

**MEMORIA DE ENERGÍA SOLAR
PARA AGUA CALIENTE SANITARIA.**

EDIFICIO:

SITUADO EN:

PETICIONARIO:

PROYECTISTA:

Fecha:

ÍNDICE

1	DESCRIPCIÓN.....	3
2	NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	3
3	CONFIGURACIÓN BÁSICA DE LA INSTALACIÓN.....	4
4	COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.....	4
4.1	Captadores solares.....	4
4.1.1	Características de los captadores.....	4
4.1.2	Distribución de los captadores.....	5
4.1.3	Conexión de los captadores.....	5
4.1.4	Estructura soporte de los captadores.....	6
4.2	Sistema de acumulación.....	7
4.3	Intercambiador de calor.....	9
4.4	Circuitos hidráulicos.....	9
4.4.1	Circuito primario.....	9
4.4.2	Circuito secundario.....	10
4.4.3	Circuito de consumo.....	10
4.4.4	Bombas de circulación.....	10
4.4.5	Vaso de expansión.....	11
4.4.6	Purgadores.....	11
4.4.7	Sistema de control.....	12
4.5	Sistemas de medida.....	13
4.6	Sistema de energía convencional auxiliar.....	13
5	CÁLCULOS.....	14
5.1	Cálculo de la demanda energética por consumo de agua caliente sanitaria.....	14
5.2	Cálculo de la demanda energética de la piscina cubierta.....	15
5.4	Volumen de acumulación.....	21
5.5	Potencia de intercambio.....	21
5.6	Volumen vaso de expansión.....	24
5.7	Circuito hidráulico.....	22
5.7.1	Caudal.....	22
5.7.2	Pérdidas de carga.....	23
6	MANTENIMIENTO.....	25
6.1	Plan de vigilancia.....	25
6.2	Plan de mantenimiento.....	25

1 DESCRIPCIÓN

El objeto de este proyecto es el diseño y el cálculo de las instalaciones para (1)

- (1) *Calentamiento de agua caliente sanitaria, Climatización piscinas cubiertas; Calentamiento de agua piscinas descubiertas*

En el edificio situado en:

Tipo de actuación: (2).

- (2) *Nueva construcción Rehabilitación edificio existente Cambio de uso del edificio
Climatización piscina cubierta Ampliación que en sí misma constituya un edificio independiente*

El edificio está destinado a (3).

- (3) *Usos del edificio contemplados según C.T.E. y Ordenanzas:
Vivienda unifamiliar Vivienda multifamiliar Hospitales y clínicas Residencia estudiantes o geriátricas
Hotel ***** Hotel **** Hotel *** Hotel/Hostal ** Hostal/Pensión * Camping
Vestuario/duchas colectivas Escuelas Cuarteles Gimnasios Fábricas/talleres
Administrativos Lavanderías Restaurantes Cafeterías Locales sin uso definido*

2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

El proyecto se ha desarrollado cumpliendo la siguiente normativa:

- RD 314/2006 Código Técnico de la Edificación, documento básico DB HE, Ahorro de energía, Sección HE 4, Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria;
 - (4).
- (4) *Indicar si existe algún otro Decreto u Ordenanza aplicable. (Incluidos en la Guía).*

Los cálculos de la instalación se han realizado siguiendo lo establecido en (5), que es la normativa más exigente, de acuerdo con el apartado 15.4 de la Parte 1 del CTE, que indica, que los valores derivados de la exigencia básica HE4 tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes.

- (5) *Indicar el Decreto u Ordenanza aplicada, si procede. En caso contrario eliminar la frase.*

3 CONFIGURACIÓN BÁSICA DE LA INSTALACIÓN

En líneas generales, la instalación está compuesta por un campo de captadores solares térmicos (6) situados en del edificio, un sistema de intercambio y acumulación (7) y un sistema de aporte de energía convencional auxiliar mediante (8).

(6)	<i>Captador plano</i>	<i>Captador de vacío</i>	<i>Captador con cubierta transparente</i>	<i>Captador sin cubierta</i>
(7)	<i>Centralizada</i>	<i>Distribuida</i>	<i>Mixta, acumulador centralizado + acumuladores individuales</i>	
(8)	<i>Caldera individual</i>	<i>Caldera colectiva</i>	<i>Resistencia eléctrica</i>	<i>Bomba de calor</i>
	<i>Gas natural</i>	<i>Gas Propano/Butano</i>	<i>Gasóleo</i>	<i>Electricidad</i>

Los tres sistemas están unidos entre sí mediante circuitos hidráulicos que conducen el fluido caloportador o el agua de consumo según el esquema de la instalación recogido en los planos correspondientes.

Los componentes de la instalación y sus características se describen en los siguientes apartados.

4 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.

4.1 Captadores solares.

4.1.1 Características de los captadores

Tipo captador: (6)

Marca:

Modelo:

Certificación: Nº Organismo:

validez hasta:

según RD 891/1980 de 14 de Abril y Orden de 28 de Julio de 1980

Superficie captador:	m ²
Superficie de apertura:	m ²
Rendimiento óptico:	%
Coefficiente de pérdidas:	según CTE menor de 10 Wm ² /°C

4.1.2 Distribución de los captadores

Los captadores están situados en (9)

(9) *superficie o cubierta horizontal* *superposición arquitectónica* *integración arquitectónica*

Inclinación captador: °

Latitud captador: °

Desviación respecto sur (ángulo azimut): °

4.1.3 Conexión de los captadores.

Los captadores se disponen en filas constituidas por el mismo número de elementos, excepto . Las filas de captadores se conectan entre sí en (10), habiéndose instalado válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

(10) *paralelo* *serie* *serie-paralelo*

Dentro de cada fila los captadores se conectan (10). El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tiene en cuenta las limitaciones del fabricante. Por tratarse de una aplicación exclusivamente de a.c.s. se pueden conectar en serie (11)

(11) *hasta 10 m² en las zonas climáticas I y II* *hasta 8 m² en la zona climática III*
hasta 6 m² en las zonas climáticas IV y V.

La conexión entre captadores y entre filas se ha realizado de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente mediante (12)

(12) *retorno invertido (recomendado)* *instalación de válvulas de equilibrado.*

4.1.4 Estructura soporte de los captadores.

La estructura soporte cumple las exigencias del Código Técnico de la Edificación en cuanto a seguridad.

El cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores permiten las dilataciones térmicas necesarias, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del captador son suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuadas, de forma que no se produzcan flexiones en el captador, superiores a las permitidas por el fabricante.

Los topes de sujeción de los captadores y la propia estructura no arrojan sombra sobre los captadores.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, la estructura y la estanquidad entre captadores se ajusta a las exigencias indicadas en la parte correspondiente del Código Técnico de la Edificación y demás normativa de aplicación.

Estas condiciones generales se deben particularizar a la instalación proyectada, que admite diversas posibilidades de anclaje dependiendo de la forma de colocación elegida. La posición habitual de los captadores suele ser la cubierta del edificio por su mejor soleamiento debido a la ausencia de obstáculos, aunque también pueden situarse en zonas libres de la parcela. Podemos distinguir tres situaciones de implantación:

- superficie o cubierta horizontal
- superposición arquitectónica
- integración arquitectónica

4.2 Sistema de acumulación.

El sistema de acumulación solar estará constituido por (13) depósito(s) **centralizado(s)** de (13) litros cada uno, que será(n) de configuración (14) y estará(n) ubicado(s) en , situación que permite su sustitución por envejecimiento o averías.

(13) *Indicar número y volumen de los depósitos centralizados*

(14) *vertical (preferentemente) horizontal (debidamente justificado)*

Además se dispone de (15) depósito(s) **individual(es)** de (15) litros cada uno, también de configuración (14) y ubicado(s) en , situación que permite su sustitución por envejecimiento o averías.

(15) *Indicar número y volumen de los depósitos individuales*

Los depósitos instalados son del tipo (16)

(16) *depósitos sin intercambiador incorporado*

depósito con intercambiador incorporado o interacumulador de doble pared

depósito con intercambiador incorporado o interacumulador de serpentín

Estos depósitos, se conectan (17)

(17) *en serie invertida en el circuito de consumo (preferentemente),*

en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrados.

Los acumuladores llevan válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos no intencionados al exterior del depósito en caso de daños del sistema, y sus conexiones permiten la desconexión individual de los mismos, sin interrumpir el funcionamiento de la instalación, disponiendo de válvulas de corte.

El acumulador estará certificado de acuerdo con la Directiva Europea 97/23/CEE de Equipos de Presión e incorporará una placa de características, con la información del fabricante, identificación del equipo a presión, volumen, presiones y pérdida de carga del mismo. Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de características indicará, además, la superficie de intercambio térmico en m² y la presión máxima de trabajo del circuito primario.

El acumulador está construido con (18) y enteramente recubierto con material aislante.

(18) *Indicar material*

- *acero vitrificado con protección catódica,*
- *acero con un tratamiento que asegura la resistencia a la temperatura y a la corrosión con un sistema de protección catódica,*
- *acero inoxidable adecuado al tipo de agua y temperatura de trabajo,*
- *cobre,*
- *no metálicos que soporten la temperatura máxima del circuito y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable,*
- *acero negro (sólo en circuitos cerrados, cuando el agua de consumo pertenezca a un circuito terciario).*

Para la prevención de la legionelosis se ha optado por (19), instalándose un termómetro en lugar fácilmente visible para la comprobación de la temperatura.

(19) *en instalaciones prefabricadas se alcanzará el nivel térmico necesario mediante el no uso de la instalación en el resto de instalaciones, se admite el conexionado puntual entre el sistema auxiliar y el acumulador solar, de forma que se pueda calentar éste último con el auxiliar otro método permitido por la legislación vigente*

Situación de las conexiones (20) (21):

(20) *Se considera el caso general de depósitos verticales. Para el caso excepcional de depósitos horizontales las tomas de agua caliente y fría estarán situadas en extremos diagonalmente opuestos.*

(21) *En el caso de acumulador comercial remitirse al catálogo técnico del fabricante, en caso contrario para depósito vertical cumplimentar lo siguiente.*

- la altura de la conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al intercambiador es de cm, comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo;
- conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores por la parte inferior;
- conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red por la parte inferior;
- extracción de agua caliente del acumulador por la parte superior.

4.4.2 Circuito secundario (28).

(28) *Definir los distintos circuitos secundarios existentes y sus características.*

El circuito secundario va (29) y está constituido por tuberías de (30) formando todo ello un circuito cerrado. Las uniones serán (31)

(29) *desde el intercambiador externo al acumulador (En este caso será necesario un circuito terciario) desde el interacumulador a la instalación de apoyo de energía convencional auxiliar*

(30) *acero inoxidable cobre sanitario plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito y cuya utilización esté autorizada por las compañías de suministro de agua potable*

(31) *roscadas soldadas embridadas por fusión*

Elegir Se ha concebido un circuito hidráulico equilibrado en sí mismo

Se ha dispuesto un control de flujo mediante válvulas de equilibrado

Las válvulas de acuerdo con las funciones que desempeñan serán de material compatible con las tuberías y son las indicadas en los planos de la instalación correspondientes. Según su función serán (26)

El fluido caloportador de este circuito es (27)

4.4.3 Circuito de consumo.

Circuito por el que circula el agua de consumo hasta cada usuario. Este circuito quedará definido en el capítulo correspondiente de fontanería.

4.4.4 Bombas de circulación

Las bombas empleadas son de tipo centrífugo, están dimensionadas para vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por la tubería, y mantienen la presión deseada en cualquier punto de la instalación.

Se han dispuesto (32) bombas en el circuito primario y en los secundarios.

(32) *Indicar las bombas instaladas en cada circuito.*

Cuando se trate de instalaciones superiores a 50 m² se instalarán dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se preverá el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.

Las características técnicas de las bombas instaladas son (33)

(33) *Indicar la potencia, pérdida de carga y características de las bombas instaladas en cada circuito.*

4.4.5 Vaso de expansión

Se han instalado (34) en el circuito primario y (34) en el secundario.

(34) *Indicar las unidades y el tipo abierto (sistemas de potencia térmica inferior a 70 Kw) cerrado*

La conexión de los vasos de expansión al circuito primario se realiza de forma directa, sin intercalar ninguna válvula o elemento de cierre que puede aislar el vaso de expansión del circuito que debe proteger.

4.4.6 Purgadores.

En los puntos altos de la salida de las baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se han colocado (35).

(35) *sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín es de superior a 100 cm³.*

purgador de accionamiento manual (recomendados en el primario)

purgador de accionamiento automático (no utilizar cuando se prevea la formación de vapor en el circuito) que soportan la temperatura de estancamiento del captador y en cualquier caso hasta 130 °C en las zonas climáticas I, II y III y hasta 150 °C en las zonas climáticas IV y V.

separadores de aire que originan una perturbación del flujo del fluido y favorecen la separación del aire que se acumula en su parte superior donde se sitúa un purgador para su extracción

4.4.7 Sistema de control

El sistema de control instalado es del tipo (36) asegura el correcto funcionamiento de la instalación obteniendo un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar.

(36) *de circulación forzada, lo que supone un control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de tipo diferencial.*

con depósito de acumulación solar, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito actúa en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control está ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor que 2 °C.

Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.

El sistema de control asegura que en ningún caso se alcancen temperaturas (37) superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos, y que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura 3 °C superior a la de congelación del fluido.

(37) *Indicar temperatura de tarado*

Sólo para piscinas cubiertas

Para el control de la temperatura del agua de la piscina se dispone una sonda de temperatura en el retorno de agua al intercambiador de calor y un termostato de seguridad con rearme manual en la impulsión que actúe sobre el sistema de generación de calor. La temperatura de tarado del termostato de seguridad será °C (38), °C mayor que la temperatura máxima de impulsión.

(38) *Indicar los °C, como máximo, 10 °C mayor que la temperatura máxima de impulsión*

4.5 Sistemas de medida

La instalación dispone de los suficientes aparatos de medida de presión y temperatura que permiten su correcto funcionamiento. (39)

(39) *Añadir si procede*

Por tratarse de una instalación superior a 20 m² se dispone de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables:

- *temperatura de entrada agua fría de red* °C
- *temperatura de salida acumulador solar* °C
- *caudal de agua fría de red* l/h

4.6 Sistema de energía convencional auxiliar.

Se dispone un equipo de energía convencional auxiliar para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista y garantizar la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o demanda superior a la prevista.

El sistema convencional auxiliar está diseñado para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.

Se trata de (40) que utiliza (41). Dispone de un termostato de control de temperatura que en condiciones normales de funcionamiento permite cumplir la legislación vigente en cada momento referente a la prevención y control de la legionelosis.

(40) *Caldera individual con acumulación* *Caldera individual modulante (sin acumulación)*

Caldera colectiva *Resistencia eléctrica* *Bomba de calor*

(41) *Gas natural* *Gas Propano/Butano* *Gasóleo* *Electricidad*

5 CÁLCULOS

5.1 Cálculo de la demanda energética por consumo de agua caliente sanitaria.

Para el cálculo de la demanda, se han considerado los valores unitarios de consumo en litros de A.C.S. por día establecidos en (42).

(42) *Indicar el Decreto u Ordenanza aplicada para el cálculo.*

Estos valores deben ser mensuales, por lo que se han multiplicado por el número de días de cada mes.

Se ha elegido una temperatura en el acumulador final de °C (43), según lo especificado en (42).

(43) *En el caso del CTE o reglamentación que lo contemple, y si la temperatura en el acumulador final es diferente de 60 °C, indicar:*

Se ha elegido una temperatura en el acumulador final diferente de 60 °C, alcanzándose la contribución solar mínima correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 °C. No obstante, la demanda a considerada a efectos de cálculo, se ha obtenido a partir de la siguiente expresión:

$$D(T) = \sum_1^{12} D_i(T) \quad D_i(T) = D_i(60 \text{ °C}) \times \left(\frac{60 - T_i}{T - T_i} \right)$$

siendo:

D(T) demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida

D_i(T) demanda de agua caliente sanitaria para el mes (i) a la temperatura T elegida

D_i(60 °C) demanda de agua caliente sanitaria para el mes (i), a la temperatura de 60 °C

T temperatura del acumulador final

T_i temperatura media del agua fría en el mes (i)

El cálculo de la demanda energética se realiza mediante la siguiente expresión, para cada mes del año, expresado en kWh/mes:

$$DE_{\text{mes}} = Q_{\text{día}} \times N \times (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AF}}) \times 1,16 \times 10^{-3}$$

siendo:

DE_{mes}	demanda energética, en kWh/mes
$Q_{\text{día}}$	consumo diario de agua caliente sanitaria a la temperatura de referencia $T_{\text{A.C.S.}}$, en l/día
N	número de días del mes considerado, días/mes,
$T_{\text{A.C.S.}}$	temperatura de referencia utilizada para la cuantificación del consumo de agua caliente, en °C
T_{AF}	temperatura del agua fría de la red, en °C

La temperatura del agua de la red se toma de la tabla del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura de IDAE, si no se establecen otras condiciones en la Ordenanza local o en la Reglamentación de la Comunidad Autónoma competente.

Los valores obtenidos de la demanda energética están recogidos en el Anexo de Cálculo.

5.2 Cálculo de la demanda energética de la piscina cubierta.

Para el cálculo de la demanda se toma como referencia lo establecido en la Sección HE4, del DB HE, considerando los valores ambientales de temperatura seca del aire del local de °C (44) y una humedad relativa del ambiente de % (45).

(44) *entre 2 °C y 3 °C mayor que la del agua, con un mínimo de 26 °C y un máximo de 28 °C,*

(45) *humedad relativa del ambiente se mantendrá entre el 55% y el 70%, siendo recomendable escoger el valor de 60%.*

La temperatura del agua será °C (46).

(46) *comprendida ente un mínimo de 23 °C y un máximo de 26 °C*

El cálculo de las pérdidas se han realizado (47) y están recogidas en el Anexo de Cálculo.

(47) *por el método simplificado recogido en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, individualizando el cálculo de cada una de las pérdidas por evaporación, convección y radiación..*

5.3 Cálculo de la cobertura del sistema solar. Método f-CHART

Se determina el porcentaje de la demanda energética mensual, o fracción solar mensual, como relación entre dos magnitudes adimensionales D_1 y D_2 , mediante la fórmula siguiente:

$$f = 1,029D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3$$

La secuencia que se ha seguido en el cálculo es la siguiente:

1. Cálculo de la radiación solar mensual incidente H_{mes} sobre la superficie inclinada de los captadores
2. Cálculo del parámetro D_1
3. Cálculo del parámetro D_2
4. Determinación de la fracción energética mensual f aportada por el sistema de captación solar, mediante gráficas o ecuaciones
5. Valoración de la cobertura solar anual, grado de cobertura solar o fracción solar anual F

El cálculo de la radiación solar disponible en los captadores solares se efectúa según la siguiente fórmula:

$$H_{mes} = k_{mes} \times H_{día} \times N$$

siendo:

- | | |
|-----------|---|
| H_{mes} | irradiación, o radiación solar incidente por m^2 de superficie de los captadores por mes, en kWh/(m^2 mes) |
| k_{mes} | coeficiente función del mes, de la latitud y de la inclinación de la superficie de captación solar |
| $H_{día}$ | irradiación, o radiación solar incidente por m^2 de superficie de los captadores por día, en kWh/(m^2 día) |
| N | número de días del mes. |

Las pérdidas por orientación, inclinación y sombras de la superficie de captación se han evaluado de acuerdo a lo estipulado en la Sección HE4 del DB HE del CTE, para considerar los límites máximos admisibles.

La valoración de las pérdidas por inclinación se han realizado según las tablas del Anexo X del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, que definen un factor de corrección k para superficies inclinadas, que representa el cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el ecuador e inclinada un determinado ángulo, y otra horizontal, para todas las latitudes del territorio español. Las correcciones debidas a las sombras y al ángulo de azimut se han realizado según los esquemas del CTE, y se recogen en el Anexo de Cálculo.

El parámetro D_1 expresa la relación entre la energía absorbida por el captador plano EA_{mes} y la demanda o carga energética mensual del edificio durante un mes, DE_{mes} .

$$D_1 = \frac{EA_{mes}}{DE_{mes}}$$

La expresión de la energía absorbida por el captador, EA_{mes} , es la siguiente:

$$EA_{mes} = S_c \times F'_R(\tau\alpha) \times H_{mes}$$

siendo:

EA_{mes} energía solar mensual absorbida por los captadores, en kWh/mes

S_c superficie de captación, en m^2

H_{mes} energía solar mensual incidente sobre la superficie de los captadores, en kWh/($m^2 \cdot mes$)

$F'_R(\tau\alpha)$ factor adimensional, cuya expresión es

$$F'_R(\tau\alpha) = F_R(\tau\alpha)_n \times \left[\frac{(\tau\alpha)}{(\tau\alpha)_n} \right] \times \frac{F'_R}{F_R}$$

donde:

- $F_R (\tau \alpha)_n$ factor de eficiencia óptica del captador, ordenada en origen de la curva característica del captador, dato que debe proporcionar el fabricante
- $[(\tau \alpha)/(\tau \alpha)_n]$ modificador del ángulo de incidencia. En general se puede tomar como constante:
 0,96 superficie transparente sencilla, o
 0,94 superficie transparente doble
- F'_R / F_R factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor 0,95

El parámetro D_2 expresa la relación entre la energía perdida por el captador EP_{mes} , para una determinada temperatura, y la demanda energética mensual del edificio DE_{mes} .

$$D_2 = \frac{EP_{mes}}{DE_{mes}}$$

La expresión de las pérdidas del captador es la siguiente:

$$EP_{mes} = S_c \times F'_R U_L \times (100 - T_{AMB}) \times \Delta t \times K_1 \times K_2$$

siendo:

EP_{mes} energía solar mensual perdida por los captadores, en kWh/mes

S_c superficie de captación solar, en m^2

$F'_R U_L$ factor, en kWh/(m^2 K), cuya expresión es:

$$F'_R U_L = F_R U_L \times \frac{F'_R}{F_R} \times 10^{-3}$$

donde:

$F_R U_L$ coeficiente global de pérdidas del captador, también denominado U_0 , en W/(m^2 K), pendiente de la curva característica del captador solar, dato proporcionado por el fabricante

F'_R / F_R factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor 0,95

T_{AMB} temperatura media mensual del ambiente en °C

Δt periodo del tiempo considerado, en horas.

K_1 factor de corrección por almacenamiento:

$$K_1 = \left[\frac{V}{75 \times S_c} \right]^{-0,25}$$

donde:

V volumen de acumulación solar, en litros. Se recomienda que el valor de V sea tal que se cumpla la condición $50 < V/S_c < 100$

K_2 factor de corrección para A.C.S. que relaciona las distintas temperaturas

$$K_2 = \frac{(11,6 + 1,18T_{AC} + 3,86T_{AF} - 2,32T_{AMB})}{(100 - T_{AMB})}$$

donde:

T_{AC} temperatura mínima del agua caliente sanitaria, que establece el apartado 1.1 de la Sección HE4 del DB HE, en 60 °C

T_{AF} temperatura del agua de la red, en °C

T_{AMB} temperatura media mensual del ambiente, en °C.

Se han utilizado las tablas del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, pero habrá que considerar las temperaturas de referencia que aparecen en las distintas ordenanzas para considerar las condiciones más desfavorables, en su caso.

La fracción solar anual se calcula por la razón entre la suma de aportaciones solares mensuales y la suma de las demandas energéticas de cada mes:

$$F = \frac{\sum_{1}^{12} EU_{mes}}{\sum_{1}^{12} DE_{mes}}$$

siendo:

EU_{mes} energía útil mensual aportada por la instalación solar para la producción del agua caliente sanitaria del edificio, en kWh/mes, determinada por la siguiente expresión:

$$EU_{mes} = f_{mes} \times DE_{mes}$$

f_{mes} fracción solar mensual

DE_{mes} demanda energética, en kWh/mes.

Una vez realizado el cálculo de la superficie de captadores solares S_c que cumplan la contribución solar mínima requerida, se podrá calcular la producción solar prevista definitiva EU_{mes} a partir de la demanda energética DE_{mes} y la fracción solar mensual.

En el caso de que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110% de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100% añadir:

Considerando que durante el/los mes(es) (48) del año la contribución solar real sobrepasa el 110% de la demanda energética o durante el/los mes(es) (48) la contribución solar real sobrepasa el 100%, se (49):

(48) *Indicar los meses en los que se sobrepasa el valor*

(49) *ha dotado a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario);*

procederá a tapar parcialmente el campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador);

vaciará parcialmente el campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento;

han desviado los excedentes energéticos a (indicar las aplicaciones a las que se desvía, piscina, etc.).

Debido a que (50) no ha sido posible alcanzar la contribución solar mínima exigida.

(50) *En el caso de existir disminución de la contribución solar mínima, indicar su causa:*

se cubre el aporte energético de a.c.s. mediante el aprovechamiento de energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia generación de calor del edificio.

el cumplimiento de este nivel de producción supone sobrepasar los criterios de cálculo que marca la legislación de carácter básico aplicable.

el emplazamiento del edificio no cuenta con suficiente acceso al sol por barreras externas al mismo.

por tratarse de rehabilitación de edificio, y existan limitaciones no subsanables derivadas de la configuración previa del edificio existente o de la normativa urbanística aplicable.

existen limitaciones no subsanables derivadas de la normativa urbanística aplicable, que imposibilitan de forma evidente la disposición de la superficie de captación necesaria.

por determinación del órgano competente que debe dictaminar en materia de protección histórico-artística.

5.4 Volumen de acumulación

El volumen de acumulación solar se ha dimensionado en función de la energía que aporta a lo largo del día de forma que sea acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

Por consiguiente para la relación V/A se ha considerado un valor de $50 < V/A < 180$ que cumple la condición:

$$50 < V/A < 180$$

siendo:

- A suma de las áreas de los captadores, en m^2
 V volumen del depósito de acumulación solar, en litros

5.5 Potencia de intercambio

Elegir según el tipo:

Intercambiador independiente:

la potencia se ha determinado para las condiciones de trabajo en las horas centrales suponiendo una radiación solar de 1.000 W/m^2 , un rendimiento de la conversión de energía solar del 50% y cumpliendo la condición $P \geq 500 \times A$

Intercambiador incorporado al acumulador:

la relación entre superficie útil de intercambio (S_{Ui}) y la superficie total de captación (S_{Tc}) es $S_{Ui} \geq 0,15 S_{Tc}$

Se instalará una válvula de cierre en cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor

5.7 Circuito hidráulico

5.7.1 Caudal.

El caudal del circuito primario se calcula a partir del caudal unitario por m² del captador, de su superficie y del número de ellos. El caudal del fluido portador se determina de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto (51).

(51) *En su defecto su valor está comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m² de red de captadores, lo que equivale a 43,2 l/hm² y 72 l/hm², respectivamente.*

Como base de los cálculos se ha considerado un valor medio de 50 l/h por m² de captación solar, para captadores solares conectados en paralelo, salvo otra indicación concreta del fabricante acerca del caudal recomendado para su captador.

El caudal que circula por una batería de captadores en paralelo es el resultado de la suma de caudales que circulan por cada uno de los captadores, en una conexión en serie el caudal se mantiene constante, siendo el mismo fluido el que atraviesa todos los captadores que componen la fila.

El caudal se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N$$

siendo:

Q caudal total del circuito primario, en l/h

Q_{captador} caudal unitario del captador, en l/(hm²)

A superficie de un captador solar, en m²

N número de captadores en paralelo, entendiéndose que el caudal de una serie equivale a un único captador

El caudal del circuito secundario es (52).

(52) *igual al caudal del circuito primario cuando se trata de un sistema con intercambiador externo en el caso de que el circuito secundario suministre directamente al consumo o a un segundo depósito acumulador el caudal será el de suministro de a.c.s.*

5.7.2 Pérdidas de carga.

Para calcular las pérdidas de carga se utiliza la expresión, derivada de la ecuación de Flamant, que relaciona el diámetro con el caudal de la siguiente forma:

$$P_{dc_{unitaria}} = 378 \times \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

siendo:

$P_{dc_{unitaria}}$ pérdida de carga en mm de columna de agua por metro lineal de tubería (mm c.a./m);
 Q caudal de circulación por la tubería, en l/h;
 D diámetro interior de la tubería, en mm.

5.7.3 Bomba de circulación.

Las bombas de circulación se han elegido a partir de las condiciones nominales de trabajo, definidas por el caudal de circulación Q y la altura manométrica del punto de funcionamiento H, cuya relación viene determinado por su curva característica, propia de cada aparato y que debe suministrar el fabricante. Los datos figuran en el Anexo de Cálculo.

La altura manométrica H de la bomba en el punto de trabajo debe compensar la pérdida de carga del circuito, determinada fundamentalmente por:

- Las pérdidas de carga del tramo más desfavorable de tuberías.
- La pérdida de carga producida por el intercambiador de calor, ya sea externo o incorporado al acumulador.
- La pérdida de carga de los captadores solares.

$$H = P_{d_{tuberías}} + P_{d_{intercambiador}} + P_{d_{captadores}}$$

En el Anexo se indican los datos de la pérdida de carga lineal en tramos de tubería, Pdctuberías, así como las pérdidas de carga singulares debidas a cambios de dirección, derivaciones o elementos hidráulicos existentes en la canalización, utilizando el método de las longitudes equivalentes.

5.7.4 Volumen vaso de expansión

Elegir según el tipo abierto o cerrado:

El volumen del vaso de expansión **abierto** se calcula mediante la fórmula:

$$V_{\text{vaso}} = V \times n$$

siendo:

V_{vaso} Volumen del vaso de expansión, litros.

V Volumen de fluido caloportador en el circuito primario, litros.

n Coeficiente de dilatación, incremento del volumen del fluido caloportador desde 4 °C hasta la temperatura máxima alcanzable por los captadores, adimensional.

El volumen del vaso de expansión **cerrado** se calcula mediante la fórmula:

$$V_{\text{vaso}} = V \times n \times \frac{P_f}{P_f - P_i}$$

siendo

V_{vaso} volumen del vaso de expansión, litros

V volumen de fluido caloportador en el circuito primario, litros

n coeficiente de dilatación, adimensional

P_f presión absoluta final del vaso de expansión, kg/cm²

P_i presión absoluta inicial del vaso de expansión, kg/cm²

6 MANTENIMIENTO

6.1 Plan de vigilancia

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia	Descripción
Captadores	<input type="checkbox"/> Limpieza cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	<input type="checkbox"/> Cristales	3 meses	Inspección visual condensaciones en las horas centrales del día
	<input type="checkbox"/> Juntas	3 meses	Inspección visual agrietamientos y deformaciones
	<input type="checkbox"/> Absorbedor	3 meses	Inspección visual corrosión, deformación, fugas, etc
	<input type="checkbox"/> Conexiones	3 meses	Inspección visual fugas
	<input type="checkbox"/> Estructura	3 meses	Inspección visual degradación, indicios de corrosión
Circuito primario	<input type="checkbox"/> Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6 meses	Inspección visual ausencia de humedad y fugas
	<input type="checkbox"/> Purgador manual	3 meses	Vaciar el aire del botellín
Circuito secundario	<input type="checkbox"/> Termómetro	Diaria	Inspección visual temperatura
	<input type="checkbox"/> Tubería y aislamiento	6 meses	Inspección visual ausencia de humedad y fugas
	<input type="checkbox"/> Acumulador solar	3 meses	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito

6.2 Plan de mantenimiento

Sistema de captación

Equipo	Frecuencia	Descripción
Captadores	6 meses	<input type="checkbox"/> Inspección visual diferencias sobre original
		<input type="checkbox"/> Inspección visual diferencias entre colectores
Cristales	6 meses	<input type="checkbox"/> Inspección visual condensaciones y suciedad
Juntas	6 meses	<input type="checkbox"/> Inspección visual agrietamientos, deformaciones
Absorbedor	6 meses	<input type="checkbox"/> Inspección visual corrosión, deformaciones
Carcasa	6 meses	<input type="checkbox"/> Inspección visual deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Conexiones	6 meses	<input type="checkbox"/> Inspección visual aparición de fugas
Estructura	6 meses	<input type="checkbox"/> Inspección visual degradación, indicios corrosión y apriete tornillos
Captadores	12 meses	<input type="checkbox"/> Tapado parcial campo de captadores
	12 meses	<input type="checkbox"/> Destapado parcial campo de captadores
	12 meses	<input type="checkbox"/> Vaciado parcial campo de captadores
	12 meses	<input type="checkbox"/> Llenado parcial campo de captadores

Sistema de acumulación

Equipo	Frecuencia	Descripción
Depósito	12 meses	<input type="checkbox"/> Presencia de lodos en fondo
Ánodo sacrificio	12 meses	<input type="checkbox"/> Comprobación del desgaste
Ánodo corriente impresa	12 meses	<input type="checkbox"/> Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12 meses	<input type="checkbox"/> Comprobar que no hay humedad

Sistema de intercambio

Equipo	Frecuencia	Descripción
Intercambiador placas	12 meses	<input type="checkbox"/> Control funcionamiento eficiencia y prestaciones
	12 meses	<input type="checkbox"/> Limpieza
Intercambiador serpentín	12 meses	<input type="checkbox"/> Control funcionamiento eficiencia y prestaciones
	12 meses	<input type="checkbox"/> Limpieza

Circuito hidráulico

Equipo	Frecuencia	Descripción
Fluido refrigerante	12 meses	<input type="checkbox"/> Comprobar su densidad y PH
Estanquidad	24 meses	<input type="checkbox"/> Efectuar prueba de presión
Aislamiento exterior	6 meses	<input type="checkbox"/> Inspección visual degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento interior	12 meses	<input type="checkbox"/> Inspección visual uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12 meses	<input type="checkbox"/> Control funcionamiento y limpieza
Purgador manual	6 meses	<input type="checkbox"/> Vaciar el aire del botellín
Bomba	12 meses	<input type="checkbox"/> Estanquidad
Vaso expansión cerrado	6 meses	<input type="checkbox"/> Comprobación de la presión
Vaso expansión abierto	6 meses	<input type="checkbox"/> Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6 meses	<input type="checkbox"/> Control funcionamiento actuación
Válvula de corte	12 meses	<input type="checkbox"/> Control funcionamiento actuación (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12 meses	<input type="checkbox"/> Control funcionamiento actuación

Sistema eléctrico y de control

Equipo	Frecuencia	Descripción
Cuadro eléctrico	12 meses	<input type="checkbox"/> Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12 meses	<input type="checkbox"/> Control funcionamiento actuación
Termostato	12 meses	<input type="checkbox"/> Control funcionamiento actuación
Sistema de medida	12 meses	<input type="checkbox"/> Verificación y control funcionamiento actuación

Sistema de energía auxiliar

Equipo	Frecuencia	Descripción
Sistema auxiliar	12 meses	<input type="checkbox"/> Control funcionamiento actuación
Sondas de temperatura	12 meses	<input type="checkbox"/> Control funcionamiento actuación