

Els aïllaments tèrmics corresponents a les taules anteriors tenen una conductivitat tèrmica de referència $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ a 10 °C. En cas que es facin servir altres materials amb conductivitats tèrmiques diferents s'ha de justificar mitjançant el procediment que estableix l'IT 1.2.4.2.1 del RITE.

Els equips, aparells i dipòsits han de tenir un gruix mínim d'aïllament tèrmic equivalent al de les canonades de diàmetre superior a 140 mm, en funció de la seva ubicació a l'interior o l'exterior de l'edifici.

Tanmateix, els aïllaments de canonades i equips situats a l'exterior dels edificis han de disposar de la protecció suficient, que eviti la seva degradació pels efectes ambientals (RITE-IT 1.2.4.2.1.2).

El traçat de les canonades s'ha d'executar de manera que s'eviti la formació de bosses d'aire (sifons invertits, trams horitzontals de gran longitud sense pendent).

Pel que fa a la valvuleria preceptiva necessària en el circuit hidràulic del circuit primari, aquesta resta delimitada als elements hidràulics següents:

- Vàlvules de tall, que permetin aïllar el circuit hidràulic de la resta de la instal·lació, per facilitar les operacions de reparació o manteniment.



- Vàlvules de buidatge del circuit, ubicades a la part més baixa d'aquest.
- Vàlvula de retenció, per evitar circulacions inverses no desitjades o descontrolades per efecte termosifó.

5.3.2. GRUP DE CIRCULACIÓ

Aquesta part de la instal·lació en els circuits forçats està formada bàsicament per la bomba de circulació que mou el fluid tèrmic des dels captadors fins a l'acumulador i, des d'aquest, el torna una altra vegada als captadors.

La bomba de circulació ha de garantir en tot moment el cabal adequat de la instal·lació, compensant les pèrdues de càrrega (resistència al moviment del fluid) dels diferents accessoris que formen el circuit: canonades, vàlvules, derivacions, captadors i bescanviador. Tot això amb una potència elèctrica màxima de 50 W en instal·lacions petites (fins a 8 m² de captadors); per a la resta d'instal·lacions, la potència elèctrica de la bomba, com a màxim, ha de ser inferior al 2% de la potència calorífica del grup de captadors (500 W/m² de captador).

Com en la resta dels elements del circuit primari, la bomba ha de ser capaç de suportar les condicions extremes de temperatura i pressió que es puguin donar per causes fortuïtes.

El document HE 4 del CTE **determina** que les instal·lacions superiors a 50 m² han de disposar de dues bombes iguals en paral·lel, al circuit primari i al secundari, i deixar-ne una en reserva, que funcioni alternativament de manera manual o automàtica.

Per garantir el funcionament correcte i la durabilitat de la bomba, el grup de circulació incorpora els elements hidràulics següents:

- Vàlvules de tall, que permetin aïllar al grup de circulació de la resta de la instal·lació, per facilitar les operacions de reparació o manteniment.
- Filtre de malla en l'aspiració de la bomba, per tal de retenir les impureses que puguin existir en el fluid, i garantir així la durabilitat de la bomba.



- Regulador de cabal amb indicador en la impulsió de la bomba, per tal d'ajustar el cabal de circulació als requeriments de la instal·lació.

Les bombes amb rotor humit (es refrigeren amb l'aigua del circuit solar mateix) s'han d'instal·lar a les zones més fredes del circuit i amb l'eix de rotació en posició horitzontal.

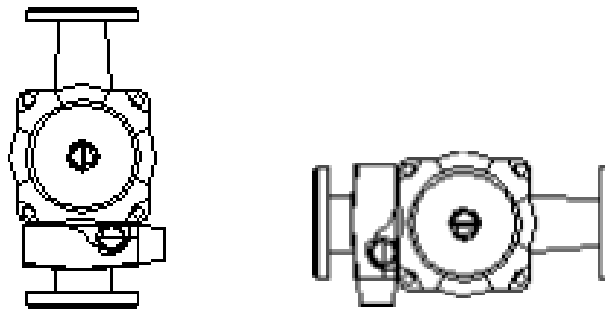


Figura 5.16.: Posició correcta de les bombes, amb l'eix de rotació en posició horitzontal.

5.3.3. GRUP DE SEURETAT I EXPANSIÓ

El grup de seguretat i expansió està format per un conjunt d'elements encarregats d'estabilitzar i controlar la pressió del circuit solar, actuant quan aquesta sobrepassi els valors límit de seguretat per tal de protegir els diferents components de la instal·lació.

El grup de seguretat i expansió s'ha d'ubicar, preferentment, en l'aspiració de la bomba de circulació i consta de, com a mínim, els elements següents:

Vàlvula de seguretat

És un dispositiu que actua per l'efecte de la pressió o de l'acció combinada de pressió i temperatura. Quan s'assoleixi la pressió d'ajustament de la vàlvula, aquesta obrirà el circuit i descarregarà part del fluid a l'exterior per tal de mantenir la seva pressió dins dels valors de seguretat.

La selecció de la pressió d'ajustament de la vàlvula s'ha de fer de manera que la pressió d'actuació d'aquesta estigui per sota de la pressió màxima de treball de l'element més dèbil del circuit.



La vàlvula de seguretat ha d'anar acompanyada d'un manòmetre que permeti observar l'estat de la pressió del circuit solar per comprovar que l'estat de funcionament és correcte. Aquesta vàlvula ha d'anar connectada directament al circuit solar sense cap dispositiu de tall entre aquesta i el circuit o element al qual està protegit.

Vas d'expansió

És un dipòsit que contraresta les variacions de volum i pressió que es produeixen en un circuit tancat quan el fluid augmenta o disminueix de temperatura.

Quan el fluid augmenta de temperatura es dilata, «augmenta de volum» i omple el vas d'expansió. Quan la temperatura descendeix el fluid es contrau i surt del vas d'expansió per tornar al circuit.

La capacitat necessària del vas d'expansió depèn de la capacitat total del circuit, de la temperatura de l'aigua i de la pressió a la qual es treballa. En els circuits solars en els quals es prevegi l'evaporació d'una part del fluid, el vas d'expansió ha de ser de com a mínim del 10% de la capacitat del camp de captadors.

5.3.4. OMLIMENT / BUIDATGE

L'apartat 3.4.9 del document HE 4 determina els criteris que ha de complir el sistema d'ompliment del circuit primari de les instal·lacions solars, que es resumeix a continuació:

- Els circuits solars han d'incorporar un sistema d'ompliment manual o automàtic que permeti mantenir el circuit pressuritzat.
- Quan s'utilitzin sistemes d'ompliment automàtics, aquests han de disposar d'un dipòsit amb un fluid solar de les mateixes característiques de protecció contra glaçades.
- No es pot omplir un circuit solar amb aigua de xarxa si el fluid solar utilitzat és un anticongelant.
- Les instal·lacions solars que requereixin anticongelant com a fluid de treball han d'incloure-hi un sistema que en permeti l'ompliment manual.
- S'ha d'evitar l'aportació incontrolada d'aigua de reposició del circuit tancat i d'entrada d'aire, atès que això pot provocar problemes de corrosió i calcificació. En aquest sentit és aconsellable no fer servir les vàlvules d'ompliment automàtiques.

El fluid del circuit solar pot ser una mescla d'aigua amb anticongelant o un fluid solar fabricat expressament per a aquesta



funció que no s'ha de mesclar amb aigua. La funció és evitar la seva congelació en situacions de temperatures ambient extremadament fredes, situació que donaria com a resultat greus desperfectes als captadors solars (trencament de la graella) o d'altres components del circuit.

La temperatura de protecció contra glaçades del fluid solar ha de ser de 5 °C per sota de la temperatura mínima històrica registrada a la zona.

El líquid utilitzat ha de ser un producte químic no tòxic que presenti una calor específica superior a 3 kJ/kg K. Habitualment es fan servir els **propilenglicols** amb altres additius que permeten establitzar al producte i eviten corrosions i precipitacions calcàries al circuit.

El document HE 4 **determina** que en instal·lacions solars el fluid termòfor ha de presentar un pH a 20 °C d'entre 5 i 9, i un contingut en sals solubles inferior a 500 mg/l.

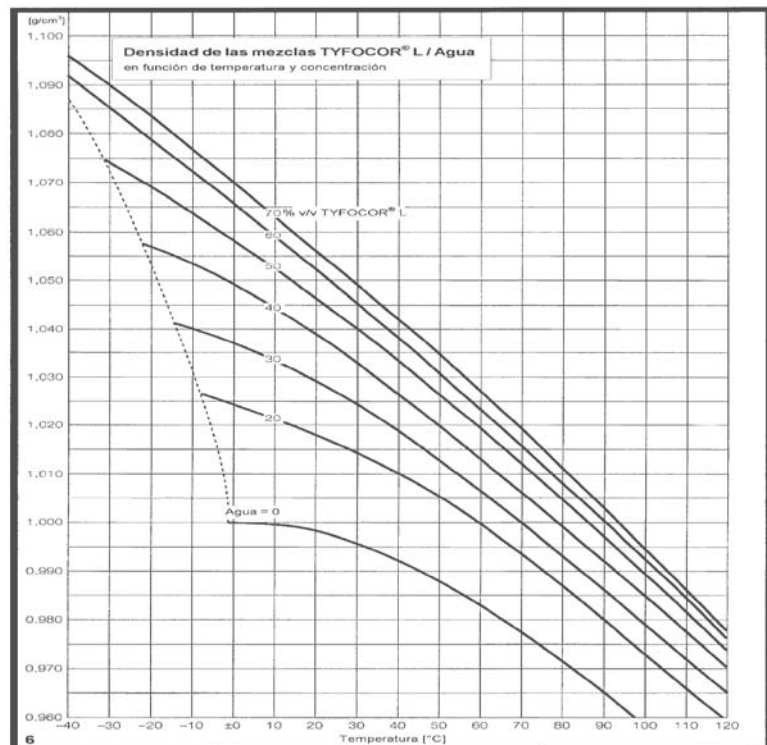


Figura 5.17.: Gràfica de temperatures del glicol



Densidad y Índice de refracción de mezclas Tyfocor® L / agua:

Vol.-% Tyfocor® L	Densidad a 20 °C [g/cm ³]	Índice de refracción n _{20D}	Punto de congelación [°C]
25	1.023	1.3627	-10
30	1.029	1.3690	-14
35	1.033	1.3747	-17
40	1.037	1.3801	-21
45	1.042	1.3855	-26
50	1.045	1.3910	-32
55	1.048	1.3966	-40

Figura 5.18.: Taula de densitat i índex de refracció de mesclures Tyfocor L/aigua

Referent al buidatge, el circuit primari solar requereix una aixeta per buidar-lo, ubicada en el punt més baix d'aquest. Aquesta aixeta ha d'anar conduïda a un dipòsit de recollida del fluid solar i evitar el seu vessament al desguàs o al clavegueram.

5.4. SISTEMES DE BESCOANVI DE LA CALOR (BESCOANVIADORS)

El bescanviador de la calor és l'element de la instal·lació encarregat de transferir la calor generada en els captadors solars a l'aigua del dipòsit mitjançant el moviment del fluid termòfor sense que hi hagi mescla dels dos fluids, és a dir, amb separació física del fluid que circula pel circuit primari solar del fluid d'ús al circuit secundari o de consum.

No obstant això, qualsevol bescanviador de calor té un efecte de reducció del rendiment dels captadors pel fet de fer-los treballar a una temperatura més elevada. En tot cas s'ha de controlar que aquesta pèrdua de rendiment no representi caure en valors per sota dels mínims.

Els bescanviadors poden trobar-se dins o fora de l'acumulador depenent de la complexitat de la instal·lació.

Bescanviadors incorporats a l'acumulador

Existeixen dos tipus de bescanviadors de la calor incorporats als acumuladors solars: els de serpenti i els de doble envoltant o doble camisa (veure figura 5.12). Solen formar part d'una àmplia gamma



de mida d'acumuladors solars, i són més característics en els acumuladors de fins a 1.000-1.500 litres de capacitat.

Aquesta solució és representativa d'una gran majoria d'instal·lacions solars en què l'acumulador solar té unes dimensions reduïdes o bé la instal·lació disposa d'un conjunt d'acumuladors solars distribuïts de petites dimensions, atès que aquests acumuladors amb el bescanviador incorporat resulten molt econòmics.

El document HE 4, en el seu apartat 3.3.4, estableix la superfície mínima de bescanvi que han de complir aquest tipus de bescanviadors de la manera següent:

- La relació entre la superfície útil total de bescanvi i la superfície total de captació solar no ha de ser inferior a 0,15.

Bescanviadors exteriors

En instal·lacions solars centralitzades en què el volum de l'acumulador és important, resulta més avantatjós fer servir bescanviadors de calor externs, ja que aquests ofereixen uns rendiments energètics molt elevats amb un mida reduïda.

Aquests bescanviadors també s'utilitzen a les instal·lacions d'habitatges plurifamiliars. En aquestes instal·lacions, el bescanviador exterior es pot instal·lar entre els captadors i els acumuladors quan es tracta de sistemes d'acumulació solar distribuïda als habitatges.

També se'n poden instal·lar a cada habitatge per abastir-lo de manera instantània de l'energia solar, quan es tracta de sistemes solars amb acumulació central d'inèrcia.

Segons el document HE 4, els bescanviadors exteriors han de tenir una potència tèrmica que compleixi el següent:

- $P \geq 500 \times A_C$

On:

P és la potència tèrmica (W)

A_C és l'àrea d'obertura del camp de captació solar (m²)

- Han de disposar de vàlvules de tall a l'entrada i la sortida tant en el circuit primari com en el secundari.



5.5. SISTEMA DE REGULACIÓ I CONTROL

El sistema de regulació i control d'una instal·lació solar és l'encarregat d'assegurar el funcionament correcte de la instal·lació i, a la vegada, ha de procurar un bon aprofitament de l'energia solar captada.

El sistema de regulació i control comprèn el control del funcionament dels circuits i els sistemes de protecció i seguretat contra escalfaments excessius, glaçades, etc. (document HE 4, apartat 3.3.7).

Pel que fa a la regulació en les instal·lacions forçades, el control de funcionament normal de les bombes del circuit de captadors ha de ser sempre de tipus «diferencial» i actuar en funció de la diferència de temperatura del fluid a la sortida del grup de captadors i la temperatura de la part inferior de l'acumulador solar.

L'element que duu a terme aquesta funció s'anomena **termòstat diferencial**. El seu funcionament es basa en comparar dues mesures de temperatura, amb l'ajut de dues sondes, una situada a la sortida de captadors i l'altra a la part baixa del dipòsit, al circuit d'ACS.

Quan els captadors solars presenten una temperatura igual o superior a un valor prefixat (recomanablement 7 °C) sobre la temperatura de l'acumulador, l'aparell dóna l'ordre de posada en marxa a la bomba; quan la diferència de temperatures mesurades entre els captadors i els dipòsits se situï en un valor igual o inferior a 2 °C, el termòstat donarà l'ordre d'aturada a la bomba.

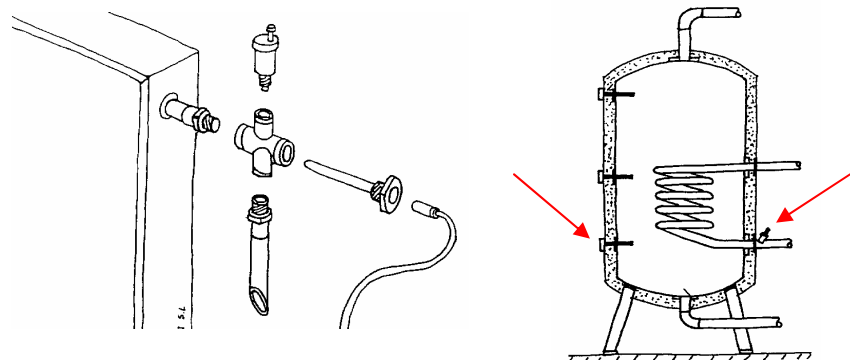


Figura 5.19.: Ubicació de les sondes del termòstat diferencial



Com a alternativa al control diferencial, es poden utilitzar sistemes de control accionats en funció de la radiació solar (**fotocèl·lula**). Aquests equips estan formats per una petita cèl·lula solar encapsulada i un control electrònic al qual es connecta la bomba.



Figura 5.20.: Fotocèl·lula

Els valors mínims de radiació solar d'activació de la bomba són d'uns 300 W/m^2 . Quan la llum solar té una intensitat inferior a aquest valor, el control atura la bomba o bé no la posa en marxa. Depenent de la tipologia d'instal·lació solar, el control pot estar format per una combinació dels dos components anteriors (termòstat diferencial i fotocèl·lula).

5.6. COMPTADORS DE L'ENERGIA TÈRMICA (COMPTADORS DE CALORIES)

A l'hora d'avaluar el funcionament de les instal·lacions solars i comparar la producció energètica real amb les previsions de disseny de la instal·lació, és necessari mesurar la producció energètica real de les instal·lacions mitjançant la instal·lació d'un equip anomenat **comptador de l'energia tèrmica** o **comptador de calories**.

Aquest equip està format per un cabalímetre que mesura el cabal circulat pel circuit, dues sondes de temperatura que mesuren les temperatures calenta (impulsió de captadors) i freda (retorn a captadors) i la unitat de processament i visualització.



El cabalímetre i les dues sondes de temperatura envien els senyals a la unitat de processament i aquesta calcula l'energia produïda.

Les dades que, generalment, ofereixen aquests equips són les següents:

- Temperatures mesurades per les dues sondes (°C)
- Cabal instantani mesurat pel cabalímetre (l/h o m³/h)
- Potència tèrmica instantània (kW)
- Volum total acumulat (m³)
- Energia tèrmica acumulada (kWh o MWh)

És obligatòria la seva utilització en instal·lacions solars amb una superfície de captació superior a 20 m², les quals han de disposar de, com a mínim, un equip de mesura (document HE 4, apartat 3.3.8).

En aquest sentit cal comprovar si l'ordenança solar vigent del municipi en qüestió obliga a la incorporació dels equips de mesura de l'energia tèrmica sense cap restricció de superfície de captació mínima, és a dir, que aquests equips s'haurien d'instal·lar obligatòriament a qualsevol instal·lació solar independentment de la superfície de captadors que tingui.

Un aspecte que cal tenir en compte és la ubicació del comptador de calories en la instal·lació solar. Com a regla general el cabalímetre de l'equip s'ha d'instal·lar a la canonada més freda del circuit de mesura, és a dir, a la canonada de retorn a captadors.

D'altra banda, s'ha de tenir en compte el punt d'ubicació per a la lectura de l'energia tèrmica, i això depèn de la tipologia d'instal·lació solar executada. A continuació s'indiquen uns criteris per seguir en funció de les dues tipologies generals d'instal·lacions solars: amb acumulació centralitzada i amb acumulació distribuïda.

Acumulació solar centralitzada.

Són instal·lacions d'aquest tipus les destinades a centres esportius, tot i que també s'utilitzen en instal·lacions d'habitatges unifamiliars i plurifamiliars. En aquestes instal·lacions l'equip de mesura de l'energia tèrmica ha d'estar ubicat a la canonada d'aigua freda de xarxa que alimenta l'acumulador o els acumuladors solars, i la (...)



lectura de temperatures s'ha de fer entre la temperatura d'aigua freda d'entrada a l'acumulador i la temperatura de sortida d'aquest cap al sistema auxiliar. És a dir, l'equip ha de mesurar l'energia solar tèrmica neta (sense comptabilitzar pèrdues de distribució i acumulació) que aporta l'acumulació solar al sistema auxiliar.

Aquest és el valor més real de la producció energètica d'una instal·lació solar.

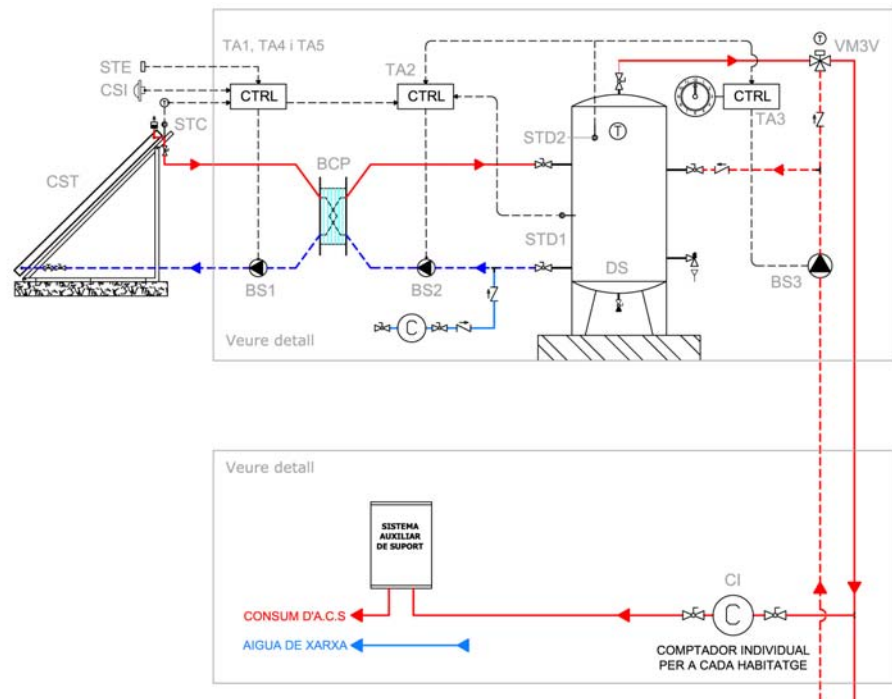


Figura 5.21.: Ubicació del comptador en sistemes centralitzats

Acumulació solar distribuïda

Són instal·lacions d'aquest tipus les destinades a edificis plurifamiliars d'habitatges on cada habitatge disposa del seu propi acumulador solar connectat al circuit general dels captadors. En aquestes instal·lacions l'equip de mesura de l'energia tèrmica ha d'estar ubicat al circuit primari solar general de la instal·lació, normalment a la sala tècnica amb la resta d'equips, i la lectura que realitzarà serà la referent a les pèrdues per distribució i acumulació més la demanda energètica. Així, amb aquesta lectura, no es pot discriminar quina és la fracció destinada a ACS i quines han estat les pèrdues.

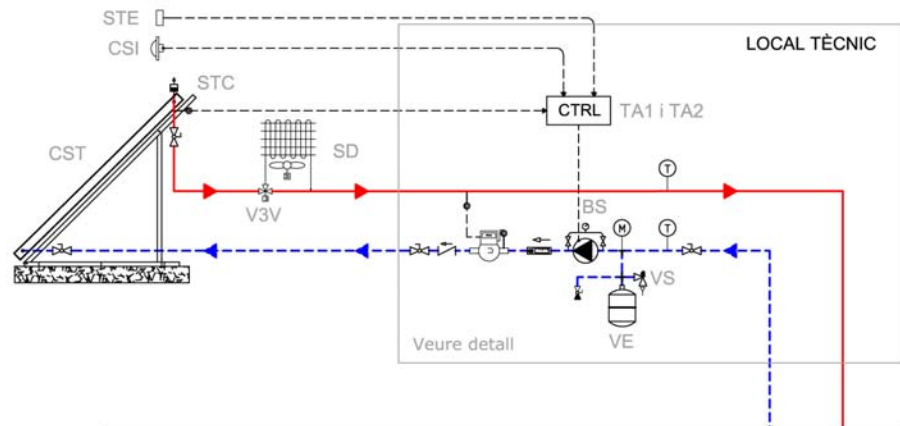


Figura 5.22.: Ubicació del comptador en una instal·lació amb acumulació distribuïda

No obstant això, cal aclarir que amb la ubicació d'un únic comptador de l'energia tèrmica en el circuit solar no n'hi ha prou per determinar, de manera real, la fracció solar que ofereix una certa instal·lació en funcionament. En tot cas, la lectura del comptador solar donarà una referència respecte dels càlculs realitzats en el projecte.

En aquest sentit caldria la instal·lació d'un segon comptador d'energia tèrmica que mesurés l'aportació del sistema auxiliar al consum d'ACS per tal de poder determinar el balanç energètic d'una instal·lació solar, qüestió que no és obligatòria segons el document HE 4 del CTE, a excepció de les instal·lacions totalment centralitzades en la producció d'ACS (solar i auxiliar) i calefacció en certs edificis, en les quals sí és obligatòria la comptabilització dels consums energètics a l'efecte de repercutir el seu cost entre el diferents usuaris del servei (RITE, IT 1.2.4.4).

5.7. SISTEMA DE CONTROL DE L'EXCÉS DE TEMPERATURA

Les instal·lacions solars tèrmiques difereixen d'altres instal·lacions tèrmiques més convencionals principalment en el control de la font d'energia primària: la radiació solar.

En una instal·lació solar tèrmica per a ACS, el control solar de la instal·lació pot decidir interrompre l'aportació de calor als acumuladors, en èpoques de baix o nul consum d'ACS i alta radiació solar (per exemple, un dia assolellat d'estiu amb una



temperatura ambient alta). En aquesta situació els captadors solars experimentaran un augment de la seva temperatura, que pot assolir valors elevats (150-180 °C). Això sovint deriva en problemes en la instal·lació mateixa i pot degradar components o elements que no estiguin previstos per treballar a aquestes temperatures.

A l'apartat 2.1, punts 3 i 4, del document HE 4 s'estableix que, en cas que en algun mes de l'any la contribució solar real sobrepassi el 110% de la demanada energètica o en més de tres mesos consecutius el 100%, s'han d'adoptar un seguit de mesures que es resumeixen a continuació:

- Dissipar els excedents de calor mitjançant equips específics o recirculació nocturna.
- Cobriment parcial del camp de captadors.
- Buidatge parcial del camp de captadors.
- Desviament dels excedents de calor a altres aplicacions.

Tanmateix, l'apartat 3.2.2.3 del document HE 4 estableix que les instal·lacions solars s'han d'equipar amb dispositius manuals o automàtics que evitin els sobreescalfaments de la instal·lació que puguin malmetre els materials o els equips i que penalitzin la qualitat del subministrament energètic.

La realitat pràctica demostra que les instal·lacions solars poden quedar aturades per problemes derivats dels sobreescalfaments i la pèrdua de fluid solar per ebullició. Per tant, serà necessari que disposin de dispositius que controlin aquests efectes no desitjats. Actualment s'utilitzen dues tecnologies per fer front a aquests excedents de calor:

Aeroterms amb ventilació forçada

Quan la temperatura dels captadors assoleix un valor límit, el control solar actua sobre aquest dispositiu, el qual refreda el fluid solar que passa a través seu i limita la temperatura del circuit a valors de 90-95 °C o inferiors. S'han de dissenyar per dissipar tota la potència del camp solar en les condicions més desfavorables de funcionament.



Figura 5.23.: Aeroterms



La seva dependència de l'electricitat per al seu funcionament fa que no realitzin la dissipació quan falta el fluid elèctric a la instal·lació (per exemple, tall elèctric, actuació dels dispositius de protecció elèctrica, fallada del motor del ventilador o l'electrovàlvula).

Dissipadors estàtics per termosifó

Quan la temperatura del fluid solar que circula pels captadors assoleix un valor de 90-95 °C, una vàlvula termostàtica deriva la circulació del fluid a través d'una graella de tubs aletejats que refreden el fluid per convecció natural i el retorna als captadors a una temperatura més baixa. Això provoca una circulació natural entre els captadors i la graella dissipadora que fa que la temperatura es mantingui com a màxim a 90 °C.

Aquest dispositiu és totalment automàtic i no utilitza electricitat per al seu funcionament, per la qual cosa és més segur que l'aerotermos.

5.8. SISTEMA AUXILIAR

Per assegurar la continuïtat del servei, en les instal·lacions d'energia solar és indispensable disposar d'un sistema convencional que actuï com a font auxiliar de producció de calor.

Tal com indica el CTE, en el cas dels sistemes per a la producció d'aigua calenta sanitària, l'equip auxiliar no es pot ubicar en cap cas en l'acumulador solar, perquè això reduiria significativament el rendiment de la instal·lació solar.

Així doncs, les instal·lacions solars han d'actuar com a sistemes de preescalfament de l'aigua sanitària i s'han d'acoblar majoritàriament en sèrie amb l'equip auxiliar. Els equips auxiliars per a producció d'aigua calenta sanitària presenten dues tipologies bàsiques:

- Sistemes amb acumulació:
 - Termos elèctrics
 - calderes amb acumulació
- Sistemes instantanis:
 - calderes instantànies
 - escalfadors instantanis

En les instal·lacions solars per a producció d'ACS, el sistema auxiliar habitualment s'alimenta directament de l'aigua reescalfada pel sistema solar amb una configuració sèrie entre l'acumulador solar i el sistema auxiliar. Aquesta configuració permet que el



sistema solar treballi independentment de la temperatura de servei i el sistema auxiliar és el responsable de garantir-la.

En tot cas, sempre és necessari muntar un bypass manual entre l'acumulador solar i el sistema auxiliar, per tal de poder realitzar tasques de manteniment en la instal·lació solar sense interrompre el subministrament d'aigua calenta.

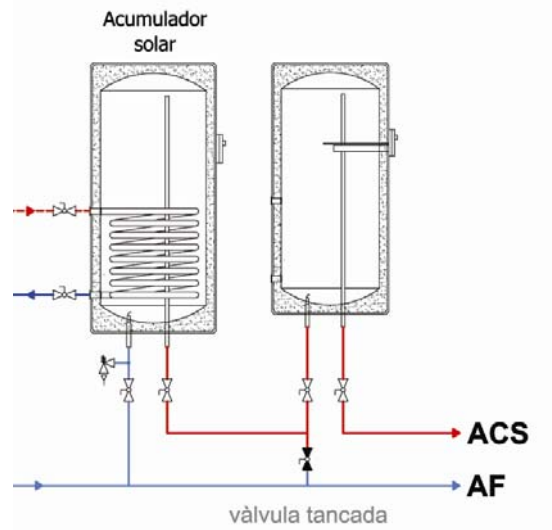


Figura 5.24.: Sistema auxiliar amb acumulació

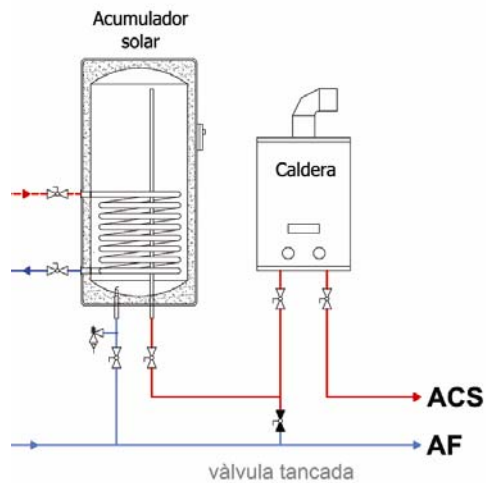


Figura 5.25.: Sistema auxiliar instantani



Com fer...?

eines de suport a la gestió municipal

Guia municipal d'inspecció i manteniment d'instal·lacions d'energia solar tèrmica per a aigua calenta sanitària

EINES MUNICIPALS

Grup de Treball d'Energia i Canvi Climàtic
Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat





Eina 1: Verificació del dimensionat de projectes d'instal·lacions d'energia solar tèrmica.

Objectiu de l'eina: Verificar si un projecte d'instal·lació d'energia solar tèrmica, en un edifici públic o privat, aconsegueix els paràmetres de dimensionat bàsics.

Interès de l'ús: Aquesta eina està dissenyada com a suport tècnic en el moment de rebre un projecte i procedir a la seva autorització.

Aplicatiu: Fulla de càlcul per introduir les dades i verificar el dimensionat del projecte (*Format XLS*).

En aquest capítol, es presenta una metodologia simplificada que permet verificar la demanda energètica i fracció solar requerida, en base les directrius establertes en el **Model d'Ordenança Solar de la Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat**. Respecte al dimensionat dels elements de la instal·lació utilitzarem el **CTE apartat HE 4**, com a normativa de referència.

El Model d'Ordenança Solar estableix una aportació mínima d'energia solar tèrmica per ACS, en totes les noves construccions o en els edificis en els que es realitzi una rehabilitació d'importància i presentin una demanda d'aigua calenta sanitària. En tot cas, cal considerar que quedaran exempts :

- Quan es cobreixi aquesta aportació energètica d'aigua calenta sanitària mitjançant altres energies renovables, processos de cogeneració o fonts d'energia residuals procedents de la instal·lació de recuperadors de calor independents a la pròpia generació de calor de l'edifici.
- Quan l'edifici no compti amb suficient asolejament per barreres externes, on només sigui possible cobrir fins a un 25% de la demanda energètica d'aigua calenta sanitària
- En rehabilitació d'edificis, quan hi hagi limitacions no esmenables derivades de la configuració prèvia de l'edifici existent, o de la normativa urbanística aplicable, on només sigui possible cobrir fins a un 25% de la demanda energètica d'aigua calenta sanitària.
- En edificis de nova planta quan hi hagi limitacions no esmenables derivades de la normativa urbanística aplicable, que impossibilitin de manera evident la disposició de la superfície de captació necessària, on només sigui possible cobrir fins a un 25% de la demanda energètica d'aigua calenta sanitària.
- Quan així ho determini l'òrgan competent que ha de dictaminar en matèria de protecció del patrimoni cultural català.
- En tots aquests casos, caldrà justificar adequadament el motiu de l'excepció mitjançant una memòria tècnica.



En referència al dimensionat de les instal·lacions solars, caldrà considerar que tota memòria tècnica o projecte d'una instal·lació solar, haurà d'incloure, com a mínim, els següents apartats:

1. Càlcul de la demanda energètica
2. Càlcul de la fracció solar
3. Càlcul radiació solar incident
4. Dimensionat de la superfície de captadors solars
5. Dimensionat dels elements hidràulics bàsics de la instal·lació
6. Esquemes de principi de la instal·lació (*veure Eina 3*).
7. Plànols d'ubicació dels captadors

A més, caldrà que en la memòria tècnica o projecte s'indiqui el procediment o metodologia de dimensionat del camp de captadors, així com la normativa de referència utilitzada i les caracteritzacions tècniques dels elements més significatius de la instal·lació.

Per facilitar el treball de verificació del dimensionat, establim una metodologia en la que utilitzarem els paràmetres de referència determinats en el Model d'Ordenança Solar de la Xarxa.

1. 1. Càlcul de la demanda energètica.

El procediment de dimensionament d'una instal·lació s'inicia amb l'avaluació de la demanda d'energia requerida per a la producció del aigua calenta.

En el nostre cas, cal conèixer la demanda (litres) d'aigua calenta necessària i aquest depèn del servei o utilització que es faci de l'edifici. En el Model d'Ordenança Solar de la Xarxa, a l'Annex 1, s'inclou un taula descriptiva dels consums mitjans d'ACS (a 60°C) en funció de la tipologia d'edifici i/o activitat.

Tipus d'ús	Ordenança
Habitatges unifamiliars	30 l/persona
Habitatges plurifamiliars	28 l/persona
Hospitals i clíniques	55 l/lit
Ambulatoris i centres de salut	40 l/persona
Hotel de 5 estrelles	100 l/persona
Hotel de 4 estrelles	70 l/persona
Hotel 3 estrelles	55 l/persona
Hotel 1 i 2 estrelles	40 l/persona



Tipus d'ús	Ordenança
Hostals i pensions	35 l/persona
Càmpings	40 l/emplaçament
Residències en general	55 l/persona
Vestuaris/dutxes col·lectives	20 l/persona
Escoles sense dutxes	4 l/alumne
Escoles amb dutxes	20 l/alumne
Casernes	20 l/persona
Fàbriques i tallers	15 l/persona
Administració, bancs i oficines	3 l/persona
Gimnasos	25 l/usuari
Bugaderies	5 l/quilogram de roba
Restaurants	10 l/àpat
Cafeteries	1 l/àpat

En edificis d'habitatges cal tenir en compte el factor d'ocupació de l'habitatge (persones per habitatge); en aquest cas, en el mateix Annex del Model d'Ordenança Solar de la Xarxa s'estableix una relació directa entre el nombre d'habitacions i el nombre d'ocupants, tal com s'indica en la següent taula.

Tipus d'ús	Referència
Estudis d'un únic espai o habitatge d'un dormitori	1,5 persones
Habitatges de 2 dormitoris	3 persones
Habitatges de 3 dormitoris	4 persones
Habitatges de 4 dormitoris	6 persones
Habitatges de 5 dormitoris	7 persones
Habitatges de 6 dormitoris	8 persones
Habitatges de 7 dormitoris	9 persones
A partir de 8 dormitoris es valoren les necessitats com si es tractés d'hostals	



Exemple: Càlcul de la demanda d'ACS per un habitatge unifamiliar amb 2 habitacions situat a Barcelona. En base les taules podem determinar que el consum establert per l'habitatge és de:

Consum mitja de ACS per tipus d'utilització:

Tipus d'ús	Ordenança
Habitatges unifamiliars	30 l/persona
Habitatges plurifamiliars	28 l/persona
Hospitals i clíniques	55 l/lit

Quantitat d'usuaris estimada:

Estudis d'un únic espai o habitatge d'un dormitori	1,5 persones
Habitatges de 2 dormitoris	3 persones
Habitatges de 3 dormitoris	4 persones
Habitatges de 4 dormitoris	6 persones

Consum d'aigua calenta: 30 l/ persona dia

Persones en l' habitatge : 3 persones

TOTAL DE DEMANDA DE ACS 30 l/persona dia x 3 persones = 90 l de ACS/dia

A partir del volum d'aigua calenta necessària en el edifici, caldrà calcular l'energia que s'ha d'aportar per aconseguir augmentar els $(12^{\circ}\text{C})^1$ de l'aigua de xarxa fins els $(60^{\circ}\text{C})^2$ corresponent a la temperatura a assolir de l'aigua calenta. En aquest cas podem determinar la demanda mitjana diària d'energia, mitjançant la següent expressió:

$$E = V \times \Delta t - 860$$

En la que :

E : Fa referència a l'energia necessària en kilowatts hora (kWh)

V: Fa referència al volum d'aigua necessària en litres (l)

Δt : Resultat d'establir la diferencia de temperatura entre l'aigua freda i la temperatura del ACS ($60^{\circ}\text{C} - 12^{\circ}\text{C}$)= 48°C

1. Es determina en el annex 5 del Model d'Ordenança Solar



2. Tal com es descriu en el annex 1 del Model d'Ordenança Solar

1. 2. Càlcul de la fracció solar

Pel que fa a l'aportació solar mínima, el Model d'Ordenança Solar estableix una contribució mínima en % (**Fracció solar**), en funció del volum de consum de ACS com es relaciona en la següent taula.

Litres/dia	Fracció solar en funció del Tipus de font de suport		
	Electricitat	Gasoil	Gas
< 6000 l	70%	70%	65%
6000 – 9000 l	70%	70%	70%
>9000 l	75%	70%	70%

Exemple: Sobre l'exemple d'un habitatge unifamiliar amb 2 habitacions (90l/dia de ACS) amb un sistema de recolzament elèctric, determinarem la fracció solar en base la taula presentada del Model d'Ordenança Solar del la Diputació de Barcelona:

Litres/dia	Fracció solar en funció del Tipus de font de suport		
	Electricitat	Gasoil	Gas
< 6000 l	70%	70%	65%
6000 – 9000 l	70%	70%	70%
>9000 l	75%	70%	70%

En aquest cas caldrà establir una fracció solar del **70%** tal com s'indica en la taula.



1. 3. Càlcul radiació solar incident

L'energia solar disponible en un emplaçament determinat, es pot avaluar a partir de valors estadístics basats en les mesures fetes per les estacions meteorològiques.

En les memòries tècniques o projectes cal indicar la font de les dades de radiació utilitzades en el dimensionat, ja que aquesta dada és prou significativa en el procediment de dimensionat i cal contrastar la veracitat de la font utilitzada.

Tot i així, la radiació solar incident dependrà de la localització geogràfica de la instal·lació i en gran mesura, de la posició dels captadors respecte la posició solar; quant més perpendiculars al sol més radiació incident.

Per aquest motiu, el Model d'Ordenança Solar, és molt explícit en aquest aspecte i, com a regla general, considera **el sud com a orientació òptima del sistema de captació** i la inclinació dels captadors quedarà determinada per la latitud del lloc. En el cas de per poblacions de Catalunya podem establir els **40°** com en terme mig.

En les següents taules es mostra el valor mig anual d'irradiació solar diària incident sobre una superfície de 1 m², en funció de la localització geogràfica i en les condicions anteriorment descrites. Aquestes dades s'han extret de l'*Atlas de radiació solar a Catalunya*, editat per l'Institut Català d'Energia i corresponen a Barcelona.

Els valors mensuals de radiació que cal considerar en kWh/m² dia per a una orientació sud i una inclinació de 0° són:

Gen	Feb	Març	Abril	Maig	Juny
1,89	2,68	3,86	5,15	6,18	6,68
Juliol	Agost	Set.	Oct.	Nov.	Des.
6,49	5,67	4,46	3,17	2,15	1,68

per a una orientació sud i una inclinació de 40° seran:

Gen	Feb	Març	Abril	Maig	Juny
3,46	4,13	4,98	5,62	5,93	6,03
Juliol	Agost	Set.	Oct.	Nov.	Des.
6,03	5,87	5,38	4,56	3,74	3,27



Considerant que, en determinades ocasions, no és possible assolir les condicions òptimes de inclinació i orientació. El Model d'Ordenança Solar estableix un valors límits de pèrdues d'aquestes dues variables i que s'exposen a continuació:













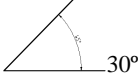
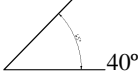



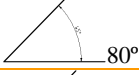
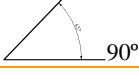
% de pèrdues	Motiu	Imatge
10 % màxim admissible anual	Caràcter general No existeix cap motiu que condicioni la posició dels captadors vers l'edifici	
20 % màxim admissible anual	Superposició Adaptació de la posició dels captadors a la geometria de l'edifici	
40 % màxim admissible anual	Integració Els captadors formant part de l'estructura de l'edifici	

Per determinar les pèrdues per orientació i/o inclinació en funció de la desviació de l'orientació i inclinació, podem utilitzar la següent taula en la que s'indica el % de pèrdues de radiació incident en funció de la desviació respecte el sud i una inclinació de 40°.

En la ubicació dels captadors cal contemplar la possible projecció d'ombres, tant d'objectes propers (xemeneies, baranes, etc..) que poden tapar momentàniament la radiació solar directe, com les ombres llunyanes d'edificis o elements de l'orografia que poden ocultar el sol durant una part del dia.

Per assolir un aprofitament adequat del sistema d'energia solar, s'ha de minimitzar la incidència d'ombres sobre els captadors i s'ha de garantir l'assolejament d'aquests per un període mínim de **4 hores en torn al migdia del solstici d'hivern.**



	 0	 +/- 10°	 +/- 20°	 +/- 30°	 +/- 40°	 +/- 50°	 +/- 60°	 +/- 70°	 +/- 80°	 +/- 90°
 10°	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
 20°	1,6	1,9	3	7,2	10,3	14,2	18,7	24	29,9	30,6
 30°	0,9	1,2	2,3	4	6,5	9,6	13,5	18	23,3	29,9
 40°	0	0,4	1,4	3,2	5,6	8,8	12,6	17,2	22,4	28,4
 50°	4,1	4,4	5,5	7,2	9,7	12,8	16,7	21,7	26,5	32,4
 60°	9,7	10,1	11,1	12,9	15,3	18,5	22,3	26,9	32,1	38,1
 70°	17,8	18,1	19,2	20,9	23,9	26,5	30,4	34,9	40,2	46,1
 80°	28,2	28,5	29,6	31,3	33,8	36,9	40,8	45,3	50,6	56,5
 90°	41	41,4	42,4	44,2	46,6	49,8	53,6	58,2	63,4	69,4

En el cas que algun obstacle pugui provocar ombres sobre els captadors solars, s'haurà de fer un estudi d'ombres i avaluar la incidència d'aquestes sobre els captadors. Aquesta incidència ha de ser inferior a :

- 10% anual en caràcter general.
- 15% anual per superposició (adaptació dels captadors a la geometria del edifici).
- 20% anual per integració (Els captadors formen part de l'estructura de l'edifici).

En base el Model d'Ordenança Solar de la Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat:



Exemple: determinar la radiació incident en els captadors per la instal·lació de l'exemple anterior, d'un habitatge unifamiliar amb 2 habitacions situat a Barcelona.

Utilització tot l'any

En base la taula presentada anteriorment. “Energia mitjana diària, incident sobre una superfície de 1 m² inclinada 40° i orientada al sud” podem determinar que la radiació incident, si disposem els captadors solars en aquesta posició i no tenim cap ombra incident, serà de:

kWh/m² dia

Gen	Feb	Març	Abril	Maig	Juny
3,46	4,13	4,98	5,62	5,93	6,03
Juliol	Agost	Set.	Oct.	Nov.	Des.
6,03	5,87	5,38	4,56	3,74	3,27

La radiació solar mitjana anual incident serà de : **4,92 kWh/m² dia**

1. 4. Dimensionat de la superfície de captadors solars

Els captadors solars tèrmics només transformen en calor una part de la radiació solar incident; aquesta fracció està determinada pel **rendiment del captador** i està causada principalment per la capacitat d'absorció de la radiació solar del captador (factor de guanys) i a les pèrdues tèrmiques que presenta el captador solar (factor de pèrdues).

Per determinar la superfície de captadors solars, cal conèixer el rendiment del sistema solar; aquest no és un valor fix, ja que depèn de factors que varien durant el seu funcionament:

- la temperatura mitjana del captador,
- la temperatura ambient i
- la intensitat de radiació solar.

Habitualment, per calcular el rendiment, s'utilitza una metodologia basada en un càlcul reiteratiu de variables establertes funcionalment; aquest procediment de càlcul s'anomena **mètode Fchar** i, únicament, es pot realitzar amb una aplicació informàtica adequada.



De forma simplificada, podem determinar el rendiment d'un sistema solar utilitzant les dades de rendiment del captador solar (factor de guany, factor de pèrdues) i aplicant la següent expressió matemàtica:

$$\eta = b - (m \cdot \rho)$$

On:

η : És el rendiment expressat en tant per un.

b: És el factor de guanys del captador, ha d'estar indicat en la memòria tècnica o projecte en l'apartat de dimensionat del camp de captadors i ha de fer referència al valor certificat pel fabricant i obtingut en un laboratori d'assaig homologat.

Aquest és un valor adimensional inferior a 1 i dóna una idea de l'eficiència de captació de la radiació incident.

m: Representa el factor de pèrdues tèrmiques del captador, ha d'estar indicat en la memòria tècnica o projecte en l'apartat de dimensionat del camp de captadors i ha de fer referència al valor certificat pel fabricant i obtingut en un laboratori d'assaig homologat.

Aquest valor s'ha de presentar en ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$) i serà d'un valor superior a 1 i com a màxim de $10 W/m^2 \text{ } ^\circ C$.

ρ : És una constant representativa de les condicions mitjanes de treball de la instal·lació que hem establert en aquest document per tal d'avaluar de forma senzilla el dimensionat de la instal·lació solar. Aquesta ha estat obtinguda mitjançant el mètode Fchar i contempla les variables de temperatura ambient, temperatura mitjana de treball del captador solar, radiació incident, factors de rendiment i envelliment de la instal·lació, etc. tot això condicionat per la localització geogràfica.

Aquesta constant permetrà establir el rendiment del sistema solar amb un marge d'error comprès entre el +/- 10%.



En la següent taula s'estableix valor de la constant ρ en funció de la climàtica

Constant representativa de les condicions de treball mitjanes del captador solar (ρ)

ρ	0,068
--------	-------

Un cop establert el rendiment del sistema solar, el càlcul de la superfície de captació per cobrir la fracció solar anual prevista es limitarà a la realització d'una simple multiplicació utilitzant les dades anteriorment establertes.

$$\text{Superfície de captació} = \frac{\text{Energia necessària} \times \text{Fracció solar}}{\text{Radiació solar} \times \eta \text{ rendiment del sis. solar}}$$

On:

S *superfície de captació* : Superfície de captadors necessaris per cobrir la fracció solar exigida

(La quantitat de captadors necessaris restarà determinada per la divisió d'aquest valor entre la superfície útil dels captadors)

E *energia necessària* : És l'energia que serà necessària per produir l'aigua calenta sanitària

(En qualsevol de les unitats energètiques establertes en aquest document kcal/dia o kWh/dia)

F *fracció solar* : És la contribució solar mínima en funció de la zona climàtica

(En tant per un)

R *radiació solar* : És la radiació solar incident en funció de la ubicació dels captadors

(En la mateixa unitat energètica que s'ha utilitzat en el valor de "E_{energia necessària}" kcal/dia o kWh/dia)

η *rendiment del sis. solar* : És el rendiment establert pel sistema solar en tant per un.



Exemple: determinar la superfície de captadors per la instal·lació del exemple anterior, d'un habitatge unifamiliar amb 2 habitacions situat a Barcelona, si s'utilitza un captador que presenta la següent caracterització:

Superfície útil : 2 m²

Factor de guanys : 0,78

Factor de pèrdues: 4,5 W/m²°C

Constant de condicions de funcionament

de la instal·lació (ρ) de : **0,068**

Determinarem el rendiment del sistema solar aplicant l'expressió:

$$\eta = b - (m \cdot \rho)$$

$$\eta = 0,78 - (4,5 \text{ W/m}^2\text{°C} \cdot 0,068) = 0,474$$

Sobre les dades obtingudes de:

L'energia tèrmica necessària serà : **5,02 kWh/m² dia**

Fracció solar amb un sistema auxiliar format per una caldera de gas serà: **70%**

La radiació solar incident serà : **4,92 kWh/m² dia**

Rendiment del sistema solar:

Determinarem la superfície necessària de captadors solars aplicant l'expressió:

$$\text{Superfície de captació} = \frac{\text{Energia necessària} \times \text{Fracció solar}}{\text{Radiació solar} \times \eta \text{ rendiment del sis. solar}}$$

Substituint

$$\frac{5,02 \text{ kWh /dia} \times 0,7 \text{ fracció solar}}{4,92 \text{ kcal /m}^2 \text{ dia} \times 0,474 \eta} = 1,50 \text{ m}^2$$



1. 5. Dimensionat dels elements hidràulics bàsics

Com ja s'ha tractat en capítols anteriors, tota instal·lació solar tèrmica està formada per un conjunt d'elements que hauran de presentar una adequada relació de dimensionat entre ells, per tal d'assegurar un correcte funcionament de les instal·lacions i un bon aprofitament de l'energia solar.

En aquest apartat, establirem els paràmetres bàsics reglamentaris pel dimensionat dels següents elements:

- Acumulador solar
- Bescanviador solar

Volum d'acumulació

A partir de la superfície de captadors a muntar en una instal·lació, podem escollir el volum òptim d'acumulació. Si no existeix una relació adient entre el camp de captadors i el volum d'acumulació, trobarem temperatures d'acumulació no desitjades (massa baixes per a acumuladors grans i massa elevades per a acumuladors petits).

Normativament el CTE (HE4 en l'apartat 3.3.3.1), estableix que la relació entre captació i volum d'acumulació en les instal·lacions solars per aplicacions d'ACS, estarà compresa entre 50 l i 180 l per cada m² de captador solar.

Tot i això, la relació entre superfície de captadors i volum d'acumulació més apropiada per la nostra latitud estarà al voltant dels 75 litres d'acumulador per cada m² de captador, això permetrà aconseguir de forma eficaç la temperatura d'acumulació desitjada.

Recomanant-se els valors més baixos per als llocs on hi ha menys radiació (nord) o bé les instal·lacions amb necessitat de temperatures d'ACS elevades i valors més alts per als llocs més assolellats (costa i sud), i per a les instal·lacions amb necessitats d'ACS a baixa temperatura.

Exemple: determinar el volum d'acumulació per la instal·lació del exemple anterior, d'un habitatge unifamiliar amb 2 habitacions situat a Barcelona (zona III).

Superfície de captador x 2 m² =

En base la superfície de captació i el volum d'acumulació recomanat serà de:

m² de captadors x 75 l/m² de captador =



Dimensionat del bescanviador

En les instal·lacions solars, habitualment, s'utilitzen bescanviadors de tipus lineal en els que les diferències entre el circuit primari i el secundari no són superiors a un 10%, especialment pel que fa referència al cabal i salt tèrmic de cada un dels circuits.

Pel que fa al dimensionat del bescanviador, el paràmetre bàsic serà la potència d'intercanvi d'aquest, en base el CTE (HE4 en l'apartat 3.3.4). La potència del bescanviador, com a mínim, serà de 500W per cada m² de captador. Això equival a la potència instantània d'un captador solar tèrmic exposat a una radiació solar de 1000W/m² amb un rendiment del 50%.

Els interacumuladors (dipòsits amb bescanviador interior) el bescanviador presentarà una superfície útil d'intercanvi de com a mínim el 15% de la superfície de captadors.

Exemple: determinar la potència d'intercanvi del bescanviador per la instal·lació del exemple anterior, d'un habitatge unifamiliar amb 2 habitacions situat a Barcelona (zona III).

Superfície de captador x 500 W/m² de captadors

En base la superfície de captació podem establir que la potència del bescanviador serà com a mínim

2 m² de captadors x 500 W/m² de captador = 1000 W

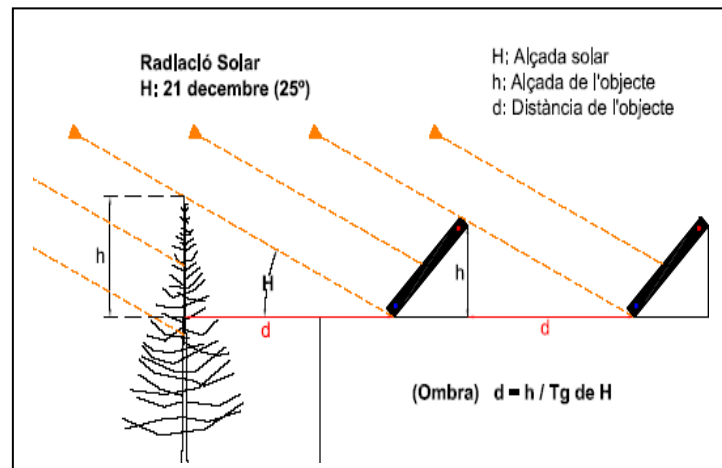


1. 6. Plànols d'ubicació dels captadors

A l'hora d'avaluar un projecte o memòria tècnica, els plànols de la ubicació dels captadors permetran avaluar la correcta ubicació d'aquests, essent d'especial interès contemplar la superfície disponible, l'orientació i la incidència d'ombres.

Així doncs, caldrà verificar que:

- L'orientació i inclinació dels captadors correspongui amb la utilitzada per determinar la radiació incident en el dimensionat de la superfície de captació.
- La superfície disponible correspongui a la requerida.
- Avaluar la separació entre fileres de captadors, que ha de garantir la no superposició d'ombres entre les fileres de captadors en els mesos del solstici d'hivern.



Per determinar la distància mínima entre les bases de les bancades, únicament, caldrà multiplicar l'alçada del captador (h) pel coeficient (K) corresponent a la inclinació de captadors utilitzada i que es presenta en la taula adjunta.

$$d_{\text{mínima}} = K \times h_{\text{captador}}$$

Inclinació	20°	25°	30°	35°
Coefficient K	1,88	2,06	2,24	2,39
	40°	45°	50°	55°
Coefficient K	2,53	2,64	2,74	2,82



Exemple: determinar distància entre bancades amb un captador solar de 2 m d'alçada, muntats amb una inclinació de 40°.

Inclinació	20°	25°	30°	35°
Coefficient K	1,88	2,06	2,24	2,39
	40°	45°	50°	55°
Coefficient K	2,53	2,64	2,74	2,82

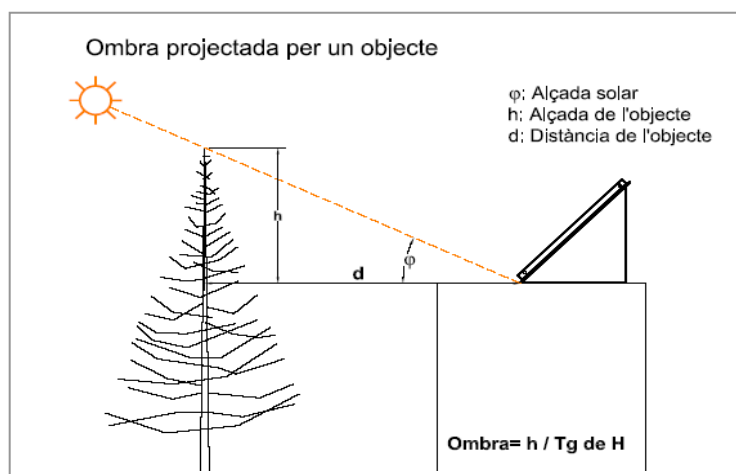
Seleccionarem de la taula el coeficient K corresponent a una inclinació de 40°

En base a l'alçada del captador i el coeficient K determinarem que la distància mínima entre bancades serà de:

$$2,53 \times 2 \text{ m} = 5,06 \text{ m}$$

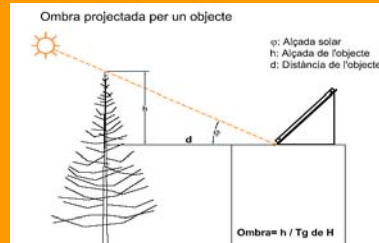
Avaluar la presència d'obstacles pròxims als captadors situats en la franja **est – oest**, que pugui produir ombres sobre els captadors solars. Els obstacles propers situats en aquesta franja estaran a una distància mínima dels captadors, determinada per la següent expressió:

$$d_{\text{mínima}} = 2,54 \times \text{alçada de l'obstacle}$$



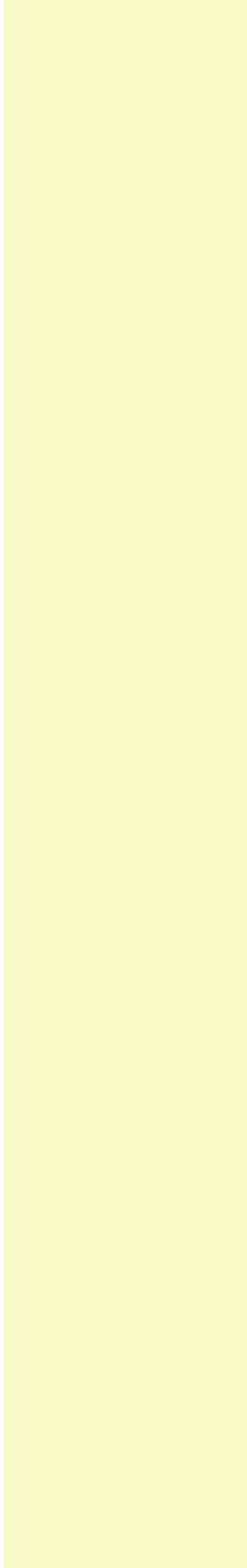


Exemple: determinar distància mínima a la que situarem els captadors solars d'una barana que té 1 m d'alçada .



En base a l'alçada de l'obstacle determinarem que els captadors es situaran a una distància mínima d'aquest de:

$$2,54 \times 1 \text{ m} = 2,54 \text{ m}$$



**ANNEX: Fulla de càlcul**

Aquesta Eina 1 disposa d'un aplicatiu en format fulla de càlcul (format XLS) descarregable on-line a la web de la Xarxa i de la Comunitat Virtual de la Xarxa.

Aquesta és una mostra de la pantalla de l'aplicatiu.

FULL DE VERIFICACIO DE PROJECTES D'ENERGIA SOLAR TERMICA PER ACS**1.1 Dades generals**

Expedient num	<input type="text"/>	Comarca	Alt Camp	Zona	4
Titular del projecte	<input type="text"/>				
Adreça del projecte	<input type="text"/>				
Població	<input type="text"/>				

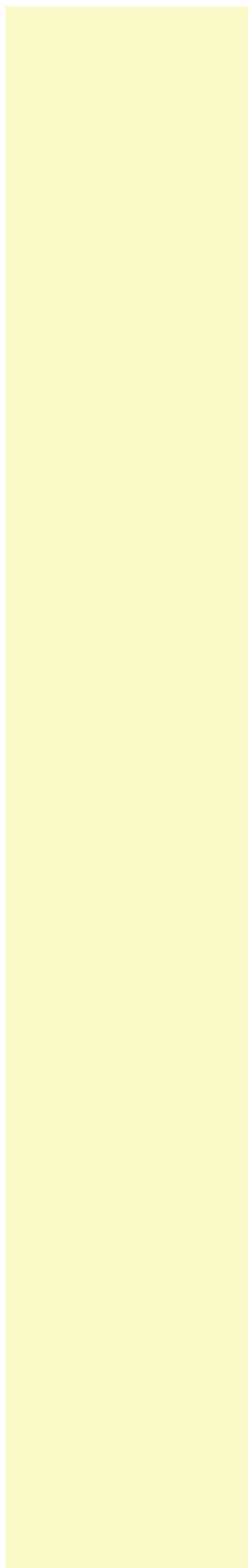
1.2 Dades de la demanda de ACS**Habitatges**

Quantitat d'habitatges	1								
Quantitat d'habitacions/habitatge	1	2	3	4	5	6	7		

Quantitat total d'ocupants **2** Demanda de litres de ACS/dia a 60°C **56** **l/dia**

Altres utilitzacions

	Quantitat de persones	litres ACS/persona/dia	Total litres d'ACS/dia
Habitatges	1	28	28
-			
-			





Eina 2: Llista de verificació dels continguts documents de projectes d'instal·lacions d'energia solar tèrmica.

Objectiu de l'eina: Verificar els continguts dels documents d'un projecte d'instal·lació d'energia solar tèrmica, en un edifici públic o privat.

Interès de l'ús: Aquesta eina està dissenyada com a suport tècnic en el moment de rebre un projecte i procedir a la seva autorització. Amplia la informació de l'aplicatiu de l'eina 1.

Aplicatiu: Llista de verificació descarregable i imprimible. Compatible amb el model d'Ordenança Solar de la Xarxa.

FULL DE VERIFICACIO DE PROJECTES D'ENERGIA SOLAR TERMICA PER ACS

1.1 Dades generals

Expedient num	<input type="text"/>	Comarca	<input type="text" value="-"/>	Zona	<input type="text"/>
Titular del projecte	<input type="text"/>				
Adreça del projecte	<input type="text"/>				
Població	<input type="text"/>				

1.2 Dades de la demanda de ACS

Habitatges

Quantitat d'habitatges	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Quantitat d'habitacions/habitatge	1	2	3	4	5	6	7	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Quantitat total d'ocupants Demanda de litres de ACS/dia a 60°C l/dia

Altres utilitzacions

	Quantitat de persones	litres ACS/persona/dia	Total litres d'ACS/dia
-			
-			
-			

Demanda de litres de ACS/dia a 60°C l/dia

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setem	Octu	Novem	Desem
% d'utilització mensual:												

Temperatura d'utilització de l'ACS °C Sistema auxiliar

Demanda total de ACS l/dia

Fracció solar exigida segons %

1.3 Dades de la instal·lació solar

Ubicació dels col·lectors

Orientació col·lectors ° Inclinació col·lectors ° Incidència d'ombres anuals %

Característiques del col·lector

Superfície útil del col·lector m²

Factor d'eficiència del col·lector

Coefficient de pèrdues W/(m² · C°)

*Corba de rendiment del col·lector: $r = - *(te - ta) / I$

Característiques del circuit hidràulic

Volum d'acumulació l/m² col·lector Eficiència del intercanviador



1.4 Dimensionat dels elements basics

Numero de col·lectors

Volum d'acumulació

Potencia del bescanviador

Superfície del bescanviador

1.5 Paràmetres de dimensionat (en base el metode Fchart)

Radiació incident

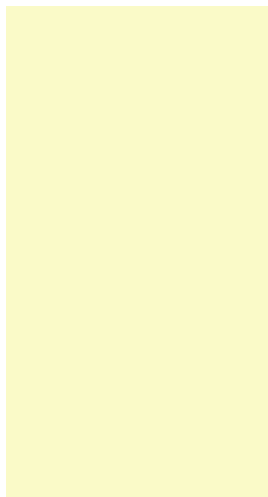
	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setem	Octu	Novem	Desem	Anual
Rad. inclin. kWh/m ² /dia													

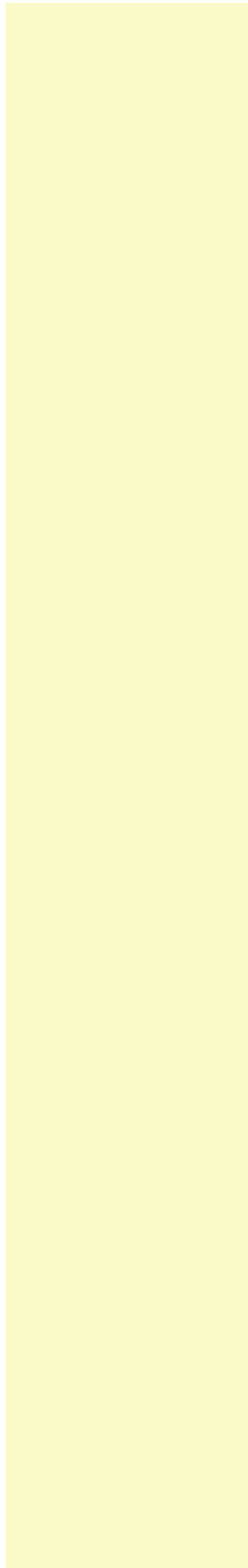
Demanda energètica

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setem	Octu	Novem	Desem	Anual
T ^a . mitja ambient °C													
T ^a . mitja agua xarxa °C													
Ener. Nec. kWh/mes													

Producció energètica estimada

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setem	Octu	Novem	Desem	Anual
Producció solar kWh/mes													
Fracció Solar [%]:													







Eina 3: Esquemes de referència per a la verificació dels esquemes de projectes d'instal·lacions d'energia solar tèrmica per tipologies.

Objectiu de l'eina: Verificar si un projecte d'instal·lació d'energia solar tèrmica, en un edifici públic o privat, presenta i s'adequa un esquema de disseny bàsic.

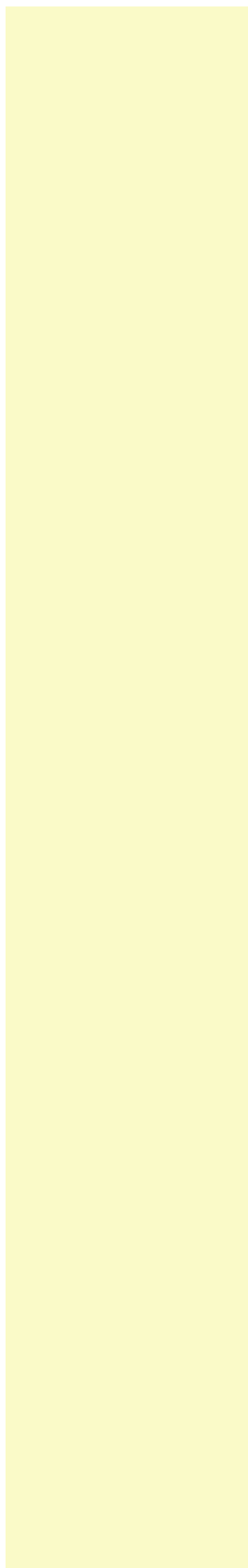
Interès de l'ús: Aquesta eina està dissenyada per a fer servir tant en el moment de rebre un projecte i procedir a la seva autorització, com per disposar dels esquemes de referència en visites i inspeccions in-situ d'instal·lacions ja executades.

Aplicatiu: Esquemes gràfics de referència imprimibles i descripció.

En aquest apartat presentarem l'esquema de principi de les instal·lacions solars tèrmiques per a producció d'aigua calenta més significatives en el marc d'implantació actual i que resumirem en les següents tipologies bàsiques:

1. Sistemes per termosifó
2. Sistemes forçats per a un únic usuari amb acumulador
3. Sistemes forçats amb acumulació i producció centralitzades
4. Sistemes forçats de plurihabitatges amb acumulació individual
5. Sistemes forçats de plurihabitatges amb acumulació solar de circuit directe
6. Sistemes forçats de plurihabitatges amb acumulació solar de circuit indirecte(tancat).

Aquests esquemes presenten la disposició dels elements hidràulics segons els requeriments establerts pel CTE i el RITE,





1. SISTEMES PER TERMOSIFÓ

Són sistemes solars prefabricats i posats a la venda com a equips complets preparats per a la seva instal·lació de manera ràpida, és a dir, aquests sistemes estan equipats amb tots els components.

Està format pel captador solar (o conjunt), l'acumulador solar, les canonades de connexió dels captadors a l'acumulador, l'estructura de suport del sistema i el conjunt de vàlvules.

Com es pot observar a la figura, l'equip de termosifó s'acobla a la instal·lació de l'ACS de l'edifici mitjançant una canonada d'aigua freda de la xarxa que alimenta a l'acumulador solar i una segona canonada de l'aigua calenta de l'acumulador que es connecta al sistema auxiliar d'ACS de l'edifici. El sistema auxiliar pot ser una caldera mural mixta de gas instantània, un escalfador de gas instantani o un acumulador amb resistència elèctrica (termo elèctric). Els sistemes auxiliars instantanis hauran de ser modulars i aptes per al seu funcionament amb energia solar.

L'aigua freda de xarxa alimenta a l'acumulador solar a on s'escalfa per l'acció del captador solar i romandre emmagatzemada fins que l'usuari en faci ús. Quan l'usuari obre una aixeta d'aigua calenta, l'aigua preescalfada de l'acumulador solar entra al sistema auxiliar i aquest l'acaba d'escalfar fins la temperatura d'ús que l'usuari ha assignat al sistema auxiliar.

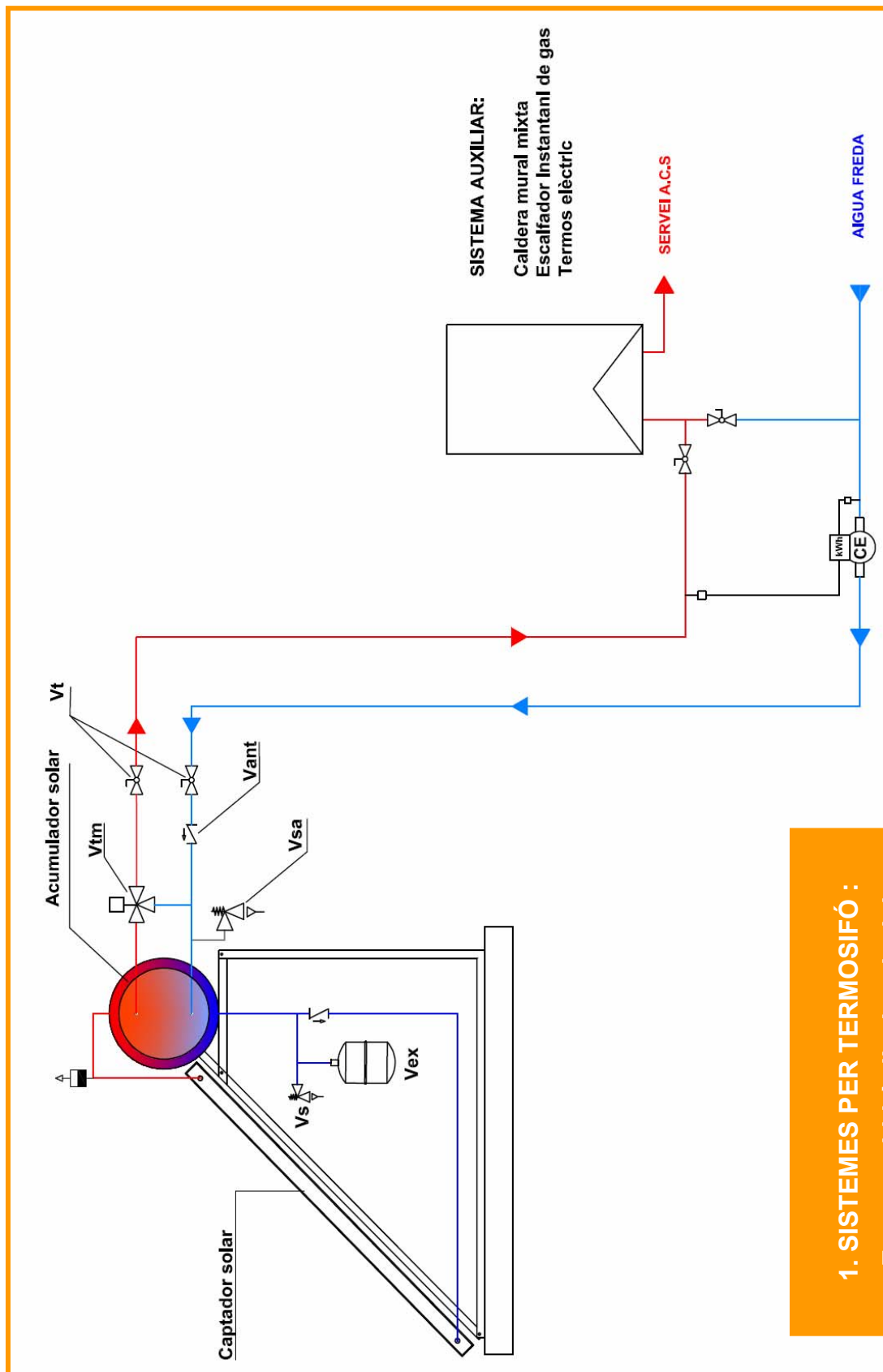
Els elements que han de constituir aquest sistema, a banda dels propis de l'equip abans definits, són els següents:

Circuit primari solar

- Vàlvula de seguretat i vas d'expansió (Vex) del circuit primari solar si el fabricant de l'equip ho especifica obligatori.
- Purgador d'aire a la part alta del circuit primari, si el fabricant així ho determina. O solució equivalent certificada pel fabricant.
- Canonades de connexió amb l'aïllament reglamentari.

Circuit secundari solar (consum ACS)

- Vàlvula de seguretat (Vsa) de la part sanitària de l'acumulador segons especificacions del fabricant de l'equip (Obligatori).
- Vàlvules de tall (Vt) a les dues canonades d'aigua de consum de l'acumulador solar.
- Vàlvula termostàtica limitadora de temperatura de l'ACS de l'acumulador solar a consum (Vtm)
- Vàlvula antiretorn (Vant) a la canonada d'aigua freda d'entrada a l'acumulador solar.
- Comptador de l'energia tèrmica (CE) obligatori, si així ho determina l'Ordenança Solar Municipal. No obligatori pel CTE-HE4 ($40 \text{ m}^2 < S$)



1. SISTEMES PER TERMOSIFÓ :
Esquema hidràulic de principi



2. SISTEMA SOLAR FORÇAT PER A UN USUARI

Aquesta és la tipologia bàsica d'una instal·lació solar per a ACS destinada a usuaris de petit consum (p.ex. habitatge unifamiliar, menjadors d'escoles bressol, etc.)

En aquesta configuració, el circuit primari solar està format pels captadors solars que es connecten al bescanviador de calor de l'acumulador mitjançant les canonades d'impulsió i retorn. La bomba solar (BS) és l'encarregada de moure el fluid solar pel circuit, des de els captadors fins al bescanviador de l'acumulador, a on l'aigua sanitària de consum s'escalfa.

L'acció de posada en marxa o aturada de la bomba solar és realitzada per un control solar (CTRL) de tipus diferencial. Una sonda (T) mesura la temperatura del fluid a la sortida dels captadors i la compara amb una segona sonda (T) que mesura la temperatura de l'aigua de l'acumulador. Quan la diferència de la sonda de captador i acumulador és igual o superior a 7°C, el control solar posa en marxa la bomba i inicia el cicle de funcionament.

A mesura que l'aigua de l'acumulador augmenta de temperatura, la diferència entre les dues sondes (T) disminueix fins a un valor que no pot ser inferior als 2°C. En aquest moment el control dona l'ordre de parada a la bomba solar i s'atura el cicle fins que es torni a assolir la diferència de consigna de 7°C per a la marxa.

Una vegada que l'aigua de consum de l'acumulador solar assoleixi la seva temperatura màxima de consigna (aprox. 60°C), el control ha d'aturar el funcionament de la bomba solar per evitar excessos de temperatura a l'acumulador. En aquest moment entrarà en funcionament el sistema de dissipació de la calor de la instal·lació per evitar temperatures elevades que provoquin desperfectes en els elements de la instal·lació.

L'acumulador solar està connectat al sistema auxiliar en "sèrie", és a dir, l'aigua de l'acumulador entra preescalfada al sistema auxiliar a on aquest aporta l'energia necessària per elevar-la a la temperatura de consigna seleccionada per l'usuari.

Els elements que han de constituir aquest sistema, són els següents:

Circuit primari solar

- Captador o conjunt de captadors solars amb les seves estructures de suport.
- Vàlvules de tall (Vt) per cada grup o bateria de captadors.
- Vàlvula de seguretat dels captadors(Vs).
- Purgador automàtics de gran volum amb vàlvula de tall.
- Sonda de temperatura (T) del control solar, ubicada a la sortida del grup de captadors.
- Canonades de connexió amb l'aïllament reglamentari.
- Sistema de control de l'excés de temperatura dels captadors.



- Grup hidràulic de bombament i expansió que ha d'incloure:
 - Bomba circuladora solar (BS)
 - Termòmetres(T) a les dues canonades
 - Vàlvules de tall (Vt)
 - Vas d'expansió solar (Vex)
 - Vàlvula de seguretat(Vs)
 - Manòmetres (M)
 - Vàlvules d'ompliment i buidat.
 - Vàlvula reguladora de cabal.
- Sistema de regulació i control solar (CTRL) format pel control diferencial i les dues sondes de temperatura (T).

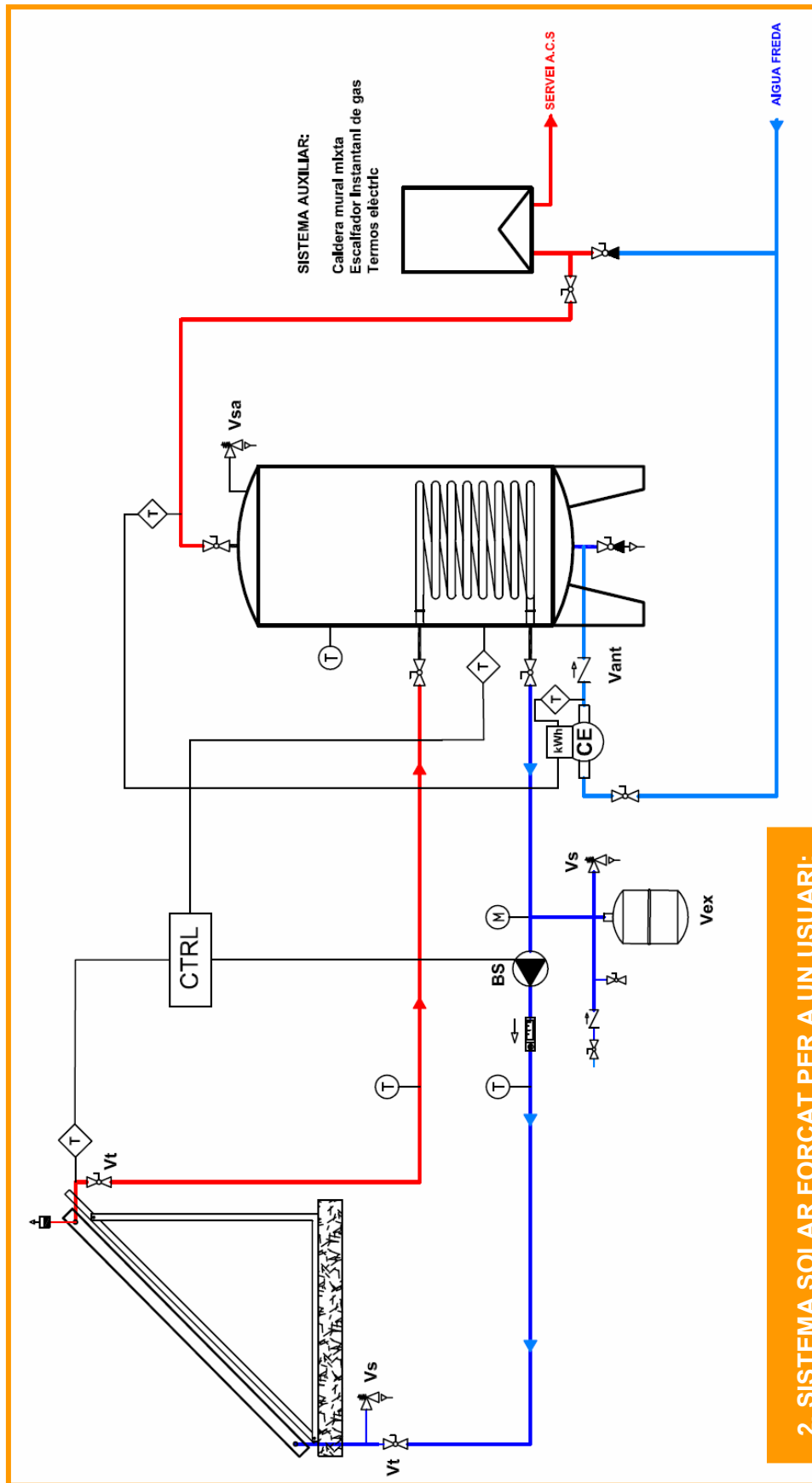
Circuit secundari solar (consum ACS)

- Acumulador solar amb bescanviador de la calor incorporat i amb l'aïllament tèrmics reglamentari.
- Vàlvula de seguretat (Vsa) de l'acumulador segons especificacions del fabricant de l'equip (Obligatori).
- Vàlvules de tall (Vt) a les dues canonades d'aigua de consum de l'acumulador solar.
- Vàlvula termostàtica limitadora de temperatura de l'ACS de l'acumulador solar a consum (Vtm). No és necessària si el control solar limita la temperatura màxima de l'acumulador.
- Vàlvula antiretorn (Vant) a la canonada d'aigua freda d'entrada a l'acumulador solar.
- Comptador de l'energia tèrmica (CE) obligatori, si així ho determina l'Ordenança Solar Municipal. No obligatori pel CTE-HE4 (40 m² <S). Aquest equip ha d'anar instal·lat al circuit secundari solar de consum per tal que mesuri l'energia solar neta que aporta el sistema a l'usuari.
- Sistema de protecció de la corrosió de l'acumulador.
- Termòmetre (T) de visualització de la temperatura de l'acumulador
- Connexió hidràulica de l'acumulador solar al sistema auxiliar.

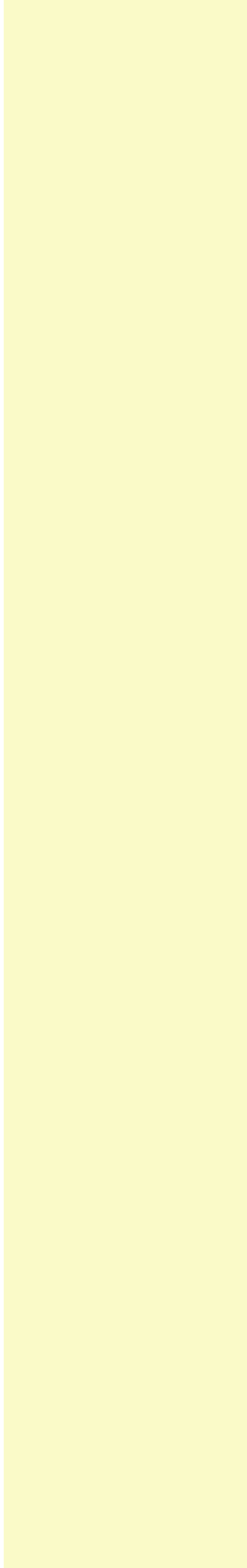
Sistema auxiliar

El sistema auxiliar d'aquesta tipologia pot ser instantani (escalfador de gas o caldera mural mixta); en aquest cas cal que l'escalfador estigui preparat per a funcionar amb energia solar, es a dir, que moduli la potència de la flama en funció de la temperatura de l'aigua que prové de l'acumulador solar.

Quan el sistema auxiliar estigui format per un acumulador amb resistència elèctrica, no serà necessària la modulació de la potència donat que el propi dipòsit actua com a element d'inèrcia.



2. SISTEMA SOLAR FORÇAT PER A UN USUARI:
Esquema hidràulic de principi





3. SISTEMA SOLAR I AUXILIAR AMB PRODUCCIÓ I ACUMULACIÓ CENTRALITZADA

Aquesta és la tipologia àmpliament utilitzada d'una instal·lació solar per a ACS destinada a grans consumidors (p.ex. poliesportius, hotels, etc.) a on existeix també un sistema d'acumulació auxiliar per donar servei en els moments de demandes punta de consum. Aquest acumulador auxiliar és escalfat per una caldera de gas, biomassa, etc. Cal aclarir que tant l'acumulació solar com l'auxiliar poden estar formats per diversos acumuladors connectats entre ells, per tal d'emmagatzemar el volum necessari en funció dels criteris de dimensionament. No obstant això, el principi de funcionament és idèntic.

En aquesta configuració, el circuit primari solar està format pels captadors solars que es connecten al bescanviador de calor de l'acumulador mitjançant les canonades d'impulsió i retorn. La bomba solar (BS) és l'encarregada de moure el fluid solar pel circuit, des de els captadors fins al bescanviador de l'acumulador, a on l'aigua sanitària de consum s'escalfa.

L'acció de posada en marxa o aturada de la bomba solar és realitzada per un control solar (CTRL) de tipus diferencial. Una sonda (T) mesura la temperatura del fluid a la sortida dels captadors i la compara amb una segona sonda (T) que mesura la temperatura de l'aigua de l'acumulador. Quan la diferència de la sonda de captador i acumulador és igual o superior a 7°C, el control solar posa en marxa la bomba i inicia el cicle de funcionament. De manera complementària amb el control diferencial, es pot utilitzar una cèl·lula de radiació solar per a l'activació de la bomba solar (BS) en funció del nivell d'irradiància existent

A mesura que l'aigua de l'acumulador augmenta de temperatura, la diferència entre les dues sondes (T) disminueix fins a un valor que no pot ser inferior als 2°C. En aquest moment el control dona l'ordre de parada a la bomba solar i s'atura el cicle fins que es torni a assolir la diferència de consigna de 7°C per a la marxa.

Una vegada que l'aigua de consum de l'acumulador solar assoleixi la seva temperatura màxima de consigna (aprox. 60°C), el control ha d'aturar el funcionament de la bomba solar per evitar excessos de temperatura a l'acumulador. En aquest moment entrarà en funcionament el sistema de dissipació de la calor de la instal·lació per evitar temperatures elevades que provoquin desperfectes en els elements de la instal·lació.

L'acumulador solar està connectat en "sèrie" a l'acumulador auxiliar. El generador de calor (caldera) és l'encarregat de mantenir la temperatura del dipòsit auxiliar a la mínima establerta pel RITE (60°C) per evitar problemes de proliferació de la legionel·la.



Un sistema de recirculació és l'encarregat de mantenir l'aigua a la temperatura d'ús als punts de consum, mantenint els nivells de confort i l'estalvi d'aigua. No obstant aquesta recirculació provoca unes pèrdues tèrmiques que poden ser importants i que, d'alguna forma, les ha de poder compensar el sistema solar. En aquest sentit caldrà un disseny de la recirculació que permeti l'aprofitament de l'energia de l'acumulador solar quan aquest estigui a una temperatura per sobre del retorn de la recirculació.

Els elements que han de constituir aquest sistema, son els següents:

Circuit primari solar

- Captador o conjunt de captadors solars amb les seves estructures de suport.
- Vàlvules de tall (Vt) per cada grup o bateria de captadors.
- Vàlvula de seguretat dels captadors(Vs)
- Purgador automàtics de gran volum amb vàlvula de tall.
- Sonda de temperatura (T) del control solar, ubicada a la sortida del grup de captadors.
- Canonades de connexió amb l'aïllament reglamentari.
- Sistema de control de l'excés de temperatura dels captadors.
- Grup hidràulic de bombament i expansió que ha d'incloure:
 - Bomba circuladora solar (BS). Si la instal·lació té més de 50m² de captadors, s'haurà d'instal·lar doble bomba tant al circuit primari com al secundari solar.
 - Termòmetres(T) a les dues canonades
 - Vàlvules de tall (Vt)
 - Vas d'expansió solar (Vex)
 - Vàlvula de seguretat(Vs)
 - Manòmetres (M)
 - Vàlvules d'ompliment i buidat.
 - Vàlvula reguladora de cabal.
- Sistema de regulació i control solar (CTRL) format pel control diferencial i les dues sondes de temperatura (T). De manera complementària es pot utilitzar una cèl·lula de radiació solar.

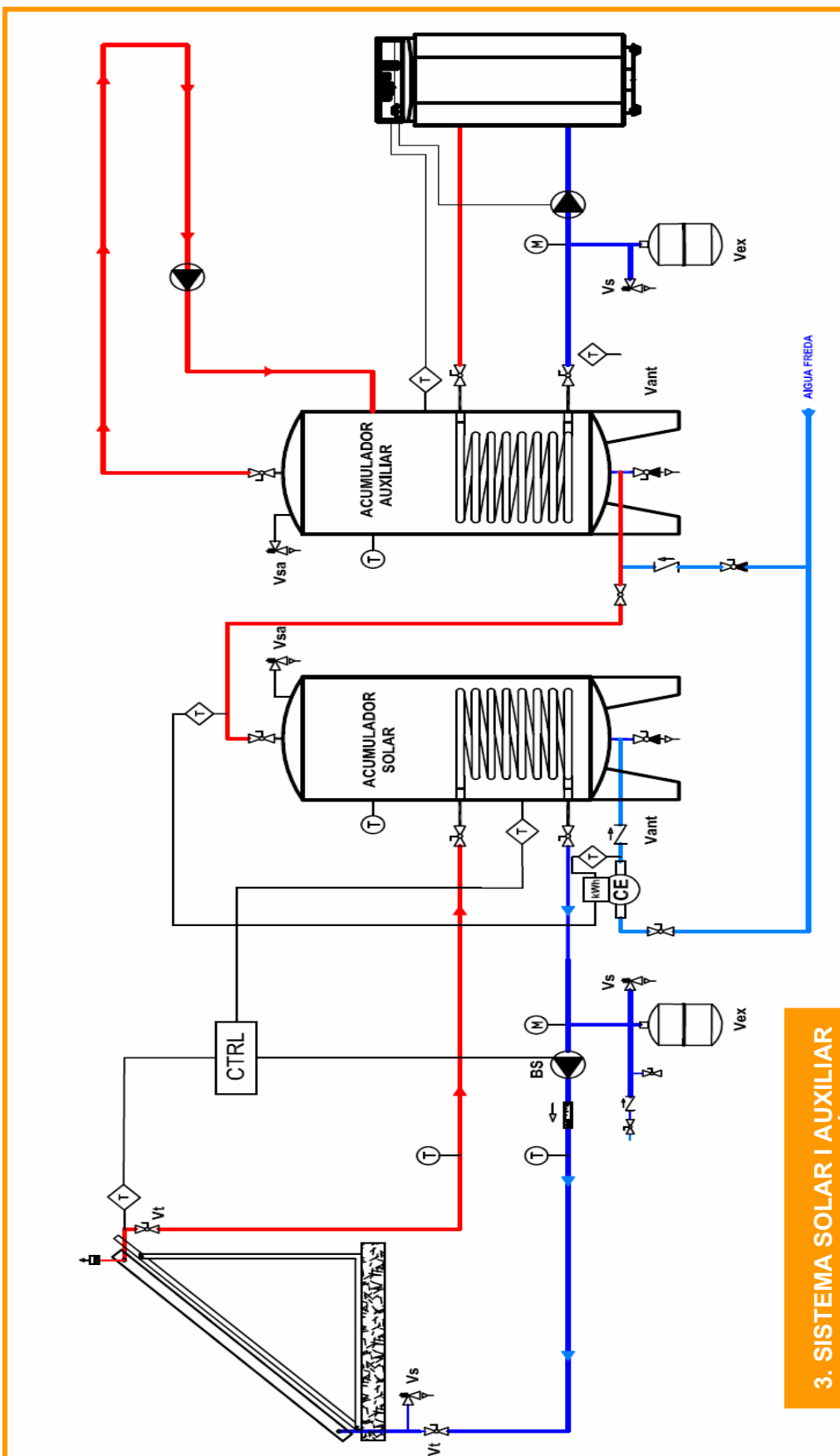


Circuit secundari solar (consum ACS)

- Acumulador solar (o varis acumuladors) amb bescanviador de la calor incorporat o extern (de plaques) i amb l'aïllament tèrmics reglamentari.
- Vàlvula de seguretat (Vsa) de l'acumulador segons especificacions del fabricant de l'equip (Obligatori).
- Vàlvules de tall (Vt) a les dues canonades d'aigua de consum de l'acumulador solar.
- Vàlvula antiretorn (Vant) a la canonada d'aigua freda d'entrada a l'acumulador solar.
- Comptador de l'energia tèrmica (CE) obligatori, si així ho determina L'Ordenança Solar Municipal. No obligatori pel CTE-HE4 ($40 \text{ m}^2 < S$). Aquest equip ha d'anar instal·lat al circuit secundari solar de consum per tal que mesuri l'energia solar neta que aporta el sistema a l'usuari. No obstant es recorda que, per poder avaluar la fracció solar de la instal·lació, serà necessari un segon comptador de l'energia tèrmica que mesuri l'aportació de la caldera a l'acumulador auxiliar.
- Sistema de protecció de la corrosió de l'acumulador.
- Termòmetre (T) de visualització de la temperatura de l'acumulador
- Connexió hidràulica de l'acumulador solar al sistema auxiliar.

Sistema auxiliar

El sistema auxiliar d'aquesta tipologia està format per una caldera que escalfa l'acumulador auxiliar en funció de la temperatura de consigna. Aquesta caldera no és obligatori que sigui modulant a excepció del que determina el RITE en funció de les potències.



**3. SISTEMA SOLAR I AUXILIAR
AMB PRODUCCIÓ I
ACUMULACIÓ CENTRALITZADA**
Esquema hidràulic de principi



4. SISTEMA SOLAR TÈRMIC AMB ACUMULACIÓ INDIVIDUAL, PER A EDIFICIS PLURIHABITATGES.

Aquesta és una tipologia d'instal·lació solar tèrmica destinada a habitatges plurifamiliars a on l'acumulació solar s'ha fraccionat en unitats ubicades a l'interior de l'habitatge, mantenint la captació solar comunitària a tot l'edifici.

El control solar (CTRL) posa en marxa la bomba solar (BS) quan existeix una diferència de temperatura de 7°C entre la sonda de captadors solars i la sonda de la canonada de retorn a captadors.

En aquest moment per tot el circuit primari solar circula el fluid tèrmic que arriba al grup de control hidràulic de l'acumulador solar de cada habitatge.

Aquest grup de control està format per una vàlvula de 3 vies de zona (V3V) accionada per un control diferencial solar que mesura la temperatura del fluid solar i la compara amb la temperatura de l'aigua de consum de l'acumulador de l'habitatge.

Quan aquesta diferència és de 7°C o superior, el control dóna l'ordre a la vàlvula de 3 vies i aquesta es posiciona per deixar el pas directe del fluid al serpentí i escalfar a l'acumulador.

En el moment que l'acumulador ha assolit una temperatura de consigna o la seva sonda (STD) resta a 2°C respecte de la sonda d'impulsió del fluid solar (STP), el control actua sobre la vàlvula canviant la seva posició i derivant el fluid solar al retorn dels muntants de captadors solars.

Cal matisar que en aquesta tipologia és imperatiu que el fluid solar, una vegada la bomba solar està en marxa, arribi als grups de control hidràulic de tots els habitatges per tal que les seves sondes mesurin la temperatura del fluid solar i la comparin amb la de l'acumulador.

Aquesta acció imperativa s'aconsegueix gràcies a la vàlvula de 3 vies de zona del grup hidràulic que, independentment de la seva posició, permet la circulació del fluid solar per la pròpia vàlvula.

Per aquest motiu, la sonda de temperatura solar (STP) de cada grup hidràulic està ubicada al costat de la vàlvula simplificant la seva instal·lació.

Aquest tipus de control individual dels habitatges permet que cadascú escalfi el seu acumulador de manera independent a la resta i que disposi de la pròpia reserva d'energia independent.

L'acumulador solar està connectat en sèrie amb el sistema auxiliar el qual aportarà l'energia necessària per elevar la temperatura de l'aigua a la de consigna.

Els elements que han de constituir aquest sistema, son els següents:



Circuit primari solar

- Captador o conjunt de captadors solars amb les seves estructures de suport.
- Vàlvules de tall (Vt) per cada grup o bateria de captadors.
- Vàlvula de seguretat dels captadors(Vs)
- Purgador automàtics de gran volum amb vàlvula de tall.
- Vàlvules d'equilibrat hidràulic per cada grup o bateria de captadors o solució equivalent(p.ex. retorn invertit)
- Sonda de temperatura (T) del control solar, ubicada a la sortida del grup de captadors.
- Canonades de connexió amb l'aïllament reglamentari.
- Sistema de control de l'excés de temperatura dels captadors.
- Grup hidràulic de bombament i expansió que ha d'incloure:
 - Bomba circuladora solar (BS). Si la instal·lació té més de 50m² de captadors, s'haurà d'instal·lar doble bomba tant al circuit primari com al secundari solar.
 - Termòmetres(T) a les dues canonades
 - Vàlvules de tall (Vt)
 - Vas d'expansió solar (Vex)
 - Vàlvula de seguretat(Vs)
 - Manòmetres (M)
 - Vàlvules d'ompliment i buidat.
 - Vàlvula reguladora de cabal.
- Sistema de regulació i control solar (CTRL) format pel control diferencial i les dues sondes de temperatura(sonda de captadors i sonda de retorn) (T). De manera complementària es pot utilitzar una cèl·lula de radiació solar.
- Comptador de l'energia tèrmica (CE) obligatori, si així ho determina l'Ordenança Solar Municipal. No obligatori pel CTE-HE4 (40 m² <S).

A cada habitatge el circuit primari solar està format per:

- Grup hidràulic de control de l'acumulador format pels següents elements:
 - Vàlvula motoritzada de 3 vies de zona (V3V) accionada pel control solar.
 - Control solar diferencial (CTRL) i dues sondes de temperatura (STP i STA)



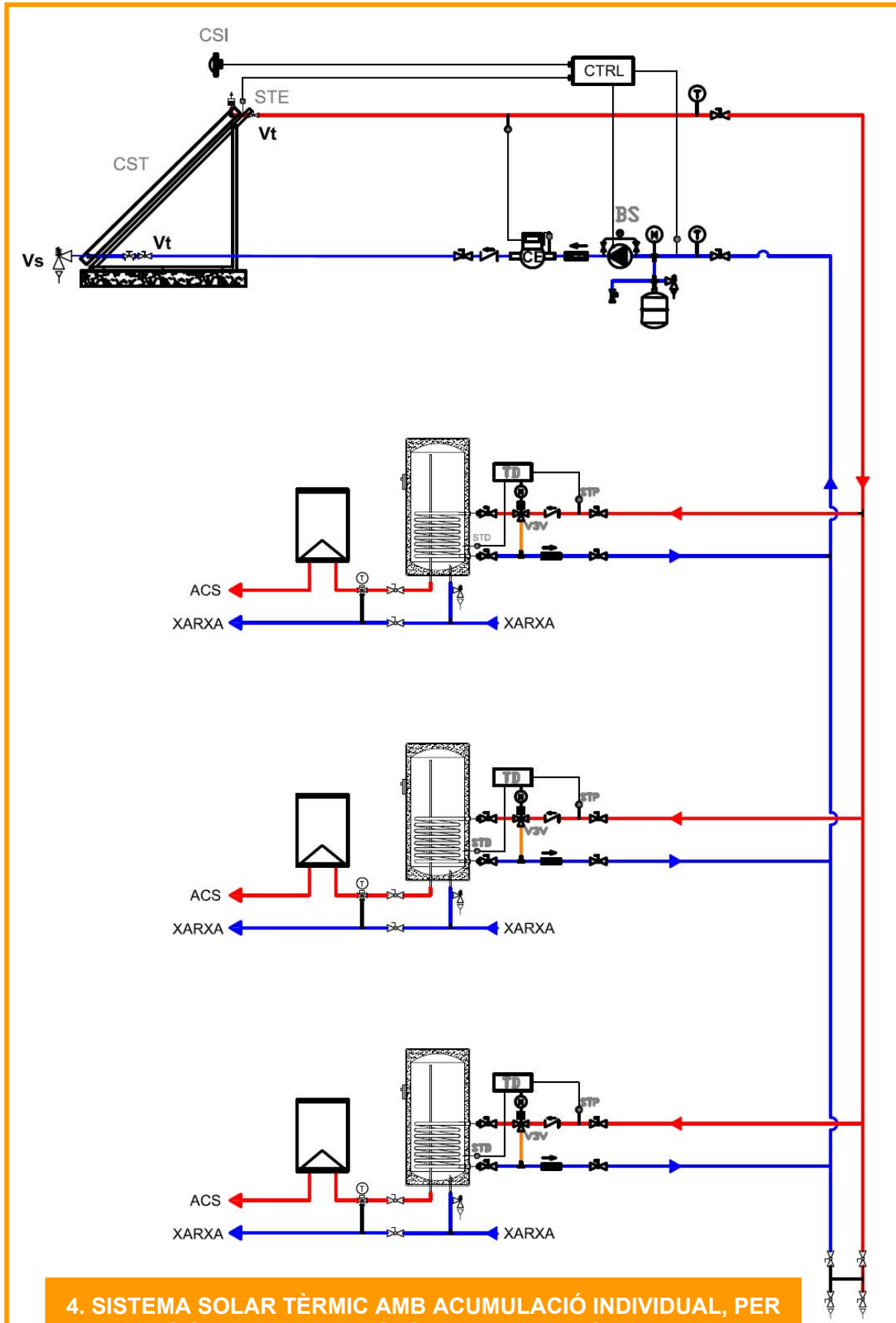
Circuit secundari solar (consum ACS)

- Acumulador solar amb bescanviador incorporat i amb l'aïllament tèrmics reglamentari.
- Vàlvula de seguretat (Vsa) de l'acumulador segons especificacions del fabricant de l'equip (Obligatori).
- Vàlvules de tall (Vt) a les dues canonades d'aigua de consum de l'acumulador solar.
- Vàlvula antiretorn (Vant) a la canonada d'aigua freda d'entrada a l'acumulador solar.
- Sistema de protecció de la corrosió de l'acumulador.
- Termòmetre (T) de visualització de la temperatura de l'acumulador.
- Connexió hidràulica de l'acumulador solar al sistema auxiliar.

Sistema auxiliar

El sistema auxiliar d'aquesta tipologia pot ser un escalfador instantani de gas, una caldera mural de gas o un termos elèctric.

En el cas dels escalfadors i calderes de gas instantanis hauran de ser aptes pel funcionament amb sistemes solars, es a dir, modularan de manera automàtica la potència de la flama per mantenir les temperatures de sortida a consums segons la consigna determinada per l'usuari.



4. SISTEMA SOLAR TÈRMIC AMB ACUMULACIÓ INDIVIDUAL, PER A EDIFICIS PLURIHABITATGES : Esquema hidràulic de principi



5. SISTEMA SOLAR TÈRMIC AMB ACUMULACIÓ CENTRALITZADA, DE CIRCUIT DIRECTE, PER A EDIFICIS PLURIHABITATGES.

Aquesta és una variant de la tipologia de plurihabitatges a on l'acumulació solar està centralitzada i la distribució de l'ACS es realitza, de manera directa, des de l'acumulador solar als habitatges.

Cal aclarir que l'acumulació solar pot estar formada per varis dipòsits connectats entre ells, per tal d'emmagatzemar el volum necessari en funció dels criteris de dimensionament. No obstant això, el principi de funcionament és idèntic.

En aquesta configuració, el circuit primari solar està format pels captadors solars que es connecten al bescanviador de calor exterior (de plaques) de l'acumulador mitjançant les canonades d'impulsió i retorn. La bombes solars (BS1 i BS2) son les encarregades de moure el fluid solar pel circuit, des de els captadors fins l'acumulador. En principi, aquestes dues bombes es posen en marxa i s'aturen simultàniament.

L'acció de posada en marxa o aturada de les dues bombes solars (BS1 i BS2) és realitzada per un control solar (CTRL) de tipus diferencial. Una sonda (T) mesura la temperatura del fluid a la sortida dels captadors i la compara amb una segona sonda (T) que mesura la temperatura de l'aigua de l'acumulador. Quan la diferència de la sonda de captador i acumulador és igual o superior a 7°C, el control solar posa en marxa la bomba i inicia el cicle de funcionament. De manera complementària amb el control diferencial, es pot utilitzar una cèl·lula de radiació solar per a l'activació de la bomba solar (BS) en funció del nivell d'irradiància existent

A mesura que l'aigua de l'acumulador augmenta de temperatura, la diferència entre les dues sondes (T) disminueix fins a un valor que no pot ser inferior als 2°C. En aquest moment el control dona l'ordre de parada a la bomba solar i s'atura el cicle fins que es torni a assolir la diferència de consigna de 7°C per a la marxa.

Una vegada que l'aigua de consum de l'acumulador solar assoleixi la seva temperatura màxima de consigna (aprox. 60°C), el control ha d'aturar el funcionament de la bomba solar per evitar excessos de temperatura a l'acumulador. En aquest moment entrarà en funcionament el sistema de dissipació de la calor de la instal·lació per evitar temperatures elevades que provoquin desperfectes en els elements de la instal·lació.

L'acumulador solar està connectat en "sèrie" amb els sistemes auxiliars dels habitatges de manera que aquests s'alimenten del mateix acumulador amb l'aigua pre-escalfada.

En aquesta tipologia, l'acumulador solar s'alimenta d'una canonada d'aigua freda de xarxa comunitària. Això implica que l'edifici ha de



disposar, en principi, d'un comptador d'aigua comunitari i independent dels comptadors individuals d'aigua dels habitatges.

Per tal de poder repartir les despeses d'aigua entre els diferents usuaris en funció del consum individual, és imperativa la instal·lació de comptadors individuals d'aigua calenta en la canonada del circuit solar que entra a cada habitatge.

Un sistema de recirculació (Bracs) és l'encarregat de mantenir l'aigua a la temperatura d'ús el més a prop possible dels equips auxiliars dels habitatges. Aquesta bomba anirà controlada en funció de la temperatura mínima de l'aigua de l'acumulador solar, es a dir, per sota d'un valor mínim de temperatura no serà necessari que la bomba estigui en funcionament. Tanmateix, es limitarà el seu funcionament en horaris de molt baixa o nul·la demanda per evitar les pèrdues d'energia tèrmica que provoca la recirculació.

Els elements que han de constituir aquest sistema, son els següents:

Circuit primari solar

- Captador o conjunt de captadors solars amb les seves estructures de suport.
- Vàlvules de tall (Vt) per cada grup o bateria de captadors.
- Vàlvula de seguretat dels captadors(Vs)
- Purgador automàtics de gran volum amb vàlvula de tall.
- Sonda de temperatura (T) del control solar, ubicada a la sortida del grup de captadors.
- Canonades de connexió amb l'aïllament reglamentari.
- Sistema de control de l'excés de temperatura dels captadors.
- Grup hidràulic de bombament i expansió que ha d'incloure:
 - Bomba circuladora solar (BS1-BS2). Si la instal·lació té més de 50m² de captadors, s'haurà d'instal·lar doble bomba tant al circuit primari com al secundari solar.
 - Termòmetres(T) a les dues canonades.
 - Vàlvules de tall (Vt).
 - Vas d'expansió solar (Vex).
 - Vàlvula de seguretat(Vs).
 - Manòmetres (M).
 - Vàlvules d'ompliment i buidat.
 - Vàlvula reguladora de cabal.
 - Bescanviador de la calor exterior de plaques.



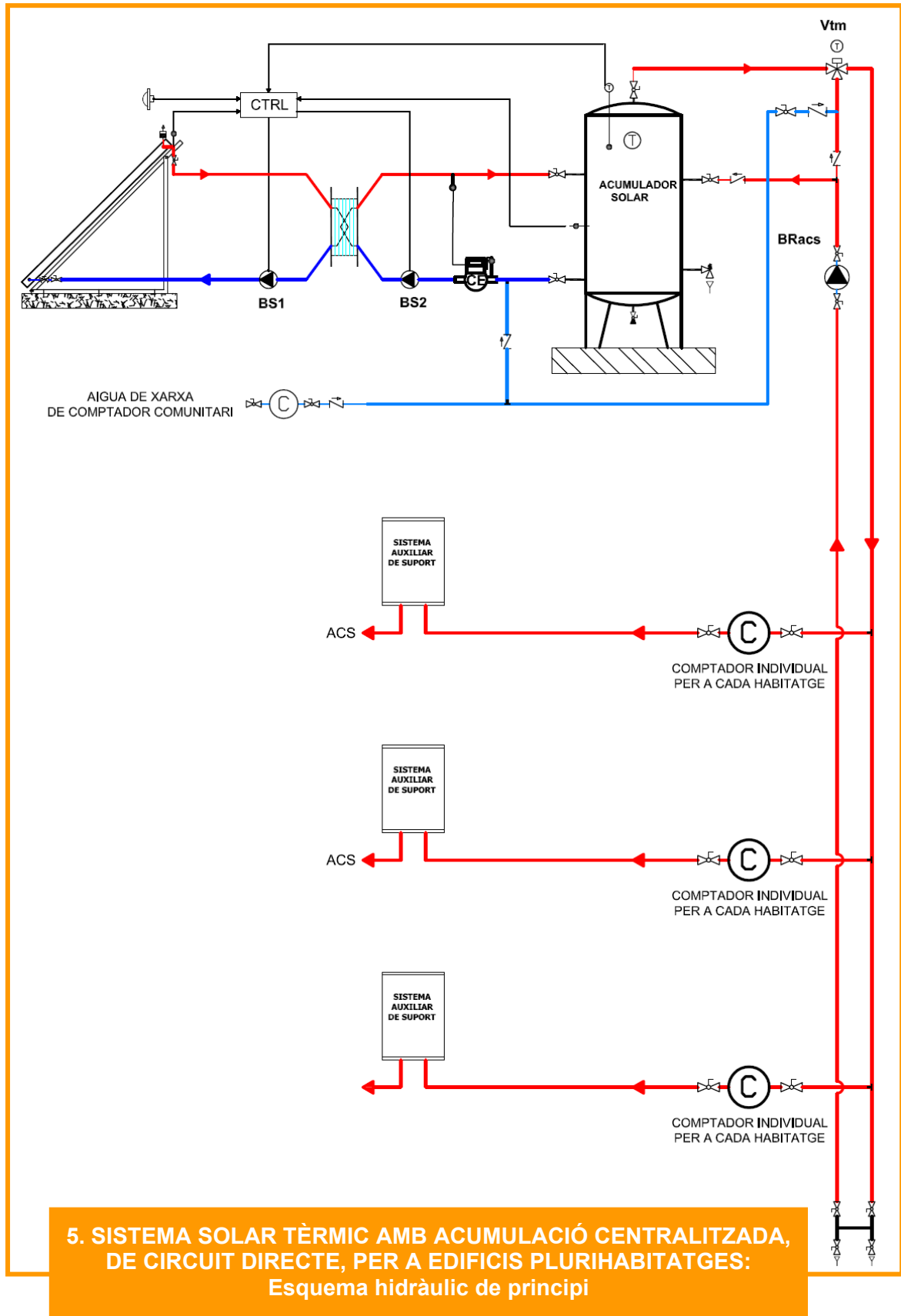
- Sistema de regulació i control solar (CTRL) format pel control diferencial i les dues sondes de temperatura (T). De manera complementària es pot utilitzar una cèl·lula de radiació solar.

Circuit secundari solar (consum ACS)

- Acumulador solar (o varis acumuladors) amb bescanviador de la calor incorporat o extern (de plaques) i amb l'aïllament tèrmics reglamentari.
- Vàlvula de seguretat (Vsa) de l'acumulador segons especificacions del fabricant de l'equip (Obligatori).
- Vàlvules de tall (Vt) a les dues canonades d'aigua de consum de l'acumulador solar.
- Vàlvula antiretorn (Vant) a la canonada d'aigua freda d'entrada a l'acumulador solar.
- Bomba recirculadora de acs (BRacs).
- Controls de la bomba recirculadora (BRacs).
- Vàlvula termostàtica (Vtm) de control de temperatura d'impulsió a consums.
- Comptador de l'energia tèrmica (CE) obligatori, si així ho determina L'Ordenança Solar Municipal. No obligatori pel CTE-HE4 ($40 \text{ m}^2 < S$). Aquest equip ha d'anar instal·lat al circuit secundari solar de consum per tal que mesuri l'energia solar neta que aporta el sistema a l'usuari. Sistema de protecció de la corrosió de l'acumulador.
- Termòmetre (T) de visualització de la temperatura de l'acumulador.
- Connexió hidràulica de l'acumulador solar al sistema auxiliar.
- Comptadors d'aigua calenta (C) a cada habitatge

Sistema auxiliar

El sistema auxiliar d'aquesta tipologia pot estar format per escalfadors instantanis de gas, calderes de gas murals mixtes i termos elèctrics. En el cas dels equips instantanis de gas, han de ser aptes pel seu funcionament en instal·lacions d'energia solar, es a dir, han de modular la potència de la flama en funció de la temperatura d'entrada de l'aigua i la de consigna.





6. SISTEMA SOLAR TÈRMIC AMB ACUMULACIÓ CENTRALITZADA, DE CIRCUIT INDIRECTE N(TANCAT), PER A EDIFICIS PLURIHABITATGES.

En aquesta tipologia es manté el concepte d'acumulació solar centralitzada en un o varis dipòsits però el circuit de distribució de l'aigua calenta al habitatges és indirecte, es a dir, un circuit tancat de calefacció. Per aquesta raó el subministrament de calor solar als habitatges es realitza de manera instantània mitjançant un grup de transmissió d'energia i que està format essencialment per un bescanviador de calor de plaques de gran potència de bescanvi i reduïdes dimensions i un conjunt de vàlvules hidràuliques que permeten el seu funcionament de manera automàtica.

Per tant, en aquesta tipologia d'instal·lació solar no es subministra aigua de xarxa preescalfada als equips auxiliars dels habitatges. Únicament subministrem calor de manera instantània, gràcies al bescanviador de l'habitatge, per escalfar l'aigua calenta de xarxa que passarà a l'equip auxiliar.

Com que el funcionament del circuit primari solar d'escalfament a l'acumulador és idèntic que en la tipologia d'acumulació solar centralitzada de circuit directe, s'obviarà la seva descripció i s'explicarà el funcionament de la segona part del circuit donat la seva complexitat.

A cada habitatge i el més a prop del sistema auxiliar es disposa d'un grup de transmissió d'energia que està format pels següents elements:

- Bescanviador de calor de plaques de gran potència
- Detector de cabal de l'aigua calenta de consum de l'habitatge
- Vàlvula automàtica de 2 vies al circuit primari del bescanviador

Aquest grup tèrmic està connectat, per un dels dos circuits de què disposa, a les derivacions del baixant general solar (canonada d'impulsió i retorn). L'altre circuit es connecta a la canonada d'aigua freda i a l'equip auxiliar.

La bomba de recirculació (BR) s'encarrega de moure el fluid solar per tot el circuit secundari i el mes a prop possible dels habitatges.

Quan un habitatge demanda aigua calenta (ACS) el detector de cabal acciona la vàlvula automàtica de 2 vies que deixa passar el fluid solar per un costat del bescanviador, mentre que per l'altre costat del bescanviador circula l'aigua freda de consum que s'escalfa de manera instantània.

A continuació l'aigua preescalfada entra al sistema auxiliar a on és elevada a la temperatura d'ús demandada per l'usuari.

En el moment que es tanca la demanda d'ACS, el detector de cabal acciona de nou la vàlvula de 2 vies tancant-la i anul·lant la circulació del fluid solar pel bescanviador.



Cal matisar que en aquesta instal·lació, a diferència de l'anterior, no son necessaris els comptadors d'aigua calenta als habitatges donat que, com s'ha explicat anteriorment, únicament s'aporta calor des de l'acumulador solar.

Els elements que han de constituir aquest sistema, son els següents:

Circuit primari solar

- Captador o conjunt de captadors solars amb les seves estructures de suport.
- Vàlvules de tall (Vt) per cada grup o bateria de captadors.
- Vàlvula de seguretat dels captadors(Vs)
- Purgador automàtics de gran volum amb vàlvula de tall.
- Sonda de temperatura (T) del control solar, ubicada a la sortida del grup de captadors.
- Canonades de connexió amb l'aïllament reglamentari.
- Sistema de control de l'excés de temperatura dels captadors.
- Grup hidràulic de bombament i expansió que ha d'incloure:
 - Bomba circuladora solar (BS1-BS2). Si la instal·lació té més de 50m² de captadors, s'haurà d'instal·lar doble bomba tant al circuit primari com al secundari solar.
 - Termòmetres(T) a les dues canonades
 - Vàlvules de tall (Vt)
 - Vas d'expansió solar (Vex)
 - Vàlvula de seguretat(Vs)
 - Manòmetres (M)
 - Vàlvules d'ompliment i buidat.
 - Vàlvula reguladora de cabal.
 - Bescanviador de la calor exterior de plaques.
- Sistema de regulació i control solar (CTRL) format pel control diferencial i les dues sondes de temperatura (T). De manera complementària es pot utilitzar una cèl·lula de radiació solar.

Circuit secundari solar

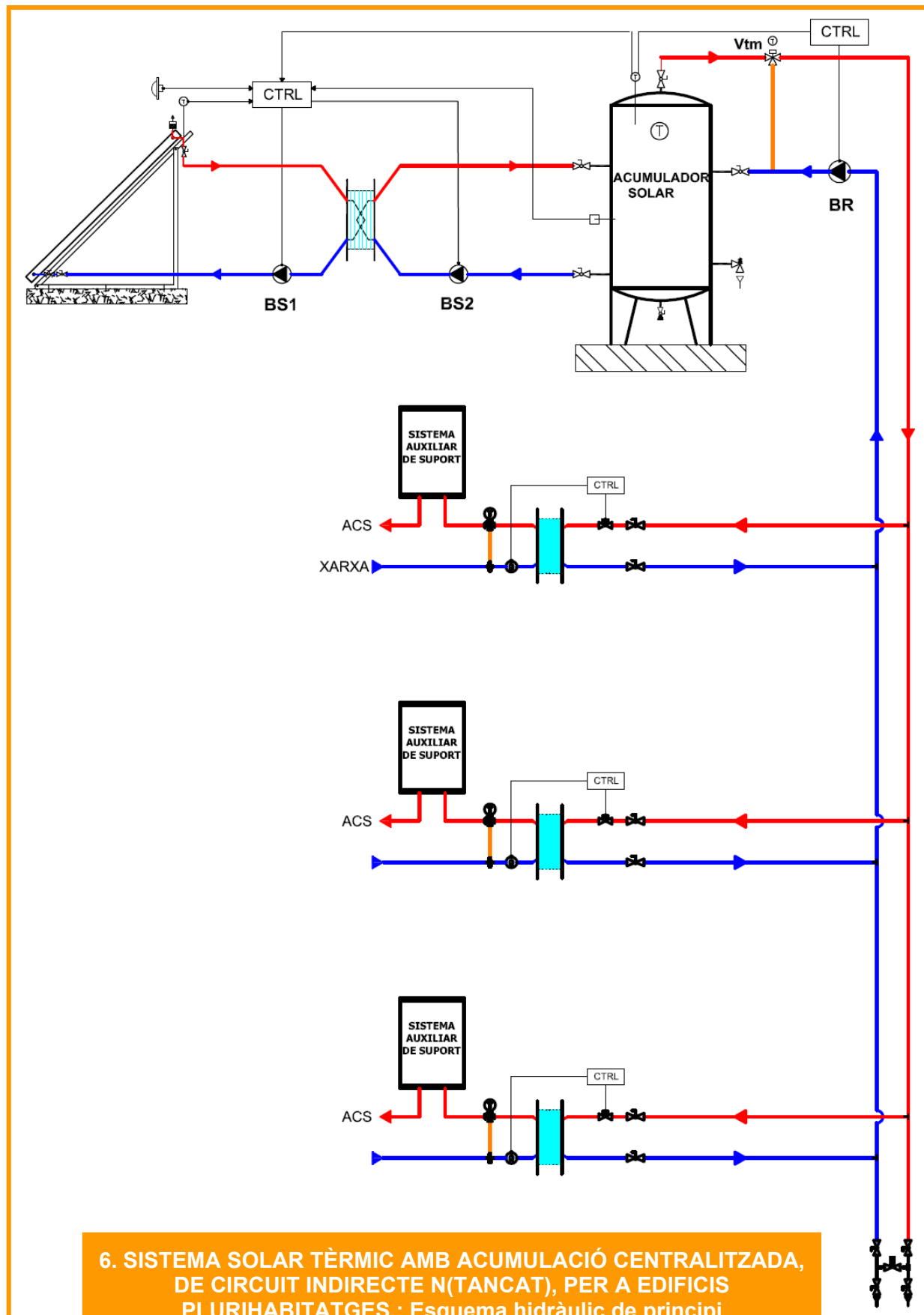
- Acumulador solar (o varis acumuladors) amb bescanviador de la calor incorporat o extern (de plaques) i amb l'aïllament tèrmics reglamentari.



- Vàlvula de seguretat (Vsa) de l'acumulador segons especificacions del fabricant de l'equip (Obligatori).
- Vàlvules de tall (Vt) a les dues canonades d'aigua de consum de l'acumulador solar.
- Vàlvula antiretorn (Vant) a la canonada d'aigua freda d'entrada a l'acumulador solar.
- Bomba recirculadora de (BR)
- Controls de la bomba recirculadora (BR)
- Vàlvula termostàtica (Vtm) de control de temperatura d'impulsió.
- Comptador de l'energia tèrmica (CE) obligatori, si així ho determina L'Ordenança Solar Municipal. No obligatori pel CTE-HE4 ($40 \text{ m}^2 < S$). Aquest equip ha d'anar instal·lat al circuit secundari solar de consum per tal que mesuri l'energia solar neta que aporta el sistema a l'usuari. Sistema de protecció de la corrosió de l'acumulador.
- Termòmetre (T) de visualització de la temperatura de l'acumulador
- Grup de transmissió d'energia a cada habitatge (bescanviadors de calor)

Sistema auxiliar

El sistema auxiliar d'aquesta tipologia pot estar format per escalfadors instantanis de gas, calderes de gas murals mixtes i termos elèctrics. En el cas dels equips instantanis de gas, han de ser aptes pel seu funcionament en instal·lacions d'energia solar, es a dir, han de modular la potència de la flama en funció de la temperatura d'entrada de l'aigua i la de consigna.





Eina 4: Llista de verificació i instruccions d'inspeccions in-situ de projectes d'instal·lacions d'energia solar tèrmica.

Objectiu de l'eina: Verificar si un projecte d'instal·lació d'energia solar tèrmica funciona correctament i aconsegueix el projecte.

Interès de l'ús: Aquesta eina està dissenyada per a fer servir en visites i inspeccions in-situ d'instal·lacions ja executades.

Aplicatiu: Llista de verificació imprimible.

Les instal·lacions solars tèrmiques han de ser lliurades a la propietat en funcionament. Les proves d'ajust dels equips i la posada en marxa de la instal·lació són responsabilitat de l'empresa instal·ladora. Així, l'instal·lador ha de lliurar la instal·lació en servei amb tots els elements plens del fluid corresponent.

Per garantir que aquest procediment s'ha dut a terme i que la instal·lació executada s'adequa al projecte, es poden realitzar **inspeccions tècniques** per tal de verificar-ho. Per les visites d'inspecció establirem els següents **requeriments previs**:

- **Disposar de la memòria tècnica** o projecte de la instal·lació que inclogui tots els apartats descrits en l'Eina 1 d'aquest document, per tal de verificar que la instal·lació executada s'ajusta al projecte original.
- **Realitzar la visita d'inspecció en hores de radiació solar** i, a ser possible, **en dies assolejats**, per poder verificar in-situ el funcionament de la instal·lació.
- Que la instal·lació estigui **totalment acabada** i que s'hagin posat en marxa amb un període mínim **d'una setmana de funcionament en proves**, per garantir una correcta verificació del funcionament de la instal·lació.
- Requerir la **presència del responsable del projecte** en la visita d'inspecció, per tal de contrastar les dades.

A més, caldrà establir un procediment d'inspecció que contempli, com a mínim, els següents **3 punts**:

1. Verificar que la instal·lació executada s'ajusta al projecte o memòria tècnica presentada.
2. Verificar el funcionament de la instal·lació
3. Verificar i prendre constància dels paràmetres bàsics d'ajust i posada en marxa de la instal·lació.



4.1 Verificació que la instal·lació executada s'ajusta al projecte

Pas 1: Amb l'objectiu de comprovar que la instal·lació executada està d'acord amb el projecte original i que s'ajusta, element per element i en conjunt, a l'especificat en el projecte, s'iniciarà el procés de verificació comprovant, en primer terme, que els elements bàsics compleixen amb l'establert en el projecte inicial.

- Superfície de captació i característiques del captador.
- Volum d'acumulació i característiques de l'acumulador.
- Potència del bescanviador i característiques del bescanviador.

Pas 2: Es verificaran els paràmetres d'ubicació dels captadors.

- Orientació i inclinació segons l'establert en el projecte.
- Afectació d'ombres segons l'establert en el projecte.
- Fermesa i qualitat dels ancoratges.

Pas 3: Caldrà fer un seguiment del circuit hidràulic i sistema de control per tal de verificar que el muntatge físic de la instal·lació s'ajusta a l'esquema de principi presentat en la memòria tècnica o projecte.

- Verificar que cada part de la instal·lació disposa dels elements hidràulics requerís.
- Verificar que la disposició dels elements és l'adequada.
- El sentit de circulació és l'adequat.
- Gruixos dels aïllaments (interiors i exteriors).
- Protector del aïllament exterior.
- Sistema de dissipació de calor.

Aquest procediment estarà condicionat i limitat als coneixements tècnics sobre les instal·lacions en edificis per part del tècnic encarregat de la inspecció



Com a guia per a realitzar les verificacions anteriorment esmentades podem utilitzar la següent taula: (en blanc espais a complimentar)

Camp de captadors					
Núm.	Elements	Projecte	En obra	Observacions	Nivell
1	Superfície de captació				Important
2	Núm. de captadors				Rellevant
3	Tipus de captadors			Marca i model	Important
4	Orientació/Inclinació				Rellevant
5	Ubicació			Zona assignada sobre plano	Rellevant
6	Afectació d'ombres			Avaluació d'obstacles propers	Rellevant
7	Ancoratges			Fermesa i robustesa	Important*
Elements bàsics de la instal·lació solar					
8	Volum d'acumulació				Important
9	Núm. d'acumuladors				Rellevant
10	Tipus d'acumuladors			Marca i model	Rellevant
11	Potència bescanviador				Important
12	Superfície bescanviador				Rellevant
13	Tipus bescanviador			Marca i model	Rellevant
14	Sistema de control solar			Marca i model	Lleu
15	Situació de les sondes del sistema de control				Rellevant
16	Situació del comptador d'energia				Rellevant
17	Tipus de sistema dissipació			Marca i model	Rellevant
18	Connexió amb el Sistema auxiliar				Important
Circuit primari					
19	Sentit de circulació				Important**
20	Disposició dels elements				Important
21	Volum vas d'expansió				Rellevant
21	Gruixos aïllaments interiors				Rellevant
22	Gruixos aïllaments exteriors				Rellevant
23	Protecció aïllament exterior				Rellevant



*Els ancoratges han de presentar fermesa i durabilitat així com un certificat que garanteixi la resistència mecànica de l'estructura sotmesa a vents de com a mínim 170 km/h, aquest aspecte es essencial per qüestions de seguretat.

** Per verificar aquest paràmetre únicament caldrà verificar un indicatiu situant en la bomba circuladora.

En la columna “nivell” s’indica la rellevància que pot suposar una variació en la execució de la instal·lació sobre els paràmetres reflectits en el projecte original i/o els establerts pel Model d’ordenança solar de Barcelona. Per qualificar aquesta incidència hem definit els següents nivells:

Important: Fa referència a una variació d’important significació sobre les característiques de la instal·lació, pel que una modificació en els apartats senyalats com a Importants, requerirà una justificació mitjançant una rectificació del projecte inicial amb la posterior validació i verificació pel tècnic corresponent.

Rellevant: Qualsevol modificació sobre el que s’indica en el projecte original, s’haurà de justificar tècnicament o adequar-la instal·lació als requeriments del projecte inicial. En tot cas, les modificacions no haurà de representar cap pèrdua pel que fa a la producció d’energia solar requerida en el projecte.

Lleu: Les variacions identificades en aquest nivell seran poc significatives pel que fa a les característiques i rendiment de la instal·lació, per això podrà ser solucionades en la pròpia visita d’inspecció o en el seu defecte es farà constar la necessitat de revisar i/o justificar l’adequació de la instal·lació als requeriments preceptius d’aquest tipus d’instal·lacions.



4.2 Verificació del funcionament de la instal·lació

En aquesta part del procediment d'inspecció es requereix la realització d'un seguit de senzills assaigs de funcionament de la instal·lació per tal d'identificar el correcte funcionament d'aquesta.

Pas 1: Amb radiació incident en els captadors i la instal·lació en funcionament (circuit primari activat) caldrà verificar que:

1. Pressió del manòmetre del circuit primari: ha de trobar-se en la pressió d'omplerta establerta amb una variació de aquesta com a màxim del 15%.
 2. Valor de temperatura diferencial entre captadors i acumuladors: estarà comprès entre 5°C i 15°C (es pot visualitzar aquest valor en l'equip de control de la bomba anomenat termòstat diferencial o centraleta de control).
 3. Tocant la superfície del vidre dels captadors: aquests hauran d'estar freds i presentar una temperatura uniforme en tota la superfície de captació.
 4. La temperatura d'entrada del circuit primari de tots els acumuladors connectats en paral·lel és similar.
 5. Les boques superiors dels col·lectors i del circuit primari dels acumuladors estan a una temperatura superior que les boques situades en la part inferior.
- ✓ Si es donen aquestes circumstàncies podem determinar que la instal·lació està funcionant amb un cabal adequat en tot el circuit primari.
 - ✗ Si, per el contrari, la diferència de temperatura entre els captadors i acumulador és superior al rang establert anteriorment (15°C), això serà indicatiu d'una anomalia en el cabal de funcionament del circuit primari (cabal mal regulat, obstrucció del circuit, bosses d'aire en el circuit o mala regulació dels paràmetres d'activació del termòstat diferencial, etc...).
 - ✗ En el cas que existeixin diferències de temperatura en la superfície del vidre dels captadors, això indicarà que el cabal no està equilibrat entre els captadors solars a causa d'un defecte de muntatge del circuit de captadors o per obstruccions causades a bosses d'aire o obstruccions en el circuit i el mateix passarà amb els acumuladors o bescanviadors connectats en paral·lel.
 - ✗ Si les boques superiors dels captadors i/o el circuit primari de d'acumuladors/bescanviadors connectats en paral·lel estan a una temperatura igual o inferior a les boques inferiors, això indicarà que el circuit primari presenta una circulació invertida o que pel circuit primari circula massa cabal.



Pas 2: Amb la instal·lació en servei, si refredem la sonda de panells o tapem el sensor de lluminositat, la bomba circuladora s'ha de parar i quan la tornem a escalfar aquesta sonda o destapem el sensor de lluminositat la bomba s'ha d'activar.

- ✓ Això serà indicatiu que el sistema de control del circuit primari funciona correctament i únicament cal verificar que el valor diferencial d'activació – desactivació estigui situat entre el valors de 2 i 7 °C.

El mateix assaig es pot realitzar amb el control del sistema de dissipació si aquest és un sistema actiu (aeroterms o buidat actiu de la instal·lació)

Pas 3: Obrir aixetes de subministra d'aigua calenta en l'edifici

- Amb l'equip auxiliar desconnectat.

Per les aixetes ha que sortir una temperatura similar a la que disposem en el acumulador solar.

- Amb l'equip auxiliar connectat

Per les aixetes sortirà la temperatura de confort seleccionada si el dipòsit solar està a una temperatura inferior d'aquest s'ha d'activar el sistema auxiliar si el acumulador solar esta a una temperatura igual o superior d'aquesta el sistema auxiliar no s'activarà.

- ✗ En cas que l'equip auxiliar s'activi sempre independentment de les temperatures d'acumulació o en el cas de que amb el equip auxiliar desconnectat a les aixetes no arribi la temperatura de l'acumulador solar, existirà un error de connexionat entre el sistema solar i l'auxiliar.

Per últim amb l'observació de la pressió del circuit i/o el desguàs de la vàlvula de seguretat podem avaluar si la pressió d' omplerta, el vas d'expansió i vàlvula de seguretat son els adequats.

- ✗ Si la pressió es molt baixa o el desguàs de la vàlvula de seguretat té mostres de que es dispara sovint, això és un clar indicatiu de que el vas d'expansió i/o la vàlvula de seguretat son massa petits.



La següent taula pot servir de guia per la verificació del funcionament de la instal·lació.

Amb radiació incident en els captadors i la instal·lació en funcionament					
Núm.	Elements	Projecte	En obra	Observacions	Nivell
1	Pressió circuit primari				Important
2	Temperatura col·lector solar				Rellevant
3	Temperatura acumulador				Rellevant
4	Diferència de temperatures entre col·lectors de diferents bancades				Important
5	Diferència de temperatura entre l'entrada i la sortida d'un col·lector				Rellevant
6	Actuació del termòstat diferencial				Rellevant
7	Actuació del control de sobre temperatura				Rellevant
8	Actuació del sistema auxiliar				Important

Amb la verificació de tots aquests paràmetres es podrà determinar de forma genèrica, el correcte funcionament de la instal·lació, més enllà de detalls mol específics de cada una de les instal·lacions o tipologia.



4.3. Paràmetres d'ajust i posada en servei de la instal·lació

Com a última part del procés de verificació de la instal·lació caldrà registrar els paràmetres d'ajust d'aquesta per tal de validar-los i tenir constància d'ells com a referència de posteriors visites de seguiment.

Els paràmetres d'ajust més significatius els podem concretar en:

Cabal del circuit primari

Aquest es un dels paràmetres determinats del correcte funcionament de la instal·lació i estarà determinat pel fabricant dels captadors, en tot cas el CTE (HE4 en l'apartat 3.3.5.1) estableix que el cabal en el camp de captadors estarà entre 43 i 72 l/h per m² de captador si aquests estan connectats en paral·lel. En el cas dels captadors connectats en sèrie, es dividirà aquest el valor anteriorment esmentat (43 -72 l/h) entre el numero de captadors connectats en sèrie.

Pressió d'omplerta del circuit primari

La pressió del circuit garantirà l'omplerta fins el punt més elevat de la instal·lació, per això la pressió mínima a la que s'omplirà el circuit, estarà a 0,5 bars per sobre de l'alçada manomètrica des de el punt d'omplerta fins el punt més alt del circuit (cada 10 m d'alçada equivalent a 1 bar de pressió). Com a pressió màxima del circuit s'establirà la pressió de tara de la vàlvula de seguretat del circuit dividit entre 1,5.

% de anticongelant

En les instal·lacions solars, per extreure el calor del captador solar, serà necessari fer circular un fluid pel seu interior. Aquest fluid habitualment serà aigua amb una proporció d'un **glicol** "anticongelant" que farà baixar la temperatura de congelació de l'aigua i augmentar la temperatura d'ebullició d'aquesta.

En funció de les característiques del glicol, la instal·lació requerirà un major o menor percentatge d'aquest producte per a protegir-la, per efecte de gelades, de 5 °C per sota de la temperatura mínima històrica registrada en la zona com s'indica en el CTE (HE4 en l'apartat 3.2.2.2)

En aquest cas a més del percentatge de glicol seleccionat serà interessant conèixer el tipus de glicol empleat i la densitat d'aquest.

Temperatures d'ajust del termòstat diferencial

El CTE (HE4 en l'apartat 3.3.7) determina que el sistema de control de la instal·lació solar actuarà parant les bombes quan la diferencia de temperatura sigui **menor de 2°C** i no estiguin parades quan la diferencia sigui **més gran de 7°C**.



En tot cas serà interessant verificar que estiguin establerts aquests valors.

Temperatura d'ajust del sistema de dissipació (si es un sistema actiu)

En cas que el sistema de dissipació d'excedents de temperatura sigui un sistema amb un control electromecànic, aquest actuarà sobre una temperatura de consigna que garanteixi que en cap dels equips de la línia del circuit primari pugui arribar una temperatura crítica de treball.

Lectura del comptador d'energia

En les instal·lacions que disposin d'aquest dispositiu bé per que normativament estan obligades a incorporar-ho o simplement per que s'ha incorporat com a sistema de control i mesura de la instal·lació, serà un element útil a l'hora d'avaluar el rendiment real d'aquestes.

Com en el apartat anterior podem utilitzar la següent taula per tal de verificar els paràmetres d'ajust i posada en servei de la instal·lació.

Amb radiació incident en els captadors i la instal·lació en funcionament					
Núm.	Elements	Projecte	En obra	Observacions	Nivell
1	Pressió del circuit primari				Rellevant*
2	Cabal de circulació primari			entre 43 i 72 l/h per m ² de captador	Rellevant**
3	Temperatura d'ajust termòstat diferencial			=/< a 2° OFF >7° ON	Rellevant
4	Temperatura d'ajust sistema dissipació			Per sota de 90°C	Rellevant
5	Percentatge d'anticongelant			Estarà per sobre del 20%	Rellevant
6	Lectura del comptador d'energia			Lectura realista en funció del temps de funcionament	

* Pressió mínima d'omplerta serà de 0,5 bars per sobre de l'alçada manomètrica des de el punt d'omplerta fins el punt més alt del circuit (cada 10 m d'alçada equivalent a 1 bar de pressió). Com a pressió màxima del circuit s'establirà la pressió de tarat de la vàlvula de seguretat del circuit dividit entre 1,5.

** En el seu defecte el que estableixi el fabricant dels col·lectors





ANNEX Eina 4: Llista completa de verificació en inspeccions

Camp de captadors					
Núm.	Elements	Projecte	En obra	Observacions	Nivell
1	Superfície de captació				Important
2	Num de captadors				Rellevant
3	Tipus de captadors			Marca i model	Important
4	Orientació/Inclinació				Rellevant
5	Ubicació			Zona assignada sobre plano	Rellevant
6	Afectació d'ombres			Avaluació d'obstacles propers	Rellevant
7	Ancoratges			Fermesa i robustesa	Important*
Elements bàsics de la instal·lació solar					
8	Volum d'acumulació				Important
9	Num d'acumuladors				Rellevant
10	Tipus d'acumuladors			Marca i model	Rellevant
11	Potència bescanviador				Important
12	Superfície bescanviador				Rellevant
13	Tipus bescanviador			Marca i model	Rellevant
14	Sistema de control solar			Marca i model	Lleu
15	Situació de les sondes del sistema de control				Rellevant
16	Situació del comptador d'energia				Rellevant
17	Tipus de sistema dissipació			Marca i model	Rellevant
18	Connexió amb el Sistema auxiliar				Important
Circuit primari					
19	Sentit de circulació				Important**
20	Disposició dels elements				Important
21	Volum vas d'expansió				Rellevant
21	Gruixos aïllaments interiors				Rellevant



22	Gruixos exteriors	aïllaments				Rellevant
23	Protecció exterior	aïllament				Rellevant

Amb radiació incident en els captadors i la instal·lació en funcionament

Núm.	Elements	Projecte	En obra	Observacions	Nivell
1	Pressió circuit primari				Important
2	Temperatura col·lector solar				Rellevant
3	Temperatura acumulador				Rellevant
4	Diferència de temperatures entre col·lectors de diferents bancades				Important
5	Diferència de temperatura entre l'entrada i la sortida d'un col·lector				Rellevant
6	Actuació del termòstat diferencial				Rellevant
7	Actuació del control de sobre temperatura				Rellevant
8	Actuació del sistema auxiliar				Important

Amb radiació incident en els captadors i la instal·lació en funcionament

Núm.	Elements	Projecte	En obra	Observacions	Nivell
1	Pressió del circuit primari				Rellevant*
2	Cabal de circulació primari			entre 43 i 72 l/h per m ² de captador	Rellevant**
3	Temperatura d'ajust termòstat diferencial			=/< a 2° OFF >7° ON	Rellevant
4	Temperatura d'ajust sistema dissipació			Per sota de 90°C	Rellevant
5	Percentatge d'anticongelant			Estarà per sobre del 20%	Rellevant
6	Lectura del comptador d'energia			Lectura realista en funció del temps de funcionament	



Eina 5: Guia sobre el manteniment de les instal·lacions d'energia solar tèrmica.

Objectiu de l'eina: Disposar de criteris en la contractació i control dels serveis de manteniment d'una instal·lació d'energia solar tèrmica, en un edifici públic o privat.

Interès de l'ús: Aquesta eina està dissenyada com a suport tècnic quan la instal·lació d'energia solar tèrmica ja està en règim de funcionament, especialment indicat per a equipaments municipals.

Aplicatiu:

1. Llista de verificació imprimible.
2. Model de contracte de manteniment

Instruccions i procediment bàsic de manteniment.

El manteniment preventiu en les instal·lacions solars tèrmiques es un requeriment d'obligat compliment per a totes les instal·lacions, tal i com s'estableix en la IT3 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) en el apartat **IT 3.4.3 Instalaciones de energía solar térmica**, en el que s'estableix que:

“Una vez al año se realizará una verificación del cumplimiento de la exigencia que figura en la Sección HE 4 "Contribución solar mínima de agua caliente" del Código Técnico de la Edificación.”

En aquest sentit el Código Técnico de la Edificación (CTE) determina que el manteniment d'aquestes instal·lacions s'estructurarà en dos tipus diferents d'actuacions periòdiques:

- Pla de la vigilància
- Pla de manteniment preventiu



Pla de vigilància

Constarà bàsicament de la inspecció visual i el control rutinari dels elements primordials de la instal·lació a fi de preveure possibles avaries.

El pla de vigilància de la instal·lació podrà estar desenvolupat pel mateix usuari o per un Professional acreditat. En tot cas en el pla de vigilància es contemplarà la verificació dels apartats descrits en la següent taula, deixant constància de les dades i operacions realitzades en el llibre de manteniment de la instal·lació.

Tabla 4.1

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
CAPTADORES	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3	IV condensaciones en las horas centrales del día.
	Juntas	3	IV Agrietamientos y deformaciones.
	Absorbedor	3	IV Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV fugas.
CIRCUITO PRIMARIO	Estructura	3	IV degradación, indicios de corrosión.
	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV Ausencia de humedad y fugas.
CIRCUITO SECUNDARIO	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín.
	Termómetro	Diaria	IV temperatura
	Tubería y aislamiento	6	IV ausencia de humedad y fugas.
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito.

⁽¹⁾ IV: inspección visual

Reproducció de la taula descriptiva del pla de vigilància descrit en el apartat 4 del HE4 del CTE

Amb l'objectiu de disposar d'un registre de manteniment unificat amb dades referen ciades per blocs, hem inclòs la següent taula en la que es relacionen les accions de verificació i control a desenvolupar "trimestralment" en el marc del pla de vigilància de les instal·lacions. Verificacions que s'hauran de dur a terme en hores de radiació solar.



Data		Camp de captadors		
Elements	Acció	Estat	Observacions	
Vidre dels col·lectors	Neteja			
	Comprovació de condensació			
	Observar pèrdues de estanqueïtat			
Absorbidor	Verificar degradació i/o existència de fugues			
Connexions hidràuliques	Verificar estanqueïtat accessoris i unions			
Aïllaments	Verificar degradació			
Estructures	Verificar la degradació/oxidació			
Data		Circuit primari		
Elements	Acció	Estat	Observacions	
Termòstat diferencial	Verificar correcte funcionament			
	Verificar valors de consigna i comprovar que no presentin variacions sobre l'últim registre		Anotar dada	
Pressió manòmetre circuit primer	Prendre la dada i verificar que no presenti variacions importants sobre l'últim registre		Anotar dada	
Cabal circuit primari	Prendre la dada i verificar que no presenti variacions importants sobre l'últim registre		Anotar dada	
Connexions hidràuliques	Comprovar diferència de temperatura entre l'anada i el retorn en el acumulador solar o bescanviador		Anotar dada	
	Verificar estanqueïtat accessoris i unions			
Data		Circuit primari		
Elements	Acció	Estat	Observacions	
Dipòsit	Verificar temperatura		Anotar dada	
	Verificar estanqueïtat accessoris i unions			

Versió imprimible en Word i PDF on-line.

En cas de percebre anomalies de funcionament o degradació dels materials, caldrà procedir a la conseqüent reparació.



Pla de manteniment preventiu

Tal com es descriu en la següent taula, inclou totes les operacions de manteniment necessàries per assegurar el bon funcionament del sistema solar durant la seva vida útil.

Tabla 4.2 Sistema de captación

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	6	IV diferencias sobre original. IV diferencias entre captadores.
Cristales	6	IV condensaciones y suciedad
Juntas	6	IV agrietamientos, deformaciones
Absorbedor	6	IV corrosión, deformaciones
Carcasa	6	IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Conexiones	6	IV aparición de fugas
Estructura	6	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos
Captadores*	12	Tapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Destapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Vaciado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Llenado parcial del campo de captadores

* Operaciones a realizar en el caso de optar por las medidas b) o c) del apartado 2.1.

(1) IV: inspección visual

Tabla 4.3 Sistema de acumulación

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

Reproducció de la taula descriptiva del pla de vigilància descrit en el apartat 4 del HE4 del CTE

El pla de manteniment preventiu estarà realitzat per un tècnic qualificat que dura a terme com les operacions descrites anteriorment, fent constar en el llibre de manteniment el detall de totes les operacions realitzades i/o observacions a ressaltar.

Les revisions seran de caràcter anual per les instal·lacions amb una superfície de col·lectors inferior a 20 m² i cada 6 mesos per a les instal·lacions amb una superfície superior als 20 m².

Complementàriament la IT3 del RITE estableix que:

“En las instalaciones de energía solar térmica con superficie de apertura de captación mayor que 20 m² se realizará un seguimiento periódico del consumo de agua caliente sanitaria y de la contribución solar, midiendo y registrando los valores.”



En conseqüència en aquestes instal·lacions serà imprescindible disposar d'un sistema de comptatge d'energia i un registre dels paràmetres anteriorment descrits.

Per últim com en el apartat anterior amb l'objectiu de disposar d'un registre de manteniment unificat, hem inclòs la següent taula en la que es relacionen les accions de verificació i control a desenvolupar en el marc del pla de manteniment preventiu.

Data		Camp de captadors		
Elements		Acció	Estat	Observacions
Vidre col·lectors	dels	Neteja		
		Comprovació de condensació i orificis de buidat de condensats		
		Observar pèrdues de estanqueïtat		
Carcassa		Verificar degradació		
Absorbidor		Verificar degradació i/o existència de fugues		
Connexions hidràuliques		Verificar estanqueïtat accessoris i unions		
		Buidar l'aire dels purgadors manuals		
		Verificar corrosions dels elements		
		Verificar la diferencia temperatura entre la entrada/sortida de cada bancada		<i>Anotar dada</i>
Aïllaments		Verificar degradació		
		Verificar presència d'humitat		
Estructures		Verificar la degradació/oxidació		
		Verificar fermesa de la tornilleria i ancoratges		
Data		Circuit primari		
Elements		Acció	Estat	Observacions
Termòstat diferencial		Verificar correcte funcionament		
		Verificar valors de consigna i comprovar que no presentin variacions sobre l'últim registre		Anotar dada
		Verificar correcte funcionament sondes		



Pressió manòmetre circuit primari	Prendre la dada i verificar que no presenti variacions importants sobre l'últim registre		Anotar dada
Cabal circuit primari	Prendre la dada i verificar que no presenti variacions importants sobre l'últim registre		Anotar dada
Connexions hidràuliques	Verificar diferencia de temperatura entre l'anada i el retorn en el acumulador solar o bescanviador		Anotar dada
	Verificar degradació i/o existència de fugues		
	Verificar estanquitat accessoris i unions		
	Verificar corrosions dels elements		
	Revisar contingut d'anticongelant (densitat/PH)		Anotar dada
	Pressió vas d'expansió		Anotar dada
	Obrir i tancar vàlvules de tall per verificar engarotament		
	Control de funcionament de les vàlvules de seguretat		
Comptador d'energia	Verificar funcionament i verificar que presenti variacions sobre l'últim registre		Anotar dada
Quadre elèctric	Verificació funcionament dels elements de maniobra		
Data	Circuit primari		
Elements	Acció	Estat	Observacions
Dipòsit	Verificar temperatura		Anotar dada
	Verificar estanquitat accessoris i unions		
	Verificar corrosions dels elements		
Sistema auxiliar	Verificar funcionament		
	Verificar sistema de control		

Versió imprimible en Word i PDF on-line.



Model de contracte de manteniment

En/na....., amb NIF núm....., en representació de amb CIF..... i domicili fiscal a, com a part contractant, endavant, el client

I en/na amb NIF núm..... en representació de l'empresa, amb CIF..... i domicili fiscal a, com l'empresa de manteniment

Ambdues parts subscriuen el present contracte de manteniment de la instal·lació d'energia solar tèrmica destinada a....., amb l'abast, els límits i les condicions econòmiques especificades a les clàusules següents.

PRIMERA. L'objecte del present document és la contractació dels serveis i treballs de manteniment de la instal·lació d'energia solar tèrmica situada a i propietat de.....

SEGONA. El present contracte té una durada de 2 anys (24 mesos) i entrarà en vigor el dia d'..... de

TERCERA. L'empresa de manteniment disposa de la documentació pròpia que l'habilita per a les tasques de reparació i manteniment de les instal·lacions tèrmiques en els edificis segons la normativa sectorial vigent que li és d'aplicació (RITE i resta de normativa)

QUARTA. L'empresa de manteniment realitzarà visites anuals a la instal·lació per tal d'efectuar les operacions de manteniment indicades a l'annex del present document. Aquestes visites es realitzaran per personal de l'empresa degudament acreditat i identificat.

CINQUENA. Totes les operacions efectuades per l'empresa de manteniment, en el decurs de la seva visita a la instal·lació, seran registrades a un llibre de manteniment a la vegada que s'informarà al client dels defectes o anomalies que s'hagin detectat en la instal·lació i que puguin afectar el correcte funcionament o reduir les seves prestacions energètiques.

SISENA. L'empresa de manteniment es compromet a informar al client dels defectes que s'hagin detectat en la instal·lació i que



puguin afectar el seu correcte funcionament o provocar la reducció de les seves prestacions energètiques.

SETENA. Qualsevol manipulació o modificació de la instal·lació efectuada sense l'autorització de l'empresa de manteniment serà motiu de l'anul·lació de la garantia.

VUITENA. L'empresa de manteniment atindrà telefònicament, i dintre del seu horari laboral, les consultes realitzades pel client relacionades amb el funcionament de la instal·lació solar tèrmica.

NOVENA. L'import econòmic del present contracte de manteniment és de euros anuals (.....€/any) i es farà efectiu.....

DESENA. En cas de sorgir diferències d'interpretació del present contracte de manteniment i dels corresponents documents annexos, ambdues parts contractants se sotmetran a un arbitratge d'equitat.

Si, degut a qualsevol circumstància, alguna de les parts presentés alguna qüestió davant els Tribunals de Justícia, ambdues parts se sotmetran als de amb renúncia al propi fur.

I per a que consti, firmen aquest contracte (lloc i data)

El client
manteniment

L'empresa de

Signatura:

Signatura i segell

**ANNEX Eina 4: OPERACIONS DE MANTENIMENT**

(segons CTE-HE4, apartat 4.2)

EQUIP		FREQÜÈNCIA (MESOS)	DESCRIPCIÓ
SISTEMA DE CAPTACIÓ SOLAR			
Captadors		6	IV de les diferències sobre l'original
			IV de les diferències entre captadors
Vidres		6	IV condensacions i brutícia
Juntes		6	IV esquerdaments i deformacions
Absorbidor		6	IV de corrosió i deformació
Carcassa		6	IV deformacions, oscil·lacions, obertures de ventilació
Connexions		6	IV d'aparició de fuites
Estructura de suport		6	IV degradació, corrosió, fermesa i collat dels cargols
Dissipador de la calor		6	CF d'actuació
SISTEMA D'ACUMULACIÓ SOLAR			
Dipòsits 7Acumuladors		12	Presència de llots al fons
Ànode de sacrifici		12	Comprovació del desgast
Ànode de corrent permanent		12	Comprovació del correcte funcionament
Aïllament		12	Comprovació d'absència d'humitat
BESCANVIADORS DE LA CALOR			
Bescanviadors exterior de plaques		12	CF d'eficiència i prestacions
		12	Neteja
Bescanviador intern		12	CF d'eficiència i prestacions
		12	Neteja



CIRCUIT HIDRÀULIC			
Fluid refrigerant		12	Comprovació de la densitat i el pH
Estanquitat		24	Efectuar proves de pressió
Aïllaments exteriors		6	IV degradació i absència d'humitat
Aïllaments interiors		12	IV unions i absència d'humitat
Purgador automàtic		12	CF i neteja
Purgador manual		6	Buidar l'aire de l'ampolla
Bomba		12	Estanquitat
Vas d'expansió tancat		6	Comprovació de la pressió
Sistema d'ompliment		6	CF d'actuació
Vàlvula de tall		12	CF obertura i tancament per a evitar encallaments
Vàlvula de seguretat		12	CF d'actuació
SISTEMA ELÈCTRIC DE CONTROL			
Quadre elèctric		12	Comprovar el tancament per a evitar l'entrada de pols
Control diferencial		12	CF d'actuació
Termòstat		12	CF d'actuació
Verificació del sistema de mesura		12	CF d'actuació
SISTEMA D'ENERGIA AUXILIAR			
Sistema auxiliar		12	CF d'actuació
Sondes de temperatura		12	CF d'actuació

IV: Inspecció Visual

CF: Control de Funcionament



**Diputació
Barcelona**

Secretaria tècnica:

Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient

Carrer del Compte d'Urgell, 187. Edifici del rellotge, 2n. 08036 Barcelona

Tel. 934 022 222 Fax 934 022 493 xarxasost@diba.es www.diba.es/xarxasost