

ANEJO XIX: CUMPLIMIENTO DEL
CÓDIGO TÉCNICO DE LA
EDIFICACIÓN, DOCUMENTO BÁSICO
DE AHORRO DE ENERGÍA

ÍNDICE:

	Página
1.- INTRODUCCIÓN	3
1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN	3
2.- CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS	3
2.1.- CRITERIOS DE DEMANDA	3
2.2.- DATOS DE ENTRADA	4
2.2.1.-Datos climatológicos	5
3.- ESPECIFICACIONES DE LOS COMPONENTES	8
3.1.- ESPECIFICACIONES DEL CAPTADOR SOLAR	8
3.2.- ESPECIFICACIONES DEL ACUMULADOR	10
4.- DATOS DE SISTEMA SOLAR	11
5.- ANALISIS ENERGÉTICO	12
5.1.- CÁLCULO DE LA ENERGÍA ÚTIL	12
5.2.- CÁLCULO DE LA FRACCIÓN SOLAR ÚTIL	13
5.3.- RENDIMIENTO	14
6.- CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN	15
7.- CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR SOMBRAS	17
7.1.-SOMBRAS PRODUCIDAS POR OBSTÁCULOS	17
7.2.-SOMBRAS PRODUCIDAS POR CAPTADORES	18
8.- BIBLIOGRAFÍA	19

1.- INTRODUCCIÓN

En este anejo justificamos el cumplimiento del Documento Básico HE 4 del Código Técnico de la Edificación.

Nos ceñiremos al estricto cumplimiento del citado Documento Básico, cubriendo las necesidades de Agua Caliente Sanitaria (A.C.S) ya que en el siguiente anejo vamos a describir con detalle el sistema de climatización mediante una máquina de absorción.

1.1.- Ámbito de aplicación

Esta Sección es aplicable a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.

2.- CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

2.1.- Criterios de Demanda

El consumo por ocupante viene definido en las especificaciones técnicas del código técnico de la edificación (CTE) en la sección HE 4 (producción de agua caliente sanitaria por energía solar térmica), así mismo nos marca el CTE que la temperatura de referencia de acumulación para el diseño debe ser a 60°C.

- Fábricas y talleres (15 litros/día por persona); N° personas = 6
- Oficinas (3 litros/día por persona); N° personas = 6

En el tabla 1 se muestra el porcentaje de ocupación por meses del año, que condiciona el consumo energético de la instalación.

Tabla 1: % de ocupación de la Instalación durante el año

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
% ocupación	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se muestra el demanda en litros/ día de agua caliente

Tabla 2: Demanda de Agua Caliente Sanitaria (A.C.S) mensual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
l/día	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
kWh	203	179	191	177	179	170	171	175	173	183	185	203

Fuente: Elaboración propia

2.2.- Datos de entrada

El planteamiento de nuestro diseño del sistema de producción de ACS ha sido el de garantizar el máximo confort y economía del usuario, compatible con el máximo ahorro energético y la protección del medio ambiente, cubriendo las necesidades de ACS para la contribución solar mínima marcada por el CTE, que es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada a la demanda y la demanda energética anual, siendo estos valores variables en función de la zona climática, la demanda energética y la fuente de energía de apoyo en nuestro caso una caldera modulante, por tanto y como se muestra en la tabla 3, como Almería es zona climática V y con apoyo mediante lo que el CTE llama " caso general", hay que garantizar una cobertura solar del 70%

El porcentaje mínimo según el CTE para ACS en este caso es: 70 %

Teniendo en cuenta estos parámetros, lo primero sería sacar los datos geográficos y meteorológicos de la provincia de estudio

Tabla 3: Aportación solar en % suponiendo que la fuente energética de apoyo sea gasóleo.

Consumo de ACS		Aportación Solar (%) con combustible fosil				
(l/día a 60°C)		Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V
50	5000	30	30	50	60	70
5000	6000	30	30	55	65	70
6000	7000	30	35	63	70	70
7000	8000	30	45	65	70	70
8000	9000	30	52	70	70	70
9000	10000	30	55	70	70	70
10000	12500	30	65	70	70	70
12500	15000	30	70	70	70	70
15000	17500	35	70	70	70	70
17500	20000	45	70	70	70	70
Más de 20000		52	70	70	70	70

Fuente: Código Técnico de la Edificación, DB-HE4.

2.2.1.-Datos climatológicos

En la tabla 4 se muestran los datos climatológicos a considerar para el dimensionado solar.

Tabla 4: Datos climatológicos para el estudio

Provincia	Almería
Localidad	Alhama de Almería
a.s.n.m.(m)	520
Zona climática en temperaturas	A4
Zona climática en radiación	V
Orientación: Acimut	0
Orientación: Inclinación	45

Fuente: Código Técnico de la Edificación

La tabla 5 recoge los valores de radiación solar utilizados para calculo.

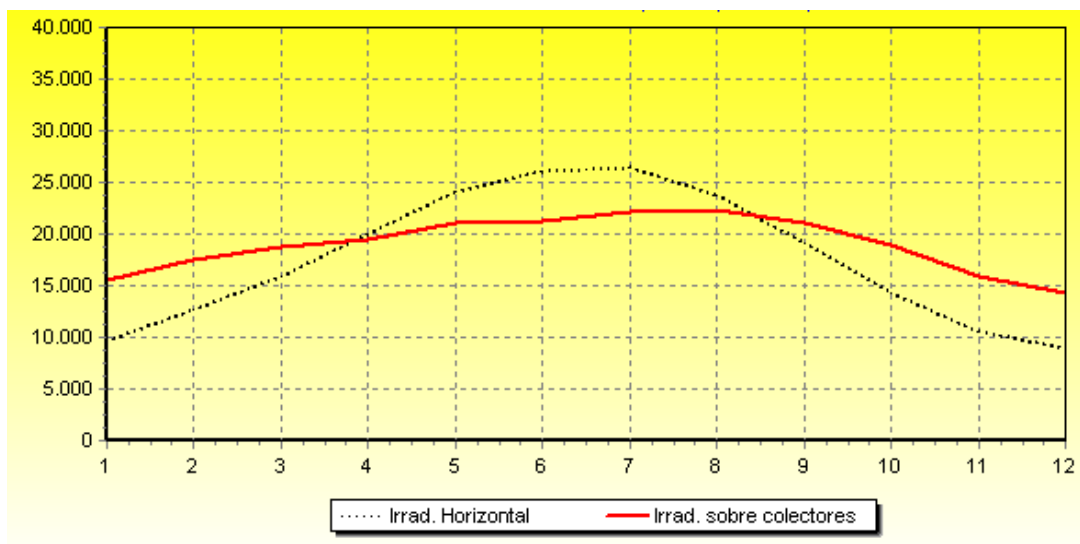
Tabla 5: Radiación Solar (kJ/m² día)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agó	Sep	Oct	Nov	Dic
Horz.	9720	12623	15951	19968	24132	26140	26470	23681	19066	14279	10525	8844
Ext.Hz	17111	22056	28732	35433	39780	41636	40637	37066	31063	24174	18241	15720
Kt	0,57	0,57	0,56	0,56	0,61	0,63	0,65	0,64	0,61	0,59	0,58	0,56
Incli.	15495	17582	18691	19538	21147	21224	22202	22239	21039	18869	15890	14250

Fuente: Código Técnico de le Edificación

La figura 1 representa gráficamente la Irradiación diaria media mensual.

Figura 1: Irradiación diaria media mensual (MJ/día m²)



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 aparecen los datos de temperatura ambiente y temperatura de agua de red

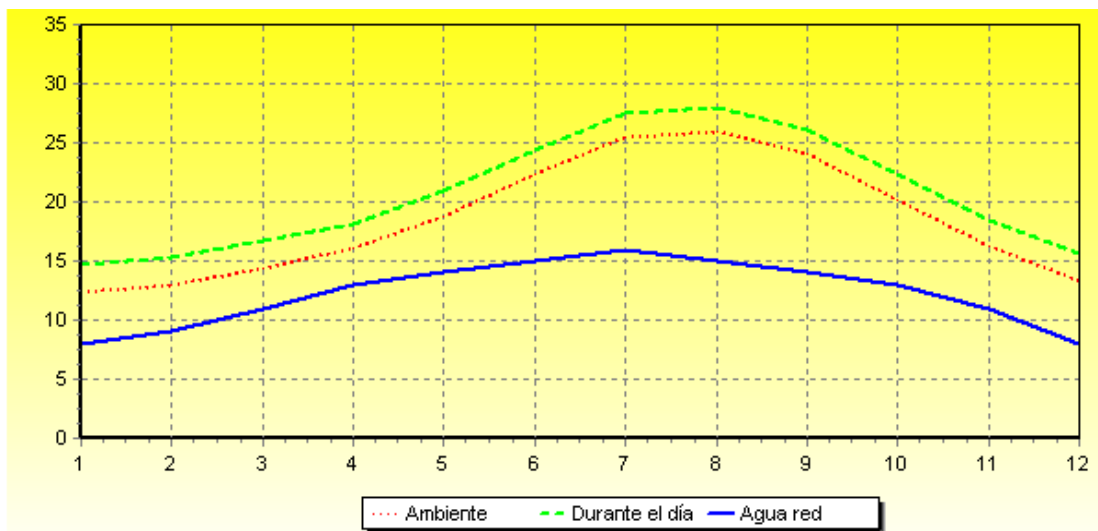
Tabla 6: Temperaturas en °C

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tamb	12,4	13,0	14,4	16,1	18,7	22,3	25,5	26,0	24,1	20,1	16,2	13,3
Tsol	14,7	15,3	16,7	18,1	20,9	24,4	27,5	27,9	26,1	22,4	18,4	15,6
Tred	8,0	9,0	11,0	13,0	14,0	15,0	16,0	15,0	14,0	13,0	11,0	8,0

Fuente: Código Técnico de le Edificación

La figura 2 representa gráficamente los valores medios mensuales de temperatura en °C

Figura 2: Valores medios mensuales de temperatura en °C



Fuente: Elaboración propia

3.- ESPECIFICACIONES DE LOS COMPONENTES

3.1.- Especificaciones del Captador Solar

Las especificaciones del Captador solar se describen en la tabla 7.

Tabla 7: Especificaciones del captador

Tipo	CP1
Área total	2,16 m ²
Área total de absorbedor	2,00 m ²
Peso en vacío	35 kg
Contenido de fluido	1,48 lt
Nº de cubiertas	1
Materiales de cubierta	Vidrio solar templado
Espesor de cubierta	3,20
Nº de tubos o canales	Verticales:9 Horizontales:2
Diámetro de tubos	8 mm x 0,5 mm
Fluidos de transferencia	Agua+Anticongelante
Material absorbedor	Lamina aluminio unida a tubos de cobre Soldadura laser de ultima generacion
Tratamiento superficial	Tratamiento selectivo de ALTA EFICIENCIA MIRO-THERM $\alpha > 95\%$
Dimensiones	1997x995 mm
Espesor aislamiento	25 mm
Aislamiento	Lana mineral
Carcasa	Aluminio
Dimen. totales	2054x1054x80 mm
Dimen. apertura	2000x1000 mm
Sellado	Sellador de juntas negro

Fuente: Solaris Energía Solar

El captador se caracteriza por su Curva de Rendimiento los valores que caracterizan esta curva aparecen recogidos en la tabla 8.

Tabla 8: Especificaciones de la Curva de Rendimiento del Captador y Condiciones de Ensayo.

Curva cuadrática en función Temperatura media

Valor de $a = 0,800$

Valor de $b = 3,400$

Valor de $c = 0,026$

Caudal de ensayo = $60(l/h m^2)$

C_p fluido de ensayo = $60 J/kg ^\circ C$

Fuente: CENER

La figura 3, es una imagen en 3 dimensiones que nos permite hacernos una idea de cómo es el captador solar que ocupará la cubierta colocado en baterías de 5 captadores.

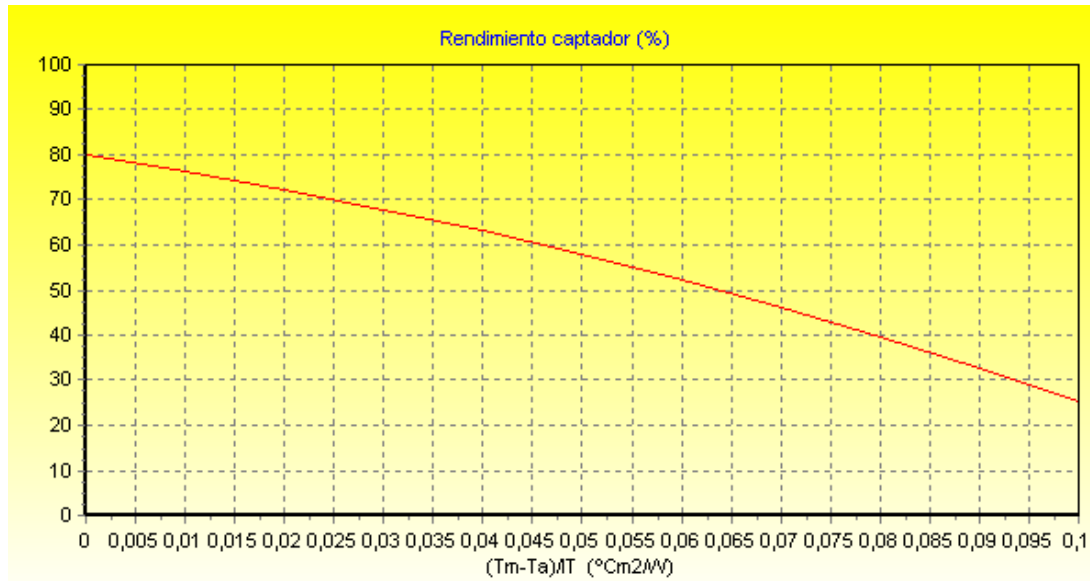
Figura 3: Captador Solar Solaris CP1



Fuente: Departamento Técnico Solaris

En la figura 4 observamos la representación gráfica de los valores de la curva cuadrática en función de la temperatura media.

Figura 4: Representación gráfica de la Curva Cuadrática

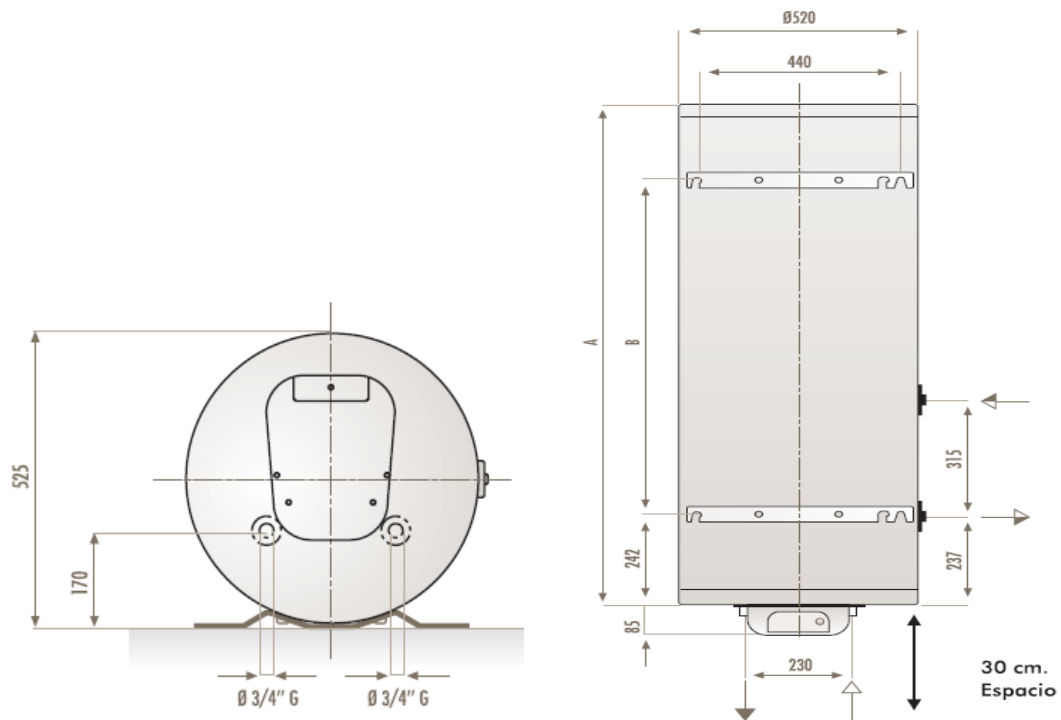


Fuente: Elaboración propia

3.2.- Especificaciones del Acumulador

El acumulador solar es el encargado de almacenar el agua caliente para el consumo sanitario, en este caso optamos por un interacumulador de 200 litros que ofrece las máximas garantías gracias al tratamiento vitrificado a más de $860^{\circ}C$, según Norma DIN 4753, el aislamiento es de espuma de poliuretano de alta densidad y sin CFC, en la figura 5 aparecen las cotas.

Figura 5: Cotas interacumulador 200 litros

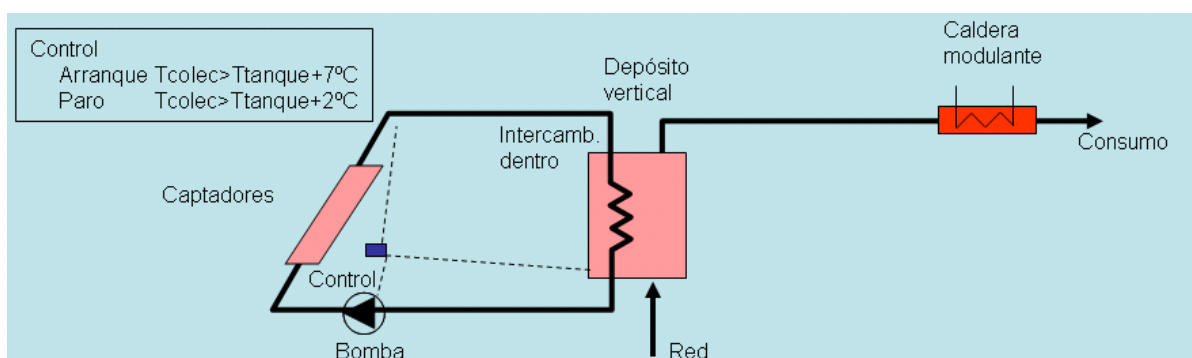


Fuente: Departamento Técnico Solaris

4.- DATOS DE SISTEMA SOLAR

Las necesidades energéticas para el estricto cumplimiento del CTE quedan cubiertas con un interaculador de 200 litros y un captador solar, que supone una superficie de captación de 2,02 m².

Figura 6: Esquema básico de los componentes de la Instalación Solar



Fuente: Departamento Técnico Solaris

5.- ANALISIS ENERGÉTICO

5.1.- Cálculo de la Energía Útil

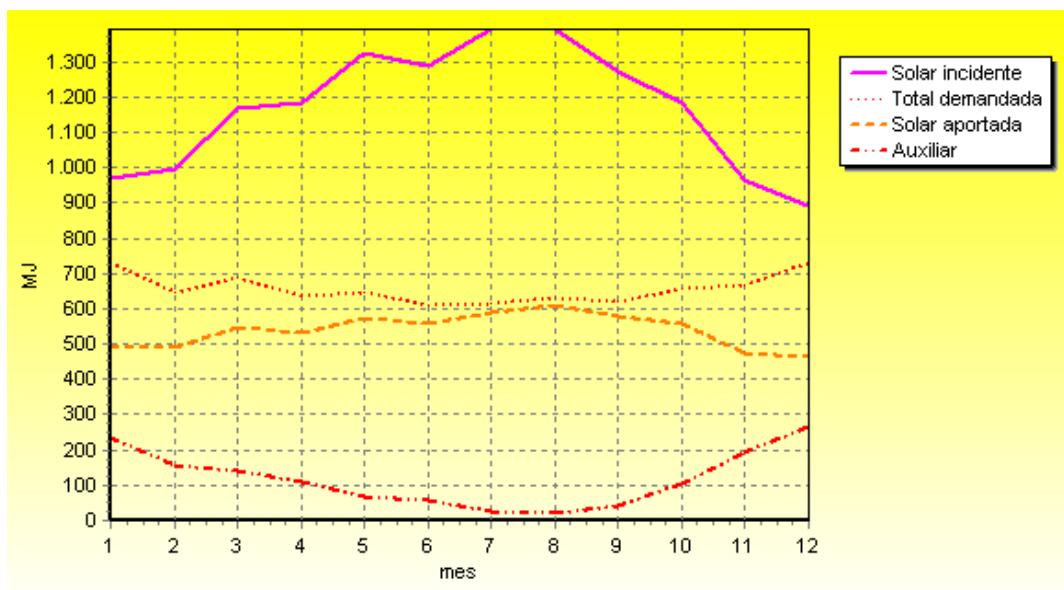
En la tabla 9 que se muestra a continuación queda reflejado el cálculo de la energía útil en megajulios/mes y representado gráficamente en la figura 7.

Tabla 9: Energía Útil en MJ/mes

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Qtot	731	644	688	637	644	612	616	630	623	659	666	731
f(%)	68	76	80	83	89	91	96	97	93	84	71	63
Qutil	496	490	549	530	575	556	591	611	579	556	475	462
Rad	970	994	1170	1184	1324	1286	1390	1393	1275	1182	963	892
Sol%	51	49	47	45	43	43	43	44	45	47	49	52

Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Energía Solar Útil en MJ/mes



Fuente: Elaboración propia

5.2.- Cálculo de la fracción solar útil

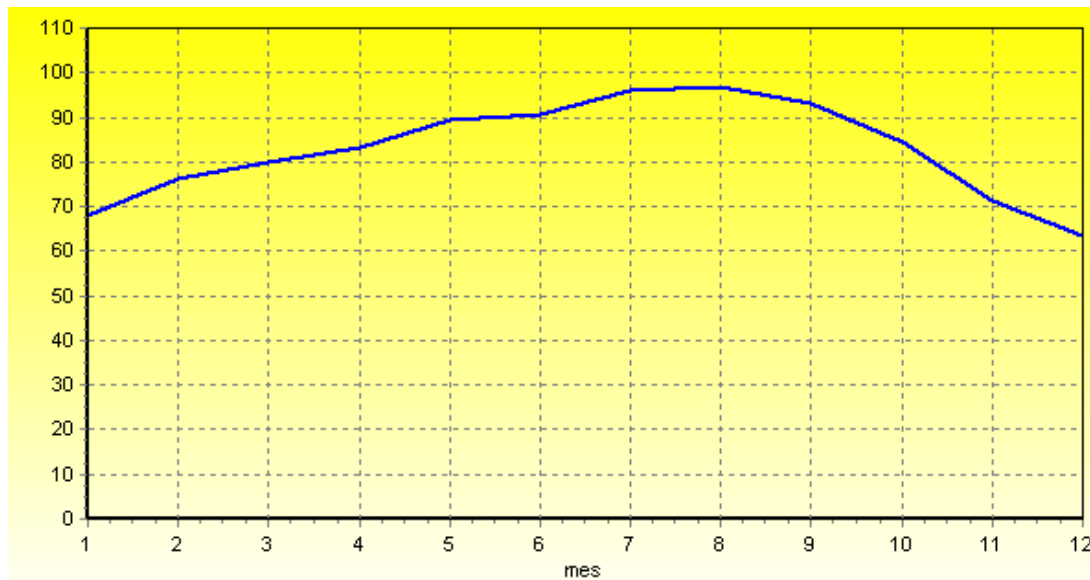
En la tabla 10 que se muestra a continuación queda reflejado el cálculo de la fracción solar útil y representada gráficamente en la figura 8.

Tabla 10: Fracción Solar Útil

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
X/A	1,417	1,497	1,638	1,799	1,785	1,731	1,707	1,569	1,542	1,600	1,562	1,380
Y/A	0,533	0,614	0,666	0,719	0,787	0,799	0,863	0,855	0,801	0,710	0,577	0,490
X	2,862	3,023	3,309	3,635	3,606	3,496	3,449	3,169	3,115	3,232	3,154	2,787
Y	1,076	1,241	1,346	1,452	1,591	1,614	1,744	1,728	1,619	1,435	1,166	0,990
f(%)	68	76	80	83	89	91	96	97	93	84	71	63

Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Fracción Solar Útil



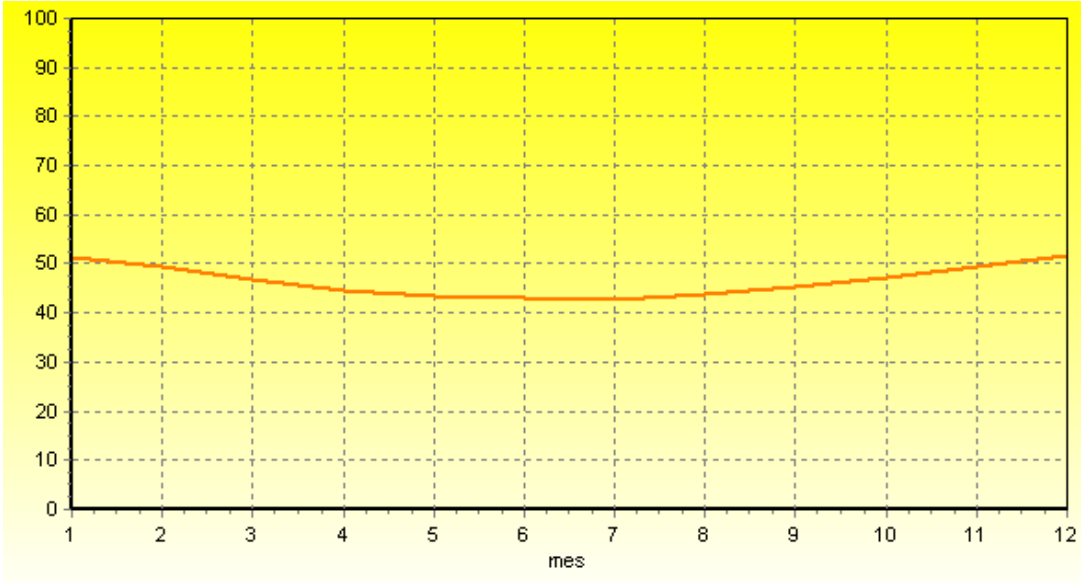
Fuente: Elaboración propia

Fracción Solar útil Anual 82 % > 70 %, por tanto CUMPLE CON CTE.

5.3.-Rendimiento

En la gráfica, figura 9, se representa el rendimiento mensual de la instalación vemos que el valor es del 46% superior al 20% que es el mínimo exigido.

Figura 9: Rendimiento anual de la instalación



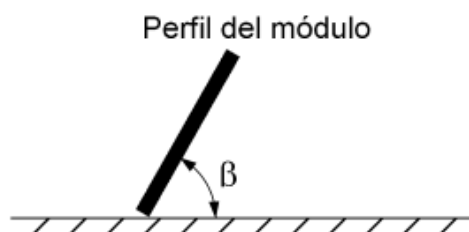
Fuente: Elaboración propia

6.- CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Las pérdidas se calculan en función de:

- ángulo de inclinación beta, definido como el ángulo que forma la superficie de los captadores con el plano horizontal, figura 10.

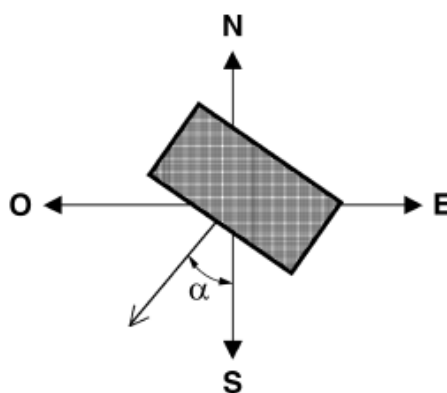
Figura 10: Inclinación del captador



Fuente: Código Técnico de la Edificación

- ángulo de acimut alfa, definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del captador y el meridiano del lugar.

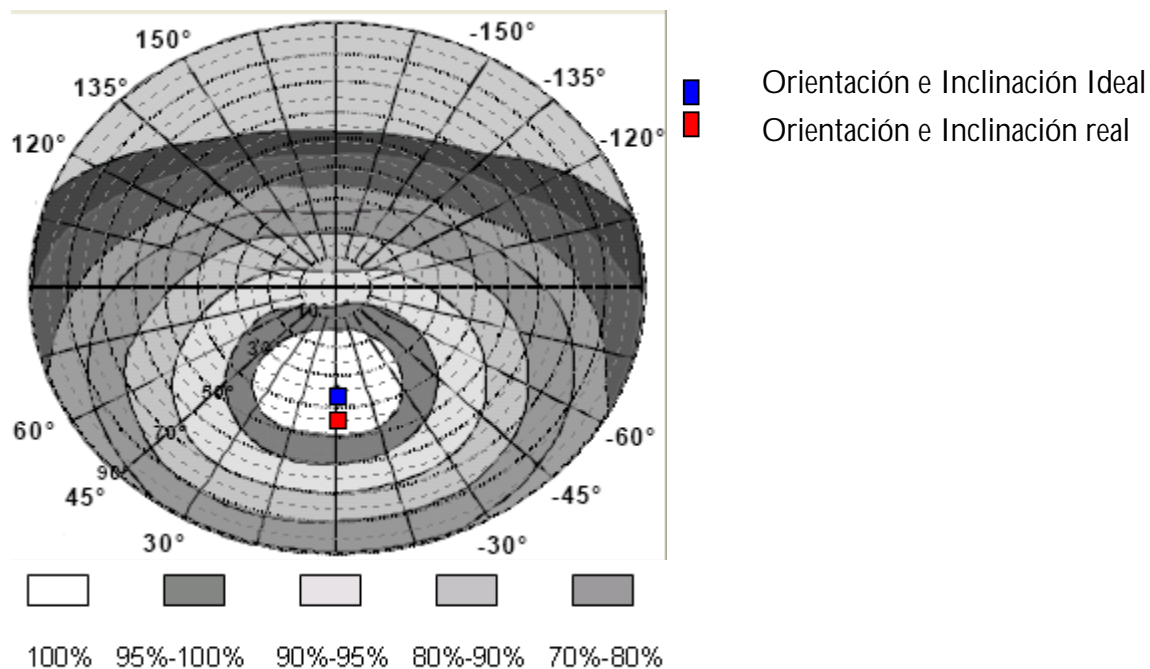
Figura 11: Acimut del captador



Fuente: Código Técnico de la Edificación

Conocidos el valor del acimut y de inclinación podemos estimar que pérdidas suponen del porcentaje de cobertura estimado.

Figura 12: Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación



Fuente: Código Técnico de la Edificación

En la tabla 11 quedan recogidas los valores numéricos de las pérdidas por orientación e inclinación.

Tabla 11: Pérdidas por Orientación e Inclinación

Ángulo de acimut (alfa)	0
Ángulo de inclinación (beta)	45
Inclinación óptima según CTE	Inclinación óptima según CTE: 37
% de radiación solar pérdida	Pérdidas por orientación según radiación recibida = 2,7 %
Inclinación aprox. máxima radiación	29
% radiación perdida según CTE	0,8%

Fuente: Elaboración propia

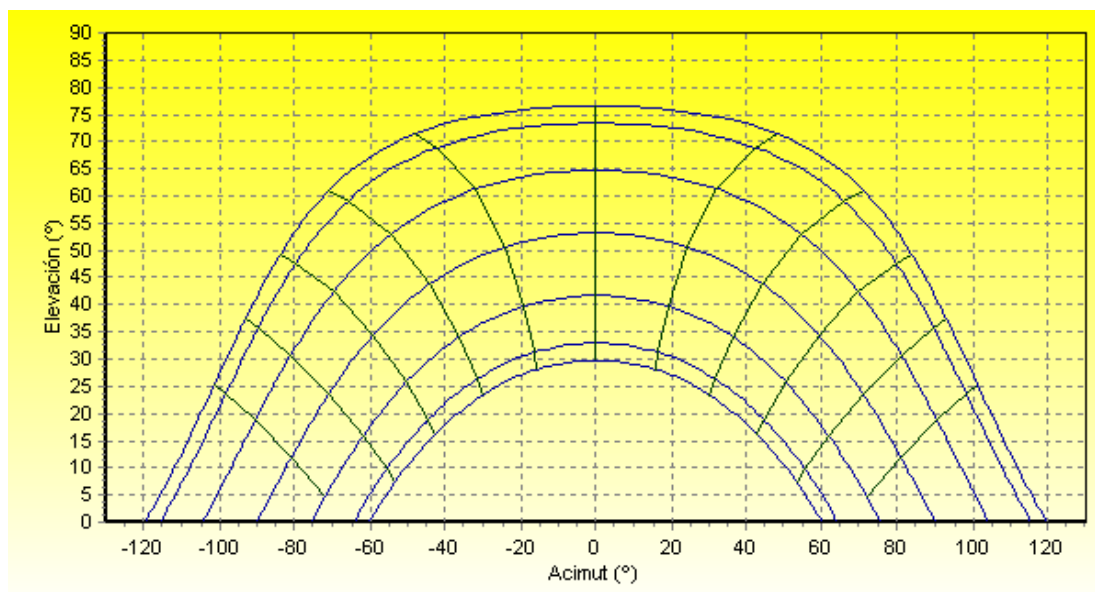
Se aplica el Caso General, por lo que el porcentaje de pérdida es : Pérdidas por orientación CTE = 0,8 % < 10 .

7.- CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR SOMBRAS

7.1.-Sombras producidas por obstáculos

En nuestro caso no tenemos pérdidas por sombras provocadas por obstáculos porque no tenemos ninguna construcción en los alrededores de la bodega, que provoque sombra en la cubierta, ahí que el diagrama de trayectorias de la figura 13 no recoja ninguna marca.

Figura 13: Diagrama de trayectorias del sol



Fuente: Código Técnico de la Edificación

Se aplica el Caso General, por lo que el porcentaje de pérdida es : Pérdidas por sombras anuales CTE = 0,0 % < 10, tabla 12.

Tabla 12: Sombras por meses

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

7.2.-Sombras producidas por captadores

La sombra proyectada sobre un objeto puede calcularse de la siguiente manera:

$$\text{Zona de sombra} = \text{Altura del objeto (h)} / \text{tangente } (67^\circ - \text{latitud})$$

Siendo;

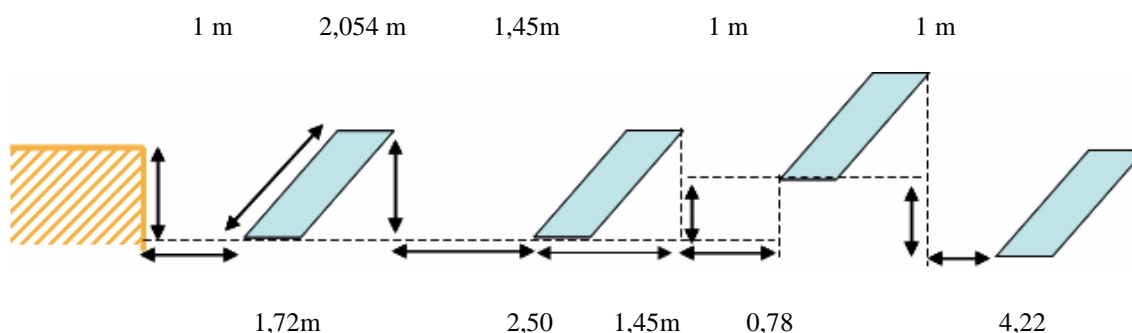
$$h = L \times \text{sen } \beta$$

β = inclinación

L = Longitud

Tras aplicar la fórmula en cada uno de los casos obtenemos el diagrama de la figura 14.

Figura 14: Distancias a disponer los captadores



Fuente: Elaboración propia

El Balance Total de pérdidas es:

Se aplica el Caso General, por lo que el porcentaje de pérdida es : Pérdidas por sombras + orientación CTE = 0,8 % < 15

8.- BIBLIOGRAFÍA

Código Técnico de la Edificación (CTE). (2006). Documento Básico Ahorro de Energía. Secretaría de Estado de Viviendas y Actuaciones Urbanas. Ministerio de Fomento. Madrid. España.