

CAPÍTULO 0. PRÓLOGO

0.1. Antecedentes

0.1.1. Promotor

Se presenta el siguiente proyecto realizado por el alumno:

Antonio Luna García.

0.1.2. Equipo técnico redactor

Antonio Luna García Ingeniero Técnico Industrial, especialidad Mecánica.

0.1.3. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es el diseño, dimensionado y estudio de viabilidad económica en un geriátrico de las siguientes instalaciones:

- Instalación de ACS + calefacción, analizado por la siguiente alternativa energética;
 - Solar + Biomasa
- Climatización de una piscina cubierta de 20 m de longitud, 5 m de ancho y 1,5 m de profundidad media, analizado por la siguiente alternativa energética;
 - Solar + Biomasa

0.1.4. Datos de Partida:

0.1.4.1. Situación

- Localización: Andalucía.
- Provincia: Sevilla.
- Localidad: San Juan de Aznalfarache.
- Climatología: Clima mediterráneo.
- Coordenadas geográficas: 37° 22' N, 6° 01' O.
- Estaciones de medidas más cercanas al punto están situadas tanto en Tablada como en San Pablo.

TABLADA
Latitud: 37°21' 58" N
Longitud: 6°0' 16" O

SAN PABLO
Latitud: 37°25' 0" N
Longitud: 5°52' 45" O

0.1.4.2 .Emplazamiento y descripción del edificio

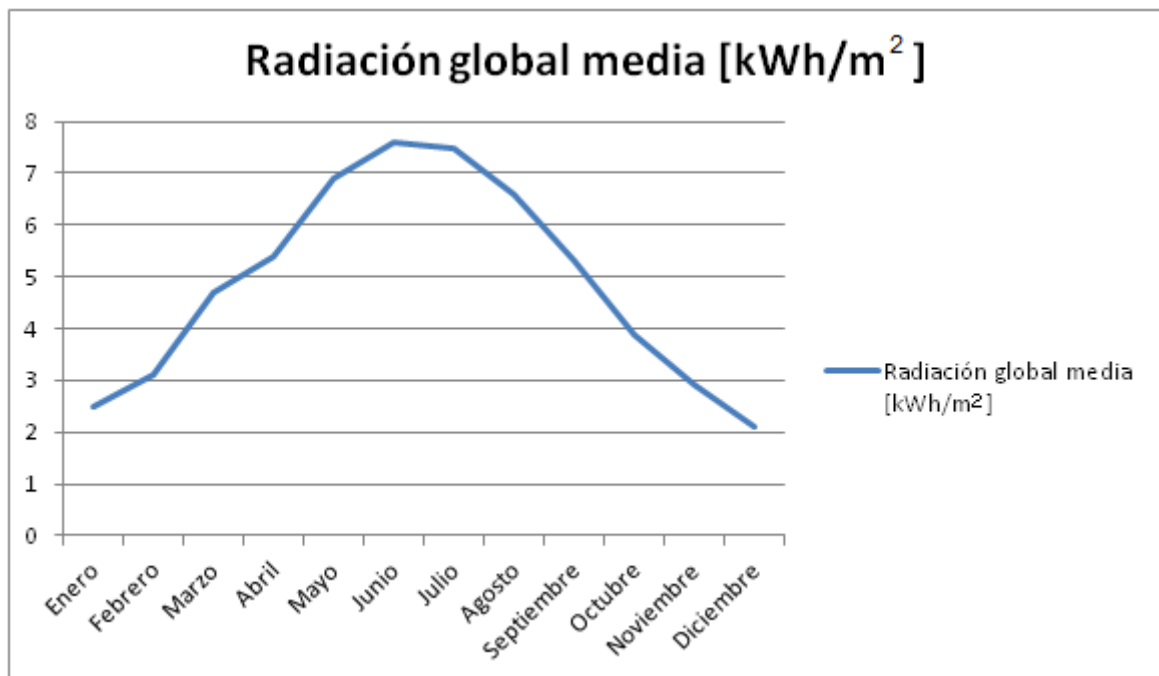
El edificio objeto de estudio es un geriátrico, que se encuentra en las proximidades del pueblo San Juan de Aznalfarache (Sevilla). El geriátrico tiene una superficie útil construida de 5.857,28 m², de los cuales 2.928,64 m² pertenecen a la cubierta o azotea.

El geriátrico cuenta con 80 plazas, con una ocupación del 100% para todo el año.

0.1.5. Datos geográficos y climáticos del lugar

0.1.5.1. Datos de Radiación

- Exposición diaria de radiación global en valor medio mensual para Sevilla.



Radiación global en valor mensual.

PROYECTO FIN DE CARRERA

HORAS SOL PICO MENSUAL:

MES	kWh/m ²
ENERO	2,53
FEBRERO	3,36
MARZO	3,92
ABRIL	4,69
MAYO	5,29
JUNIO	5,94
JULIO	6,85
AGOSTO	8,63
SEPTIEMBRE	5,72
OCTUBRE	4,58
NOVIEMBRE	3,60
DICIEMBRE	2,78

Horas sol pico.

0.1.5.2. Datos eólicos

0.1.5.2.1. Datos de situación

- Datos más cercanos:

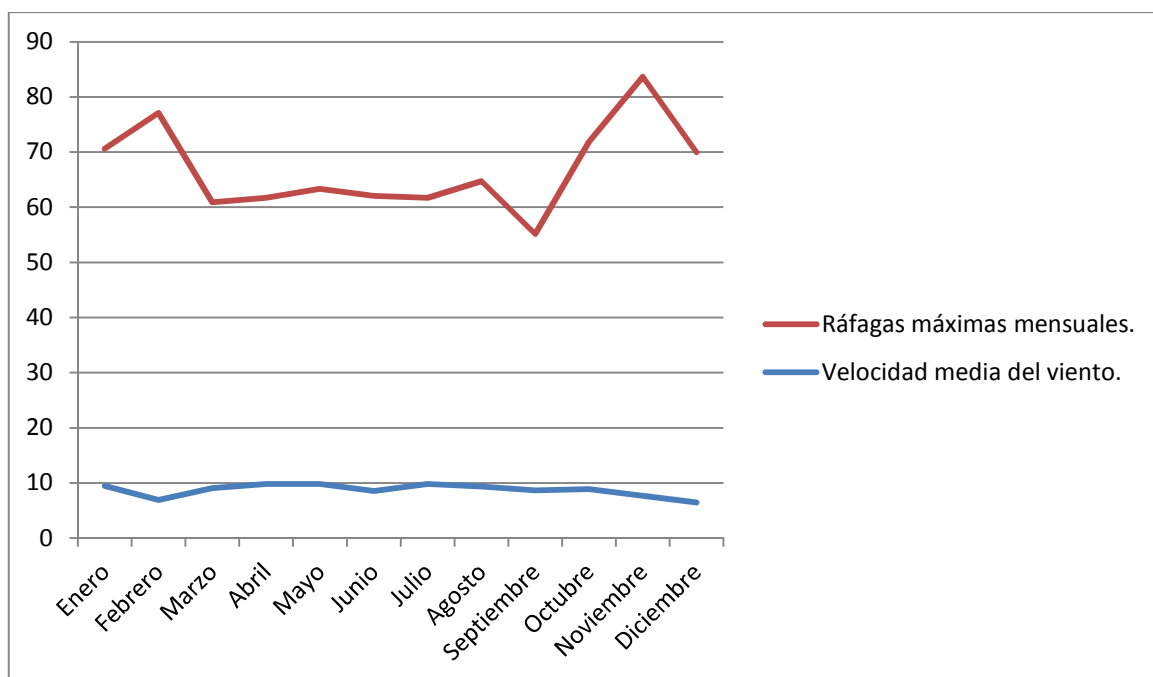
Localización = Andalucía

Provincia = Sevilla

Localidad más cercana = San Pablo

0.1.5.2.2. Velocidad media y máxima durante el día.

- Velocidad media anual: $V_m = 8,7$ [km/h]



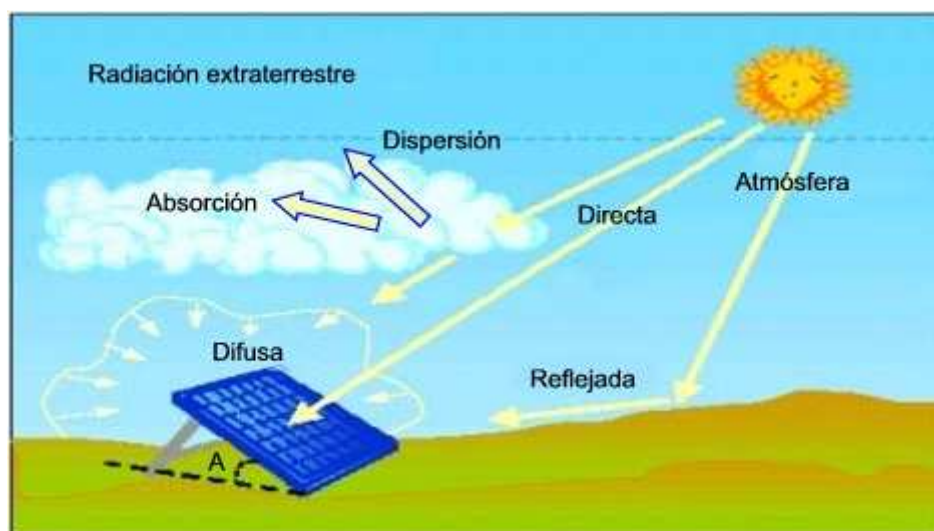
Velocidades medias mensuales.

CAPÍTULO 1: INSTALACIÓN DE A.C.S. Y CALEFACCIÓN

1.1. Introducción: La energía solar

La radiación solar se define como la energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas. De toda la radiación solar que llega a nuestra atmósfera, sólo un 25% llega directamente a la superficie de la Tierra (radiación directa). A esto hay que sumarle un 26% que es dispersado por la atmósfera como radiación difusa hacia la superficie y una pequeña parte que procede de la reflexión de la radiación incidente sobre el suelo (albedo), esto hace que un 51% de radiación llegue a la superficie terrestre.

A la suma de estas tres componentes, radiación directa, radiación difusa y albedo, se le conoce como radiación global que es la que nos interesa a efectos energéticos. De la radiación solar que se pierde, la mayor parte es reflejada por las nubes y una parte es absorbida por los gases atmosféricos.



PROYECTO FIN DE CARRERA

Dependiendo de la época del año, un mismo punto de la superficie terrestre recibe los rayos de Sol con una inclinación diferente y del mismo modo, la energía efectiva que incide varía considerablemente.

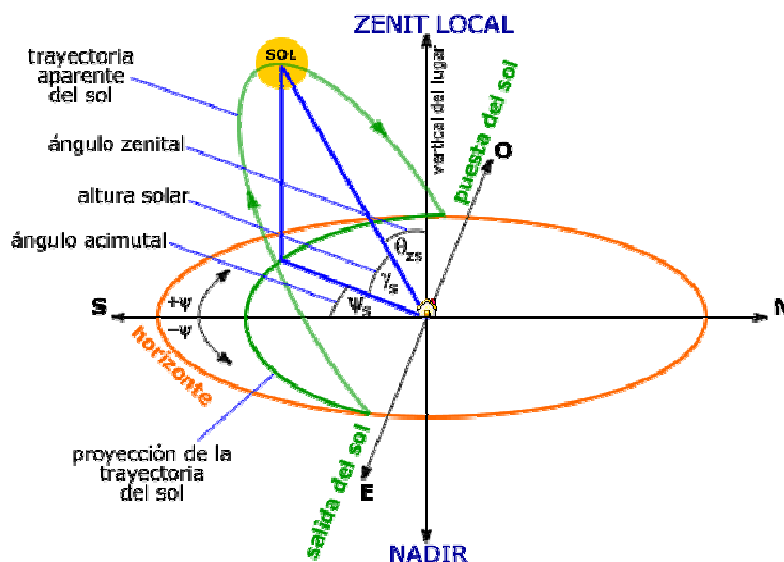
La causa principal es la inclinación del eje de giro del globo terrestre. Este eje se halla siempre orientado en la misma dirección, por tanto los hemisferios son desigualmente iluminados por el Sol. Cada seis meses la situación se invierte.



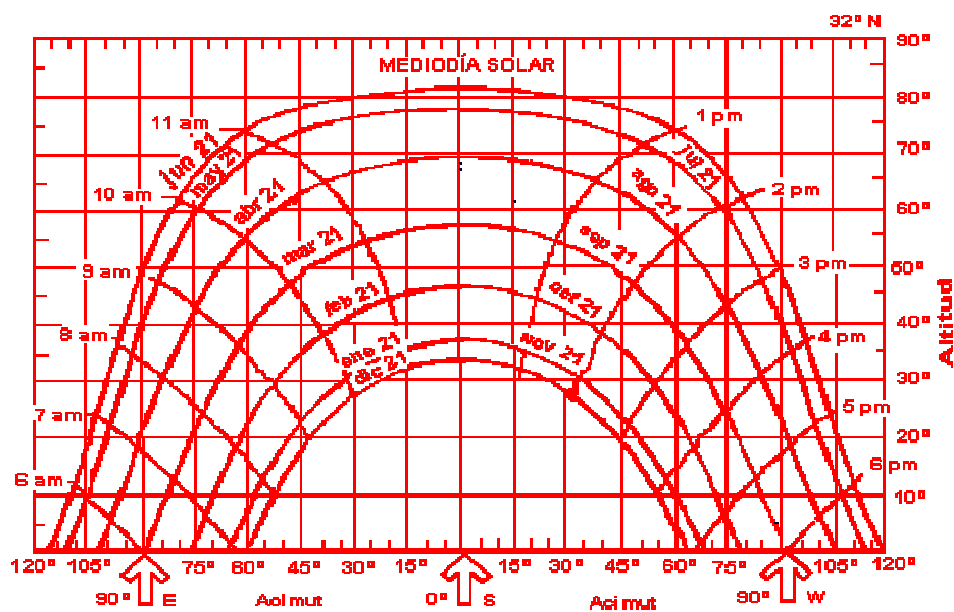
El Sol describe una órbita aproximadamente circular. Esto explica que la energía incidente es mucho mayor a las doce del mediodía que en las horas cercanas al amanecer o la puesta de sol, ya que en esa posición, se aproxima más a la perpendicularidad con la superficie terrestre que en cualquier otro caso.

Los rayos del Sol en verano llegan a tener un ángulo muy inclinado con respecto a la horizontal (próximo a los 90°) y calienta el suelo mucho más que los del Sol de invierno, que incide con un ángulo pequeño.

PROYECTO FIN DE CARRERA



Trayectoria solar en vista en la bóveda celeste (en el hemisferio norte).



Mapa de trayectoria solar a lo largo de un año.

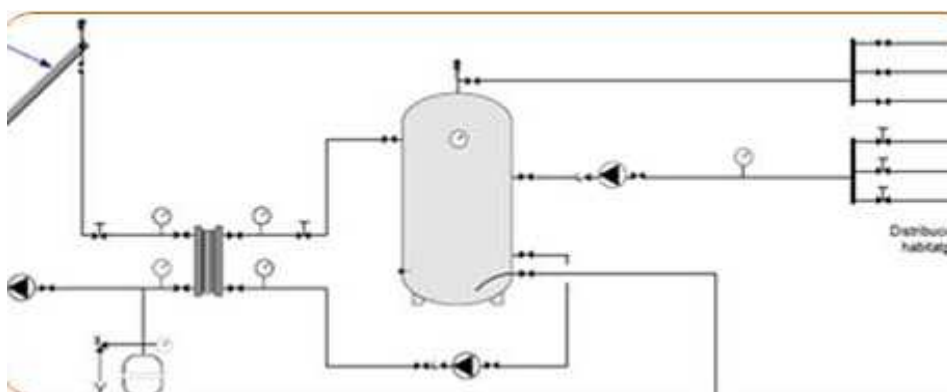
1.1.1. Instalaciones solares de ACS

Una instalación de ACS está compuesta de un grupo de colectores solares térmicos, un acumulador y una bomba de circulación. Los colectores pueden integrarse en el tejado o colocarse en una terraza sin sombras orientados al Sur.

La energía que se ahorra es elevada, ya que con una instalación sencilla se consigue alrededor del 60% del consumo anual.

En aquellos centros con grandes consumos, como hoteles, campings o instalaciones deportivas es muy aconsejable la instalación de captadores solares. El ahorro energético y económico es muy grande en estos casos, siendo la instalación muy rentable.

Si el consumo se concentra en verano se consigue una rentabilidad aún mayor, ya que es en verano cuando más energía se capta, pudiéndose cubrir la demanda completamente y amortizando la inversión en un período de tiempo no muy elevado.



Esquema ACS solar.

1.2. Marco Técnico Normativo

Para el diseño y cálculo de las instalaciones de ACS y calefacción, debemos regirnos, según las normativas siguientes:

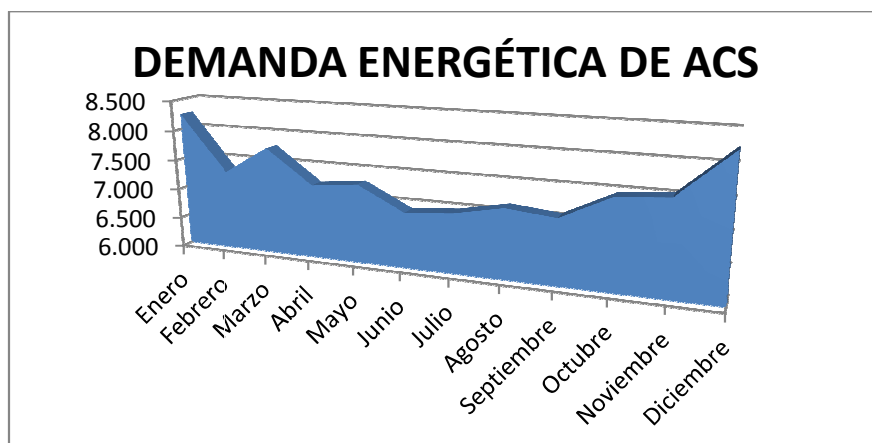
- **RITE. Reglamento de instalaciones técnicas en la edificación.**
- **R.D. 865/2003 sobre la legionela.**
- **CTE-DB-HE-4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.**
- **Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria.**

1.3. Demanda de agua caliente y calefacción del edificio

1.3.1. Demanda de A.C.S.

Para la determinación de la demanda de ACS, hay que tener en cuenta que el edificio objeto de estudio tiene una ocupación de hasta 80 plazas. Según el CTE-HE-4, se debe aportar con el campo solar una contribución mínima de energía solar. Calculando esta contribución mínima, se sabrá la demanda de ACS de nuestro edificio. **(Ver Documento 2: Memoria justificativa, punto 1.1.1.1.).**

Se deduce un consumo 6.428,80 litros ACS/día a 45 °C para todo el edificio, que en términos de energía (kWh/mes), vemos representado en la siguiente gráfica:



Demanda ACS.

Como se observa en la gráfica, en invierno será cuando más energía se demandará, siendo la energía demanda total 89.140,35 kWh/año. Según el CTE-HB-HE-4, la contribución solar mínima deberá ser del 70 %.

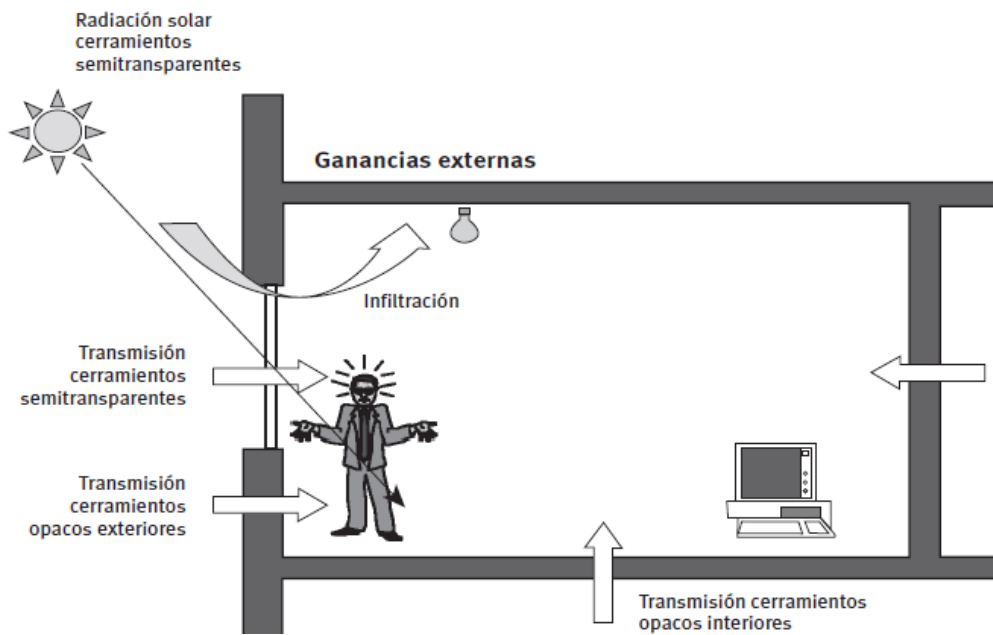
1.3.2. Demanda de calefacción

Para la determinación de la demanda energética para calefacción, se deberán tener en cuenta las cargas térmicas en cada uno de los espacios. Estas cargas térmicas son consecuencia de dos tipos de flujos de calor.

- Flujos de calor de origen externo:

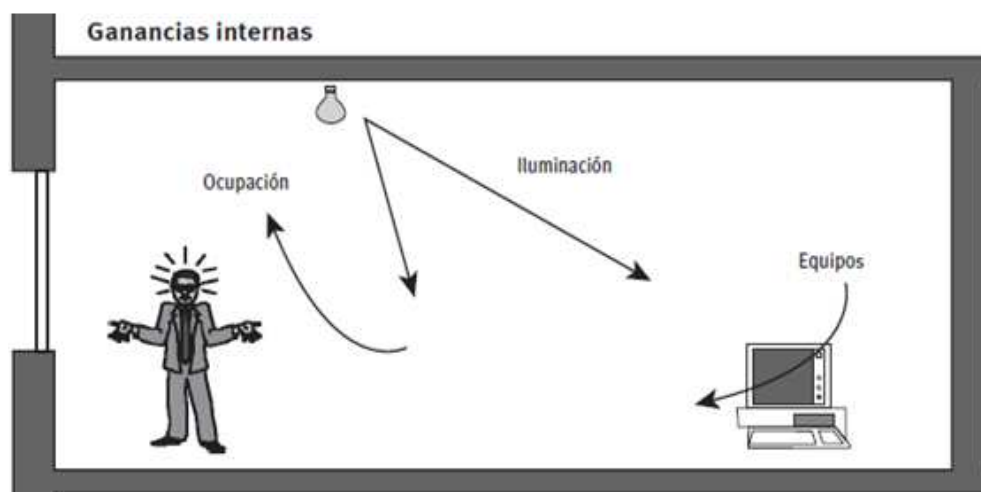
- Ganancia de calor solar procedente de la radiación entrante en el espacio a través de ventanas y lucernarios.
- Ganancia de calor por transmisión (conducción térmica) a través de muros, techos, ventanas y puertas en contacto directo con el aire exterior.
- Ganancia de calor debida a infiltración de aire procedente del exterior.
- Ganancia de calor por conducción a través de muros o forjados en contacto directo con el terreno sobre el cual se asienta el edificio.
- Ganancia de calor a través de muros, forjados o particiones en contacto con otros espacios del edificio (acondicionados o no) a temperatura diferente de la del espacio de cálculo.

PROYECTO FIN DE CARRERA



Ganancias externas.

- Flujos de calor de origen interno:
- Ganancia de calor debida a ocupación.
- Ganancia de calor debida a iluminación.
- Ganancia de calor debida a equipos diversos.



Ganancias internas.

Cada uno de los flujos de calor que conforman las ganancias está constituido por dos fracciones: una fracción convectiva y otra radiante. La fracción convectiva afecta directamente al aire interior del espacio; mientras que la fracción radiante de la ganancia es primero absorbida por los cerramientos perimetrales del espacio, pasando posteriormente por convección al aire del mismo.

Así, la fracción convectiva de cada uno de los flujos de calor que constituyen la ganancia pasa a ser directamente carga del espacio; y la fracción radiante de la ganancia es amortiguada y desfasada antes de considerarse carga.

Todos los componentes o factores de carga anteriormente descritos pueden considerarse como carga sensible, que es la asociada a la variación de la temperatura de bulbo seco del aire del espacio.

Existe un último componente de carga que es el asociado a la variabilidad de la humedad del aire del espacio, dicho componente es la carga latente. Los factores de carga con fracción latente son la infiltración, la ocupación y algunos equipos que generen o absorban humedad.

Los cálculos que tienen en cuenta todas estas variables son complejos y tienen que ser realizados mediante programas de simulación del funcionamiento del edificio.

No obstante, en edificios pequeños como viviendas unifamiliares o edificios medianos que no tengan grandes superficies acristaladas pueden obtenerse resultados del cálculo de la demanda de energía para calefacción razonablemente buenos usando métodos más simples, como el **método bin o el método de grado-día**.

Como alternativa para el cálculo de la demanda de calefacción, al método analítico del grado-día, me he apoyado del programa de cálculo, promovido por la Agencia Andaluza de la Energía **F-chart** para ACS y calefacción. **(Ver Documento 2: Memoria Justificativa, punto 1.1.1.2.2).**

De los resultados arrojados por este programa se intuye que la Energía demandada es 49.852 kWh/año.

1.4. Alternativas energéticas para cubrir la demanda

1.4.1. Campo solar para ACS + caldera de biomasa

1.4.1.1. Dimensionado del campo solar.

1.4.1.1.1. Elección del captador y disposición

El tipo y disposición de los captadores que se han seleccionado se describe a continuación:

- *Fabricante:* Wolf
- *Modelo:* F3-1
- *Disposición:* 5 captadores por batería
- *Número total de baterías:* 8
- *Número total de captadores:* 40

El captador seleccionado debe poseer la certificación emitida por el organismo competente en la materia, según lo regulado en el **RD 891/1980, de 14 de Abril**, sobre homologación de los captadores solares y en la **Orden de 28 de Julio de 1980**, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación o condiciones que considere la reglamentación que lo sustituya.

Los captadores se dispondrán en filas constituidas por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar 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 durante los trabajos de mantenimiento, sustitución, etc.

Dentro de cada fila o batería los captadores se conectarán en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo se obtendrá teniendo en cuenta las limitaciones especificadas por el fabricante.

Como regla general, el número de captadores conectados en serie no puede ser superior a cuatro, aceptándose en ciertos casos hasta cinco. Según el fabricante del captador elegido podríamos conectar hasta 6 en paralelo.

Ya que la instalación es para dotación de agua caliente sanitaria, no deben conectarse más de tres captadores en serie, según el **RITE** antiguo. El **CTE**, especifica que para las zonas IV y V, la superficie de captación solar conectada en serie no será superior de 6 m².

Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general, se debe alcanzar un flujo equilibrado mediante el sistema de retorno invertido, solución adoptada para esta instalación. Si esto no es posible, se puede controlar el flujo mediante mecanismos adecuados, como válvulas de equilibrado. La entrada de fluido caloportador se efectuará por el extremo inferior del primer captador de la batería y la salida por el extremo superior del último. La entrada tendrá una pendiente ascendente del 1% en el sentido de avance del fluido caloportador.

1.4.1.1.2. Fluido caloportador

Para evitar riesgos de congelación en el circuito primario, el fluido caloportador incorporará anticongelante. Como anticongelantes podrán utilizarse productos ya preparados o mezclados con agua. En ambos casos, deben cumplir la reglamentación vigente. Además, su punto de congelación debe ser inferior a la temperatura mínima histórica (-5°C) con un margen de seguridad de 5°C.

En cualquier caso, su calor específico no será inferior a 3 KJ/kgK (equivalente a 1 Kcal/kg°C). Se deberán tomar las precauciones necesarias para prevenir posibles deterioros del fluido anticongelante cuando se alcanzan temperaturas muy altas. Estas precauciones deberán ser comprobadas de acuerdo con **UNE-EN 12976-2**.

La instalación dispondrá de los sistemas necesarios para facilitar el llenado de la misma y asegurar que el anticongelante está perfectamente mezclado.

Es conveniente disponer de un depósito auxiliar para reponer las posibles pérdidas de fluido caloportador en el circuito. No debe utilizarse para reposición un fluido cuyas características sean incompatibles con el existente en el circuito.

En cualquier caso, el sistema de llenado no permitirá las pérdidas de concentración producidas por fugas del circuito y resueltas mediante reposición con agua de la red. En este caso, se ha elegido como fluido caloportador una mezcla comercial de agua y propilenglicol al 23%, con lo que se garantiza la protección de los captadores contra rotura por congelación hasta una temperatura de -10°C , así como contra corrosiones e incrustaciones, ya que dicha mezcla no se degrada a altas temperaturas.

En caso de fuga en el circuito primario, cuenta con una composición no tóxica y aditivos estabilizantes. Las principales características de este fluido caloportador son las siguientes:

- *Densidad*: $990,15 \text{ gr/cm}^3$.
- *Calor específico*: $4.187,00 \text{ KJ/kgK}$.
- *Viscosidad (45°C)*: $0,000467 \text{ cp}$.

1.4.1.1.3. Orientación e inclinación del panel

Según el **CTE-DB-HE-4, en su punto 2.1.11.**, se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- a) demanda constante anual: la latitud geográfica.
- b) demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10° .
- c) demanda preferente en verano: la latitud geográfica – 10° .

PROYECTO FIN DE CARRERA

Aunque la latitud de San Juan de Aznalfarache es aproximadamente 37,4° he optado por una orientación e inclinación típica de los captadores, ya que la demanda es del 100% todo el año, no siendo prioritaria ninguna estación.

Orientación	Sur
Inclinación	45°

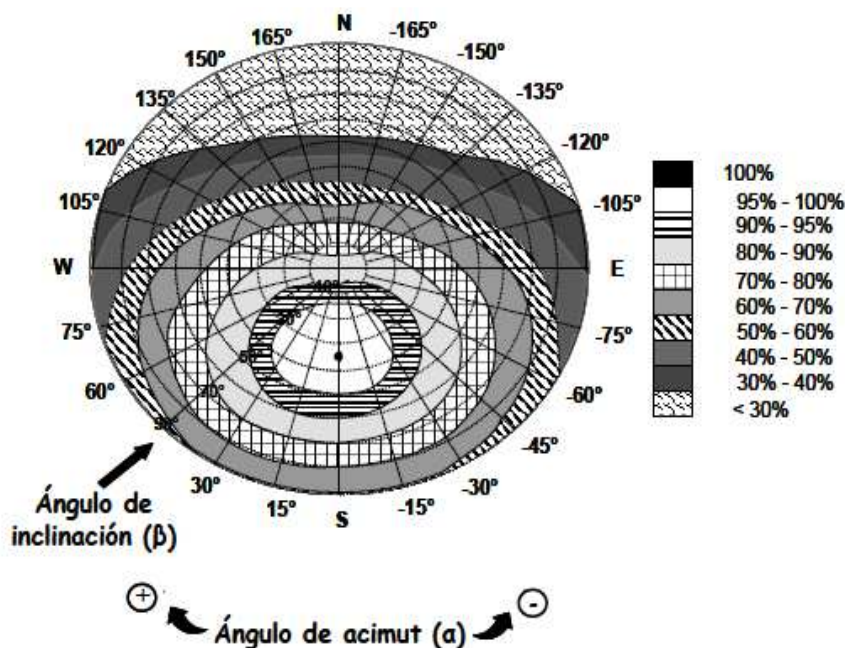
<i>Caso</i>	<i>Orientación e inclinación</i>	<i>Sombras</i>	<i>Total</i>
<i>General</i>	10 %	10 %	15 %
<i>Superposición</i>	20 %	15 %	30 %
<i>Interacción arquitectónica</i>	40 %	20 %	50 %

Pérdidas admisibles por orientación e inclinación.

El campo solar estará ubicado sobre la cubierta plana del edificio, según el esquema de distribución.

La orientación e inclinación del sistema de captación, así como las posibles sombras, sobre el mismo, serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites especificados en la siguiente tabla:

PROYECTO FIN DE CARRERA



Según la guía de instalaciones solares para calentamiento de agua de piscinas cubiertas climatizadas, publicada por la junta de Andalucía.

La orientación preferentemente será Sur. La inclinación será en general de 45°. En caso de que la demanda se realice preferentemente en meses invernales, se tomará un valor de 60°.

Se considerará que se cumple esta condición cuando la demanda en los meses estivales es inferior al 60% respecto a los invernales. En nuestro caso, como la ocupación es constante todo el año, tomamos 45°.

1.4.1.1.3.1. Distancia entre paneles

Los paneles están orientados al sur (0°) con una inclinación de 45°, por lo que de forma gráfica, según el CTE-DB-HE-4 en su punto 3.5.2., las pérdidas por orientación e inclinación son inferiores al 10%.

En el diseño de las instalaciones hay que tener una consideración importante como es la distancia entre paneles y las posibles sombras por obstáculos existentes siguiendo el CT HE4.

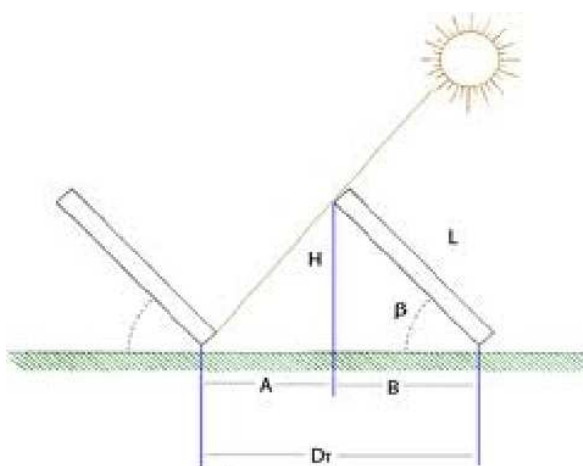
La distancia mínima de separación que deben tener las filas de paneles entre sí para asegurar que no provoquen sombras unos paneles a otros se calcula de la siguiente manera:

$$B = L * \cos \beta$$

$$A = k * H$$

$$Dr = B + A = (L * \cos \beta) + k * H$$

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,6000	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487



1.4.1.1.4. Tipo de instalación y funcionamiento

El sistema de captación solar para consumo de agua caliente sanitaria se caracteriza de la siguiente forma:

- Por el principio de circulación utilizado, clasificamos el sistema como una instalación con circulación forzada.

- Por el sistema de transferencia de calor, clasificamos el sistema, como indirecto, es decir, como una instalación con intercambiador de calor entre el circuito primario (campo solar) y el circuito secundario (acumuladores y consumo).
- Por el sistema de expansión, será un sistema cerrado.
- Por su aplicación, será una instalación para calentamiento de agua, que se usará para uso prioritario sanitario, hasta cubrir un mínimo del 70 % de la demanda durante todo el año. Puesto que en verano, debido al exceso de radiación, es normal que sobre energía, se podría plantear la solución de usar parte del agua, para calefacción, pero como en verano no existirá tal demanda, no tiene sentido.

1.4.1.1.5. Disposición de los captadores

Los captadores se dispondrán en filas constituidas por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar 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 durante los trabajos de mantenimiento, sustitución, etc.

Dentro de cada fila o batería los captadores se conectarán en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo se obtendrá teniendo en cuenta las limitaciones especificadas por el fabricante. En nuestro caso, nuestro panel admite que se conecten hasta 6 paneles en paralelo, aunque como regla general, el número de captadores conectados en serie no debería ser superior a cuatro.

Ya que la instalación es para dotación de agua caliente sanitaria, no deben conectarse más de tres captadores en serie, según el **CTE-DB-HE-4, en su punto 3.3.2.2.**, para la zonas climáticas IV y V.

Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general, se debe alcanzar un flujo equilibrado mediante el sistema de retorno invertido. Si esto no es posible, se puede controlar el flujo mediante mecanismos adecuados, como válvulas de equilibrado. La entrada de fluido caloportador se efectuará por el extremo inferior del primer captador de la batería y la salida por el extremo superior del último. La entrada tendrá una pendiente.

1.4.1.1.6. Estructura soporte

Se aplicará a la estructura soporte las exigencias del Código Técnico de la Edificación en cuanto a seguridad.

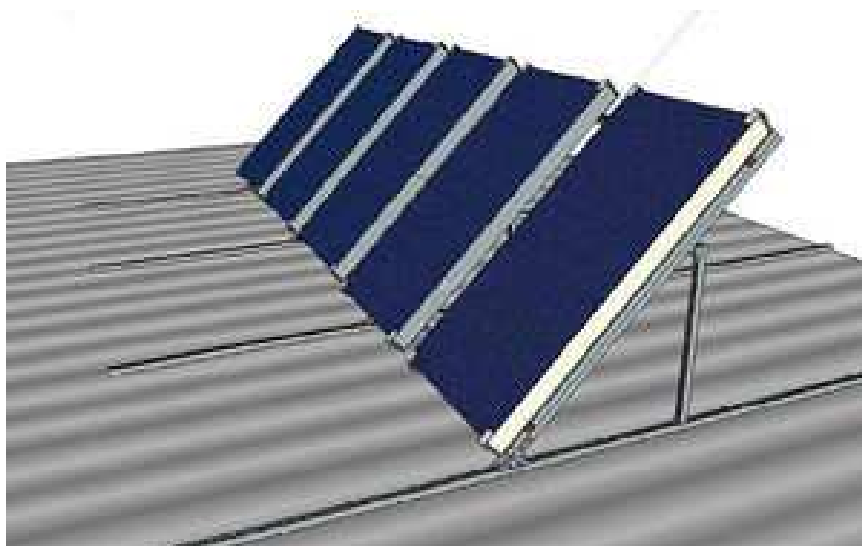
El cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

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

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

En el caso que nos ocupa, el anclaje de los captadores al edificio se realizará mediante una estructura metálica proporcionada por el fabricante. La inclinación de los captadores será de 45°.

La estructura será proporcionada por el fabricante de captador solar, para colocar baterías de 5 captadores.



1.4.1.2. Depósito acumulador.

El volumen de acumulación se ha seleccionado cumpliendo con las especificaciones del RITE-ITE 10 en el punto 2 del apartado 1.3: Generalidades de la sección HE-4 DB-HE CTE.

El modelo de acumulador usado se describe en el **documento Nº 7: mediciones y presupuesto.**

1.4.1.3. Selección de las Tuberías

Según el punto 3.3.5.2. Del CTE-DB-HE-4;

El sistema de tuberías y sus materiales deben ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo.

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. **(Ver Memoria Descriptiva 1.1.5.3.)**

Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación.

El aislamiento de las tuberías de intemperie deberá llevar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas admitiéndose revestimientos con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

Para ver diámetros de tuberías seleccionados **ver documento 7: Mediciones y Presupuesto.**

1.4.1.4. Selección del vaso de expansión

Según el punto 3.3.5.4. Del CTE-DB-HE-4;

Los vasos de expansión preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba. La altura en la que se situarán los vasos de expansión abiertos será tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario.

El vaso de expansión se ha elegido según los valores arrojados por el programa de cálculo de cargas usado para el dimensionado de las tuberías **(Ver Memoria justificativa, 1.1.5.4.)**

El modelo de vaso de expansión usado se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto.**

1.4.1.5. Selección de la bomba de circulación

Según el punto 3.3.5.3. Del CTE-DB-HE-4;

Si el circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito.

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

En instalaciones superiores a 50 m² se montarán 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.

En instalaciones de climatización de piscinas la disposición de los elementos será la siguiente: el filtro ha de colocarse siempre entre la bomba y los captadores, y el sentido de la corriente ha de ser bomba-filtro-captadores; para evitar que la resistencia de este provoque una sobrepresión perjudicial para los captadores, prestando especial atención a su mantenimiento. La impulsión del agua caliente deberá hacerse por la parte inferior de la piscina, quedando la impulsión de agua filtrada en superficie.

El modelo de bombas de circulación usado se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto.**

1.4.1.6. Selección del intercambiador de calor

Para el caso de intercambiador independiente, la potencia mínima del intercambiador P, se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1.000 W/m² y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %, cumpliéndose la condición:

$$P \geq 500 \cdot A$$

Siendo

P: potencia mínima del intercambiador [W];

A: el área de captadores [m²].

El modelo de intercambiadores usado se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto.**

1.4.1.7. Válvulas

En cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor se instalará una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente. Lo mismo sucederá para cada bomba, más una válvula anti-retorno. Además, se colocará una válvula de seguridad y otra de vaciado en cada captador solar.

El modelo de válvulas usado se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto.**

1.4.1.8. Purgadores

En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³.

Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

En el caso de utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual.

El modelo de purgadores usado se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto.**

1.4.1.9. Sistema de llenado

Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un sistema de llenado, manual o automático, que permita llenar el circuito primario de fluido caloportador y mantenerlo presurizado.

En general, es recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de fluido caloportador, aunque no es la opción elegida en este caso, ya que se usará el llenado manual.

Para disminuir el riesgo de fallo, se evitarán los aportes incontrolados de agua de reposición a los circuitos cerrados, así como la entrada de aire (esto último, incrementaría el riesgo de fallo por corrosión). Es aconsejable no usar válvulas de llenado automáticas.

1.4.1.10. Sistema eléctrico y de control

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la temperatura, para conseguirlo en el caso de las de inmersión se instalarán en contra corriente con el fluido.

Los sensores de temperatura deben estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean. La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que éstas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos.

Preferentemente las sondas serán de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica.

El rango de temperatura ambiente admisible para el funcionamiento del sistema de control será, como mínimo, el siguiente: -10°C a 50°C .

Los sensores de temperatura soportarán los valores máximos previstos para la temperatura en el lugar en que se ubiquen. Deberán soportar, sin alteraciones superiores a 1°C , una temperatura de hasta 100°C (instalaciones de ACS).

Este equipo cumplirá las comprobaciones de paro-marcha del sistema especificadas en: RITE.ITE10.

El modelo de sistema de control usado se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto**.

1.4.1.11. Sistemas de protección

Protección contra sobrecalentamientos

El sistema deberá estar diseñado de tal forma que con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de agua caliente, no se produzcan situaciones en las cuales el usuario tenga que realizar alguna acción especial para llevar el sistema a su estado normal de operación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenaje como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje no supongan peligro alguno para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema ni en ningún otro material del edificio o vivienda.

Cuando las aguas sean duras, se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60°C .

Protección contra quemaduras

En sistemas de agua caliente sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60°C, deberá ser instalado un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60°C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para compensar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas

El sistema deberá ser diseñado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por cada material o componente.

Resistencia a presión

Se deberán cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 12976-1. En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

Prevención de flujo inverso

La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del mismo. Como el sistema es por circulación forzada, se utiliza una válvula antirretorno para evitar flujos inversos.

1.4.1.12. Equipo auxiliar de ACS:

1.4.1.12.1. Elección de la caldera

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía convencional auxiliar.

Queda prohibido el uso de sistemas de energía convencional auxiliar en el circuito primario de captadores.

El sistema convencional auxiliar se diseñará 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.

Como sistema auxiliar se ha pensado en usar una caldera de biomasa, en vez de un sistema convencional. En el caso de generadores de calor que utilicen biomasa, el rendimiento mínimo instantáneo exigido será de 75% a plena carga, según el punto 1.2.4.1.2.1. del RITE.

El modelo de caldera elegida se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto**.

Características de las calderas Hargassner

La caldera regula todos los sistemas periféricos: bombas de ACS y de los circuitos de calefacción, sondas de temperatura, etc...Es decir, todos los elementos van conectados directamente a la caldera.

Las calderas de Hargassner no necesitan depósito de inercia. Esto se debe a que trabajan con muy alto rendimiento aunque tengan que modular, por lo que Hargassner no los recomienda para las instalaciones normales.

Aunque la eficiencia de la caldera fuera ligeramente mayor si trabajara con un depósito de inercia, las pérdidas térmicas del depósito de inercia neutralizarían ese beneficio.

Todas las calderas de Hargassner tienen un sistema de limpieza automatizado, para garantizar así una alta eficiencia a lo largo de toda la vida útil de la caldera.

La temperatura de impulsión variará en función a la temperatura exterior y a la interior (en caso de disponer del FR25). La temperatura de la caldera estará entre los 50 y los 80 grados. En el caso de la gama HSV 9 – 22, la temperatura de la caldera podrá variar dependiendo de la demanda, produciendo agua a una temperatura desde los 38 grados con máximas eficiencias.

Algunas de las calderas no necesitan en ciertos casos un sistema para aumentar la temperatura de retorno (en el caso de las Classic 9 – 22 y las HSV 9 – 22). Para confirmar esto, hay que revisar los esquemas hidráulicos de Hargassner.

Para asegurar un correcto funcionamiento de las calderas y poder optar a la garantía, todas las instalaciones que se realicen con las calderas Hargassner deben de seguir los conceptos indicados en los esquemas hidráulicos de Hargassner.

1.4.1.12.2. Elección del combustible

Se ha seleccionado la astilla de encina como combustible, ya que la relación cantidad precio sale más rentables que el pellets.

1.4.1.13. Caldera para calefacción con biomasa

1.4.1.13.1. Elección de la caldera

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía convencional auxiliar.

Queda prohibido el uso de sistemas de energía convencional auxiliar en el circuito primario de captadores.

El sistema convencional auxiliar se diseñara 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.

Como se ha mencionado anteriormente, en el caso de generadores de calor que utilicen biomasa, el rendimiento mínimo instantáneo exigido será de 75% a plena carga.

Queda prohibida la instalación de las calderas con las características siguientes:

- a) Calderas atmosféricas desde 1 de enero de 2010.
- b) Calderas de una estrella, según RD 275, desde 1 de enero de 2010.
- c) Calderas de dos estrellas según RD 275, desde 1 de enero de 2012.

La regulación modulante está admitida para todas las potencias.

El modelo de caldera usado se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto.**

1.4.1.13.2. Elección del combustible.

Se ha seleccionado la astilla de encina como combustible, ya que la relación cantidad precio sale más rentables que el pellets.

1.4.1.13.3. Sala de calderas y almacén de combustibles

Sala de calderas

Se considera sala de máquinas al local técnico donde se alojan los equipos de producción de frío o calor y otros equipos auxiliares y accesorios de la instalación térmica, con potencia superior a 70 kW. Los locales anexos a la sala de máquinas que comuniquen con el resto del edificio o con el exterior a través de la misma sala se consideran parte de la misma.

La sala de caldera está situada en una sala anexa colindante con el edificio.

Respecto a sala de calderas con calderas de biomasa no existe legislación al respecto.

Almacén de combustible sólido

El almacén de combustible estará pegado a la sala de caldera, de modo que la caldera se alimentará de forma automática mediante un tornillo sin fin que comunicará con éste almacén, a través de un orificio.

Las dimensiones de este almacén dependerán de la densidad del combustible elegido, y la cantidad de éste que necesitamos, para cubrir la demanda.

Para nuestro caso, este volumen será inferior al volumen de almacenamiento del que disponemos, pudiendo reponer el combustible una vez al año. Como el volumen de nuestro almacén es superior a este volumen no tendremos problemas de almacenaje.

1.4.1.14. Plan de mantenimiento

Sin perjuicio de aquellas operaciones de mantenimiento derivadas de otras normativas, para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma, se definen dos escalones complementarios de actuación:

- a) Plan de vigilancia.
- b) Plan de mantenimiento preventivo.

Plan de vigilancia.

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación.

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

⁽¹⁾ IV: inspección visual

Plan de vigilancia.

Plan de mantenimiento.

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El mantenimiento implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie de captación inferior a 20 m² y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20m².

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico competente que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas así como el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

A continuación se desarrollan de forma detallada las operaciones de mantenimiento que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y observaciones en relación con las prevenciones a observar.

PROYECTO FIN DE CARRERA

Tabla 4.2 Sistema de captación

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

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

(1) IV: inspección visual

Tabla 4.3 Sistema de acumulación

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

Tabla 4.4 Sistema de intercambio

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Intercambiador de placas	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

(1) CF: control de funcionamiento

Tabla 4.5 Circuito hidráulico

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y pH
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión
Aislamiento al exterior	6	IV degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento al interior	12	IV uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12	CF y limpieza
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6	CF actuación
Válvula de corte	12	CF actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12	CF actuación

(1) IV: inspección visual

(2) CF: control de funcionamiento

Plan de mantenimiento.

1.4.1.15. Resumen de presupuesto de las instalaciones

INSTALACION SOLAR Y BIOMASA DE A.C.S. Y CALEFACCIÓN.....131.728,85 €

CAPÍTULO 2: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE LA PISCINA CUBIERTA + A.C.S. PARA DUCHAS

2.1 Marco Técnico Normativo

Para el diseño y cálculo de las instalaciones de climatización de la piscina y ACS para duchas, nos hemos regido, según la normativa siguiente:

- **RITE. Reglamento de instalaciones técnicas en la edificación.**
- **R.D. 865/2003 sobre la legionela.**
- **CTE-DB-HE-4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.**
- **Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria.**

2.2. Datos de partida: Demanda ACS para duchas y climatización de la piscina

2.2.1. Demanda de climatización para la piscina

Las piscinas cubiertas son instalaciones cerradas y en principio aisladas del medio ambiente, en las que una serie de equipos y sistemas mecánicos mantienen unas condiciones térmicas e higrométricas en el agua del vaso y el ambiente que las rodea.

La demanda térmica para el calentamiento del vaso y producción de ACS dependen de las características de las instalaciones, del nº de usuarios, de los horarios de funcionamiento y de los parámetros de consigna.

La demanda de calor del vaso presenta una fuerte dependencia con la temperatura del aire y, sobre todo, con la humedad relativa del recinto, por lo que pequeños cambios en las consignas de control de estos parámetros pueden influir de forma importante en las demandas térmicas.

Mediante el programa Pacsol, obtenemos una demanda energética para climatizar la piscina, de 107.130,78 kWh/año.

2.2.2. Demanda de ACS para duchas.

En lo que respecta al consumo de ACS la experiencia indica que la demanda real suele ser significativamente inferior a la demanda máxima para la que se dimensionan las instalaciones de energía convencional.

Para la determinación de la demanda de ACS para duchas de la piscina, se ha estimado 10 usos a la hora, para ocho horas diarias, siendo el consumo de 20 l/uso. Según el CTE-HE-4, debemos de aportar con el campo solar una contribución mínima de energía solar. Calculando esta contribución mínima, sabremos a la vez la demanda de ACS para nuestro edificio. **(Ver Documento 2: Memoria justificativa, punto 1.1.1.1.).**

Se deduce un consumo 1.600 litros ACS/día a 45 °C para todo el edificio, que en términos de energía (kWh/mes), 22.228,83 kWh/año.

2.3. Alternativas energéticas para cubrir la demanda

2.3.1. Campo solar + caldera de biomasa

2.3.1.1. Dimensionado del campo solar

2.3.1.1.1. Elección del panel solar

El tipo y disposición de los captadores que se han seleccionado se describe a continuación:

- *Fabricante:* Wolf
- *Modelo:* F3-1
- *Disposición:* 5 captadores por batería
- *Número total de captadores:* 45
- *Número total de baterías:* 9

El captador seleccionado debe poseer la certificación emitida por el organismo competente en la materia, según lo regulado en el **RD 891/1980, de 14 de Abril**, sobre homologación de los captadores solares y en la **Orden de 28 de**

Julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación o condiciones que considere la reglamentación que lo sustituya.

Los captadores se dispondrán en filas constituidas por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar 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 durante los trabajos de mantenimiento, sustitución, etc.

Dentro de cada fila o batería los captadores se conectarán en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo se obtendrá teniendo en cuenta las limitaciones especificadas por el fabricante.

Como regla general, el número de captadores conectados en serie no puede ser superior a cuatro, aceptándose en ciertos casos hasta cinco. Según el fabricante del captador elegido podríamos conectar hasta 6 en paralelo.

Ya que la instalación es para dotación de agua caliente sanitaria, no deben conectarse más de tres captadores en serie, según el **RITE** antiguo. El **CTE**, especifica que para las zonas IV y V, la superficie de captación solar conectada en serie no será superior de 6 m².

Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general, se debe alcanzar un flujo equilibrado mediante el sistema de retorno invertido, solución adoptada para esta instalación. Si esto no es posible, se puede controlar el flujo mediante mecanismos adecuados, como válvulas de equilibrado. La entrada de fluido caloportador se efectuará por el extremo inferior del primer captador de la batería y la salida por el extremo superior del último. La entrada tendrá una pendiente ascendente del 1% en el sentido de avance del fluido caloportador.

2.3.1.1.2. Fluido caloportador

Se cumplirá con lo explicado en el punto 1.4.1.1.2, del presente documento.

En este caso, se ha elegido como fluido caloportador una mezcla comercial de agua y propilenglicol al 23%, con lo que se garantiza la protección de los captadores contra rotura por congelación hasta una temperatura de -9°C , así como contra corrosiones e incrustaciones, ya que dicha mezcla no se degrada a altas temperaturas.

Las principales características de este fluido caloportador son las siguientes:

- *Densidad*: $990,15 \text{ gr/cm}^3$.
- *Calor específico*: $4.187,00 \text{ KJ/kgK}$.
- *Viscosidad (45°C)*: $0,000467 \text{ cp}$.

2.3.1.1.3. Orientación e inclinación del panel

Según la guía de instalaciones solares para calentamiento del agua de piscinas cubiertas climatizadas, publicada por la junta de Andalucía, la orientación preferentemente será Sur. La inclinación será en general de 45° .

En caso de que la demanda se realice preferentemente en meses invernales, se tomará un valor de 60° . Se considerará que se cumple esta condición cuando la demanda en los meses estivales es inferior al 60% respecto a los invernales. En nuestro caso, como la ocupación es constante todo el año, tomamos 45° .

2.3.1.1.4. Tipo de instalación y funcionamiento

El sistema de captación solar para consumo de agua caliente sanitaria se caracteriza de la siguiente forma:

- Por el principio de circulación utilizado, clasificamos el sistema como una instalación con circulación forzada.

- Por el sistema de transferencia de calor, clasificamos nuestro sistema, como indirecto, es decir, como una instalación con intercambiador de calor entre el circuito primario (campo solar) y el circuito secundario (acumuladores y consumo).
- Por el sistema de expansión, será un sistema cerrado.
- Por su aplicación, será una instalación para calentamiento de agua, que se usará para uso prioritario sanitario, hasta cubrir un mínimo del 70 % de la demanda durante todo el año. Puesto que en verano, debido al exceso de radiación, es normal que sobre energía, se podría plantear la solución de usar parte del agua, para calefacción, pero como en verano no existirá tal demanda, no tiene sentido.

2.3.1.1.5. Disposición de los captadores

Los captadores se dispondrán en filas constituidas por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar 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 durante los trabajos de mantenimiento, sustitución, etc.

Dentro de cada fila o batería los captadores se conectarán en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo se obtendrá teniendo en cuenta las limitaciones especificadas por el fabricante. En nuestro caso, nuestro panel admite que se conecten hasta 6 paneles en paralelo, aunque como regla general, el número de captadores conectados en serie no debería ser superior a cuatro.

Ya que la instalación es para dotación de agua caliente sanitaria, no deben conectarse más de tres captadores en serie, según el **CTE-DB-HE-4, en su punto 3.3.2.2.** , para la zonas climáticas IV y V.

Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general, se debe alcanzar un flujo equilibrado mediante el sistema de retorno invertido. Si esto no es posible, se puede controlar el flujo mediante mecanismos adecuados, como válvulas de equilibrado. La entrada de fluido caloportador se efectuará por el extremo inferior del primer captador de la batería y la salida por el extremo superior del último. La entrada tendrá una pendiente.

2.3.1.1.6. Estructura soporte

Se aplicará a la estructura soporte 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, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

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

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

En el caso que nos ocupa, el anclaje de los captadores al edificio se realizará mediante una estructura metálica proporcionada por el fabricante. La inclinación de los captadores será de 45°.

La Estructura será proporcionada por el fabricante del panel. El modelo de estructura usada se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto.**

2.3.1.2. Depósito acumulador

Depósito acumulador para ACS de las duchas

La piscina por ejercer en si misma de acumulación de agua no necesita de un depósito de agua caliente acumulada, ya que, aunque el campo solar dejará de funcionar, la inercia térmica de la piscina, seguiría proporcionando una temperatura aceptable para su uso.

Por este motivo, para ésta instalación, sólo se prevé un depósito para el uso de las duchas.

El volumen de acumulación se ha seleccionado cumpliendo con las especificaciones del RITE-ITE 10 en el punto 2 del apartado 1.3: Generalidades de la sección HE-4 DB-HE CTE.

El modelo de acumulador usado se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto.**

2.3.1.3. Selección de tuberías

Según el punto 3.3.5.2. Del CTE-DB-HE-4;

El sistema de tuberías y sus materiales deben ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo.

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. **(Ver Memoria Descriptiva 1.1.5.3.)**

Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación.

El aislamiento de las tuberías de intemperie deberá llevar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas admitiéndose revestimientos con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas. El aislamiento no dejará zonas visibles de

tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

Para ver diámetros de tuberías seleccionados, (**Ver documento 7: Mediciones y Presupuesto**).

2.3.1.4. Selección del vaso de expansión

Según el punto 3.3.5.4. Del CTE-DB-HE-4;

Los vasos de expansión preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba. La altura en la que se situarán los vasos de expansión abiertos será tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario.

El vaso de expansión se ha elegido según los valores arrojados por el programa de cálculo de cargas usado para el dimensionado de las tuberías (**Ver Memoria justificativa, 1.1.5.4.**).

El modelo del vaso de expansión usado se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto**.

2.3.1.5. Selección de la bomba de circulación

Según el punto 3.3.5.3. Del CTE-DB-HE-4;

Si el circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito.

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

En instalaciones superiores a 50 m² se montarán 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.

En instalaciones de climatización de piscinas la disposición de los elementos será la siguiente: el filtro ha de colocarse siempre entre la bomba y los captadores, y el sentido de la corriente ha de ser bomba-filtro-captadores, para evitar que la resistencia de este provoque una sobrepresión perjudicial para los captadores, prestando especial atención a su mantenimiento.

La impulsión del agua caliente deberá hacerse por la parte inferior de la piscina, quedando la impulsión de agua filtrada en superficie.

El modelo de las bombas de circulación usado se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto.**

2.3.1.6. Selección del intercambiador de calor

Para el caso de intercambiador independiente, la potencia mínima del intercambiador P, se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1000 W/m^2 y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %, cumpliéndose la condición:

$$P \geq 500 \cdot A$$

Siendo

P: potencia mínima del intercambiador [W];

A: el área de captadores [m^2].

El modelo de intercambiador usado se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto.**

Criterio para seleccionar Intercambiador entre campo solar y duchas

$$P \geq 500 \cdot A$$

$$P = 500 \times 90 \text{ m}^2 = 45.000 \text{ W}$$

El modelo de intercambiador usado se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto.**

Criterio para seleccionar entre intercambiador piscina y caldera auxiliar piscina

$$P = \text{Potencia caldera}$$

$$P = 33 \text{ kW}$$

El modelo de intercambiador usado se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto.**

2.3.1.7. Válvulas

En cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor se instalará una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente. Lo mismo sucederá para cada bomba, más una válvula anti-retorno. Además, se colocará una válvula de seguridad y otra de vaciado en cada captador solar.

2.3.1.8. Purgadores

En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm^3 . Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

En el caso de utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual.

El modelo de purgadores usado se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto.**

2.3.1.9. Sistema de llenado

Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un sistema de llenado, manual o automático, que permita llenar el circuito primario de fluido caloportador y mantenerlo presurizado.

En general, es recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de fluido caloportador, aunque no es la opción elegida por nosotros, que usaremos el llenado manual.

Para disminuir el riesgo de fallo, se evitarán los aportes incontrolados de agua de reposición a los circuitos cerrados, así como la entrada de aire (esto último, incrementaría el riesgo de fallo por corrosión). Es aconsejable no usar válvulas de llenado automáticas.

2.3.1.10. Sistema eléctrico y de control

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la temperatura, para conseguirlo en el caso de las de inmersión se instalarán en contra corriente con el fluido.

Los sensores de temperatura deben estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean. La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que éstas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos.

Preferentemente las sondas serán de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica.

El rango de temperatura ambiente admisible para el funcionamiento del sistema de control será, como mínimo, el siguiente: -10°C a 50°C.

Los sensores de temperatura soportarán los valores máximos previstos para la temperatura en el lugar en que se ubiquen. Deberán soportar, sin alteraciones superiores a 1°C, una temperatura de hasta 100°C (instalaciones de ACS).

Este equipo cumplirá las comprobaciones de paro-marcha del sistema especificadas en: RITE.ITE10.

El modelo de equipo de control usado se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto.**

2.3.1.11. Sistemas de protección

Ver punto 1.4.1.11., del presente documento.

2.3.1.12. Equipo auxiliar

2.3.1.12.1. Elección de la caldera

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía convencional auxiliar.

Queda prohibido el uso de sistemas de energía convencional auxiliar en el circuito primario de captadores.

El sistema convencional auxiliar se diseñara 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.

Como sistema auxiliar se ha pensado en usar una caldera de biomasa, en vez de un sistema convencional. En el caso de generadores de calor que utilicen biomasa, el rendimiento mínimo instantáneo exigido será de 75% a plena carga, según el punto 1.2.4.1.2.1. , del RITE.

Piscina y Duchas.

El modelo de caldera usado se describe en el documento **Nº7: mediciones y presupuesto.**

2.3.1.12.2. Elección del combustible

Según el estudio de viabilidad económica se ha elegido astilla.

2.3.1.12.3. Sala de calderas y almacén de combustible

Sala de calderas

Ver punto 1.4.1.13.3., del presente documento.

Almacén de combustible

El almacén de combustible estará pegado a la sala de caldera, de modo que la caldera se alimentará de forma automática mediante un tornillo sin fin que comunicará con éste almacén, a través de un orificio.

Las dimensiones de este almacén dependerán de la densidad del combustible elegido, y la cantidad de éste que necesitamos, para cubrir la demanda.

Para nuestro caso, este volumen será inferior al volumen del que disponemos, pudiendo reponer combustible una vez al año. Como el volumen de nuestro almacén es superior a este volumen no tendremos problemas de almacenaje.

2.3.1.13. Plan de mantenimiento

Ver punto 1.4.1.14., del presente documento

2.3.1.14. Resumen del presupuesto

INSTALACION SOLAR Y BIOMASA DE PISCINA Y ACS DUCHAS.....**111.345,97 €**

Por lo que el presupuesto final al realizar la suma del Capítulo 1(INSTALACIÓN DE A.C.S. Y CALEFACCIÓN) más el Capítulo 2(INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE LA PISCINA CUBIERTA + A.C.S. PARA DUCHAS) será de.....**243.074,82 €.**