

ÍNDIX

1.- Requisits generals	5
1.1 Objecte i camp d' aplicació	5
1.2 Generalitats	5
1.3 Requisits generals	6
1.3.1 Fluid de treball	6
1.3.2 Protecció contra gelades	7
1.3.2.1 Generalitats	7
1.3.2.2 Mescles anticongelants	7
1.3.2.3 Recirculació de l' aigua del circuit	8
1.3.2.4 Drenatge automàtic amb recuperació del fluid	8
1.3.3 Protecció contra escalfaments	9
1.3.4 Protecció contra cremades	9
1.3.5 Protecció de materials i components contra altes temperatures	9
1.3.6 Resistència a pressió	10
1.3.7 Prevenció de flux invers	10
1.3.8 Prevenció de la legionel·la	10
2.- Configuracions bàsiques	11
2.1 Classificació de les instal·lacions	11
3.- Criteris generals del disseny	13
3.1 Dimensionat i càlcul	13
3.1.1 Dades de partida	13
3.1.2 Dimensionat bàsic	14
3.2 Disseny del sistema de captació	15
3.2.1 Generalitats	15
3.2.2 Orientació, inclinació, ombres i integració arquitectònica	16
3.2.3 Connexions	16
3.2.4 Estructura de suport	17
3.3 Disseny del sistema d' acumulació solar	18
3.3.1 Generalitats	18

3.3.2	Situació de les connexions.....	18
3.3.3	Varis acumuladors	19
3.3.4	Sistema auxiliar en l' acumulador solar	19
3.4	Disseny del sistema d' intercanvi	20
3.5	Disseny del circuit hidràulic	21
3.5.1	Generalitats	21
3.5.2	Canonades.....	21
3.5.3	Bombes	21
3.5.4	Vasos d' expansió	22
3.5.5	Purga d' aire	22
3.5.6	Drenatge	22
3.6	Disseny del sistema d' energia auxiliar	23
3.7	Disseny del sistema elèctric i de control	24
3.8	Disseny del sistema de monitorització	24
4.-	Normativa d' aplicació i consulta	26
5.-	Definicions.....	28
5.1.	Paràmetres ambientals	28
5.2.	Instal·lació	28
5.3.	Captadors	29
5.4.	Components	31
5.5.	Altres definicions.....	31
6.-	Components	33
6.1.	Generalitats	33
6.2.	Captadors solars.....	33
6.3.	Acumuladors.....	34
6.4.	Intercanviadors de calor.....	35
6.5.	Bombes de circulació.....	37
6.6.	Canonades.....	39
6.7.	Vàlvules	40
6.8.	Vas d' expansió	41
6.9.	Aïllament	44

6.10. Purga d' aire	45
6.11. Sistema d' emplenat.....	46
6.12. Sistema elèctric i de control	47
6.13. Sistemes de monitorització.....	48
6.14. Equips de mesura.....	49
7.- Condicions de muntatge	52
7.1. Generalitats.....	52
7.2. Muntatge de l' estructura de suport i captadors.....	54
7.3. Muntatge de l' acumulador.....	54
7.4. Muntatge del bescanviador.....	54
7.5. Muntatge de la bomba	55
7.6. Muntatge de canonades i accessoris	55
7.7. Muntatge de l' aïllament.....	58
7.8. Muntatge dels comptadors.....	58
7.9. Muntatge d' instal·lacions per circulació forçada	59
8.- Garanties.....	60
9.- Bibliografia	62

1.- REQUISITS GENERALS

1.1.- OBJECTE I CAMP D'APLICACIÓ

L'objecte d'aquest document és fixar les condicions tècniques mínimes que han de complir les instal·lacions solars tèrmiques per a l'escalfament de líquid, especificant els requisits de durabilitat, fiabilitat i seguretat.

L'àmbit d'aplicació d'aquest document s' extén a tots els sistemes mecànics, hidràulics, elèctrics i electrònics que formen part de les instal·lacions.

En determinats supòsits pels projectes es podran adoptar, per la pròpia naturalesa del mateix o del desenvolupament tecnològic, solucions diferents a les exigides en aquest document, sempre que quedi suficientment justificada la seva necessitat i que no impliquin una disminució de les exigències mínimes de qualitat especificades en el mateix.

Aquest document no és d'aplicació a instal·lacions solars amb emmagatzematges estacionals.

1.2.- GENERALITATS

En general, a les instal·lacions recollides sota aquest document li són d'aplicació el Reglament d' instal·lacions Tèrmiques en Edificis (RITE), i les seves Instruccions Tècniques Complementàries (ITC), juntament amb la sèrie de normes UNE sobre energia solar tèrmica.

Aquest Plec de Condicions Tècniques (PCT) és d'aplicació per instal·lacions amb captadors amb un coeficient global de pèrdues inferior o igual a $9 \text{ W/m}^2\text{A}^\circ\text{C}$.

A efectes de requisits mínims, es consideren les següents classes d'instal·lacions:

- Sistemes solars d'escalfament prefabricats
- Sistemes solars d'escalfament a mesura o per elements
- Sistemes grans a mesura

- Sistemes petits a mesura

Considerant el coeficient global de pèrdues dels col·lectors es consideraran, a efectes de permetre o limitar, dos grups depenent del rang de temperatura de treball:

- Les instal·lacions destinades exclusivament a produir aigua calenta sanitària, escalfament de piscines, preescalfament d'aigua d'aport de processos industrials, calefacció per terra radiant o "fan-coil" o altres usos a menys de 45°C, podran emprar captadors amb coeficient global de pèrdues comprés entre $9 \text{ W/m}^2\text{A}^\circ\text{C}$ i $4,5 \text{ W/m}^2\text{A}^\circ\text{C}$.
- Les instal·lacions destinades a climatització, calefacció per sistemes diferents a terra radiant o "fan-coil", o altres usos en els quals la temperatura de l'aigua d'aportació a la instal·lació solar i la de referència de producció es situen en nivells semblants, hauran d'emprar captadors amb un coeficient global de pèrdues inferior a $4,5 \text{ W/m}^2\text{A}^\circ\text{C}$.

En els dos grups el rendiment mig anual de la instal·lació haurà de seu major del 30%.

1.3.- REQUISITS GENERALS

1.3.1.- Fluid de treball

Com a fluid de treball en el circuit primari s'utilitzarà aigua de la xarxa, o aigua desmineralitzada, o aigua amb additius, segons les característiques climatològiques del lloc i de l'aigua utilitzada. Els additius més habituals són els anticongelants, encara que en ocasions es puguin utilitzar additius anticorrosius. La utilització d'altres fluids tèrmics requerirà incloure la seva composició i calor específic en la documentació del sistema i la certificació favorable d'un laboratori acreditat. En qualsevol cas el pH a 20 °C del fluid de treball estarà comprés entre 5 i 9, i el contingut en sals s'ajustarà als senyals en els punts següents:

- a) La salinitat de l'aigua en el circuit primari no excedirà de 500 mg/l totals de sals solubles. En el cas de no disposar d'aquest valor es prendrà el de conductivitat com a variable limitant, no sobrepassant els 650 $\mu\text{S/cm}$.
- b) El contingut en sals de calç no excedirà de 200 mg/l expressats com a contingut en carbonat càlcic.
- c) El límit de diòxid de carboni lliure contingut en l'aigua no excedirà de 50 mg/l.

Fora d'aquests valors, l'aigua haurà de ser tractada.

El disseny dels circuits evitarà qualsevol tipus de mescla dels diferents fluids que puguin operar en la instal·lació. En particular, es prendrà especial atenció a una eventual contaminació de l'aigua potable pel fluid del circuit primari.

Per aplicacions en processos industrials, refrigeració o calefacció, les característiques de l'aigua exigides per aquest procés no patiran cap tipus de modificació que puguin afectar el mateix.

1.3.2.- Protecció contra gelades

1.3.2.1.- Generalitats

El fabricant, subministrador final, instal·lador o dissenyador del sistema haurà de fixar la mínima temperatura permesa en el sistema. Totes les parts del sistema que estiguin exposades a l'exterior hauran de ser capaces de suportar la temperatura especificada sense danys permanents al sistema.

Qualsevol component que s'hagi d'instal·lar en l'interior d'un recinte on la temperatura pugui ser inferior als 0°C, haurà d'estar protegit contra les gelades.

El fabricant haurà de descriure el mètode de protecció antigelandes utilitzat pel sistema. A efectes d'aquest document, com a sistemes de protecció antigelandes, podran utilitzar-se:

- Mescles anticongelants
- Recirculació d'aigua dels circuits
- Drenatge automàtic amb recuperació de fluid
- Drenatge a l'exterior (només per sistemes solars prefabricats)

1.3.2.2.- Mescles anticongelants

Com a anticongelants es podran utilitzar els productes, sols o mesclats amb aigua, que compleixin la reglamentació vigent i que tinguin el punt de congelació inferior a 0°C. En tot cas, el seu calor específic no serà inferior a 3 kJ/kgAK, equivalent a 0,7 kcal/kgA°C.

S'hauran de prendre precaucions per prevenir possibles deterioraments del fluid anticongelant com a resultat de condicions altes de temperatura. Aquestes precaucions hauran de ser comprovades d'acord amb la UNE-EN 12976-2.

La instal·lació disposarà dels sistemes necessaris per facilitar l' emplenat de la mateixa i per assegurar que l'anticongelant està perfectament mesclat.

És convenient que es disposi d'un dipòsit auxiliar per recollir les pèrdues que es puguin donar del fluid en el circuit, de manera que mai s'utilitzi un fluid per la reposició amb característiques que incompleixin el Plec. Serà obligatori en els casos de riscos de gelada i quan l'aigua s'hagi de tractar.

1.3.2.3.- Recirculació de l'aigua del circuit

Aquest mètode de protecció antigeldes assegurarà que el fluid de treball està en moviment quan existeixi risc de gelar-se.

El sistema de control actuarà, activant la circulació del circuit primari, quan la temperatura detectada preferentment en l'entrada de captadors, a la sortida o en l'aire ambient circulant arribi a un valor superior al de congelació de l'aigua (mínim 3°C).

Aquest sistema és adequat per zones climàtiques en les que els períodes de baixa temperatura siguin de curta duració.

1.3.2.4.- Drenatge automàtic amb recuperació del fluid

El fluid en els components del sistema que estiguin exposats a baixa temperatura ambient, és drenat a un dipòsit pel seu posterior ús, quan hi hagi risc de gelades.

La inclinació de les canonades horitzontals ha d'estar en concordança amb les recomanacions del fabricant en el manual de l'instal·lador almenys en 20 mm/m.

El sistema de control actuarà d'electrovàlvula de drenatge quan la temperatura detectada en captadors arribi a un valor superior al de congelació de l'aigua (mínim 3°C).

El buidat del circuit es realitzarà a un tanc auxiliar d'emmagatzematge, i s'ha de preveure un sistema d'emplenat de captadors per recuperar el fluid.

El sistema requereix utilitzar un intercanviador de calor entre els col·lectors i l'acumulador per mantenir en aquest la pressió de subministrament d'aigua calenta.

1.3.3.- Protecció contra sobreescalfaments

El sistema haurà d'estar dissenyat de tal manera que amb les altes radiacions solars prolongades sense consum d'aigua calenta, no es produeixin situacions en les quals l'usuari tingui que realitzar alguna acció especial per portar el sistema a la seva forma normal d'operació.

Quan el sistema disposi de la possibilitat de drenatges com a protecció davant sobreescalfaments, la construcció haurà de realitzar-se de tal manera que l'aigua calenta o vapor del drenatge no suposin cap perill pels habitants i no es produeixin danys en el sistema, ni en cap altre material de l'edifici o habitatge.

Quan les aigües siguin dures, es realitzaran les previsions necessàries perquè la temperatura de treball de qualsevol punt del circuit de consum no sigui superior a 60°C, sense perjudici de l'aplicació dels requeriments necessaris contra la legionel·la.

1.3.4.- Protecció contra cremades

En sistemes d'aigua calenta sanitària, on la temperatura de l'aigua calenta en els punts de consum pugui superar els 60 °C, haurà d'instal·lar-se un sistema automàtic de mescla o un altre sistema que limiti la temperatura de subministrament a 60°C. Aquest sistema haurà de ser capaç de suportar la màxima temperatura possible d'extracció del sistema solar.

1.3.5.- Protecció de materials i components contra altes temperatures

El sistema haurà de ser dissenyat de tal manera que mai s'excedeixi la temperatura permesa per tots els materials i components.

1.3.6.- Resistència a pressió

S'hauran de complir tots els requisits de la norma UNE-EN 12976-1.

En el cas de sistemes de consum oberts amb connexió a la xarxa, es tindrà en compte la màxima pressió de la mateixa per verificar que tots els components del circuit de consum suportin aquesta pressió.

1.3.7.- Previsió de flux invers

La instal·lació del sistema haurà d'assegurar que no es produeixin pèrdues energètiques rellevants degudes a fluxos inversos no intencionats en cap circuit hidràulic del sistema. La circulació natural que produeix el flux invers es pot afavorir quan l'acumulador es troba per sota del captador, però caldrà en aquests casos, prendre les precaucions necessàries per evitar-ho.

En sistemes de circulació forçada s'aconsella utilitzar una vàlvula antiretorn per evitar fluxos inversos.

1.3.8.- Previsió de la legionel·la

S'haurà de complir el Reial Decret 909/2001, pel que la temperatura de l'aigua en el circuit de distribució d'aigua calenta no haurà de ser inferior a 50°C en el punt més allunyat, i previ a la mescla necessària per la protecció contra cremades o en la canonada de retorn a l'acumulador. La instal·lació permetrà que l'aigua arribi a una temperatura de 70°C. A conseqüència, no s'admetrà la presència de components d'acer galvanitzat.

2.- CONFIGURACIONS BÀSIQUES

2.1.- CLASSIFICACIÓ DE LES INSTAL·LACIONS

En consideració amb els diferents objectius atesos per aquest PCT, s'aplicaran els següents criteris de classificació:

- El principi de circulació
- El sistema de transferència de calor
- El sistema d'expansió
- El sistema d'energia auxiliar
- L'aplicació

Per el principi de circulació es classificaran en:

- Instal·lacions per termosifó o circulació natural
- Instal·lacions per circulació forçada

Per el sistema de transferència de calor:

- Instal·lacions de transferència directa sense intercanviador de calor
- Instal·lació amb intercanviador de calor en l'acumulador solar
- Submergit
- De doble evolvent
- Instal·lacions amb intercanviador de calor independent

Per el sistema d'expansió:

- Sistema obert
- Sistema tancat

Per el sistema d'aportació d'energia auxiliar:

- Sistema d'energia auxiliar en l'acumulador solar
- Sistema d'energia auxiliar en l'acumulador secundari individual
- Sistema d'energia auxiliar en acumulador secundari centralitzat
- Sistema d'energia auxiliar en acumuladors secundaris distribuïts
- Sistema d'energia auxiliar en línia centralitzat
- Sistema d'energia auxiliar en línia distribuït

- Sistema d'energia auxiliar en paral·lel

Per la seva aplicació:

- Instal·lacions per escalfar aigua sanitària
- Instal·lacions per usos industrials
- Instal·lacions per calefacció
- Instal·lacions per refrigeració
- Instal·lacions per climatització de piscines
- Instal·lacions d'ús combinat
- Instal·lacions de preescalfament

3.- CRITERIS GENERALS DE DISSENY

3.1.- DIMENSIONAT I CÀLCUL

3.1.1.- Dades de partida

Les dades de partida necessàries pel dimensionat i càlcul de la instal·lació estan construïts per dos grups de paràmetres que defineixen les condicions d'ús i climàtiques.

- Condicions d'ús

Les condicions d'ús venen donades per la demanda energètica associada a la instal·lació segons els diferents tipus de consum:

- Per aplicacions de A.C.S. la demanda energètica es determina en funció del consum d'aigua calenta.
- Per aplicacions d'escalfament de piscines, la demanda energètica es calcula en funció de les pèrdues de la mateixa.
- Per aplicacions de climatització (calefacció i refrigeració), la demanda energètica ve donada per la càrrega tèrmica de l'habitatge a climatitzar, segons el RITE.
- Per aplicacions d'ús industrial es tindrà en compte la demanda energètica i potència necessària, realitzant-se un estudi específic de les necessitats, definint clarament si el procés és discret o continu i el temps de duració del mateix.
- Per instal·lacions combinades es realitzarà la suma de les demandes energètiques sobre base diària o mensual, aplicant si és necessari factors de simultaneïtat.

- Condicions climàtiques

Les condicions climàtiques venen donades per la radiació global total en el camp de captació, la temperatura ambient diària i la temperatura de l'aigua de la xarxa.

A l'objecte d'aquest PCT podran utilitzar-se dades de radiació publicades per entitats de reconegut prestigi i les dades de temperatura publicades per l' Institut Nacional de Meteorologia.

A falta d'altres dades, es recomana utilitzar les taules de radiació i temperatura ambient per províncies publicades per CENSOLAR.

Per piscines cobertes, els valors ambientals de temperatura i humitat hauran de ser fixats en el projecte, la temperatura seca de l'aire del local serà entre 2°C i 3°C major que la de l'aigua, amb un mínim de 26°C i un màxim de 28°C, i la humitat relativa de l'ambient es mantindrà entre el 55% i el 70%, essent recomanable escollir el valor de disseny 60%.

3.1.2.- Dimensionat bàsic

A efectes d'aquest PCT, el dimensionat bàsic de les instal·lacions o sistemes de mesura es refereixen a la selecció de la superfície de captadors solars i, en cas de que existeixi, al volum d'acumulació solar, per l'aplicació a la que està destinada la instal·lació. El dimensionat bàsic dels sistemes solars prefabricats es refereixen a la selecció del sistema solar prefabricat per l'aplicació de ACS a la que està destinat.

El dimensionat bàsic d'una instal·lació, per a qualsevol aplicació, haurà de realitzar-se de manera que en cap mes de l'any l'energia produïda per la instal·lació solar superi el 110% de la demanda de consum i no més de tres mesos seguits el 100%. A aquests efectes, i per instal·lacions d'un marcat caràcter estacional, no es prenguin en consideració aquells períodes de temps en els quals la demanda es situï un 50% per sota de la mitja corresponent a la resta de l'any.

El rendiment de la instal·lació es refereix només a la part solar de la mateixa.

Es defineixen els conceptes de fracció solar i rendiment mig estacional o anual de la següent manera:

Fracció solar mes "x" = (Energia solar aportada el mes "x" / Demanda energètica durant el mes "x") x 100

Fracció solar mes "y" = (Energia solar aportada el mes "y" / Demanda energètica durant el mes "y") x 100

Rendiment mig any "y" = (Energia solar aportada el mes "y" / Irradiació incident any "y") x 100

Irradiació incident any "y" = Suma de les irradiacions incidents dels mesos de l'any "y"

Irradiacions incidents en el mes "x" = Irradiació en el mes "x" x Superfície captadora

El concepte d'energia solar aportada a l'any "y" es refereix a l'energia demandada realment satisfeta per la instal·lació solar. Això significa que pel seu càlcul mai podrà considerar-se més d'un 100% d'aportació solar en un determinat mes.

Pel càlcul del dimensionat bàsic d'instal·lacions a mesura podrà utilitzar-se qualsevol dels mètodes comercials d'ús acceptats per projectistes, fabricants i instal·ladors. El mètode de càlcul especificarà, almenys sobre base mensual, els valors mitjos diaris de la demanda d'energia i de l'aportació solar. El mètode de càlcul inclourà les prestacions globals anuals definides per:

- La demanda d'energia tèrmica
- L'energia solar tèrmica aportada
- La fracció solar mitja anual
- El rendiment mig anual

La selecció del sistema solar prefabricat es realitzarà a partir dels resultats d'assaig del sistema, tenint en compte que haurà de complir l'especificat en RITE ITE 3.13.

Per aquesta aplicació l'àrea total dels captadors tindrà un valor tal que es compleixi la condició: $50 < V/A < 180$, on A serà l'àrea total dels captadors, expressada en m^2 , i V és el volum del dipòsit d'acumulació solar, expressat en litres.

3.2.- DISSENY DEL SISTEMA DE CAPTACIÓ

3.2.1.- Generalitats

El captador seleccionat haurà de tenir la certificació emesa per un organisme competent en la matèria o per un laboratori s'assajos segons el regulat en el RD 891/1980 de 14 d'abril, sobre homologació dels captadors solars.

A efectes d'aquest PCT, serà necessari la presentació de l'homologació del captador per l'organisme de l'Administració competent en la matèria i la certificació del mateix pel laboratori acreditat.

Es recomana que els captadors que integren la instal·lació siguin del mateix model, tant per criteris energètics com constructius.

3.2.2.- Orientació, inclinació, ombres i integració arquitectònica

La orientació i inclinació del sistema de captació i les possibles ombres sobre el sistema no siguin inferiors als límits de la taula 1.

	ORIENTACIÓ I INCLINACIÓ	OMBRES	TOTAL
General	10%	10%	15%
Superposició	20%	15%	30%
Integració arquitectònica	40%	20%	40%

Taula 1

Es considera la direcció sud com orientació òptima i la millor inclinació depèn del període d'utilització:

- Consum constant anual: la latitud geogràfica
- Consum preferent a l'hivern: la latitud geogràfica + 10°
- Consum preferent a l'estiu: la latitud geogràfica – 10°

3.2.3.- Connexions

Els captadors es disposaran en files construïdes, preferentment, pel mateix número d'elements. Les files de captadors es poden connectar entre sí en paral·lel, en sèrie o en sèrie i paral·lel, havent-se d'instal·lar vàlvules de tancament a l'entrada i sortida de les diferents bateries de captadors i entre les bombes, de manera que puguin utilitzar-se per l'aïllament d'aquests components en tasques de manteniment o substitució.

Dins de cada fila els captadors es connectaran en sèrie o en paral·lel. El número de captadors que es puguin connectar en paral·lel tindrà en compte les limitacions del fabricant.

El número de captadors connectats en sèrie no serà superior a tres. En aquest casos d'aplicacions per alguns usos industrials, si està justificat, aquest valor podrà ser quatre, sempre i quant ho permeti el fabricant.

Per aplicació de ACS no hauran connectar-se més de dos captadors en sèrie. Es disposarà d'un sistema per assegurar el mateix recorregut hidràulic en totes les bateries de captadors. En general s'haurà d'arribar a un flux equilibrat mitjançant el sistema de retorn invertit. Si aquest no és possible, es pot controlar el flux mitjançant mecanismes adequats, com vàlvules d'equilibrat.

3.2.4.- Estructura de suport

Si el sistema posseeix una estructura suport que està muntada normalment a l'exterior, el fabricant haurà d'especificar els valors màxims de càrrega de neu i velocitat mitja del vent d'acord amb ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4.

Això s'haurà de verificar durant el disseny calculant els esforços de l'estructura suport d'acord amb aquestes normes.

El sistema només podrà ser instal·lat en localitzacions on els valors de càrrega de neu i vent siguin inferiors als valors màxims especificats pel fabricant.

El disseny i la construcció de l'estructura i el sistema de fixació de captadors, permetrà les necessàries dilatacions tèrmiques, sense transmetre càrregues que puguin afectar a la integritat dels captadors o al circuit hidràulic.

Els punts de subjecció del captador seran suficientment en número, tenint l'àrea de recolzament i posició relativa adequades, de manera que no es produeixin flexions en el captador superiors a les permeses pel fabricant.

3.3.- DISSENY DEL SISTEMA D'ACUMULACIÓ SOLAR

3.3.1.- Generalitats

Els acumuladors per ACS i les parts d'acumuladors combinats que estiguin en contacte amb aigua potable, hauran de complir els requisits de UNE EN 12897.

Preferentment, els acumuladors seran de configuració vertical i s'ubicaran en zones interiors.

Per aplicacions combinades amb acumulació centralitzada és obligatòria la configuració vertical del dipòsit, havent-se de complir que la relació altura/diàmetre del mateix sigui major de dos.

En cas de que l'acumulador estigui directament connectat amb la xarxa de distribució d'aigua calenta sanitària, haurà d'ubicar-se un termòmetre en un lloc clarament visible per l'usuari.

El sistema haurà de ser capaç d'elevat la temperatura de l'acumulador a 60°C i fins 70°C amb l'objectiu de prevenir la legionel·losis.

Els acumuladors dels sistemes grans a mesura amb un volum superior als 20 m³ hauran de portar vàlvules de tall o altres sistemes adequats per tallar fluxos a l'exterior del dipòsit no intencionats en cas de danys del sistema.

3.3.2.- Situació de les connexions

Amb l'objectiu d'aprofitar al màxim l'energia captada i evitar la pèrdua de l'estratificació per temperatura en els dipòsits, la situació de les tomes per les diferents connexions estaran establertes en els punts següents:

- a) La connexió d'entrada d'aigua calenta procedent de l'intercanviador o dels captadors a l'acumulador es realitzarà, preferentment, a una alçada compresa entre el 50% i el 75% de l'altura total del mateix.

- b) La connexió de sortida d'aigua freda de l'acumulador fins a l'intercanviador o els captadors es realitzarà per la part inferior d'aquest.
- c) En cas d'una sola aplicació, l'alimentació d'aigua de retorn de consum al dipòsit es realitzarà per la part inferior. En cas de sistemes oberts en el consum, com per exemple ACS, aquest es refereix a l'aigua freda de la xarxa. L'extracció d'aigua calenta del dipòsit es realitzarà per la part superior.
- d) En cas de varies aplicacions dins del mateix dipòsit haurà de tenir en compte els nivells tèrmics d'aquestes, de manera que tant les sortides com els retorns per aplicacions que requereixen un major nivell tèrmic en temperatures estiguin per sobre de les que requereixin un nivell menor.

Es recomana que les entrades d'aigua de retorn de consum estiguin equipades amb una placa deflectora en la part interior, per tal que la velocitat residual no destrueixi l'estratificació en l'acumulador o l'ús d'altres mètodes contrastats que minimitzin la mescla.

Les connexions d'entrada i sortida es situaran de manera que s'evitin camins preferents de circulació del fluid.

3.3.3.- Varis acumuladors

Quan sigui necessari que el sistema d'acumulació solar estigui format per més d'un dipòsit, aquests es connectaran en sèrie invertida en el circuit de consum o en paral·lel amb els circuits primaris i secundaris equilibrats.

La connexió dels acumuladors permetrà la desconexió individual dels mateixos sense interrompre el funcionament de la instal·lació.

3.3.4.- Sistema auxiliar en l'acumulador solar

No es permet la connexió d'un sistema auxiliar en l'acumulador solar, ja que això pugui suposar una disminució de les possibilitats de la instal·lació solar per proporcionar les prestacions energètiques que es pretenguin obtenir amb aquest tipus d'instal·lacions.

No obstant, i quan existeixin circumstàncies específiques en la instal·lació que la demanin, es podrà considerar la incorporació d'energia convencional en l'acumulador solar, pel qual serà necessari una descripció detallada de tots els sistemes i equips utilitzats, amb les condicions següents:

- Haurà de tractar-se d'un sistema indirecte: acumulació solar en el secundari.
- Volum total màxim de 2000 litres.
- Configuració vertical en relació entre l'altura i el diàmetre de l'acumulador no inferior a 2.
- Escalfament solar en la part inferior i escalfament convencional en la part superior considerant-se l'acumulador dividit en dos parts separades per una de transició d'almenys 10 cm d'alçada. La part solar inferior haurà de complir amb els criteris de dimensionat d'aquestes prescripcions i la part convencional superior haurà de complir amb els criteris i normatives habituals d'aplicació.
- La connexió d'entrada d'aigua calenta procedent de l'intercanviador solar a l'acumulador es realitzarà, preferentment, a una alçada compresa entre el 50% i el 75% de l'altura total del mateix, i sempre per sota de la zona de transició. La connexió de sortida d'aigua freda cap a l'intercanviador es realitzarà per la part inferior de l'acumulador.
- Les entrades d'aigua estaran equipades amb una placa deflectora o equivalent, per tal que la velocitat residual no destrueixi l'estratificació en l'acumulador.
- No existirà recirculació del circuit de distribució de consum de ACS.

En qualsevol cas, queda a criteri del IDAE el donar per vàlid el sistema proposat.

3.4.- DISSENY DEL SISTEMA D'INTERCANVI

La potència mínima de disseny de l'intercanviador independent P, en W, en funció de l'àrea de captadors A, en m², complirà la condició:

$$P \geq 500 A$$

L'intercanviador independent serà de plaques d'acer inoxidable o coure i haurà de suportar les temperatures i pressions màximes de treball de la instal·lació.

L'intercanviador del circuit de captadors incorporat a l'acumulador solar estarà situat a la part inferior d'aquest últim i podrà ser de tipus submergit o de doble evolvent.

La relació entre la superfície útil d'intercanvi de l'intercanviador incorporat i la superfície total de captació no serà inferior a 0,15.

En cas d'aplicació per ACS es pot utilitzar el circuit de consum amb un intercanviador, tenint en compte que amb el sistema d'energia auxiliar de producció instantània en línia o en acumulador secundari s'ha d'eleva la temperatura fins a 60°C i sempre en el punt més allunyat de consum s'ha d'assegurar el 50°C.

3.5.- DISSENY DEL CIRCUIT HIDRÀULIC

3.5.1.- Generalitats

Cal considerar-se un circuit hidràulic equilibrat, si no fos possible, el flux haurà de ser controlat per vàlvules d'equilibrat.

En cas d'aplicació per ACS, el circuit hidràulic del sistema de consum haurà de complir els requisits especificats en UNE-EN 806-1.

Els materials del circuit hauran de complir l'especificat en ISO/TR 10217.

3.5.2.- Canonades

Per evitar pèrdues tèrmiques, la longitud de canonades del sistema haurà de ser tan el més curta possible, evitant colzes i pèrdues de càrrega en general.

3.5.3.- Bombes

Si el circuit de captadors està dotat d'una bomba de circulació, la caiguda de pressió s'haurà de mantenir acceptablement baixa en tot el circuit.

Sempre que sigui possible, les bombes en línia es muntaran en les zones més fredes del circuit, tenint en compte de no produir cavitació i sempre amb l'eix de rotació en posició horitzontal.

En instal·lacions amb superfícies de captació superiors a 50 m² es muntaran dos bombes idèntiques en paral·lel, deixant una de reserva, tant en el circuit primari com en el secundari. En aquest cas s'establirà el funcionament alternatiu de les mateixes, de manera manual o automàtica.

El diàmetre de les canonades d'acoblament no podrà ser mai inferior al diàmetre de la boca d'aspiració de la bomba.

3.5.4.- Vasos d'expansió

Els vasos d'expansió preferentment es connectaran en l'aspiració de la bomba. Quan no sigui possible, l'altura en que es situaran els vasos d'expansió oberts serà tal que assegurï el no desbordament del fluid i la no introducció d'aire en el circuit primari.

3.5.5.- Purga d'aire

En els punts alts de la sortida de bateries de captadors i en tots aquells punts de la instal·lació on pugui quedar-hi aire acumulat, es col·locaran sistemes de purga constituïts per ampolles de desaireació i purgador manual o automàtic. El volum útil d'aquesta ampolla serà superior a 100 cm³.

3.5.6.- Drenatge

Els conductes de drenatge de les bateries de captadors es dissenyaran de manera que no puguin congelar-se.

3.6.- DISSENY DEL SISTEMA D' ENERGIA AUXILIAR

Per assegurar la continuïtat en l'abastament de la demanda tèrmica, les instal·lacions d'energia solar han de disposar d'un sistema d'energia auxiliar.

Per raons d'eficiència energètica, entre, d'altres, no s'aconsella la utilització d'energia elèctrica efecte Joule com a font auxiliar.

Queda prohibit l'ús de sistemes d'energia auxiliar en el circuit primari de captadors.

El disseny del sistema d'energia auxiliar es realitzarà en funció de l'aplicació de la instal·lació, de manera que només entra en funcionament quan sigui estrictament necessari i que s'aprofiti al màxim l'energia solar.

Per això cal seguir els següents criteris:

- Per petites càrregues de consum es recomana utilitzar un sistema d'energia auxiliar en línia, essent per aquests casos els sistemes de gas modulants en temperatura els més idonis.
- En cas d' acceptar-se, la instal·lació d'una resistència elèctrica com a sistema d'energia auxiliar dins de l'acumulador solar, la seva connexió, només es podrà fer mitjançant un polsador manual i la desconexió serà automàtica a la temperatura de referència.
- No es recomana la connexió d'un retorn des de l'acumulador d'energia auxiliar a l'acumulador solar. La instal·lació tèrmica haurà d'efectuar-se de manera que en cap cas s'introdueixi en l'acumulador solar energia procedent de la font auxiliar.
- Per la preparació d'aigua calenta sanitària, es permetrà la connexió del sistema d'energia auxiliar en paral·lel amb la instal·lació solar quan es compleixin els següents requisits:
 - o Existeixi prèviament un sistema d'energia auxiliar construït per un o varis escalfadors instantanis no modulants i sense que sigui possible regular la temperatura de sortida de l'aigua.
 - o Existeixi una preinstal·lació solar que impedeixi o dificulti el connexionat en sèrie.

3.7.- DISSENY DEL SISTEMA ELÈCTRIC I DE CONTROL

El disseny del sistema de control assegurarà el correcte funcionament de les instal·lacions, procurant obtenir un bon aprofitament de l'energia solar captada i assegurant un ús adequat de l'energia auxiliar. El sistema de regulació i control comprèn els següents sistemes:

- Control de funcionament del circuit primari i secundari (si existeix)
- Sistemes de protecció i seguretat de les instal·lacions contra sobreescalfaments, gelades, etc.

El sistema de control assegurarà que en cap cas s'arribin a temperatures superiors a les màximes suportades pels materials, components i tractaments dels circuits.

El sistema de control actuarà i estarà ajustat de manera que les bombes no estiguin en marxa quan la diferència de temperatures sigui menor a 2°C i no estiguin parades quan la diferència sigui major de 7°C. La diferència de temperatures entre els punts d'arrancada i parada de termòstat diferencial no serà inferior a 2°C.

Les sondes de temperatura pel control diferencial es col·locaran en la part superior dels captadors, de manera que representin la màxima temperatura del circuit de captació.

3.8.- DISSENY DEL SISTEMA DE MONITORITZACIÓ

Pel cas d'instal·lacions majors de 20 m² s'haurà de disposar almenys d'un sistema analògic de mesura local que indiqui com a mínim les següents variables:

Opció 1:

- Temperatura d'entrada d'aigua freda de la xarxa
- Temperatura de sortida de l'acumulador solar
- Cabal d'aigua freda de xarxa

Opció 2:

- Temperatura inferior de l'acumulador solar
- Temperatura dels captadors
- Cabal del circuit primari

El tractament de les dades proporcionarà almenys l'energia solar tèrmica acumulada al llarg del temps.

4.- NORMATIVA D' APLICACIÓ I CONSULTA

■ Normativa d'aplicació

- Reglament d' Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE) i les seves Instruccions Tècniques Complementàries.
- Reglament d' Aparells a Pressió (RAP) i les seves Instruccions Tècniques Complementàries.
- Reglament Electrotècnic per Baixa Tensió (REBT) i les seves Instruccions Tècniques Complementàries MI.BT, incloses les fulles d'interpretació.
- Norma Bàsica de l' Edificació: *Estructures d'acer en l' Edificació* (NBE EA-95).
- Norma Bàsica de l' Edificació: *Condicions Acústiques en els Edificis* (NBE CA).
- Norma Bàsica de l' Edificació: *Condicions de Protecció contra Incendis en els Edificis* (NBE CPI).
- Norma Bàsica de l' Edificació: *Condicions Tèrmiques en el Edificis* (NBE CT-79).
- Ordenances de Seguretat i Higiene en el Treball (OSHT).
- Llei de Protecció de l' Ambient Atmosfèric (LPAA).
- Llei número 88/67 de 8 de novembre: *Sistema Internacional d' Unitats de Mesura S.I.*

■ Normativa de consulta

- UNE-EN 12975-1: *Sistemes solars tèrmics i components. Captadors solars. Part 1: Requisits generals.*
- UNE-EN 12975-2: *Sistemes solars tèrmics i components. Captadors solars. Part 2: Mètodes d'assaig.*
- UNE-EN 12976-1: *Sistemes solars tèrmics i components. Sistemes solars prefabricats. Part 1: Requisits generals.*
- UNE-EN 12976-2: *Sistemes solars tèrmics i components. Sistemes solars prefabricats. Part 2: Mètodes d'assaig.*
- UNE-EN 12977-1: *Sistemes solars tèrmics i components. Sistemes solars a mesura. Part 1: Requisits generals.*
- UNE-EN 12977-2: *Sistemes solars tèrmics i components. Sistemes solars a mesura. Part 2: Mètodes d'assaig.*
- UNE 100-101-84: *Conductes per transports d'aire. Dimensions i toleràncies.*

- UNE 100-030-94: *Guia per la prevenció de la legionel·la en instal·lacions.*
- prEN 806-1: *Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption. Part 1: General.*
- prEN 1717: *Protection against pollution of potable water in drinking water installations and general requirements of devices to prevent pollution by back flow.*
- ENV 1991-2-3: *Eurocode 1. Basis of design and actions on structures. Part 2-3: Action on structures; snow loads.*
- ENV 1991-2-4: *Eurocode 1. Basis of design and actions on structures. Part 2-4: Action on structures; wind loads.*
- EN 60335-1/1995: *Safety of household and similar electrical appliances. Part 1: General requirements (IEC 335-1/1991 modified).*

5.- DEFINICIONS

5.1.- Paràmetres ambientals

- **Radiació solar:** Energia procedent del Sol en forma d'ones electromagnètiques.
- **Radiació solar directa:** Radiació solar incident sobre un pla donat, procedent d'un petit angle sòlid centrat en el disc solar.
- **Radiació solar hemisfèrica:** Radiació solar incident en una superfície plana donada, rebuda des d'un angle sòlid de 2π sr (de l'hemisferi situat per sobre de la superfície). S'ha d'especificar la inclinació i l'azimut de la superfície receptora.
- **Radiació solar difusa:** Radiació solar hemisfèrica menys la radiació solar directa.
- **Radiació solar global:** Radiació solar hemisfèrica rebuda en un pla horitzontal.
- **Irradiància solar:** Potència radiant incident per unitat de superfície sobre un pla donat. S'expressa en W/m^2 .
- **Irradiància solar directa:** Quocient entre el flux radiant rebut en una superfície plana donada, procedent d'un petit angle sòlid centrat en el disc solar, i l'àrea d'aquesta superfície. Si el pla és perpendicular a l'eix de l'angle sòlid, la irradiància solar rebuda s'anomena directa normal. S'expressa en W/m^2 .
- **Irradiància solar difusa:** La radiació per unitat de temps i unitat d'àrea que, procedent de la reflexió de la radiació solar en el sòl i en altres objectes, incideix sobre una superfície.
- **Irradiació:** Energia incident per unitat de superfície sobre un pla donat, obtinguda per integració de la irradiància durant un interval de temps donat, normalment una hora o un dia. S'expressa en MJ/m^2 o kWh/m^2 .
- **Aire ambient:** Aire (tant interior com exterior) que envolta a un acumulador d'energia tèrmica, a un captador solar o a qualsevol objecte que s'estigui considerant.

5.2.- Instal·lació

- **Instal·lacions obertes:** Instal·lacions en les que el circuit primari està comunicat de forma permanent amb l'atmosfera.
- **Instal·lacions tancades:** Instal·lacions en les que el circuit primari no té comunicació directa amb l'atmosfera.

- **Instal·lacions de sistema directe:** Instal·lacions en les que el fluid de treball és la pròpia aigua de consum que passa pels captadors.
- **Instal·lacions de sistema indirecte:** Instal·lacions en les que el fluid de treball es manté en un circuit separat, sense possibilitat de comunicar-se amb el circuit de consum.
- **Instal·lacions per termosifó:** Instal·lacions en les que el fluid de treball circula per convecció lliure.
- **Instal·lació amb circulació forçada:** Instal·lació equipada amb dispositius que provoquen la circulació forçada del fluid de treball.
- **Circuit primari:** Circuit del que formen part els captadors i les canonades que els uneixen, en el qual el fluid recull l'energia solar i la transmet.
- **Circuit secundari:** Circuit en el que es recull l'energia transferida del circuit primari per ser distribuïda als punts de consum.
- **Circuit de consum:** Circuit per el qual hi circula aigua de consum.
- **Sistema solar prefabricat:** Sistema d'energia solar amb les finalitats de preparació només d'aigua calenta, ja sigui com un sistema compacte o com un sistema partit. Consisteix bé en un sistema integrat o bé un conjunt i configuració uniformes de components. Es produeix sota condicions presumptament uniformes i oferint-se a la venda sota un nom comercial.

Un sol sistema dóna lloc a resultats que representen sistemes amb la mateixa marca comercial, configuració, components i dimensions.

Els sistemes d'energia auxiliar connectats en sèrie amb el sistema solar prefabricat no es consideren parts del mateix.

- **Sistema compacte:** Equip solar prefabricat els elements del qual es troben muntats en una sola unitat, encara que físicament puguin estar diferenciats.
- **Sistema partit:** Equip solar prefabricat els elements principals del qual (captació i acumulació) es poden trobar a una distància física rellevant.
- **Sistema integrat:** Equip solar prefabricat els elements principals del qual (captació i acumulació) constitueixen un únic component i no es possible diferenciar-los físicament.

5.3.- Captadors

- **Captador solar tèrmic:** Dispositiu dissenyat per absorbir la radiació solar i transmetre l'energia tèrmica així produïda a un fluid de treball que circula pel seu interior.

- **Captador solar de líquid:** Captador solar que utilitza un líquid com a fluid de treball.
- **Captador solar d'aire:** Captador solar que utilitza aire com a fluid de treball.
- **Captador solar pla:** Captador solar sense concentració. La seva superfície absorbidora és sensiblement plana.
- **Captador sense coberta:** Captador solar sense coberta sobre l'absorbidor.
- **Captador de concentració:** Captador solar que utilitza reflectors, lents o altres elements òptics per tal de redirigir i concentrar sobre l'absorbidor la radiació solar que travessa l'obertura.
- **Captador de buit:** Captador en el qual s'hi ha realitzat el buit en l'espai entre absorbidor i la cobertura.
- **Captador de tubs de buit:** Captador de buit que utilitza un tub transparent (normalment de cristall) on es realitza el buit entre la paret, el tub i l'absorbidor.
- **Coberta:** Element o elements transparents (o translúcids) que cobreixen l'absorbidor per reduir les pèrdues de calor i protegir-lo de la intempèrie.
- **Absorbidor:** Component d'un captador solar que absorbeix l'energia radiant i la transfereix en forma de calor a un fluid.
- **Placa absorbent:** Absorbidor que té la seva superfície sensiblement plana.
- **Obertura:** Superfície a través de la qual la radiació solar no concentrada és admesa en el captador.
- **Àrea d'obertura:** És la màxima projecció plana de la superfície del captador transparent exposada a la radiació solar incident no concentrada.
- **Àrea total:** Àrea màxima projectada pel captador complet, excloent qualsevol mitjà de suport i acoblament dels tubs exposada.
- **Fluid de transferència de calor o fluid de treball:** És el fluid encarregat de recollir i transmetre l'energia captada per l'absorbidor.
- **Carcassa:** És el component del captador que conforma la seva superfície exterior, fixa a la coberta, conté i protegeix als restants components del captador i suporta els ancoratges del mateix.
- **Materials aïllants:** Són aquells materials que sota el coeficient de conductivitat tèrmica, tenen l'objectiu de reduir les pèrdues de calor per la part posterior i els laterals.
- **Junta de coberta:** És un element que té com a funció assegurar l'estanquitat de la unió coberta - carcassa.

- **Temperatura d'estancament del captador:** Correspon a la màxima temperatura del fluid que s'obté quan, sotmès el captador a alts nivells de radiació i temperatura ambient i essent la velocitat del vent menyspreable, no existeix circulació en el captador i s'obtenen condicions quasi estacionàries.

5.4.- Components

- **Intercanviador de calor:** Dispositiu en el qual es produeix la transferència d'energia del circuit primari al circuit secundari.

- **Acumulador solar o dipòsit solar:** Dipòsit en el qual s'hi acumula l'aigua escalfada per energia solar.

- **Dipòsit d'expansió:** Dispositiu que permet absorbir les variacions de volum i pressió en un circuit tancat produïdes per les variacions de temperatura del fluid circulant. Pot ser obert o tancat, segons estigui o no en comunicació amb l'atmosfera.

- **Bomba de circulació:** Dispositiu electromecànic que produeix la circulació forçada del fluid a través d'un circuit.

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

- **Vàlvula de seguretat:** Dispositiu que limita la pressió màxima del circuit.

- **Vàlvula antiretorn:** Dispositiu que evita el pas de fluid en un sentit.

- **Controlador diferencial de temperatures:** Dispositiu electrònic que comanda diferents elements elèctrics de la instal·lació (bombes, electrovàlvules, etc.) en funció, principalment, de les temperatures en diversos punts de la instal·lació.

- **Termòstat de seguretat:** Dispositiu utilitzat per detectar la temperatura màxima admissible del fluid de treball en algun punt de la instal·lació.

- **Controlador antigèl:** Dispositiu que impedeix la congelació del fluid de treball.

5.5.- Altres definicions

- **Emmagatzematge estacional:** És el que es produeix o es realitza durant una estació o part de l'any.

- **Arxiu de classificació:** És l'arxiu de documentació tècnica per a sistemes solars d'escalfament petits a mesura d'una Companyia, el qual inclou:

- Classificació completa per a sistemes petits a mesura.
- Descripció completa de totes les configuracions del sistema.
- Descripció completa de totes les combinacions comercialitzades de les configuracions del sistema i components, incloent dimensions d'aquests i número de unitats.
- Informació tècnica de tot.

Referència: *Sistemas solares de calentamiento pequeños a medida, UNE 12977-1, párrafo 3.2.*

- **Arxiu de documentació:** La documentació del sistema haurà de ser completa i entenedora:

- Tots els components de cada sistema petit a mesura hauran d'anar proveïts d'un conjunt d'instruccions de muntatge i funcionament entenedors, així com recomanacions de servei. Aquesta recomanació haurà d'incloure totes les instruccions necessàries pel muntatge, instal·lació, operació i manteniment. Aquestes instruccions hauran d'incloure tota la informació que conté la llista de 4.6 de EN 12976-1:2000.
- Cada sistema gran a mesura haurà d'anar proveït d'un conjunt d'instruccions de muntatge i funcionament, així com recomanacions de servei. Aquesta documentació haurà d'incloure totes les instruccions necessàries pel muntatge, instal·lació, operació i manteniment i tots els registres d'arrancada inicial i posta en servei d'acord amb 6.6 de la UNE 12977-1.
- Els documents hauran de ser guardats en un lloc visible (preferentment prop de l'acumulador), protegits del calor, aigua i pols.

6.- COMPONENTS

6.1.- Generalitats

Els materials de la instal·lació han de suportar les màximes temperatures i pressions a que poden arribar.

Tots els components i materials compliran amb al Reglament d' Aparells a Pressió.

Quan sigui imprescindible utilitzar en el mateix circuit materials diferents, especialment coure i acer, en cap cas estaran en contacte. S'ha de situar, entre ambdós, juntes o maneguets dielèctrics.

En tots els casos és aconsellable preveure la protecció catòdica de l'acer.

Els materials situats a la intempèrie es protegiran contra els agents ambientals, en particular contra l'efecte de la radiació solar i la humitat.

Pels processos industrials, el disseny, càlcul, muntatge i característiques dels materials hauran de complir els requisits establerts pel procés industrial.

Cal tenir precaució en la protecció d'equips i materials que puguin estar exposats a agents exteriors especialment agressius produïts per processos industrials propers.

6.2.- Captadors solars

Si s'utilitzen captadors convencionals d'absorbidor metàl·lic, s'ha de tenir en compte que el coure només és admissible si el pH del fluid en contacte amb ell està comprès entre 7,2 i 7,6. Absorbidors de ferro no són aptes en absolut.

La pèrdua de càrrega del captador per un cabal de 1 l/min per m² serà inferior a 1 m c.a.

El captador portarà, preferentment, un orifici de ventilació, de diàmetre no inferior a 4 mm, situat en la part inferior de forma que puguin eliminar-se acumulacions d'aigua en el

captador. L'orifici es realitzarà de manera que l'aigua pugui drenar-se en la seva totalitat sense afectar a l'aïllament.

Quan s'utilitzin captadors amb absorbidors d'alumini, obligatòriament s'utilitzaran fluids de treball amb un tractament inhibidor dels ions de coure i ferro.

6.3.- Acumuladors

Quan l'acumulador porti incorporada una superfície d'intercanvi tèrmic entre el fluid primari i l'aigua sanitària, en forma de serpentí o camisa de doble evolvent, es denominarà interacumulador.

Quan l'intercanviador estigui incorporat a l'acumulador, la placa d'identificació indicarà a més, les següents dades:

- Superfície d'intercanvi tèrmic en m².
- Pressió màxima de treball del circuit primari.

Cada acumulador vindrà equipat de fàbrica dels necessaris maneguts d'acoblament, soldats abans del tractament de protecció, per les següents funcions:

- Maneguet roscat per l'entrada d'aigua freda i la sortida d'aigua calenta.
- Registre embridat per la inspecció de l'interior de l'acumulador i eventual acoblament del serpentí.
- Maneguet roscat per l'entrada i sortida del fluid primari.
- Maneguet roscat pels accessoris com el termòmetre i el termòstat.
- Maneguet per al buidat.

Els acumuladors vindran equipats de fàbrica amb les boques necessàries soldades abans d'efectuar el tractament de protecció interior.

L'acumulador estarà enterament recobert amb material aïllant, i és recomanable disposar d'una protecció mecànica en xapa pintada al forn, PRFV, o làmina de material plàstic.

Tots els acumuladors aniran equipats amb la protecció catòdica establerta pel fabricant per garantir la durabilitat de l'acumulador.

Tots els acumuladors es protegiran, com a mínim, amb els dispositius indicats en el punt 5 de la Instrucció Tècnica Complementària MIE-AP-11 del Reglament d' Aparells a Pressió (Ordre 11764 de 31 de maig de 1985 – BOE número 148 de 21 de juny de 1985).

La utilització d'acumuladors de formigó requerirà la presentació d'un projecte firmat per un tècnic competent.

D'acord amb aquestes especificacions, podran utilitzar-se acumuladors de les característiques i tractament descrits a continuació:

- Acumuladors d'acer vitrificat de volum inferior a 1000 l.
- Acumuladors d'acer amb tractament epoxídic.
- Acumuladors d'acer inoxidable.
- Acumuladors de coure.
- Acumuladors no metàl·lics que suporten la temperatura màxima del circuit, compleixen les normes UNE que els hi són d'aplicació i està autoritzada la seva utilització per les Companyies de subministrament d'aigua potable.
- Acumuladors d'acer negre (només en circuits tancats, sense aigua de consum).

6.4.- Intercanviadors de calor

S'indicarà el fabricant model de l'intercanviador de calor, així com les dades de les seves característiques d'actuació mesurats pel propi fabricant o per un laboratori acreditat.

L'intercanviador seleccionat resistirà la pressió màxima de treball de la instal·lació. En particular es donarà una atenció especial als intercanviadors que, com en el cas dels dipòsits de doble paret, presenten grans superfícies exposades per un costat a la pressió i per un altre, a l'atmosfera, o bé, a fluids a major pressió.

En cap cas s'utilitzaran interacumuladors amb evolvent que dificultin la convecció natural en l'interior de l'acumulador.

Els materials de l'intercanviador de calor resistiran la temperatura màxima de treball del circuit primari i seran compatibles amb el fluid de treball.

Els intercanviadors de calor utilitzats en circuits d'aigua sanitària seran d'acer inoxidable o coure.

El disseny de l'intercanviador de calor permetrà la seva neteja utilitzant productes líquids.

El fabricant de l'intercanviador de calor garantirà un factor d'embrutiment menor al permès en disseny, dimensionat i càlcul de Instal·lacions d'Energia Solar Tèrmica.

Els tubs dels intercanviadors de calor tipus serpentí submergit en el dipòsit, tindran diàmetres interiors inferiors o iguals a una polzada, per instal·lacions per circulació forçada. En instal·lacions per termosifó, tindran un diàmetre mínim d'una polzada.

Qualsevol intercanviador de calor existent entre el circuit de captadors i el sistema de subministrament al consum, no hauria de reduir l'eficiència del captador degut a un increment en la temperatura de funcionament de captadors en més del que els següents criteris especifiquen:

- Quan el guany solar del captador hagi arribat al valor màxim possible, la reducció de la eficiència del captador degut a l'intercanviador de calor no haurà de sobrepassar el 10% (en valor absolut).
- Si s'instal·la més d'un intercanviador de calor, aquest valor tampoc hauria de ser sobrepassat per la suma de les reduccions degudes a cada intercanviador. El criteri s'aplica també si existeix en el sistema un intercanviador de calor en la part de consum.
- Si en una instal·lació a mesura només s'utilitza un intercanviador entre el circuit de captadors i l'acumulador, la transferència de calor de l'intercanviador de calor per unitat d'àrea de captador no haurà de ser menor de $40 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$.

Es recomana dimensionar l'intercanviador de calor, en funció de la seva aplicació, amb les condicions expressades en la taula següent:

Aplicació	Temperatura entrada primari	Temperatura sortida secundari	Temperatura entrada secundari
Piscines	50 °C	28 °C	24 °C
Aigua calenta sanitària	60 °C	50 °C	45 °C
Calefacció a baixa temperatura	60 °C	50 °C	45 °C
Refrigeració/Calefacció	105 °C	90 °C	75 °C

Taula 2.- Temperatura intercanviador de calor.

La pèrdua de càrrega de disseny en l'intercanviador de calor no serà superior a 3 m c.a., tant en el circuit primari com en el secundari.

El factor d'embrutiment de l'intercanviador de calor no serà superior a l'especificat en la taula següent per cada tipus d'aigua utilitzada com a fluid de treball.

Circuit de consum	m²·K/W
Aigua tova i neta	0,0006
Aigua dura	0,0012
Aigua molt dura i/o bruta	0,0018
Circuits tancats	0,0008

Taula 3.- Factor d'embrutiment de l'intercanviador.

6.5.- Bombes de circulació

Les bombes podran ser del tipus en línia, de rotor sec o humit o de bancada. Sempre que sigui possible s'utilitzaran bombes tipus circuladores en línia.

En circuits d'aigua calenta per usos sanitaris, els materials de la bomba seran resistents a la corrosió.

Els materials de la bomba del circuit primari seran compatibles amb les mescles anticongelants i en general amb el fluid de treball utilitzat.

Les bombes seran resistents a les avaries produïdes per efecte de les incrustacions de calç.

Les bombes seran resistents a la pressió màxima del circuit.

La bomba es seleccionarà de forma que el cabal i la pèrdua de càrrega de disseny es trobin dins de la zona de rendiment òptim especificat pel fabricant.

Quan totes les connexions siguin en paral·lel, el cabal nominal serà igual al cabal unitari de disseny multiplicat per la superfície total de captadors connectats en paral·lel.

La pressió de la bomba haurà de compensar totes les pèrdues de càrrega del circuit corresponent.

La potència elèctrica paràsita per la bomba no haurà de sobrepassar els valors donats en la següent taula:

Sistema	Potència elèctrica de la bomba
Sistemes petits	50 W o 2% de la major potència calorífica que pugui subministrar el grup de captadors
Sistemes grans	1% de la major potència calorífica que pugui subministrar el grup de captadors

Taula 4.- Potència elèctrica de la bomba.

La potència màxima de la bomba especificada anteriorment exclou la potència de les bombes dels sistemes de drenatge amb recuperació, que només és necessària per emplenar el sistema després d'un drenatge.

La bomba permetrà efectuar de forma simple la operació de desaireació o purga.

6.6.- Canonades

En sistemes directes s'utilitzarà coure o acer inoxidable en el circuit primari. S'admeten canonades de material plàstic acreditat apte per aquesta aplicació.

En les canonades del circuit primari podran utilitzar-se materials com l'acer negre, el coure i l'acer inoxidable, amb unions roscades, soldades o embridades i protecció exterior amb pintura anticorrosiva. S'admet material plàstic acreditat apte per a aquesta aplicació.

En el circuit secundari o de servei d'aigua calenta sanitària, podrà utilitzar-se coure i acer inoxidable. A més, podran utilitzar-se materials plàstics que suporten la temperatura màxima del circuit, compleixen les normes UNE que els hi són d'aplicació i estigui autoritzada la seva utilització per les Companyies de subministrament d'aigua potable.

Les canonades de coure seran tubs estirats en fred i unions per capil·laritat (UNE 37153).

No s'utilitzaran canonades d'acer negre per circuits d'aigua sanitària.

Quan s'utilitzi alumini en canonades o accessoris, la velocitat del fluid serà inferior a 1,5 m/s i el seu pH estarà comprès entre 5 i 7. No es permetrà l'ús d'alumini en sistemes oberts o sistemes sense protecció catòdica.

Quan s'utilitzi acer en canonades o accessoris, la velocitat del fluid serà inferior a 3 m/s en sistemes tancats i el pH del fluid de treball estarà comprès entre 5 i 9.

El diàmetre de les canonades es seleccionarà de manera que la velocitat de circulació del fluid sigui inferior a 2 m/s quan la canonada es trobi pels locals habitats i a 3 m/s quan el traçat sigui a l'exterior o pels locals no habitats.

El dimensionat de les canonades es realitzarà de manera que la pèrdua de càrrega unitària en canonades mai sigui superior a 40 mm de columna d'aigua per metre lineal.

Per escalfament de piscines es recomana que les canonades siguin de PVC i de gran diàmetre per tal d'obtenir un bon cabal amb la menor pèrdua de càrrega possible. En la majoria dels casos, no necessiten cap tipus especial d'aïllament tèrmic.

7.7.- Vàlvules

L'elecció de les vàlvules es realitzarà d'acord amb la funció que desenvolupen i les condicions extremes de funcionament (pressió i temperatura), essent preferentment els criteris que a continuació es citen:

- Per aïllament: vàlvules d'esfera.
- Per equilibrat de circuits: vàlvules d'assentament.
- Per buidat: vàlvules d'esfera o de mascle.
- Per emplenat: vàlvules d'esfera.
- Per purga d'aire: vàlvules d'esfera o de mascle.
- Per seguretat: vàlvules de ressort.
- Per retenció: vàlvules de disc de doble comporta, o de clapeta o especials per sistemes per termosifó.

Als efectes d'aquest PCT, no es permetrà la utilització de vàlvules de comporta.

L'acabat de les superfícies d'assentament i obturador ha d'assegurar l'estanquitat al tancament de les vàlvules, per les condicions de servei especificades.

El volant i la palanca han de ser de dimensions suficients per assegurar el tancament i l'obertura de forma manual amb la aplicació d'una força raonable, sense l'ajuda de mitjans auxiliars. L'òrgan de comandament no haurà d'interferir amb l'aïllament tèrmic de la canonada i del cos de vàlvula.

Les superfícies de l'assentament i de l'obturador s'han de poder canviar. L'empaquetadura ha de ser substituïble en servei, amb la vàlvula oberta al màxim, sense necessitat de desmuntar-la.

Les vàlvules roscades i les de papallona seran de disseny tals que, quan estiguin correctament acoblades a les canonades, no es produeixin interferències entre la canonada i l'obturador.

En el cos de la vàlvula hi aniran troquelats la pressió nominal PN, expressada en bar o kp/cm^2 , i el diàmetre nominal DN, expressat en mm o polzades, almenys quan el diàmetre sigui igual o superior a 25 mm.

La pressió nominal mínima de tot tipus de vàlvules i accessoris haurà de ser igual o superior a 4 kg/cm^2 .

Els diàmetres lliures en els assentaments de les vàlvules han de ser corresponents amb els diàmetres nominals de les mateixes, i en cap cas inferiors a 12 mm.

Les vàlvules de seguretat, per la seva important funció, han de ser capaces de derivar la potència màxima del captador o grup de captadors, inclòs en forma de vapor, de manera que en cap cas sobrepassi la màxima pressió de treball del captador o del sistema.

Les vàlvules de retenció es situaran a la canonada d'impulsió de la bomba, entre la boca i el maneguet antivibratori, i en qualsevol cas, aigües amunt de la vàlvula d'intercepció.

Els purgadors automàtics d'aire es construiran amb els següents materials:

- Cos i tapa de fosa de ferro o llautó.
- Mecanisme d'acer inoxidable.
- Flotador i assentament d'acer inoxidable.
- Obturador de goma sintètica.

Els purgadors automàtics resistiran la temperatura màxima de treball del circuit.

6.8.- Vas d'expansió

Vas d'expansió obert

Els vasos d'expansió oberts compliran amb els següents requisits:

- Els vasos d'expansió oberts es construiran soldats o rematxats, en totes les seves juntes, i reforçats per evitar deformacions, quan el seu volum ho exigeixi.
- El material i tractament del vas d'expansió serà capaç de resistir la temperatura màxima de treball.

- El volum útil del vas d'expansió obert es determinarà de manera que sigui capaç d'absorbir l'expansió completa del fluid de treball entre les temperatures extremes de funcionament.
- El nivell mínim lliure d'aigua dels vasos d'expansió oberts es situaran a una alçada mínima de 2,5 metres per sobre del punt més alt de la instal·lació.
- Els vasos d'expansió oberts tindran una sortida de sobreeixidor.
- Els vasos d'expansió oberts, quan s'utilitzin com a sistemes d' emplenat o reemplenat, disposaran d'una línia d'alimentació automàtica, mitjançant sistemes tipus flotador o similar.
- La sortida de sobreeixidor es situarà de manera que l' increment del volum d'aigua abans del sobreeixidor sigui igual o major que un terç del volum del dipòsit. Al mateix temps, permetrà que, amb aigua freda, el nivell sigui tal que al incrementar la temperatura d'aigua en el sistema a la temperatura màxima de treball, no es vessi.
- En cap cas la diferència d'alçades entre el nivell d'aigua freda en el dipòsit i el sobreeixidor serà inferior a 3 cm.
- El diàmetre del sobreeixidor serà igual o major al diàmetre de la canonada d' emplenat. En tot cas, el dimensionament del sobreeixidor assegurarà que, amb vàlvules de flotador totalment obertes i una pressió de xarxa de 4 kg/cm^2 , no es vessi l'aigua.
- La capacitat d'aforament de la vàlvula de flotació, quan s'utilitzi com a sistema d' emplenat, no serà inferior a 5 l/min. En qualsevol cas, el diàmetre de la canonada d' emplenat no serà inferior a $\frac{1}{2}$ polzades o 15 mm.
- El flotador del sistema d' emplenat resistirà, sense deteriorament, la temperatura màxima de treball durant 48 hores.

Vas d'expansió tancat

La canonada de connexió del vas d'expansió no s'aïllarà tèrmicament i tindrà volum suficient per refredar el fluid abans d'arribar al vas.

Les dades que serveixen de base per la selecció del vas són les següents:

- Volum total d'aigua en la instal·lació, en litres.
- Temperatura mínima de funcionament, per la qual s'assumirà el valor de $4 \text{ }^\circ\text{C}$, a la que correspongui la màxima densitat.

- Temperatura màxima que pugui arribar l'aigua durant el funcionament de la instal·lació.
- Pressions mínima i màxima de servei, en bars, quan es tracti de vasos tancats.
- Volum d'expansió calculat, en litres.

Els càlculs donaran com a resultat final el volum total del vas i la pressió nominal PN, que són les dades que defineixen les seves característiques de funcionament. Els vasos d'expansió tancats compliran amb el Reglament de Recipients a Pressió i estaran degudament timbrats.

La temperatura extrema del circuit primari serà, com a mínim, la temperatura d'estancament del captador.

El volum de dilatació serà, com a mínim, igual al 4,3% del volum total de fluid en el circuit primari.

Els vasos d'expansió tancats es dimensionaran de forma que la pressió mínima en fred en el punt més alt del circuit no sigui inferior a $1,5 \text{ kg/cm}^2$ i la pressió màxima en calent en qualsevol punt del circuit no superi la pressió màxima de treball dels components.

El dispositiu d'expansió tancat del circuit de captadors haurà d'estar dimensionat de tal manera que, inclòs després d'una interrupció del subministrament de potència a la bomba de circulació del circuit de captadors just quan la radiació solar sigui màxima, es pugui restablir l'operació automàticament quan la potència estigui disponible de nou.

Quan el mitjà de transferència de calor pugui evaporar-se sota condicions d'estancament, s'ha de realitzar un dimensionament especial del volum d'expansió. A més de dimensionar-lo com és usual en sistemes de calefacció tancats (l'expansió del mitjà de transferència de calor complet), el dipòsit d'expansió haurà de ser capaç de compensar el volum del mitjà de transferència de calor en tot el grup de captadors complet, incloent-hi totes les canonades de connexió entre captadors, més un 10%.

6.9.- Aïllament

L'aïllament d'acumuladors en que la seva superfície sigui inferior a 2 m² tindrà un espessor mínim de 30 mm, per volums superiors l'espessor mínim serà de 50 mm.

L'espessor d'aïllament del canviador de calor no serà inferior a 20 mm.

Els espessors de l'aïllament (expressats en mm) de canonades i accessoris situats a l'interior no seran inferiors als valors que figuren en la següent taula:

Fluid interior calent				
Diàmetre exterior (mm) (*)	Temperatura del fluid (°C) (**)			
	40 a 65	66 a 100	101 a 150	151 a 200
D ≤ 35	20	20	30	40
35 < D ≤ 60	20	30	40	40
60 < D ≤ 90	30	30	40	50
90 < D ≤ 140	30	40	50	50
140 < D	30	40	50	60

Taula 5.- Espessors de l' aïllament.

(*) Diàmetre exterior de la canonada sense aïllar

(**) S'escull la temperatura màxima de la xarxa

Per a canonades i accessoris situats a l'exterior, els valors de la taula anterior s'incrementarien en 10 mm com a mínim.

Per a materials amb conductivitat tèrmica λ , en W/(m·K), diferent de 0,04, l'espessor mínim e (en mm) que s'ha d'usar es determinarà, en funció de l'espessor de referència e_{ref} (en mm) de la taula anterior, aplicant les següents fórmules:

- Aïllament de superfícies planes:

$$e = e_{ref} \lambda / \lambda_{ref}$$

- Aïllament de superfícies cilíndriques:

$$e = Di/2 \left(\left(\exp(\lambda / \lambda_{ref}) \ln(Di + 2e_{ref}/Di) \right) - 1 \right)$$

on e és l'espessor de l'aïllament buscat, e_{ref} és l'espessor de referència, D_i és el diàmetre interior de la secció circular, "exp" és la funció exponencial (e^x), i λ i λ_{ref} són les conductivitats tèrmiques respectives. λ_{ref} té com a valor 0,04.

El valor de la conductivitat tèrmica a introduir en les fórmules anteriors ha de considerar-se a la temperatura mitja de servei de la massa d'aïllament.

El material aïllant es subjectarà amb mitjans adequats, de manera que no pugui desprendre's de les canonades o accessoris.

Quan el material aïllant de canonada i accessoris sigui de fibra de vidre, haurà de cobrir-se amb una protecció no inferior a la proporcionada per un recobriment de vena i enguixat. En els trams que transcorren per l'exterior serà acabada amb pintura asfàltica.

L'aïllament no deixarà zones visibles de canonades o accessoris, quedant únicament a l'exterior els elements que siguin necessaris pel bon funcionament i operació dels components.

Per la protecció del material aïllant situat a l'intempèrie es podrà utilitzar una coberta o revestiment d'enguixat protegit amb pintures asfàltiques, polièsters reforçats amb fibra de vidre o xapa d'alumini. En el cas de dipòsits o canviadors de calor situats en l'intempèrie, podran utilitzar-se folres de teles plàstiques.

Si s'utilitza una manta tèrmica per evitar pèrdues nocturnes en piscines, es tindrà en compte la possibilitat de que proliferin microorganismes en ella, això implica que s'haurà de netejar periòdicament.

6.10.- Purga d'aire

En general, el traçat del circuit evitarà els camins tortuosos, per tal d'afavorir el desplaçament de l'aire atrapat fins als punts alts.

Els traçats horitzontals de canonada tindran sempre una pendent mínima del 1% en el sentit de circulació.

Si el sistema està equipat amb línies de purga, hauran de ser col·locades de tal manera que no es puguin gelar i no es pugui acumular aigua en les línies. Els orificis de descàrrega hauran d'estar disposats de tal manera que el vapor o mitjà de transferència de calor que sigui per les vàlvules de seguretat no causin cap risc a les persones, materials o medi ambient.

S'evitarà l'ús de purgadors automàtics en cas de preveure la formació de vapor en el circuit. Els purgadors automàtics hauran de suportar, almenys, la temperatura d'estancament del captador.

En el traçat del circuit haurà d'evitar-se, en la manera que sigui possible, els sifons invertits, però quan s'utilitzin, es situaran sistemes similars als descrits en paràgrafs anteriors en el punt més desfavorable del sífó.

6.11.- Sistema d' emplenat

Els sistemes amb vas d'expansió obert podran utilitzar-lo com a sistema d' emplenat.

Els circuits amb vas d'expansió tancat han d'incorporar un sistema d' emplenat manual o automàtic que permeti emplenar el circuit i mantenir-lo pressuritzat. En general és recomanable l'adopció d'un sistema d' emplenat automàtic amb la inclusió d'un dipòsit de recàrrega o altre dispositiu, de manera que mai s'utilitzi un fluid pel circuit primari les característiques del qual incompleixin aquest Plec de Condicions Tècniques. Serà obligatori quan existeixi risc de gelades o quan la font habitual de subministrament d'aigua incompleixi les condicions de pH i puresa en l'apartat "Requisits generals" del present PCT.

En qualsevol cas, mai podrà reemplenar-se el circuit primari amb aigua de la xarxa si les seves característiques puguin donar lloc a incrustacions, deposicions o atacs en el circuit, o si aquest circuit necessita anticongelant per risc de gelades o qualsevol altre additiu pel seu correcte funcionament.

Les instal·lacions que requereixen anticongelants han d'incloure un sistema que permeti l'emplenat manual del mateix.

Per a disminuir els riscos de fallades s'evitaran les aportacions incontrolades d'aigua de reposició als circuits tancats i l'entrada d'aire que pugui augmentar els riscos de corrosió originats per l'oxigen de l'aire. És aconsellable no utilitzar vàlvules d'emplenat automàtiques.

6.12.- Sistema elèctric i de control

El sistema elèctric i de control complirà amb el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) en tots aquells punts que siguin d'aplicació. Els quadres seran dissenyats seguint els requisits d'aquestes especificacions i es construiran d'acord amb el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió i amb les recomanacions de la Comissió Electrotècnica Internacional (CEI).

L'usuari estarà protegit contra possibles contactes directes i indirectes.

El sistema de control inclourà senyalitzacions lluminoses de l'alimentació del sistema del funcionament de bombes.

El rang de temperatura ambient de funcionament del sistema de control estarà, com a mínim, entre -10°C i 50°C .

El temps mínim entre errors especificats pel fabricant del sistema de control diferencial, no serà inferior a 7000 hores.

Els sensors de temperatura suportaran les màximes temperatures previstes en el lloc en que s'ubiquin. Hauran de suportar sense alteracions de més de 1°C , les següents temperatures en funció de l'aplicació:

- A.C.S. i calefacció per terra radiant i "fan coils": 100°C
- Refrigeració/calefacció: 140°C
- Usos industrials: funció de la temperatura d'ús

La localització i instal·lació dels sensors de temperatura haurà d'assegurar un bon contacte tèrmic amb la part en la qual s'hagi de mesurar la mateixa. Per aconseguir-ho en el cas de les d'immersió, s'instal·laran en contracorrent amb el fluid. Els sensors de temperatura hauran d'estar aïllats contra la influència de les condicions ambientals que les rodegin.

La ubicació de les sondes ha de realitzar-se de manera que aquestes mesurin exactament les temperatures que es vulguin controlar, instal·lant-se els sensors en l'interior de beines i evitant-se les canonades separades de la sortida dels captadors i les zones d'estancament en els dipòsits.

Preferentment les sondes seran d'immersió. Es tindrà una cura especial en assegurar una adequada unió entre les sondes de contactes i la superfície metàl·lica.

6.13.- Sistemes de monitorització

El sistema de monitorització realitzarà l'adquisició de dades, almenys, amb la següent freqüència:

- Presa de mesures o estats de funcionament: cada minut
- Càlcul de mesures de valors i registre: cada 10 minuts
- Temps d'emmagatzematge de dades registrades: mínim 1 any

Les variables analògiques que han de ser mesurades pel sistema de monitorització seran sis com a mínim, i entre les quals hauran d'estar les quatre següents:

- Temperatura d'entrada d'aigua freda
- Temperatura de subministrament d'aigua calenta solar
- Temperatura de subministrament d'aigua calenta de consum
- Cabal d'aigua de consum

El sistema de monitorització registrarà, amb la mateixa freqüència, l'estat de funcionament de les bombes de circulació de primari i secundari, l'actuació de les limitacions per màxima o mínima i el funcionament del sistema d'energia auxiliar.

Opcionalment, el sistema de monitorització mesurarà, a més, les següents variables:

- Temperatura d'entrada a captadors

- Temperatura de sortida de captadors
- Temperatura d'entrada al circuit secundari
- Temperatura de sortida al circuit secundari
- Radiació global sobre pla de captadors
- Temperatura ambient exterior
- Pressió d'aigua en el circuit primari
- Temperatura freda de l'acumulador
- Temperatures de sortida de varis grups de captadors
- Variables que permetin el coneixement del consum energètic del sistema auxiliar

El tractament de les dades mesurades proporcionarà, almenys, els següents resultats:

- Temperatura mitja de subministrament d'aigua calenta a consumir
- Temperatura mitja de subministrament d'aigua calenta solar
- Demanda d'energia tèrmica diària
- Energia solar tèrmica aportada
- Energia auxiliar consumida
- Fracció solar mitja
- Consums propis de la instal·lació (bombes, controls, etc.)

Amb les dades registrades es procedirà a l'anàlisi de resultats i avaluació de les prestacions diàries de la instal·lació. Aquestes dades quedaran arxivades en un registre històric de prestacions.

6.14.- Equips de mesura

Mesura de la temperatura

Les mesures de temperatura es realitzaran mitjançant sensors de temperatura.

La mesura de la diferència de temperatura entre dos punts del fluid de treball es realitzarà mitjançant citats sensors de temperatura, degudament connectats, per obtenir de manera directa la lectura diferencial.

Respecte a la col·locació de les sondes, han de ser preferentment d'immersió i situades a una distància màxima de 5 cm del punt on volem mesurar la temperatura. Les beines

destinades a allotjar les sondes de temperatura, han d'introduir-se en les canonades sempre en contracorrent i en un lloc on es creïn turbulències.

Mesura de cabal

La mesura de cabal de líquids es realitzarà mitjançant turbines, mesuradores de flux magnètic, mesuradores de flux de desplaçament positiu o procediment gravimètric o de qualsevol altre tipus, de manera que la precisió sigui igual o superior a $\pm 3\%$ en tots els casos.

Quan existeixi un sistema de regulació exterior, aquest estarà precintat i protegit contra intervencions fraudulentament.

Es subministraran les següents dades dins de la Memòria de Disseny o Projecte, que hauran de ser facilitades pel fabricant:

- Calibre del comptador
- Temperatura màxima del fluid
- Cabals:
 - o En servei continu
 - o Màxim (durant alguns minuts)
 - o Mínim (amb precisió mínima del 5%)
- D'arrancada
- Indicació mínima de l'esfera
- Capacitat màxima de totalització
- Pressió màxima de treball
- Dimensions
- Diàmetre i tipus de les connexions
- Pèrdua de càrrega en funció del cabal

Quan existeixi, el mesurador s'ubicarà en l'entrada d'aigua freda de l'acumulador solar.

Mesura d'energia

Els comptadors d'energia tèrmica estaran constituïts pels següents elements:

- Comptador de cabal d'aigua, descrit anteriorment
- Dos sondes de temperatura
- Microprocessador electrònic, muntat en la part superior del comptador o separat

En funció de la ubicació de les dos sondes de temperatura, es mesurarà l'energia aportada per la instal·lació solar o pel sistema auxiliar. En el primer cas, una sonda de temperatura situada en l'entrada de l'aigua freda de l'acumulador solar i una altra en la sortida de l'aigua calenta del mateix.

Per mesurar l'aportació d'energia auxiliar, les sondes de temperatura es situaran en l'entrada i sortida del sistema auxiliar.

El microprocessador podrà estar alimentat per la xarxa elèctrica o mitjançant piles, amb una duració de servei mínima de 3 anys.

El microprocessador multiplicarà la diferència d'ambdues temperatures pel cabal instantani d'aigua i el seu pes específic. La integració en el temps d'aquestes quantitats proporcionarà la quantitat d'energia aportada.

7. CONDICIONS DE MUNTATGE

7.1.- Generalitats

La instal·lació es construirà en la seva totalitat utilitzant materials i procediments d'execució que garanteixin les exigències del servei, durabilitat, salubritat i manteniment.

Es tindrà en compte les especificacions donades pels fabricants de cada un dels components.

A efectes de les especificacions de muntatge de la instal·lació, aquestes es complementaran amb l'aplicació de les reglamentacions vigents que tinguin competència en el cas.

És responsabilitat del subministrador comprovar que l'edifici reuneixi les condicions necessàries per a suportar la instal·lació, indicant-ho expressament a la documentació.

És responsabilitat del subministrador comprovar la qualitat dels materials i l'aigua utilitzats, vigilat que s'ajustin a l'especificat en aquestes normes, i evitar l'ús de materials incompatibles entre si.

El subministrador serà responsable de la vigilància dels seus materials durant l'emmagatzematge i el muntatge, fins a la recepció provisional.

Les obertures de connexió de tots els aparells i màquines hauran d'estar convenientment protegides durant el transport, l'emmagatzematge i el muntatge, fins que no es procedeixi a la seva unió, per mitjà d'elements de tamponament de forma i resistència adequada per evitar l'entrada de cossos estranys i brutícies dins els aparells.

Es tindrà especial compte amb materials fràgils i delicats, com lluminàries, mecanismes, equips de mesura, etc. que hauran de quedar degudament protegits.

Durant el muntatge, el subministrador haurà d'evacuar de l'obra tots els materials sobrants de treballs efectuats amb anterioritat, en particular de retalls de conduccions i cables.

Tanmateix, al final de l'obra, haurà de netejar perfectament tots els equips (captadors, acumuladors, etc.), quadres elèctrics, instruments de mesura, etc. de qualsevol tipus de brutícia, deixant-los en perfecte estat.

Abans de la seva col·locació, totes les canalitzacions hauran de passar un reconeixement i netejar-se de qualsevol cos estrany, com rebaves, òxids, brutícies, etc.

L'alineació de les canalitzacions amb unions i canvis de direcció es realitzarà amb els corresponents accessoris i/o caixes, centrant els eixos de les canalitzacions amb els de les peces especials, sense tenir que recórrer a forçar la canalització.

En les parts malmeses per fregaments amb els equips, produïts durant el trasllat o el muntatge, el subministrador aplicarà pintura rica en zinc o un altre material equivalent.

La instal·lació dels equips, vàlvules i purgadors permetrà el seu posterior accés a les mateixes a efectes del seu manteniment, reparació o desmuntatge.

Una vegada instal·lats, es procurarà que les plaques de característiques dels equips siguin visibles.

Tots els elements metàl·lics que no estiguin degudament protegits contra la oxidació per el fabricant, seran recoberts amb dos mans de pintura antioxidant.

Els circuits de distribució d'aigua calenta sanitària es protegiran contra la corrosió per mitjà d'ànodes de sacrifici.

Tots els equips i circuits podran buidar-se total o parcialment, realitzant-se això des dels punts més baixos de la instal·lació.

Les connexions entre els punts de buidat i desguàs es realitzaran de forma que el pas de l'aigua no quedi perfectament visible.

Les ampolletes de purga estaran sempre en llocs accessibles i, sempre que sigui possible, visibles.

7.2.- Muntatge de l'estructura de suport i captadors

Si els captadors són instal·lats als teulats dels edificis, s'haurà d'assegurar l'estanquitat en els punts d' ancoratge.

La instal·lació permetrà l'accés als captadors de manera que el seu desmuntatge sigui possible en cas de trencament, podent desmuntar cada captador amb el mínim de repercussions sobre la resta de captadors.

Les canonades flexibles es connectaran als captadors, utilitzant, preferentment, accessoris de curvatura superior a les especificades per el fabricant.

El subministrador evitarà que els captadors quedin exposats al sol durant llargs períodes durant el muntatge. En aquest període les connexions del captador han d'estar obertes a l'atmosfera, però impeding l'entrada de brutícia.

Un cop acabat el muntatge, durant un temps previ a l' arrancada de la instal·lació, si es preveu que aquesta pugui prolongar-se, el subministrador procedirà a tapar els captadors.

7.3.- Muntatge de l'acumulador

L'estructura de suport per als dipòsits i la seva fixació es realitzarà segons la normativa vigent.

L'estructura suport i la seva fixació per a dipòsits de més de 1000 litres situats en cobertes o pisos haurà de ser dissenyada per un professional competent. La ubicació dels acumuladors i les seves estructures de suport quan aquestes es situïn en cobertes de pisos tindrà en compte les característiques de l'edificació, i necessitarà per a dipòsits de més de 300 litres el disseny d'un professional competent.

7.4.- Muntatge del bescanviador

Es tindrà en compte l'accessibilitat del bescanviador, per a operacions de substitució o reparació.

7.5.- Muntatge de la bomba

Les bombes hauran d' estar en línia amb l'eix de rotació horitzontal i amb espai suficient perquè el conjunt motor-rodet pugui ser fàcilment desmuntat. L'acoblament d'una bomba en línia amb la canonada podrà ser de tipus roscat fins a un diàmetre DN 32.

El diàmetre de les canonades d'acoblament no podrà ser mai inferior al diàmetre de la boca d'aspiració de la bomba.

Les canonades connectades a les bombes en línia es suportaran en les proximitats de les bombes de manera que no provoquin esforços recíprocs.

La connexió de les canonades a les bombes no podrà provocar esforços recíprocs (s'utilitzaran maneguets antivibratoris quan la potència d'accionament sigui superior a 700 W).

Totes les bombes estaran dotades de preses per a la medició de pressions a l'aspiració i a l'impulsió.

Totes les bombes hauran de protegir-se, aigües amunt, per mitjà de la instal·lació d'un filtre de malla o tela metàl·lica.

Quan es muntin bombes amb estopades, s'instal·laran sistemes d' omplert automàtics.

7.6.- Muntatge de canonades i accessoris

Abans del muntatge haurà de comprovar-se que les canonades no estiguin trencades, esquerdades, doblegades, aixafades, oxidades o danyades de qualsevol altra manera.

S'emmagatzemaran en llocs on estiguin protegides contra els agents atmosfèrics. Durant la seva manipulació s'evitaran els fregaments, rodaments i arrossegaments, que podrien danyar la resistència mecànica, les superfícies calibrades de les extremitats o les proteccions anticorrosió.

Les peces especials, maneguets, les gomes d'estanqueïtat, etc. es guardaran en locals tancats.

Les canonades seran instal·lades de forma ordenada, utilitzant fonamentalment tres eixos perpendiculars entre si i paral·lels al elements estructurals de l'edifici, exceptuant les pendents que s'hi ha de deixar.

Les canonades s'instal·laran tant properes com sigui possible a les parets, deixant l'espai suficient per la manipulació dels aïllaments i els accessoris. En qualsevol cas, la distància mínima de les canonades o els seus accessoris als elements estructurals serà de 5 cm.

Les canonades passaran sempre per sota de les canalitzacions elèctriques que creuin o corrin paral·lelament.

La distància en línia recta entre la superfície exterior de la canonada, amb el seu eventual aïllament, i la del cable o tub protector no ha de ser inferior a les següents:

- 5 cm per a cables sota tub amb tensió inferior a 1000 V.
- 30 cm per a cables sense protecció amb tensió inferior a 1000 V.
- 50 cm per a cables amb tensió superior a 1000 V.

Les canonades no s'instal·laran mai per sobre dels equips elèctrics com quadres o motors.

No es permetrà la instal·lació de canonades en forats i sales de màquines d'ascensors, centres de transformació, xemeneies i conductes de climatització o ventilació.

Les connexions de les canonades als components es realitzaran de forma que no es transmetin esforços mecànics.

Les connexions dels components al circuit han de ser fàcilment desmuntables mitjançant brides o ràcords, amb la finalitat de facilitar la seva substitució o reparació.

Els canvis de secció de les canonades horitzontals es realitzarà de manera que s'eviti la formació de bosses d'aire, mitjançant maneguets de reducció excèntrics o enrasant les generatrius superiors de les unions soldades.

Per evitar la formació de bosses d'aire, els trams horitzontals de canonada es muntaran sempre amb un pendent ascendent, en del sentit de la circulació, de l'1 %.

Es facilitaran les dilatacions de canonades utilitzant els canvis de direcció o dilatadors axials.

Les unions de canonades d'acer podran ser per soldadura o roscades. Les unions amb valvuleria i equips podran ser roscades fins a 2", per diàmetres superiors es realitzaran les unions mitjançant brides.

En cap cas es permetrà cap tipus de soldadura en canonades galvanitzades.

Les unions de canonades de coure es realitzaran mitjançant maneguts soldats per capil·laritat.

En circuits oberts el sentit del flux de l'aigua haurà de ser sempre de l'acer al coure.

El dimensionat, distància i disposició dels suports de canonada es realitzarà d'acord amb les prescripcions de l' UNE 100.152.

Durant el muntatge de les canonades s'evitaran en els talls per a la unió de canonades, les rebaves i escòries.

En les ramificacions soldades, el final del tub ramificat no ha de projectar-se cap a l'interior del tub principal.

Els sistemes de seguretat i expansió es connectaran de forma que s'eviti qualsevol acumulació de brutícia o impureses.

Les dilatacions que pateixen les canonades al variar la temperatura del fluid, han de compensar-se a fi d'evitar trencaments en els punts més dèbils, que solen ser les unions entre canonades i els aparells, on solen concentrar-se els esforços de dilatació i contracció.

En les sales de màquines s'aprofitaran els freqüents canvis de direcció, perquè la xarxa de canonades tingui la suficient flexibilitat i pugui suportar les variacions de longitud.

En els trams de canonada de gran longitud, horitzontals o verticals, es compensaran els moviments de canonades mitjançant dilatadors axials.

7.7.- Muntatge de l'aïllament

L'aïllament no podrà quedar interromput en el moment de travessar elements estructurals de l'edifici.

El maneigament passamurs haurà de tenir les dimensions suficients per així poder passar la conducció i el seu aïllament, amb una distància sobrant màxima de 3 cm.

Tampoc es permetrà la interrupció de l'aïllament tèrmic en els suports de les conduccions, que podran estar o no completament envoltades de material aïllant.

El pont tèrmic constituït per el mateix suport haurà de quedar interromput per la interposició d'un material elàstic (goma, filtre, etc.) entre el mateix i la conducció.

Després de la instal·lació de l'aïllament tèrmic, els instruments de mesura i de control, així com vàlvules de desguàs, volant, etc., hauran de quedar visibles i accessibles.

Les franges i fletxes que diferenciïn el tipus de fluid transportat en l' interior de les conduccions, es pintaran o s'enganxaran sobre la superfície exterior de l'aïllament o de la seva protecció.

7.8.- Muntatge dels comptadors

S'instal·laran sempre entre dos vàlvules de tall per facilitar el seu desmuntatge. El subministrador haurà de preveure algun sistema (“ by-pass “ o carret de canonada) que permeti el funcionament de la instal·lació encara que el comptador sigui desmuntat per a la seva calibració o manteniment.

En qualsevol cas, no hi haurà cap obstacle hidràulic a una distància igual, almenys, deu vegades el diàmetre de la canonada abans i cinc vegades després del comptador.

Quan l'aigua pugui arrossegar partícules sòlides en suspensió, s'instal·larà un filtre de malla fina abans de comptador.

7.9.- Muntatge d'instal·lacions per circulació forçada

Els canvis de direcció en el circuit primari es realitzaran amb corbes amb un radi mínim de tres vegades el diàmetre del tub.

Es tindrà especial cura en mantenir la secció interior de pas de les canonades, evitant aixafaments durant el muntatge.

Es permetrà reduir l'aïllament de la canonada de retorn, per facilitar l'efecte termosifó.

8.- GARANTIES

El subministrador garantirà la instal·lació durant un període mínim de 3 anys, per tots els materials utilitzats i el procediment empleat en el seu muntatge.

Sense perjudici de qualsevol possible reclamació a tercers, la instal·lació serà reparada d'acord amb aquestes condicions generals si ha patit una avaria degut a un defecte de muntatge o de qualsevol dels components, sempre que hagi estat manipulada correctament d'acord amb el que està establert en el manual d'instruccions.

La garantia es concedeix a favor del comprador de la instal·lació, fet que comportarà justificar-se degudament mitjançant el corresponent certificat de garantia, amb la data que s'acrediti en la certificació de la instal·lació.

Si s'hagués d'interrompre l'explotació del subministrament degut a raons de les que és responsable el subministrador o a reparacions que el subministrador hagi de realitzar per complir les estipulacions de la garantia, el plaç es prolongarà per la duració total de dites interrupcions.

La garantia comprèn la reparació o reposició, en el seu cas, dels components i les peces que puguin resultar defectuoses, així com la mà d'obra emprada en la reparació o reposició durant el plaç de vigència de la garantia.

Queden expressament inclosos totes les demás despeses, com són el temps de desplaçament, mitjans de transport, amortització de vehicles i eines, disponibilitat d'altres mitjans i eventuais ports de recollida i devolució dels equips per la seva reparació en els tallers del fabricant.

Així mateix s'han d'incloure la mà d'obra i materials necessaris per efectuar els ajustos i eventuais reglatges del funcionament de la instal·lació.

Si en un plaç raonable, el subministrador incompleix les obligacions derivades de la garantia, el comprador de la instal·lació podrà, prèvia notificació escrita, fixar una data final perquè el subministrador compleixi amb les mateixes. Si el subministrador no

compleix amb les seves obligacions en aquest últim plaç, el comprador de la instal·lació podrà realitzar per si mateix o contractar a un tercer per realitzar les oportunes reparacions, sense perjudici de l'execució del aval prestat i de la reclamació per danys i perjudicis en els que hauria incorregut el subministrador.

La garantia podrà anul·lar-se quan la instal·lació hagi estat reparada, modificada o desmuntada, encara que només sigui una part, per persones alienes al subministrador o als serveis d'assistència tècnica dels fabricants no autoritzats expressament pel subministrador.

Quan l'usuari detecti un defecte de funcionament en la instal·lació, ho comunicarà al subministrador. Quan el subministrador consideri que és un defecte de fabricació d'algun component ho comunicarà al fabricant.

El subministrador atindrà l'avís en un plaç de:

- 24 hores, si s'interromp el subministrament d'aigua calenta, procurant establir un servei mínim fins el correcte funcionament d'ambdós sistemes (solar i de recolzament).
- 48 hores, si la instal·lació solar no funciona.
- Una setmana, si el fallo no afecta al funcionament.

Les avaries de les instal·lacions es repararan en el seu lloc d'ubicació pel subministrador.

Si l'avaria d'algun component no pogués ser reparada en el domicili de l'usuari, el component haurà de ser enviat al taller oficial designat pel fabricant a càrrec del subministrador.

El subministrador realitzarà les reparacions o reposicions de peces amb la major rapidesa possible una vegada rebut l'avís d'avaria, però no es responsabilitzarà dels perjudicis causats per la demora en aquestes reparacions sempre que sigui inferior a 15 dies naturals.

9.- BIBLIOGRAFIA

- Instalaciones de Energía Solar Térmica.
(Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura)