



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

2011

Eficiencia energética en edificación unifamiliar



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Edificación

Autor:

Darío Martínez Candela

Tutores:

Isabel Tort Ausina

Andrea Salandin

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.2. OBJETIVOS.....	16

2. LA ENERGÍA SOLAR

2.1. LA ENERGÍA SOLAR.....	21
2.1.1. INTRODUCCIÓN.....	21
2.1.2. SISTEMAS ACTIVOS.....	23
2.2. LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.....	25
2.2.1. CLASIFICACIÓN DE LA ENERGÍA FOTOTÉRMICA.....	25
2.2.2. USOS DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.....	26
2.3. LA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	28
2.3.1. EL EFECTO FOTOVOLTAICO.....	28
2.3.2. USOS DE LA ENERGIA FOTOVOLTAICA.....	28

3. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR

3.1. EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN.....	33
3.2. PROGRAMA DE NECESIDADES Y CUADROS DE SUPERFICIES.....	36
3.3. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	39
3.3.1. CIMENTACIÓN	39

3.3.2. ESTRUCTURA.....	39
3.3.3. CERRAMIENTOS Y PARTICIONES.....	40
3.3.4. CUBIERTAS	41
3.3.5. REVESTIMIENTOS Y ALICATADOS.....	43
3.3.6. PAVIMENTOS.....	44
3.3.7. CARPINTERIA INTERIOR.....	45
3.3.8. CARPINTERIA EXTERIOR.....	46
3.3.9. VIDRERÍA.....	47
3.3.10. INSTALACIÓN ELECTRICA.....	47
3.3.11. FONTANERÍA.....	48
3.3.12. AIRE ACONDICIONADO.....	48

4. ANÁLISIS DE DEMANDA ENERGÉTICA

4.1. BASE DE LOS CÁLCULOS.....	51
4.2. DATOS DE PARTIDA.....	51
4.3. DEMANDA ENERGÉTICA DE ACS.....	54
4.4. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN IDEAL.....	58
4.5. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN CON PÉRDIDAS.....	62
4.5.1. DATOS DE PARTIDA.....	62
4.5.2. CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR.....	64
4.5.3. PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES.....	67
4.5.4. SUELOS CON CÁMARAS SANITARIAS.....	68

4.5.5. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE HUECOS.....	69
4.5.6. CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA.....	70
4.6. DEMANDA ENERGÉTICA DE REFRIGERACIÓN.....	74
4.7. RESUMEN DE DEMANDA ENERGÉTICA.....	76

5. ESTUDIO Y DIMENSIONADO DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO

5.1. DATOS DE PARTIDA.....	83
5.2. INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA.....	84
5.2.1. INTRODUCCIÓN.....	84
5.2.2. ELEMENTOS DEL SISTEMA TÉRMICO.....	86
5.3. CRITERIO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN.....	91
5.4. ENERGÍA PRODUCIDA POR LA RADIACIÓN SOLAR.....	93
5.5. CARACTERÍSTICA DEL CAPTADOR SOLAR	95
5.6. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ACS.....	99
5.6.1. CAPTADORES Y ACUMULADOR.....	99
5.6.2. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE ACS.....	101
5.7. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN ACS Y CALEFACCIÓN.....	102
5.7.1. CAPTADORES Y ACUMULADOR.....	102
5.7.2. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN ACS Y CALEFACCIÓN.....	105
5.8. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN ACS Y CLIMATIZACIÓN.....	107
5.8.1. CAPTADORES Y ACUMULADOR.....	107
5.8.2. REFRIGERACIÓN SOLAR.....	108

6. ESTUDIO Y DIMENSIONADO DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

6.1.	DATOS DE PARTIDA.....	113
6.2.	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED.....	113
6.2.1.	INTRODUCCIÓN.....	113
6.2.2.	ELEMENTOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	116
6.3.	DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	123
6.3.1.	OBJETIVOS DE LA INSTALACIÓN.....	123
6.3.2.	RADIACIÓN INCIDENTE.....	124
6.3.3.	TIPO Y NÚMERO DE MÓDULOS NECESARIOS.....	126
6.3.4.	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	128
6.4.	ANÁLISIS ENERGÉTICO.....	130

7. ANÁLISIS Y PRESUPUESTO DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS

7.1.	INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA.....	139
7.1.1.	PRESUPUESTO DE LAS INSTALACIONES.....	139
7.1.2.	AHORRO DE CONSUMO DE LAS INTALACIONES.....	145
7.1.3.	MEDIOAMBIENTE Y EMISIONES DE CO ₂	147
7.2.	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	149
7.2.1.	PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN.....	150
7.2.2.	IMPACTO ECONÓMICO.....	150
7.2.3.	MEDIOAMBIENTE Y EMISIONES DE CO ₂	154
7.3.	MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.....	156

8. <u>CONCLUSIÓN</u>	159
9. <u>TABLAS Y FIGURAS</u>	165
10. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	
10.1. DOCUMENTACIÓN.....	173
11. <u>ANEXO</u>	
11.1 PLANOS.....	177
11.2. CATÁLOGOS.....	193

1. Introducción y objetivos

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

1.1. INTRODUCCIÓN.

Desde la primera revolución industrial la sociedad mundial no ha dejado de evolucionar y crecer, abandonando el uso de la mano de obra como fuente de energía, pasando a emplear fuentes de energía más efectivas. La fuerte industrialización de los países y el crecimiento demográfico, han llevado a un uso desmesurado de los recursos con el fin de obtener y mantener fuentes de energía, sirviendo como botón de muestra los siguientes datos:

- La población mundial ha pasado de 3.000 millones de habitantes en la década de 1960 a tener 7.000 millones en el 2011, esperando llegar a los 9.000 millones en el 2045.
- El PIB mundial ha pasado de 4 billones de euros en 1950 a los 46 billones en el año 2010, teniendo en cuenta que nos encontramos en un periodo de recesión económica mundial.

En contraste con este crecimiento económico y demográfico desmesurado, el medio ambiente se ha deteriorado. Estas tendencias alteran nuestra relación con el medio ambiente, provocando daños irreparables en muchos casos, pero algo que sigue siendo inalterable es nuestra relación de dependencia hacia nuestro entorno y sus recursos. Siendo los recursos naturales los que sustentan nuestras sociedades y economías, por lo que hay que encaminarse hacia un futuro de mayor respeto medio ambiental no siendo incompatible con el crecimiento.

A medida que una sociedad es más desarrollada consume más energía. Pero la energía que se obtiene del carbón, del petróleo y del gas no se renueva y se va agotando año tras año.

En los últimos tiempos las diferentes crisis económicas de energía y los problemas de contaminación ambiental provocaron el crecimiento de toma de conciencia entre los ciudadanos del mundo, de no utilizar las energías tradicionales provenientes de los combustibles fósiles y tratar de generar energías de fuentes alternativas.

Lo inteligente es ir aprovechando otras fuentes de energía que están a nuestro lado: viento, sol, residuos, etc. las cuales son renovables año tras año, no se agotan y además no contaminan el ambiente, lo que significa una doble ventaja para los ciudadanos.

Si tenemos que distinguir y diferenciar entre energías renovables y no renovables, podríamos agruparlas del siguiente modo:

<p style="text-align: center;">Energías renovables: SOLAR – HIDRÁULICA - EÓLICA – BIOMASA – MAREOMOTRIZ – ENERGÍA DE LAS OLAS - GEOTÉRMICA</p>
<p style="text-align: center;">Energías no renovables: CARBÓN - PETRÓLEO - GAS NATURAL</p>

Figura 1.1. Clasificación de las energías renovables y no renovables.

Las energías renovables proceden del sol, del viento, del agua de los ríos, del mar, del interior de la tierra, y de los residuos. Hoy por hoy, constituyen un complemento a las energías convencionales fósiles (carbón, petróleo, gas natural) cuyo consumo actual, cada vez más elevado, está provocando el agotamiento de los recursos y graves problemas ambientales.

Uno de estos problemas ambientales mas graves y perjudiciales a nivel mundial es el llamado *efecto invernadero*. El efecto invernadero es un

fenómeno por el cual ciertos gases retienen parte de la energía emitida por el suelo tras haber sido calentado por radiación solar. Por lo que produce un calentamiento similar al que ocurre en un invernadero, con una elevación de temperatura. (Definición según *La Enciclopedia El País*, editada por Salvat).

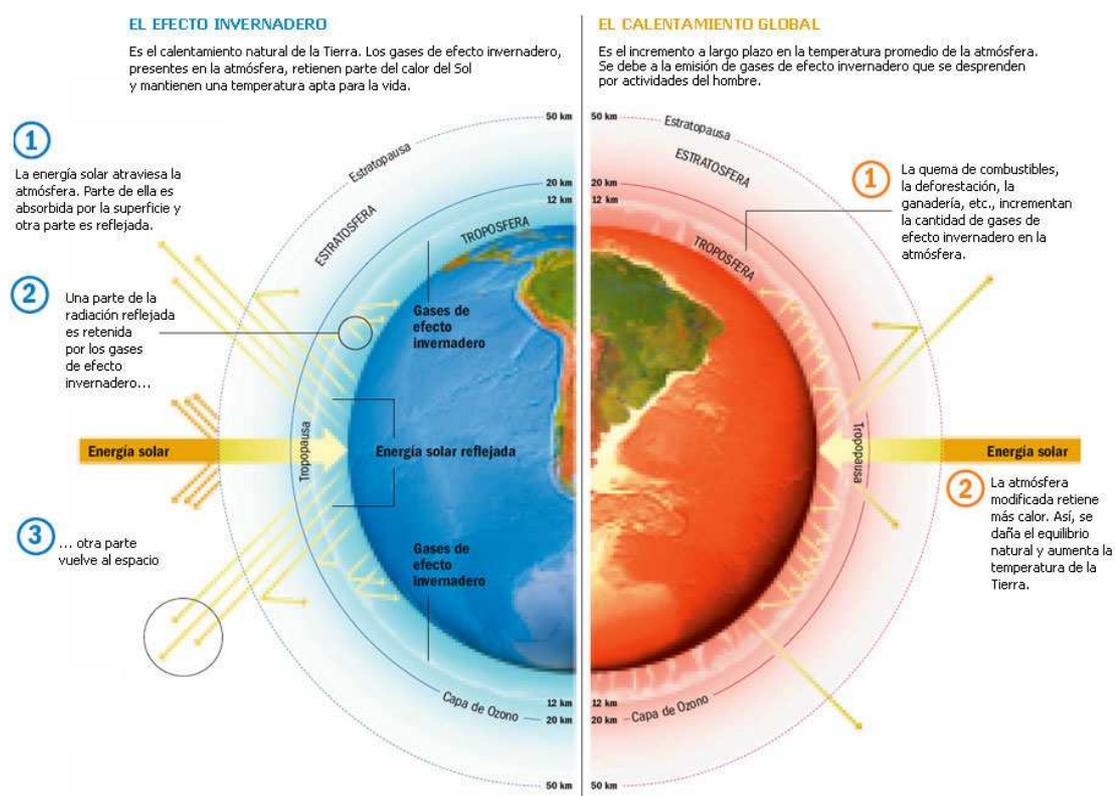


Figura 1.2. Efecto invernadero y calentamiento global.

El sector energético es la fuente más importante de gases de efecto invernadero. Los principales gases producidos son el CO₂ y el CH₄ derivados de la quema de combustibles fósiles, así como el de las minas de carbón, y de las instalaciones de hidrocarburos y gas. Los sectores transformadores "producción de electricidad" y "refino" tienen una contribución al efecto invernadero del 30 %.

Las investigaciones del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) ponen de manifiesto que las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero de origen humano, elevarán la temperatura media mundial entre 1,4 y 5,8 °C para finales de siglo. Dichos

gases influirán también en las pautas meteorológicas, los recursos hídricos, los ciclos de las estaciones, los ecosistemas y los acontecimientos climáticos extremos.

Ahorrar energía es el camino más eficaz para reducir las emisiones contaminantes de CO₂ (dióxido de carbono) a la atmósfera, y por tanto detener el calentamiento global del planeta y el cambio climático.

Es también el camino más sencillo y rápido para lograrlo. Por cada kilovatio-hora de electricidad que ahorremos, evitaremos la emisión de aproximadamente un kilogramo de CO₂ en la central térmica donde se quema carbón o petróleo para producir esa electricidad (Según datos de WWF y Greenpeace).

Ante los evidentes casos de deterioro del medio ambiente, en 1997 se firmó el Protocolo de Kioto, que establece un calendario de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), en función de las emisiones de cada país. La Unión Europea (UE) ha legislado en los últimos años, un paquete de medidas energéticas que pretende reducir las emisiones del conjunto de la unión europea en el año 2020 un 20% con respecto a los niveles de 1990, contemplándose también la posibilidad de elevar esta reducción hasta el 30% si se produce un acuerdo internacional satisfactorio sobre el cambio climático.

Además la UE también se propone para el año 2020 obtener un 20% de su energía de fuentes renovables y, mediante la mejora de la eficiencia energética, reducir su consumo de energía hasta un 20% en relación con los niveles que se alcanzarían de seguir la senda tendencial, según fuentes del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC).

Otro de los factores claves en el entorno energético actual, es la gran dependencia de los combustibles fósiles para el desarrollo de las naciones.

El agotamiento de estos recursos así como la dificultad de extracción como la problemática política que generan, está conllevando un cambio en la

gestión de la energía en la sociedad que cada vez se encamina más a un consumo más racional y hacia otras fuentes de energía.

Esta problemática de disponibilidad y dependencia hacia los recursos fósiles, en el caso de España se convierte en un gran "handicap" al tener una gran dependencia del exterior. Esta dependencia energética del exterior se cifra según datos del Ministerio de Industria entorno a un 81,40%, ya que España carece de combustibles fósiles.

Tanto desde un punto de vista internacional como desde el punto de vista nacional, es claramente necesaria una fuerte apuesta por las energías renovables, que en gran medida reducirían las emisiones de agentes nocivos al medio ambiente así como la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles.

Esto cobra aún más interés en países con escasos recursos energéticos como es España, país que sí posee abundantes recursos energéticos y renovables como son la eólica y la solar. Esta iniciativa hacia un mayor aprovechamiento de estas energías queda claro en datos del Ministerio de Industria donde se detalla que ya en el año 2010 más del 30% de la electricidad consumida fue de origen renovable, aunque ya se está desarrollando plan de Energía Renovable para el periodo 2010-2020 que busca incrementar esta producción en un 8%.

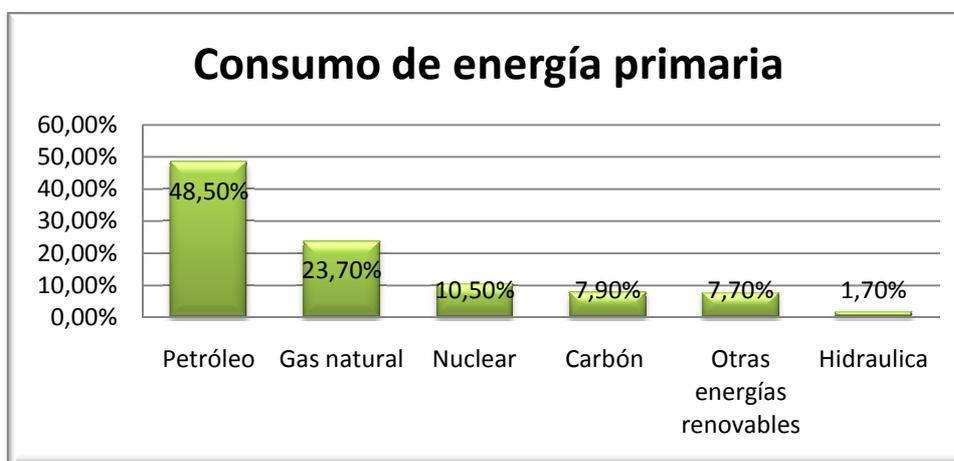


Figura 1.3. Consumo energético en España. Fuente MITYC.

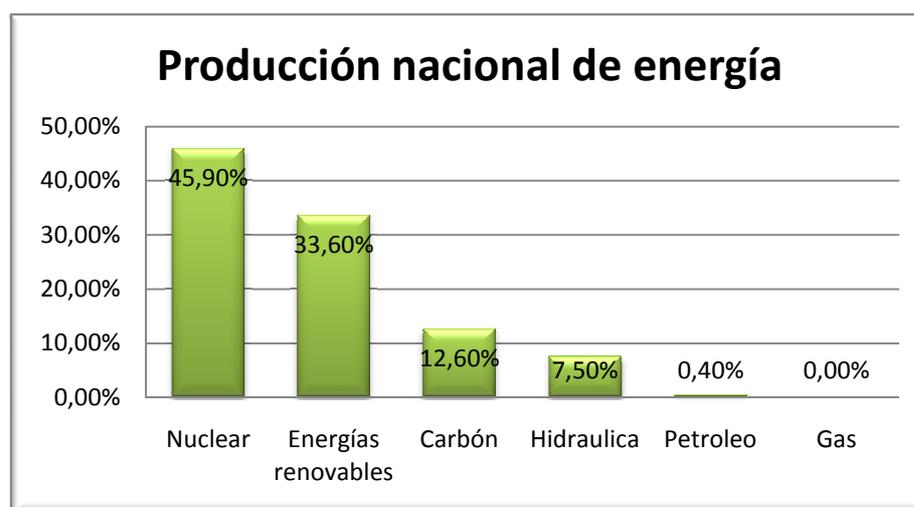


Figura 1.4. Producción nacional de energía en España. Fuente MITYC.

Actualmente, dentro del abanico de energías renovables empleadas en España, la eólica es la de mayor importancia, seguida por la hidroeléctrica y en menor importancia biomasa y fotovoltaica entre otras.

La energía solar es un emblema dentro de las energías renovables, que ha protagonizado en los últimos años una progresión debido a las mejoras de la tecnología, asociada a la reducción de costes y principalmente gracias al interés mostrado por las diferentes administraciones en distintos países, en forma de ayudas y subvenciones.

Cada vez es más común encontrar en nuestro entorno colectores solares, encargados de captar y aprovechar al máximo la radiación proveniente del sol. Este aprovechamiento va encaminado a transformar dicha energía en energía térmica o fotovoltaica.

Estos motivos son los que dan origen a este proyecto. Lo que pretendemos es conseguir la construcción de una vivienda más sostenible y ecológica, con el uso de la energía solar, ya que España podría convertirse en una potencia en el aprovechamiento de esta fuente de energía natural debido a sus condiciones climáticas y situación geográfica.

A lo largo de este proyecto se buscará demostrar la eficiencia y efectividad

de este tipo de instalaciones y las posibilidades que estas nuevas tecnologías pueden aportar desde el punto de vista económico, de impacto medio ambiental y de dependencia de otras fuentes más problemáticas.

(Los datos referidos y contrastados han sido consultados en las páginas web del Ministerio de Industria Turismo y Comercio, IDEA, Iberdrola y la Agencia Valenciana de la Energía)

1.2. OBJETIVOS.

El concepto eficiencia energética se refiere básicamente a hacer un buen uso de la energía para tratar de frenar el cambio climático mediante el uso y desarrollo de energías renovables. La eficiencia energética supone la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con menos recursos, sin renunciar a la calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual, alargando la vida de dichos recurso.

La eficiencia energética tiene como consecuencias en el ahorro económico y la reducción de la emisión de gases contaminantes CO₂.

Lo ideal para disponer de la opción más eficiente es por un lado, conocer todos los productos que existen en el mercado al respecto, y por otro, disponer de la información adecuada sobre cuáles son las combinaciones de productos más eficientes.

Una vez definido el concepto de eficiencia energética podemos hablar de los objetivos materiales de este proyecto ya que busca la eficiencia energética en una vivienda unifamiliar mediante el aprovechamiento de la energía solar.

El primer objetivo es el diseño y dimensionado de una instalación de agua caliente sanitaria (ACS), calefacción, para una vivienda unifamiliar ocupada por cuatro personas, durante todo el año, teniendo en cuenta las previsiones de demandas mensuales, mediante la utilización de un sistema de energía solar térmica. También valoraremos la instalación de refrigeración de dicha vivienda a través de la energía solar, ya que podamos hacer el mayor uso de la instalación en el solsticio coincidiendo con la mayor demanda energética.

Además se realizará una valoración económica de la viabilidad del proyecto así la amortización y la rentabilidad del mismo. Y también se analizara el beneficio medioambiental que se produciría con la instalación de la

colocación de las placas solares para la captación de energía solar térmica.

El segundo objetivo a llevar a cabo es el diseño de la instalación de una cubierta solar fotovoltaica conectada a la red eléctrica en la misma tipología de vivienda unifamiliar. El fin perseguido es diseñar una cubierta solar fotovoltaica que genere el máximo de energía eléctrica posible con objeto de volcarla a la Red Eléctrica y obtener el consecuente beneficio económico por su venta tal y como se estableció en el RD661/2007 y posteriormente en el Real Decreto ley 14/2010, en el que se definen las condiciones de explotación de plantas de generación de energía eléctrica mediante placas fotovoltaicas. Además claro está, del correspondiente beneficio ambiental y social que supone el ahorro de emisiones contaminantes y la mejora en la imagen del edificio que la implantación del sistema solar fotovoltaico supone.

Para el cálculo y dimensionado de ambas instalaciones solares utilizaremos los siguientes parámetros:

- a. Datos meteorológicos medios mensuales y anuales (temperatura del ambiente y del agua de la red, radiación solar, velocidad del viento,...).
- b. Consumo y demanda de ACS del edificio.
- c. Instalación solar propuesta: colectores solares, circuito solar (primario), intercambiadores de calor, circuito auxiliar (secundario) y sistemas de acumulación.
- d. Instalación de apoyo: fuente energética utilizada, caldera de calefacción, máquinas de absorción así como sistemas de acumulación e intercambio térmicos.
- e. Ubicación de los elementos de la instalación solar en la vivienda

unifamiliar

- f. Balance energético: demanda energética total, mensual y anual así como el cálculo de los aportes de origen solar que se puedan lograr.
- g. Balance económico: coste de la instalación solar térmica y fotovoltaica, ahorro anual, plazos de amortización y mercado de CO₂.
- h. Cálculo medioambiental: cantidad de CO₂ que dejamos de emitir por usar una instalación de energía solar en lugar de una caldera de gas natural para la generación de energía.

2. La energía solar.

2. LA ENERGÍA SOLAR.

2.1. LA ENERGIA SOLAR

2.1.1. INTRODUCCIÓN

El Sol es la fuente principal de vida en la Tierra, puede satisfacer todas nuestras necesidades, si aprendemos cómo aprovechar de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta. Ha brillado en el cielo desde hace unos cinco millones de años y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia.

El Sol vierte diariamente sobre la Tierra es diez mil veces mayor que la que se consume al día en todo el Planeta. España está favorecida por su situación geográfica y climatología para aprovechar este tipo de energía.

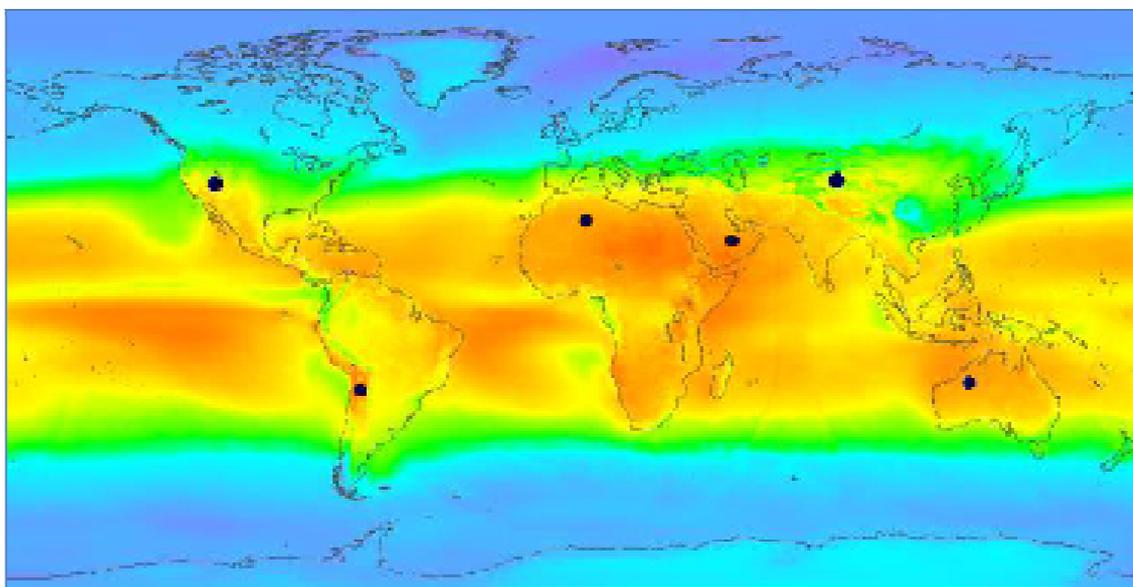


Figura 2.1. Mapa de radiación solar con indicación de los puntos significativos de radiación a nivel mundial.

Una de las formas de aprovechamiento de esta fuente de energía y que ha sido empleada tradicionalmente, la constituye en la arquitectura solar pasiva consistente en aprovechar la radiación solar sin la utilización de ningún dispositivo o aparato intermedio, mediante la adecuada ubicación, diseño y orientación de los edificios, empleando correctamente las propiedades de los materiales y los elementos arquitectónicos de los mismos: aislamientos, tipo de cubiertas, protecciones, etc. Aplicando criterios de arquitectura bioclimática se puede reducir significativamente la necesidad de climatizar los edificios y de iluminarlos.

También se puede aprovechar activamente la radiación solar mediante las Energías Renovables para producir energía eléctrica o calor. Todas las energías renovables, excepto la geotérmica y la mareomotriz, son generadas de una forma u otra por el Sol. Así, la radiación solar es la que causa el movimiento del aire, que a su vez mueve las olas y provoca la evaporación de las masas de agua que dan lugar a la lluvia, o también la que hace posible la actividad fotosintética de las plantas, origen de toda la biomasa.

La energía solar es la energía contenida en la radiación solar que es transformada mediante los correspondientes dispositivos, en forma térmica o eléctrica, para su consumo posterior allá donde se necesite.

Los sistemas de captación solar se pueden clasificar en dos grupos:

- Sistemas pasivos: Aprovechan el calor y la luz del sol sin necesidad de sistemas mecánicos ni aporte externo de energía. Incluye sistemas para el calentamiento de espacios, sistemas de calentamiento de aguas basados en termosifón, invernaderos, el uso de materiales para suavizar las oscilaciones de la temperatura del aire y chimeneas solares para mejorar la ventilación natural. Las tecnologías solares pasivas ofrecen importantes ahorros, sobre todo en lo que respecta a la calefacción de espacios.

- Sistemas activos: Permiten la captación y la acumulación de calor, así como la generación de electricidad. La captación se realiza mediante módulos o paneles que pueden ser planos o con algún sistema de concentración de radiación. La mayoría de los módulos solares suelen situarse sobre soportes fijos, pero si se le añade un sistema de seguimiento solar aumentan su rendimiento, como es el caso de las centrales térmicas solares.



Figura 2.2. Ejemplos de arquitectura bioclimática.

2.2.2. SISTEMAS ACTIVOS.

Existen tres tipos de aprovechamiento de la energía solar mediante sistemas activos:

Energía solar fototérmica: Consiste en el aprovechamiento de la energía del Sol para producir calor que puede usarse para procesos industriales (destilación, secado, agua caliente de proceso...), hornos solares, cocinar alimentos, desinfectar y desalar agua, producir agua caliente para viviendas (ya sea agua caliente sanitaria o agua para calefacción y climatización) y para producción de energía mecánica, y a partir de ella, de energía eléctrica.

Energía solar fotovoltaica: Produce electricidad mediante placas de semiconductores que se excitan con la radiación solar. El acoplamiento en serie de varios de estos semiconductores permite alimentar a pequeños

dispositivos electrónicos. A mayor escala, la corriente eléctrica continua que proporcionan los paneles fotovoltaicos se puede transformar en corriente alterna. Esta electricidad puede consumirse instantáneamente en el mismo lugar donde se ha producido, puede conservarse en baterías para su posterior uso, o puede venderse a la compañía eléctrica para ser inyectada en la red eléctrica general.

Energía solar fotoquímica: Se refiere a una serie de procesos en que es posible aprovechar la energía solar para producir una reacción química en una forma similar a la fotosíntesis en las plantas, pero sin utilizar organismos vivos. Aún son procesos experimentales, pero ya existen algunos enfoques prometedores como es dividir el agua en sus componentes para obtener hidrógeno, un vector energético en desarrollo. También es posible utilizar la luz solar para conducir las reacciones químicas industriales sin necesidad de combustibles fósiles.

Energía solar híbrida: Que combina las anteriores con la combustión de biomasa y combustibles fósiles, la energía eólica o cualquier otra energía alternativa.

2.2. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.

2.2.1 CLASIFICACIÓN DE ENERGÍA FOTOTÉRMICA.

Una clasificación de este tipo de sistemas solares activos, puede ser en función del nivel de temperaturas de funcionamiento:

- *Sistemas de alta temperatura*: Con temperaturas superiores a los 800°C, mediante sistemas de receptor central (centrales de torre) y discos parabólicos, son utilizados en centrales termosolares.

Las centrales de torre se caracterizan porque el sistema colector está compuesto por un grupo de concentradores individuales llamados helióstatos que dirigen la radiación solar concentrada hacia un receptor central, normalmente situado a una cierta altura en una torre. Los discos parabólicos se componen de un reflector con forma de paraboloides de revolución, un receptor situado en el foco de dicho paraboloides, y un sistema de generación eléctrica compacto (motor o turbina más alternador), que suele formar un solo bloque con el receptor. La radiación solar concentrada por el paraboloides incide sobre el receptor, donde se convierte en energía térmica que permite generar electricidad en el sistema generador.



Figura 2.3. Central de torre y colectores de disco.

- *Sistemas de media temperatura*: En este tipo de sistemas, el rango de temperatura máximo está cercano a los 300°C. Están asociados a

procesos industriales y se utilizan cilindros parabólicos, que están compuestos de un espejo cilindro-parabólico que refleja la radiación solar directa concentrándola sobre un tubo receptor colocado en la línea focal de la parábola. La radiación solar concentrada produce el calentamiento del fluido que circula por el interior del tubo receptor.

- Sistemas de baja temperatura: El rango de temperatura de funcionamiento, se encuentra por debajo de los 90°C. Este tipo de instalaciones utilizan colectores planos y se localizan en edificios de viviendas y del sector terciario, como hoteles y oficinas.



Figura 2.4. Colectores cilindro-parabólicos y colectores planos.

2.2.2. USOS DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.

Durante nuestro estudio nos basaremos en la aplicación del sistema solar activo térmico de baja temperatura, ya que es el más común de encontrar y de aplicar. A través de este sistema podemos obtener:

Agua caliente sanitaria (ACS)

Es el uso más extendido y se trata de calentar el agua que utilizamos para el uso doméstico: ducharnos, bañarnos, grifos de fregaderos, etc.

Agua de proceso para industria

Se utiliza para precalentar el agua a la entrada de calderas con combustibles fósiles. Es válido para muchos procesos industriales como generación de vapor, lavado, secado, destilación, esterilización, pasteurización, etc. Las industrias más adecuadas son la papelera, la alimentaria, la textil y la química.

Calefacción

Se puede utilizar el agua calentada para que circule por el sistema de calefacción o bien ceda calor a una piscina. Normalmente las instalaciones son mixtas, es decir, producen ACS y apoyo a la calefacción. Puede ser utilizado para la calefacción por suelo radiante, radiadores o fan-coils, dotando de un gran ahorro en el gasto de combustible de la vivienda.

Climatización

Tanto el sistema de refrigeración por compresión como el de absorción pueden ser adaptados para que funcionen con energía solar, pero el segundo no implica conversiones de un tipo de energía a otra así que se presenta como la solución más económica y eficiente. Esta aplicación es una de las más interesantes debido a que las demandas de refrigeración más altas del año coinciden con el momento de mayor insolación, justo al revés que la calefacción.

2.3. LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.

2.3.1. EL EFECTO FOTOVOLTAICO.

El denominado efecto fotovoltaico consiste en que la energía contenida en las partículas de luz -fotones-, es transmitida a los átomos del silicio. Los electrones libres de estos átomos reciben esta energía, que los pone en movimiento; a este movimiento de los electrones le denominamos electricidad.

Las instalaciones fotovoltaicas son diferentes dependiendo de si vamos a utilizar la electricidad para consumirla en el lugar o vamos a transportarla para ser consumida en otra localización geográfica. Cuando se consume en el mismo lugar donde se produce, se inyecta en unas baterías, para poder reutilizar la electricidad cuando la demanda lo requiera. Si, por el contrario, pretendemos vender esa electricidad, necesitamos una conexión a red potente en las cercanías para poder volcarla a la red general.

2.3.2. USOS DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Los usos principales de la energía solar fotovoltaica son la producción de electricidad para autoconsumo o para la venta a la compañía eléctrica.

Instalación fotovoltaica de autoconsumo, también denominada casera, doméstica o aislada

A través de los paneles solares que reciben la radiación, que transforman en electricidad continua, que es consumida en el momento o, más usualmente, en unas baterías. Para poder ser consumida por nuestros electrodomésticos es necesario transformar la electricidad continua obtenida en electricidad alterna; debido a este motivo, es necesario disponer de un aparato denominado inversor, encargado de realizar esta conversión. Además, es necesario disponer de un control solar, así como de algunos otros aparatos complementarios. También se mantiene el generador

eléctrico a gasóleo, que se encarga de cargar la batería cuando consumimos la electricidad.

Venta de la electricidad fotovoltaica a red

La fotovoltaica puede considerarse una forma de invertir, segura y rentable, ya que está normalizada y garantizada por el Estado Español. Puede hacerse una instalación pequeña o una grande. Cualquier particular puede aprovechar el tejado de su vivienda unifamiliar o nave industrial para producir electricidad, aunque la ley prohíbe usar una parte de esa electricidad y vender el resto

Otros usos de la fotovoltaica

También existen otro tipo de usos de la energía solar fotovoltaica: es el sistema de producción de electricidad que se usa, por ejemplo, en los satélites artificiales. Cada vez existen más aparatos que utilizan minipaneles fotovoltaicos: cargadores de pilas, cargadores de móviles, chaquetas, e incluso un modelo de automóvil que ya se encuentra en el mercado.

(Para el desarrollo de estos apartados se ha obtenido la información de *Eficiencia Energética en los Edificios y Tecnología de las energías renovables* ambos de FERNÁNDEZ SALGADO, J.M^a editado por AMV y las publicaciones electrónicas de las páginas webs de IBERDROLA, FAGOR, AVEN e IDAE)

3. Memoria descriptiva de la edificación.

3. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR

3.1. EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN.

La vivienda unifamiliar se emplaza en la Partida Camaes, Plan Parcial del "Sector D2" en Manzana R2, Parcela Nº 7; entre el Camí de Salobres y la Ctra. N332a Alicante-Valencia, del Termino Municipio de El Verger (Alicante), próximo a la población de Denia.

La vivienda unifamiliar se sitúa en una parcela de forma rectangular regular, con una longitud del lado Norte de 59,50 m, al lado Este de 111,00 m, en el lado Oeste de 106 m, y en el lado Sur 60,50 m. La longitud media es de 112 m una profundidad media de 66,50 m, resultando una superficie de 7.472 m².

Se tiene acceso a la parcela de la urbanización a través de las distintas calles que la rodean. Está dotada de red de saneamiento que se utiliza para la conducción de aguas fecales a la red general de alcantarillado.



Figura 3.1. Emplazamiento de la parcela de situación de la vivienda. (Google Maps).

En la parcela se desarrolla un conjunto de edificaciones de viviendas adosadas unifamiliares, existiendo distintas tipologías de viviendas distribuidas en dos y tres plantas. El centro de la parcela está ocupado por la zona de ocio comunitario, dotando a las viviendas de jardín, juegos infantiles y piscina comunitaria.

La organización de las viviendas se realiza mediante un jardín comunitario que envuelve a los grupos de viviendas unifamiliares adosadas, con un mínimo de 5 m de jardín según viviendas, que sirve de antesala a cada vivienda y para zona de recreo en la zona de la piscina comunitaria.

La superficie de lámina de agua de la piscina en la zona común es de 84,37 m². La superficie no ocupada por la edificación destinada a jardinería privada, jardinería en zonas comunes, aparcamientos, y zona de juegos en zona común es de 3.494,60 m².

La vivienda de estudio del presente proyecto se sitúa dentro de la parcela entre la medianera de dos viviendas colindantes de similares características.

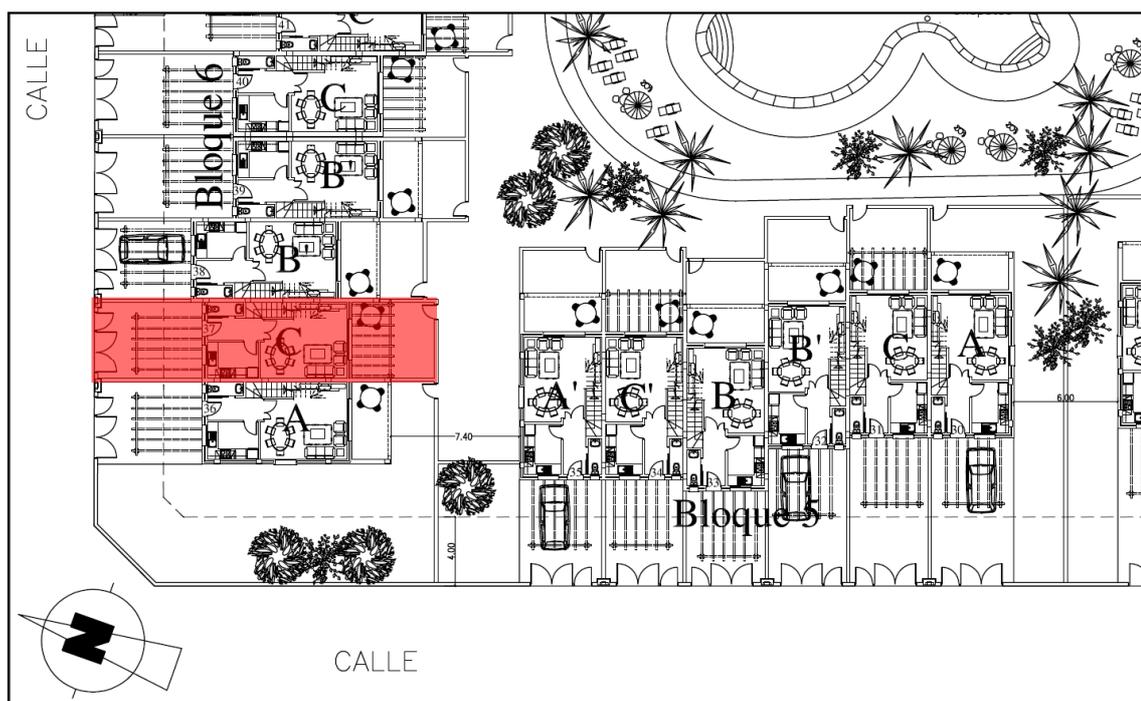


Figura 3.2. Detalle del emplazamiento de la vivienda.

Orientándose la fachada principal de la edificación hacia el norte, mientras que la fachada trasera o posterior se encuentra con una disposición sur.

En la segunda planta se encuentra una cubierta plana a modo de terraza. Mientras que la superficie habitable de la segunda planta está cubierta por un tejado inclinado con teja cerámica curva.

3.2. PROGRAMA DE NECESIDADES Y CUADROS DE SUPERFICIES.

La vivienda se distribuye en planta baja, primera y segunda. Con las siguientes necesidades:

- *Planta Baja:* Recibidor, aseo, cocina, salón-comedor, escalera y porche delantero y trasero.
- *Planta Primera:* Dos dormitorios dobles con un baño, balcón y terraza.
- *Planta Segunda:* Un dormitorio principal con baño y terraza.

La superficie de distribución es la siguiente:

NIVEL	SUPERFICIES	
	ÚTIL (m ²)	CONSTRUIDA (m ²)
PLANTA BAJA	31,37	40,65
PLANTA 1 ^a	27,04	34,62
PLANTA 2 ^a	15,38	18,51
TOTAL	73,79	93,78

Tabla 3.1. Cuadro de superficies útiles y construidas

PLANTA BAJA	
Aseo	1,62 m ²
Cocina	6,24 m ²
Recibidor	4,10 m ²
Salón-Comedor	19,41 m ²
PLANTA 1 ^a	
Baño 1	3,22 m ²
Dormitorio 1	8,37 m ²
Dormitorio 2	8,15 m ²
Paso	7,30 m ²
Terraza	1,98 m ²
PLANTA 2 ^a	
Baño 2	4,00 m ²
Dormitorio ppl.	10,00 m ²
Paso	1,38 m ²
Terraza	14,60 m ²

Tabla 3.2. Cuadro de superficies por estancia.

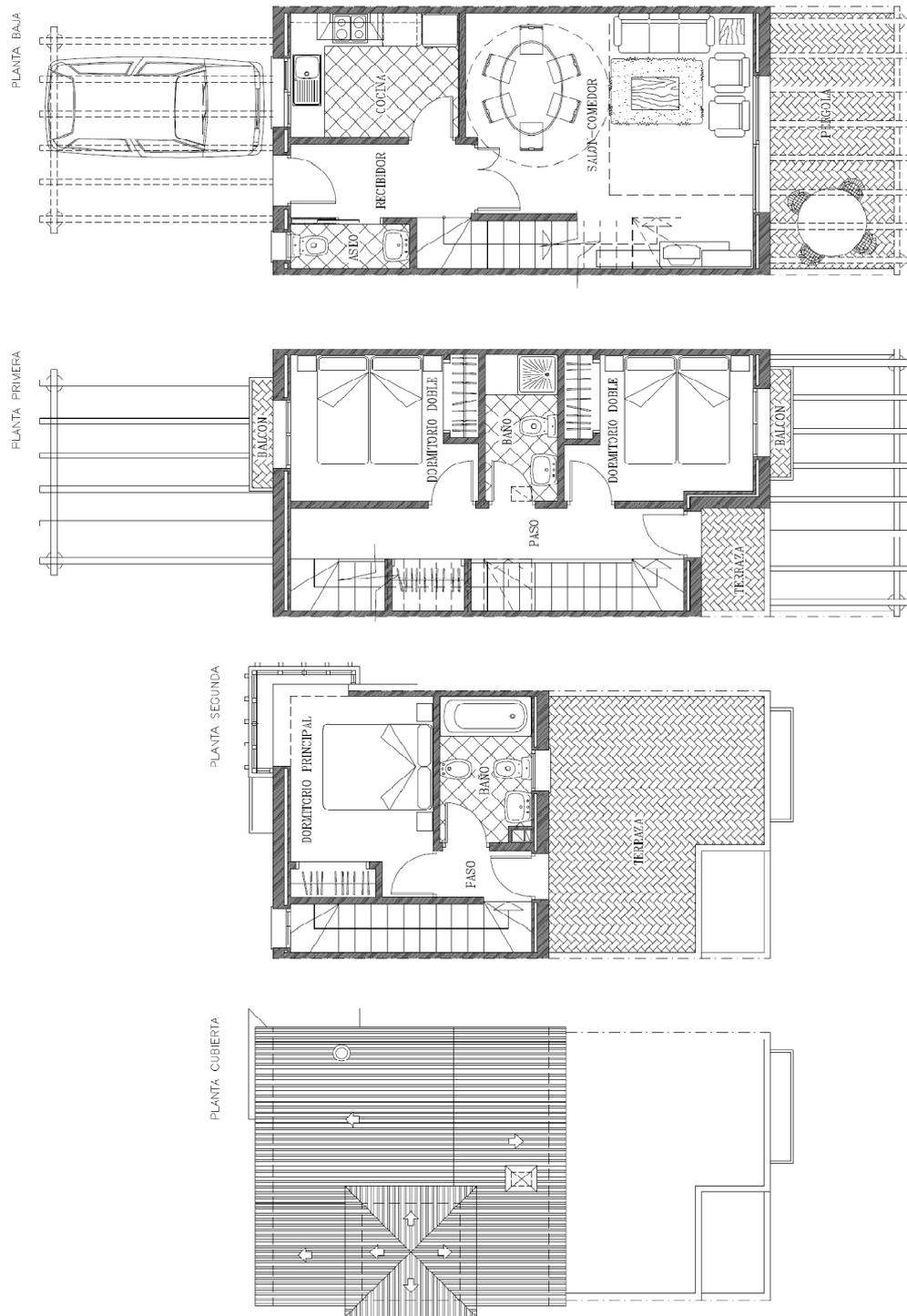


Figura 3.3. Distribución y usos de la vivienda unifamiliar.

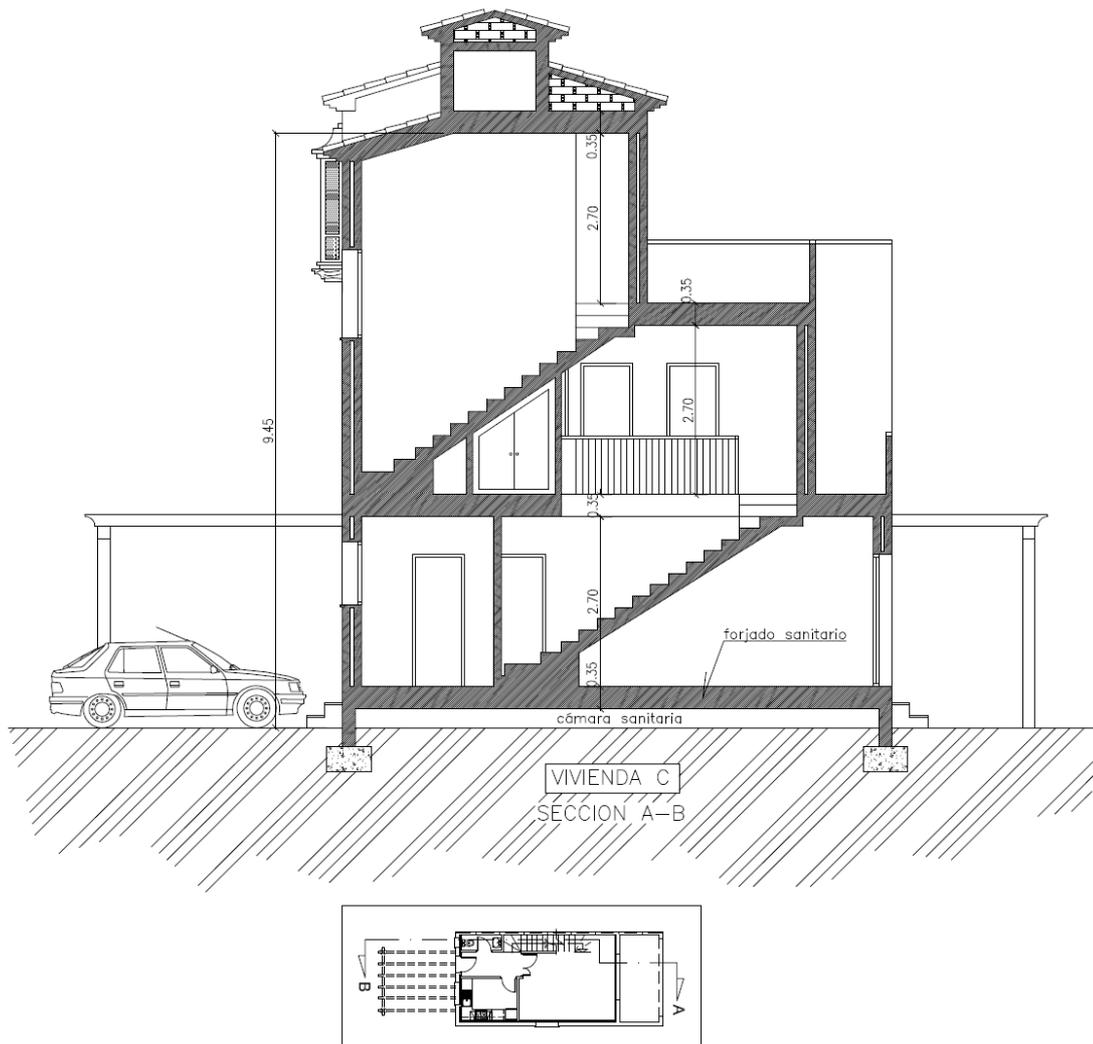


Figura 3.4. Sección AB de la vivienda.

3.3. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

3.3.1. CIMENTACIÓN

Se trata de una cimentación resuelta mediante zapatas aisladas de hormigón armado arriostradas, siguiendo las indicaciones del informe del estudio geotécnico. La tensión máxima para el que se han calculado esta cimentación es igual a 1,50 Kp/cm².

Sobre las riostras y las zapatas arranca un muro perimetral de bloques de hormigón con una armadura tipo celosía en horizontal y otro armado mediante barras de acero corrugado de refuerzo en vertical.

Según la documentación del proyecto el acero usado en la cimentación de riostras, zapatas y armado de refuerzo en el muro de bloque es del tipo B500S, mientras que el hormigón usado en la cimentación es HA-25/B/25/IIa

En la zona de los porches se extiende una solera de hormigón de 20 cm de espesor, con hormigón tipo HA-25/P/20/IIa.

3.3.2. ESTRUCTURA

La solución adoptada está resuelta con una estructura de pórticos de hormigón armado. Con un mínimo de pilares y luces de entre 4 y 3 m respectivamente.

La estructura horizontal está resuelta mediante un forjado unidireccional de hormigón armado con viguetas pretensadas y casetones de hormigón, de canto total 25+4 cm, con distancia entre ejes de 70 cm y mallazo 20x20x5 cm. El hormigón utilizado para la estructura es HA-30/B/12/IIa y armado en acero corrugado B500S.

Las escaleras se resuelven con losas inclinadas de hormigón armado de 15 cm de canto, incluso peldaños de hormigón.

3.3.3. CERRAMIENTOS Y PARTICIONES.

El cerramiento de fachada está compuesto por una fábrica de ½ pie de ladrillo cerámico hueco doble de 24x12x11 cm recibido con mortero de cemento CEM II/B.M32.5, cámara de aire ventilada con rejilla y enfoscada por la cara interior con mortero de cemento hidrófugo, aislamiento de cámaras con proyección de poliuretano proyectado de 3 cm de espesor medio con una densidad mínima de 50 kg/m³ y doblado con ladrillo hueco cerámico doble 25x12x7 cm colocado a tabicón por el interior. En los cantos de forjado se ha colocado una malla de fibra de vidrio tipo mallatex.

La medianera entre viviendas se resuelve con una fábrica de ladrillo perforado de 24x11x7 cm. de 1/2 pie de espesor, cámara con aislamiento de poliuretano proyectado de 3 cm de espesor medio con una densidad mínima de 50 kg/m³ y doblado con fábrica de ladrillo perforado de 24x11x7 cm de 1/2 pie de espesor.

Para realizar las particiones interiores de la vivienda se ha utilizado ladrillo cerámico hueco doble de 25x12x9 cm recibido con mortero de cemento CEM II/B. M32.5.

Para realizar el forro de armarios, pilares y bajantes de instalaciones, se ha usado un tabicón de ladrillo hueco sencillo de 25x12x4 cm.

La ventilación de baños se realiza conductos de sencillos de piezas prefabricadas de hormigón de 35x25x30 cm, colocándose aspiradores estáticos.

En cuanto a la resolución de huecos en la fachada se ha utilizado una vigueta prefabricada a modo de dintel por la cara exterior de la fachada, y

110x25x3,5 cm, con capa de regularización de 40 mm de espesor de hormigón H15 y un tamaño máximo del árido de 20 mm y acabado fratasado. Sobre la capa de regularización se coloca la teja cerámica mixta se clavada sobre listones de madera dispuestos en el sentido normal al de la máxima pendiente. Se ha dispuesto entre los apoyos de la cámara de ventilación, evitando puentes térmicos, un aislamiento térmico a base de paneles de poliestileno extruido XPS-III de 30 mm de espesor y $K=0,028$ W/m⁰ e impermeabilización mediante lámina de betún modificado con elastómero SBS, tipo LBM (SBS)-24FV terminada con arena.

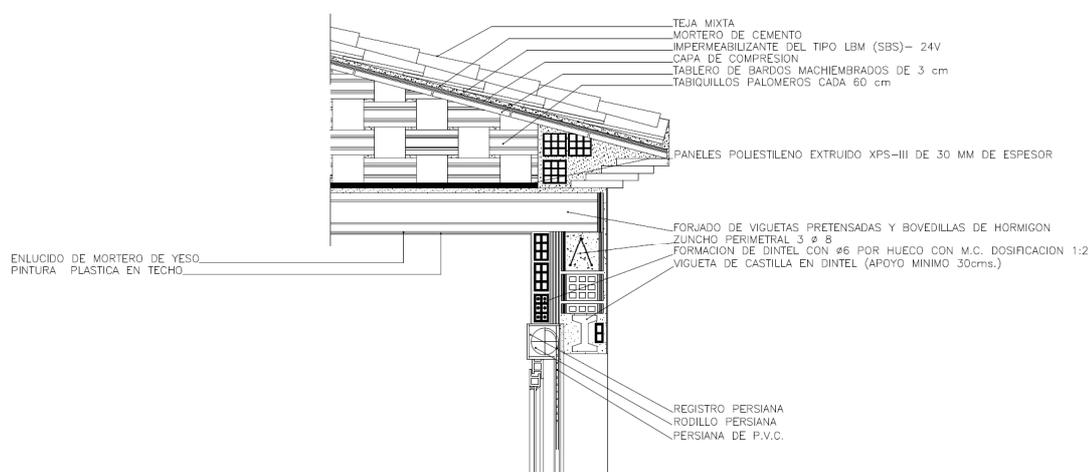


Figura 3.6. Detalle sección constructiva de la cubierta inclinada.

Azotea transitable realizada con capa de espesor medio de 5 cm de hormigón aligerado para formación de pendientes comprendidas entre $1 \leq p \leq 5\%$, capa de regularización con 2 cm de espesor de mortero de cemento 1:6, capa separadora con fieltro de fibra de vidrio de 100 g/m², aislamiento térmico a base de paneles de poliestireno extruido XPS-III de 30 mm de espesor, impermeabilización con solución bicapa no adherida, tipo PN-6 según NBE-QB-90 y normas UNE-104, con lámina base no adherida, tipo LBM (SBS)-40-FP de betún modificado de 40 g/dm² de masa total, con armadura constituida por fieltro de poliéster y lámina superior, completamente adherida con soplete a la anterior, tipo LO-40-FP de oxiasfalto de 40 g/dm² de masa total, con armadura constituida por fieltro de poliéster, capa separadora a base de fieltro de fibra de vidrio y acabado solado de gres para exteriores.

Las cubiertas transitables en terrazas y voladizos de viviendas están realizadas con capa de mortero de cemento y arena de río 1/6 para formación dependientes, junta perimetral de 1 cm. de Porexpan, enfoscado y media caña en encuentros con paramentos, imprimación asfáltica, una lamina asfáltica adherida de betún elastómero tipo MORTERPLAS o similar de 4 Kg. con armadura, fieltro geotextil de 150 g/m², Danofelt 150 PY, y mortero de cemento 1:6 de protección de 4 cm. de espesor y acabado con solado de gres.

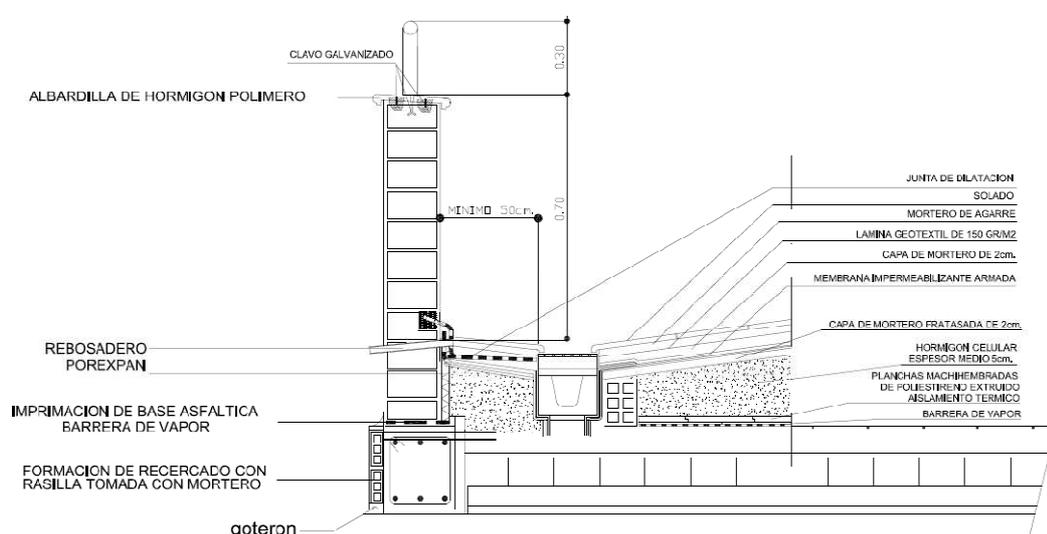


Figura 3.7. Detalle sección constructiva de cubierta transitable.

3.3.5. REVESTIMIENTOS Y ALICATADOS.

Las fachadas se encuentran revestidas con un mortero de cemento hidrófugo de espesor 20 mm. Así como también los paramentos horizontales de voladizos.

La tabiquería interior esta guarnecida y enlucida con proyectado de yeso blanco de espesor 15 mm y posterior acabado en pintura. Mientas que la cocina, baños y aseos se alicataran con gres hasta el falso techo con una

altura de 2,40 m en cocinas y 2,30 m en baños y aseos. La colocación del gres se realizó sobre base de enfoscado de mortero maestreado para posterior colocación de las piezas, recibidas con cemento cola.

El alicatado en cocina es de gres modelo Kenia beige de dimensiones 35x25 cm apaisado de la firma AZULEV, combinado con listelo de gres de 8x25 cm modelo Masai beige.

Baño Principal se encuentra revestido con gres modelo Orión Gris de 35x25 apaisado de la firma AZULEV. Formando la U de la bañera, combinado con revestimiento de gres modelo Orión Blanco de 35x25 apaisado de la firma AZULEV.

El baño secundario se encuentra revestimiento de gres modelo Marmi Mosaico Blanco de 30x30 de la firma AZULEV. Formando la U del plato de ducha, combinado con revestimiento de gres modelo Marmi Placa Rosso de 30x30 de la firma AZULEV.

Aseo planta baja, se opto por un revestimiento de gres modelo Kroma Damero Verde de 35x25 apaisado de la firma AZULEV. Formando la U del plato de ducha, combinado con Revestimiento de gres modelo Kroma Blanco de 35x25 apaisado de la firma AZULEV.

Los techos de la vivienda al igual que la tabiquería se encuentran guarnecidos y enlucidos con mortero de yeso proyectado blanco de espesor 15 mm y posterior acabado en pintura, a excepción de cocinas, baños y aseos que cuentan con un falso techo realizado con placas de escayola lisa de dimensiones 100x60 cm.

3.3.6. PAVIMENTOS.

Solado general de la vivienda es de baldosa de gres color Ocre 45x45 cm de la firma AZULEV con rodapié del mismo material 8x45 cm. Dicho pavimento se apoya sobre una capa de mortero de cemento de 5 a 6 cm de espesor fratasada y fijado con cemento cola. En baños y aseos se colocan

plaquetas de gres en verde y blanco de dimensiones 30x30 cm, de iguales calidades que el alicatado de los mismos.

En las terrazas de la vivienda se ha colocado gres modelo Natura Cotto antideslizante 30x30 cm de la firma AZULEV para exteriores, con rodapié del mismo material 8x30 cm. Dicho pavimento se encuentra tomado sobre capa de mortero de cemento de 5 a 6 cm de espesor fratasada y fijado con cemento cola.

Los peldaños de escalera, rellanos y descansillos están realizados con mármol crema marfil de 3 cm de espesor, con tabica y zanquín del mismo material.

3.3.7. CARPINTERIA INTERIOR

La carpintería interior de vivienda está realizada en madera con las siguientes características.

Puerta de entrada a vivienda es blindada con terminación exterior en lacado en base anódica color blanco inalterable, hoja de dimensiones 82,5x203x4,5 cm, construida con cerco de acero de 2 mm, hoja de acero intermedia y reforzada con omegas, dos plafones, con marco macizo revestido tapajuntas de pino macizo, bisagras pivotantes antipalanca. Herrajes de cromados, mirilla óptica, cerradura de alta seguridad con bornas tipo caja fuerte, cinco puntos de anclaje y cerradura de seguridad de Tesa modelo TX-70, tres bisagras regulables de acero, manivelas de acero mate, mirilla panorámica, pomo y burlete. Acabado interior igual que la carpintería interior.

Las puertas de paso en el interior de la vivienda son del modelo LVT 5 N en haya vaporizada con fresado en V sobre madera oscura de la casa Uniarte, hoja de dimensiones 72,5x 203x4,5 cm, construida con premarco de pino con escuadría según la tabiquería y los revestimientos, contramarco y

tapajuntas de pino macizo, hoja de 35 mm maciza de madera de aglomerada canteada con cantos macizos de madera cuatro caras. Herrajes de cuelgue y seguridad, tres bisagras y manillas en acero mate tipo roseta, modelo 200 de la casa HERRAYMA o similar, cerradura con resbalón y condena en baños y aseos.

En los aseos se instala una puerta corredera, con contramarco metálico con armazón metálico con grecado en negativo para revestir tipo Orchidea Basic de la marca Maydisa o similar, puerta iguales características que el resto de la carpintería interior

Los armarios son empotrados tipo monoblock, altura de rodapié a techo, de igual calidad a la carpintería de madera interior, puertas de madera de 19 mm en tablero aglomerado con terminación en lacado color blanco inalterable ambas caras. Herrajes de acero mate, pomos a juego con el resto de la carpintería, cierres con imanes superior e inferior. Tapajuntas lisos de 7 cm de pino macizo. Armarios forrados interiormente con tablero aglomerado acabado chapado ambas caras, estante divisor, cajonera y barra de colgar metálica. Dimensiones según modelo proyecto a comprobar en obra con hoja preferentemente de 50 cm.

3.3.8. CARPINTERIA EXTERIOR

La carpintería exterior de puertas y ventanas son de aluminio lacado con base anódica de 60 micras previa mano de imprimación, sello de calidad Qualicoat., sobre precerco, perfil serie alfil de la casa Alcoa o similar. Con guías de persiana para persianas con mecanismos de elevación y manivela.

Las persianas de son aluminio tipo monoblock en el mismo color que la carpintería de aluminio, con lama pequeña y aislamiento de poliuretano inyectado. Con torno recogedor y cajón de registro.

Las barandillas de los balcones esta realizada con montantes metálicos con tratamiento antioxidante y acabado con pasamanos de madera de Teka tratada para exterior.

Las barandillas de escaleras están realizadas en aluminio lacado con base anódica color con pasamanos semicircular de diámetro 60 mm de madera maciza de haya o roble barnizado.

3.3.9. VIDRIERÍA.

Para el acristalamiento de la carpintería exterior se ha optado por colocar:

- Acristalamiento tipo "Climalit" 6+6+4, cámara de aire deshidratada sellada perimetralmente, doble sellado de butilo y polisulfuro y perfiles de neopreno.
- Acristalamiento en zonas de seguridad vidrio Stadip 3+3/6/4 con cámara de aire deshidratada sellada perimetralmente, doble sellado de butilo y polisulfuro y perfiles de neopreno.

Acristalamiento de la carpintería interior esta realizada con vidrio impreso traslúcido de 4mm.

3.3.10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

La instalación eléctrica está calculada para un grado de electrificación de 9.200 W. Con colocación de mecanismos de la serie modelo Galea níquel negro-aluminio de Legrand. Puntos de luz en baños protegidos, en techo y espejo según el Reglamento de Baja Tensión (RBE). La electrificación esta realizada con tubos de protección de PVC flexibles con los cable en su interior, cajas de derivación con tapas y regletas de conexión.

3.3.11. FONTANERÍA.

La instalación de agua de la vivienda, comienza con la instalación de un tubo de alimentación enterrado de unos 6 m de longitud, que une la vivienda con la batería de contadores, formada por una tubería de 32 mm. de diámetro de polietileno.

La red de distribución de agua en el interior de la vivienda se realiza a través de tuberías de polietileno multicapa PEX-Al-PEX, para la red de agua fría y caliente que conecta la derivación particular o una de sus ramificaciones con cada uno de los aparatos sanitarios, con los diámetros necesarios para cada punto de servicio.

En baños y cocinas se colocaran llaves de corte en cada aparato y en cada cuarto húmedo para independizar el suministro si fuera necesario, así como llave de corte general (para fría y caliente).

Además existen dos tomas de agua, una en la zona delantera y otra en el porche trasero de la vivienda.

Se instala un termo eléctrico de 100 litros de la marca Fagor M-100-N3, para producción y acumulación de agua caliente sanitaria, con calderín de chapa de acero galvanizado, protección por ánodo, aislamiento de alta inercia, con vuelta de acero esmaltado, regulación automática, termostato y válvula de seguridad, grupo de conexión y alimentación con filtro incorporado, válvula de retención y de apertura de diámetro 1/2" e interruptor bipolar con fusibles.

3.3.12. AIRE ACONDICIONADO.

La instalación de aire acondicionado bomba frío-calor se realiza por medio de Splits en salón-comedor y dormitorios, marca MITSUBISHI, considerándose las acometidas eléctricas necesarias, protecciones, desagües, etc. Colocándose la máquina exterior en cubierta de edificio.

4. Análisis de la demanda energética.

4. ANALISIS DE DEMANDA ENERGÉTICA.

4.1. BASE DE LOS CÁLCULOS.

El primer paso para dimensionar el sistema de energía solar térmica es el de conocer las necesidades energéticas de ACS, calefacción y refrigeración de la vivienda unifamiliar. Después se tiene que analizar la radiación solar disponible en la localidad de El Verger (Alicante) y aplicar los rendimientos correspondientes.

Para determinar la demanda energética del ACS basaremos los cálculos en "El documento básico de ahorro de energía HE4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria" .

Para determinar la demanda energética de la calefacción y refrigeración basaremos los cálculos en el "Documento Básico de Ahorro de Energía HE1: Limitación de la demanda energética" , en la "Norma Básica de la Edificación: Condiciones Térmicas de los Edificios" , y el "Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios" (RITE).

4.2. DATOS DE PARTIDA.

Los datos de partida son de gran importancia en el desarrollo de un proyecto, ya que de ellos dependen los cálculos realizados, y por lo tanto los resultados del proyecto. De manera que estos datos serán definidos, con la mayor exactitud posible para obtener unos resultados satisfactorios en el desarrollo del proyecto.

Siendo estos datos los siguientes:

- Datos referidos a la familia ocupante de la vivienda.

La familia está integrada por cuatro miembros; dos adultos y dos niños.

Según el documento HE-4 (Contribución solar mínima de ACS), el cálculo de número de personas por vivienda deberá hacerse utilizando como valores mínimos los que se relacionan a continuación:

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	más de 7
Número de Personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

Tabla 4.1. Tabla de cálculos de Nº de personas por vivienda. Documento Básico HE4.

Los hábitos de consumo de agua caliente sanitaria de esta unidad familiar son los habituales, por lo que se utilizará como consumo medio diario 30 litros por persona y día a una temperatura de 60°C (según datos del CTE-HE4).

La temperatura media óptima en el interior de la vivienda oscila entre 20-23 °C para los meses de invierno y entre 23-25 °C para los meses de verano.

Consideraremos que la vivienda está ocupada durante todo el año.

- Datos geográficos de la edificación

La edificación unifamiliar objeto de estudio, está situada en El Verger (Alicante), a una altitud aproximada de 25 m. sobre el nivel del mar.

Según el CTE-HE4, la vivienda unifamiliar se encuentra en la Zona Climática IV. Según se observa en la siguiente figura tomaremos los datos de la localidad de Denia, ya que es la población más próxima al El Verger.

La temperatura máxima en verano es de 32°C y la mínima en invierno es de 6°C.

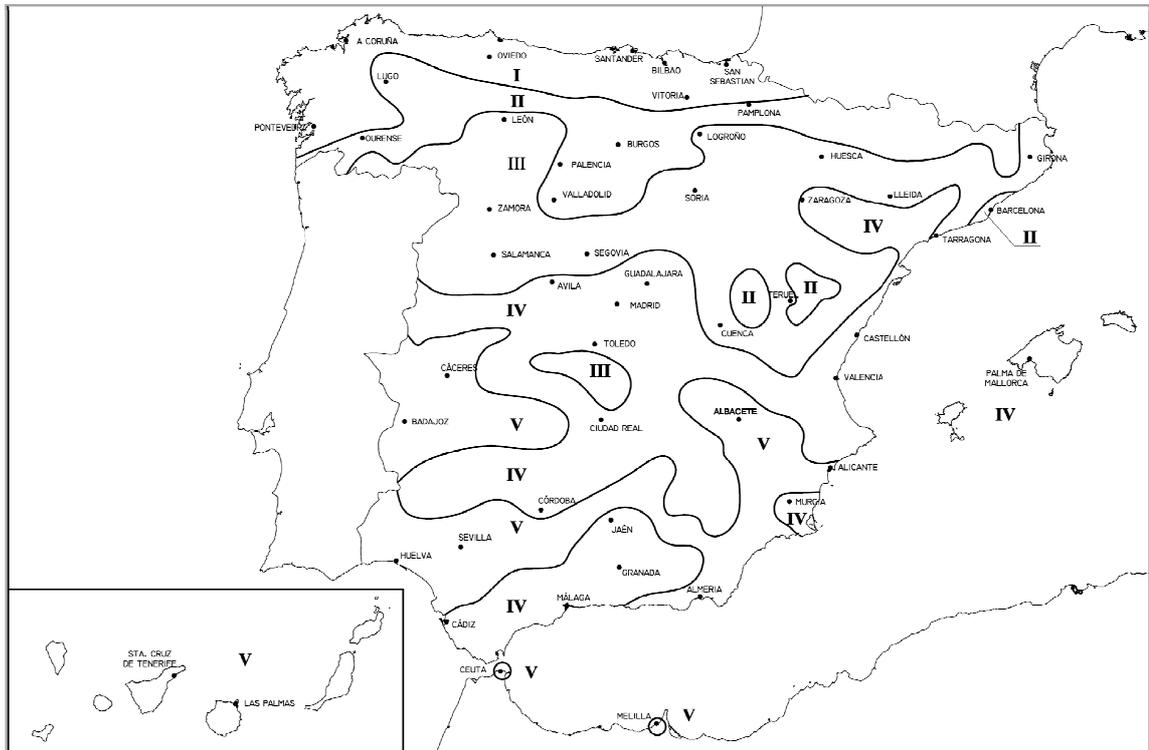


Figura 4.1. Mapa zonas climáticas. CTE-HE4.

ALICANTE	Alcoy	IV
	Alicante	V
	Benidorm	IV
	Crevillent	V
	Denia	IV
	Elche	V
	Elda	IV
	Ibi	IV
	Javea	IV
	Novelda	IV

Figura 4.2. Tabla zonas climáticas. CTE-HE4.

4.3. DEMANDA ENERGÉTICA DE ACS.

El primer cálculo lógico en cualquier instalación es evaluar el consumo necesario. En el caso de agua caliente sanitaria, hay que conocer los litros de agua que cada día consumen los usuarios de las viviendas.

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Tabla 4.2. Tabla de demanda de referencia a 60°C. CTE-HE4.

Según se desprende la tabla de demanda, obtenemos que en la vivienda unifamiliar objeto de estudio, estableceremos que el consumo de agua es de 30 l/persona, por lo tanto tendremos que el consumo diario es:

$$V = n_{\text{personas}} \times V_{\text{usuario}} = 30 \text{ litros/persona} \times 4 \text{ personas} = \mathbf{120 \text{ litros}}$$

Donde:

V = Volumen total de ACS en la vivienda (litros).

n_{personas} = Numero de personas en la vivienda.

V_{usuario} = Volumen diario de ACS por usuario (litros).

Por lo tanto el consumo diario habitual para una vivienda unifamiliar de 4 miembros es de 120 l de ACS a 60°C. Por lo que al mes obtenemos que el

consumo medio de ACS es de 3.650 l, por tanto al año una familia media de 4 personas consume un total de 43.800 l.

Una vez se ha establecido el volumen de agua que consumirán los usuarios de la instalación, debemos saber la energía que se tiene que aportar para conseguir aumentar la temperatura del agua de red hasta los 60 °C de servicio. Para hacer obtener estos datos, primero calcularemos el salto térmico entre el agua de red y el agua de servicio mediante la siguiente expresión:

$$\Delta t = t_{\text{servicio}} - t_{\text{red}}$$

Donde:

Δt = Salto térmico (°C)

t_{servicio} = Temperatura del agua de consumo. Para los cálculos usaremos como temperatura del agua 60 °C, ya que es la temperatura que queremos obtener.

t_{red} = Temperatura a la que llega el agua fría de consumo de la red general de distribución. Este valor lo puede suministrar la compañía local y, si no se dispone de ningún dato local, se utiliza la siguiente tabla de temperaturas medias mensuales provinciales.

	Temperatura media del agua de la red general, en °C. (Fuente: CENSOLAR).												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
VALENCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
CASTELLÓN	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
ALICANTE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3

Tabla 4.3. T^a media del agua de la red general.

	Salto térmico de temperatura del agua hasta los 60 °C												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
VALENCIA	52	51	49	47	46	45	44	45	46	47	49	52	47,7
CASTELLÓN	52	51	49	47	46	45	44	45	46	47	49	52	47,7
ALICANTE	52	51	49	47	46	45	44	45	46	47	49	52	47,7

Tabla 4.4. Salto térmico de temperatura del agua.

Como nuestra vivienda se sitúa en El Verger, provincia de Alicante, y la temperatura media del agua de la red considerada para la Comunidad Valenciana es la misma, obtenemos que la variación de temperatura media anual es de 47,7 °C entre el agua de la red general y el agua caliente a de consumo en la vivienda.

Una vez conocemos el volumen diario de agua a calentar y el salto térmico necesario, calcularemos la energía necesaria mediante la siguiente expresión:

$$Q = V \times \delta \times C_e \times \Delta t$$

Donde:

Q = Cantidad de calor necesaria (Kcal).

V = Volumen total de ACS en la vivienda (litros).

δ = Densidad del agua (kg/l).

C_e = Calor específico del agua (kcal/kg °C).

Δt = Salto térmico (°C).

La cantidad de calor necesaria es muy importante en el cálculo, ya que se trata del dato de partida, es decir, del resultado que queremos obtener en la instalación.

Tomaremos como datos para el cálculo:

- Densidad del agua: 1 Kg/l
- Calor específico del agua: 1 Kcal / Kg °C
- Volumen diario de consumo: 120 l

Con lo que obtenemos las siguientes tablas de valores:

	Energía Necesaria Q kcal/ día												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
ENERGIA	6240	6120	5880	5640	5520	5400	5280	5400	5520	5640	5880	6240	5724

Tabla 4.5. Energía necesaria en la vivienda para ACS por día de cada mes.

MES	ENERGÍA		
	Kcal/ día	kJ/ día	KWh/ día
ENERO	6240	26.125,63	7,26
FEBRERO	6120	25.623,22	7,12
MARZO	5880	24.618,38	6,84
ABRIL	5640	23.613,55	6,56
MAYO	5520	23.111,14	6,42
JUNIO	5400	22.608,72	6,28
JULIO	5280	22.106,30	6,14
AGOSTO	5400	22.608,72	6,28
SEPTIEMBRE	5520	23.111,14	6,42
OCTUBRE	5640	23.613,55	6,56
NOVIEMBRE	5880	24.618,38	6,84
DICIEMBRE	6240	26.125,63	7,26
MEDIA ANUAL	5.724	23.965,24	6,66

Tabla 4.6. Energía necesaria diaria en cada mes

MES	ENERGIA	
	KWh/mes	MJ/ mes
ENERO	224,97	809,89
FEBRERO	199,29	717,45
MARZO	211,99	763,17
ABRIL	196,78	708,41
MAYO	199,01	716,45
JUNIO	188,41	678,26
JULIO	190,36	685,30
AGOSTO	194,69	700,87
SEPTIEMBRE	192,59	693,33
OCTUBRE	203,34	732,02
NOVIEMBRE	205,15	738,55
DICIEMBRE	224,97	809,89
TOTAL	2.431,55	8.753,59

Tabla 4.7. Energía total mensual.

Por lo tanto necesitamos un una energía total anual de 8.753,59 MJ, es decir 2.431,55 KWh para el suministrar agua caliente durante todo el año a la vivienda.

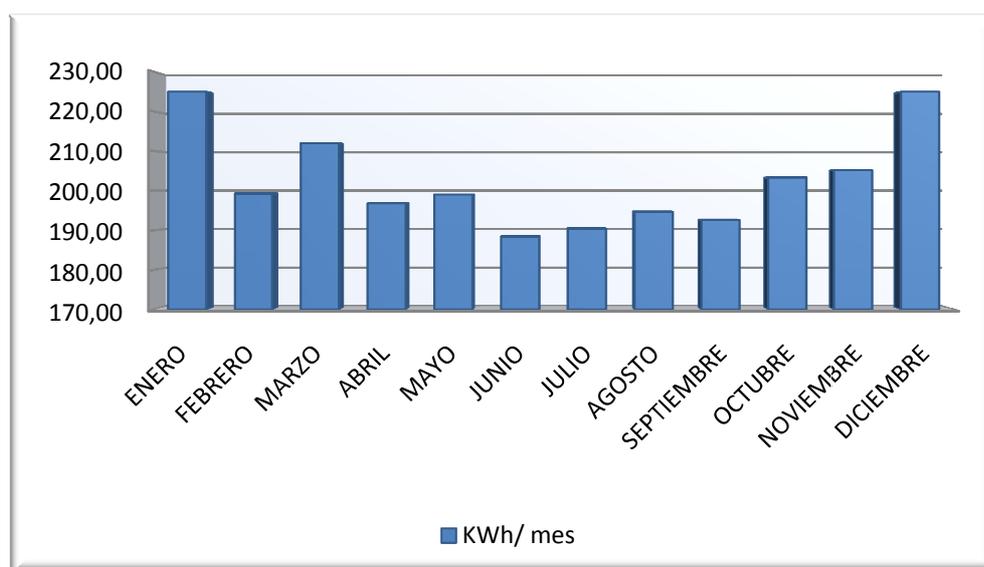


Figura 4.3. Gráfica de consumos energéticos para ACS.

4.4. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN IDEAL.

Para definir la demanda energética para la calefacción de la vivienda unifamiliar, lo haremos en base a las recomendaciones de la Agencia Valenciana de Energía (AVEN).

Para saber la cantidad de energía que es necesaria para calentar y mantener la vivienda a una temperatura optima, comenzaremos por conocer es la volumen de aire que se tiene que calentar. Para ello utilizaremos la siguiente fórmula:

$$m = \frac{P \times V \times PM}{R \times T}$$

Donde:

m = masa de aire a calentar (kg)

P = presión atmosférica (1 atm)

V = volumen de aire a calentar (m³)

PM = peso molecular del aire (28,96 kg/Kmol)

R = constante universal de los gases ideales (0,0820562 atm·m³/K·kmol)

T = temperatura a la que se encuentra el aire a calentar (°Kelvin)

Como temperatura cogemos la media mensual recogida en la estación meteorológica de Denia durante los últimos años varios años, recogido por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Temperatura Media en Denia												
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
°C	11	11	14	16	19	24	26	26	23	20	14	12
°K	284,16	284,16	287,16	289,16	292,16	297,16	299,16	299,16	296,16	293,16	287,16	285,16

Tabla 4.8. Tabla de temperatura media en Denia.

La superficie a climatizar en el interior de la vivienda:

PLANTA BAJA	
Aseo	1,62 m ²
Cocina	6,24 m ²
Recibidor	4,10 m ²
Salón-Comedor	19,41 m ²
PLANTA 1ª	
Baño 1	3,22 m ²
Dormitorio 1	8,37 m ²
Dormitorio 2	8,15 m ²
Paso	7,30 m ²
PLANTA 2ª	
Baño 2	4,00 m ²
Dormitorio ppl.	10,00 m ²
Paso	1,38 m ²
Escalera	5,04 m ²

	Superficie (m ²)
PLANTA BAJA	31,37
PLANTA 1ª	27,04
PLANTA 2ª	20,42
TOTAL	78,83

Tabla 4.9. Cuadro de superficies de la vivienda.

Teniendo en cuenta que la altura de la edificación es de 2,70 metros podremos calcular con una simple multiplicación el volumen de aire a calentar.

$$V = \text{Superficie (m}^2\text{)} \times \text{Altura (m)} = 78,83 \text{ m}^2 \times 2,70 \text{ m} = 212,84 \text{ m}^3$$

A continuación se muestra la tabla con el cálculo de la masa de aire a calentar distribuido por meses del año.

MES	P (atm)	V (m ³)	PM (kg/k.mol)	R (atm.m ³ /k.Kmol)	T (°K)	m (kg)
ENERO	1	212,84	28,96	0,0820562	284,16	264,35
FEBRERO	1	212,84	28,96	0,0820562	284,16	264,35
MARZO	1	212,84	28,96	0,0820562	287,16	261,59
ABRIL	1	212,84	28,96	0,0820562	289,16	259,78
MAYO	1	212,84	28,96	0,0820562	292,16	257,11
JUNIO	1	212,84	28,96	0,0820562	297,16	252,78
JULIO	1	212,84	28,96	0,0820562	299,16	251,09
AGOSTO	1	212,84	28,96	0,0820562	299,16	251,09
SEPTIEMBRE	1	212,84	28,96	0,0820562	296,16	253,64
OCTUBRE	1	212,84	28,96	0,0820562	293,16	256,23
NOVIEMBRE	1	212,84	28,96	0,0820562	287,16	261,59
DICIEMBRE	1	212,84	28,96	0,0820562	285,16	263,42

Tabla 4.10. Cuadro cálculo de la masa de aire.

Debido a infiltraciones e interferencias del sistema, consideraremos que el aire se renueva un 50% cada día, con el siguiente resultado:

m	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
100%	264,35	264,35	261,59	259,78	257,11	252,78	251,09	251,09	253,64	256,23	261,59	263,42
50%	132,17	132,17	130,79	129,89	128,56	126,39	125,55	125,55	126,82	128,12	130,79	131,71

Tabla 4.11. Cuadro cálculo de la masa de aire con renovación del aire.

Una vez conocemos la masa de aire que debemos calentar, necesitamos saber la energía que necesitamos para ello.

Para calcular la energía necesaria para calentar esta masa de aire utilizaremos la siguiente expresión:

$$Q = m \times C_e \times \Delta t$$

Donde:

Q = Cantidad de calor necesaria (kcal)

m = Masa total de aire a calentar (kg)

C_e = Calor específico del aire (0,4 kcal/kg °K)

Δt = Salto térmico (°K)

Para calcular el salto térmico del exterior de la vivienda al interior consideraremos como temperatura de confort 20° C para los meses de invierno, por lo que en grados Kelvin son 293,16°K.

MES	m (Kg)	C _e (Kcal/Kg.°K)	T media (°K)	T cálculo (°K)	Q (Kcal/día)	Q (KJ/ día)	Q (MJ/ mes)
ENERO	132,17	0,24	284,16	293,16	285,50	1.195,32	35,86
FEBRERO	132,17	0,24	284,16	293,16	285,50	1.195,32	33,47
MARZO	130,79	0,24	287,16	293,16	188,34	788,55	24,45
ABRIL	129,89	0,24	289,16	293,16	124,69	522,07	15,66
MAYO	128,56	0,24	292,16	293,16	30,85	129,18	4,00
JUNIO	126,39	0,24	297,16	293,16	-121,34	-508,01	-15,24
JULIO	125,55	0,24	299,16	293,16	-180,79	-756,92	-23,46
AGOSTO	125,55	0,24	299,16	293,16	-180,79	-756,92	-23,46
SEPTIEMBRE	126,82	0,24	296,16	293,16	-91,31	-382,30	-11,47
OCTUBRE	128,12	0,24	293,16	293,16	0,00	0,00	0,00
NOVIEMBRE	130,79	0,24	287,16	293,16	188,34	788,55	23,66
DICIEMBRE	131,71	0,24	285,16	293,16	252,88	1.058,78	32,82

TOTAL	169,92
-------	--------

Tabla 4.12. Cuadro cálculo de la energía necesaria para el calentamiento.

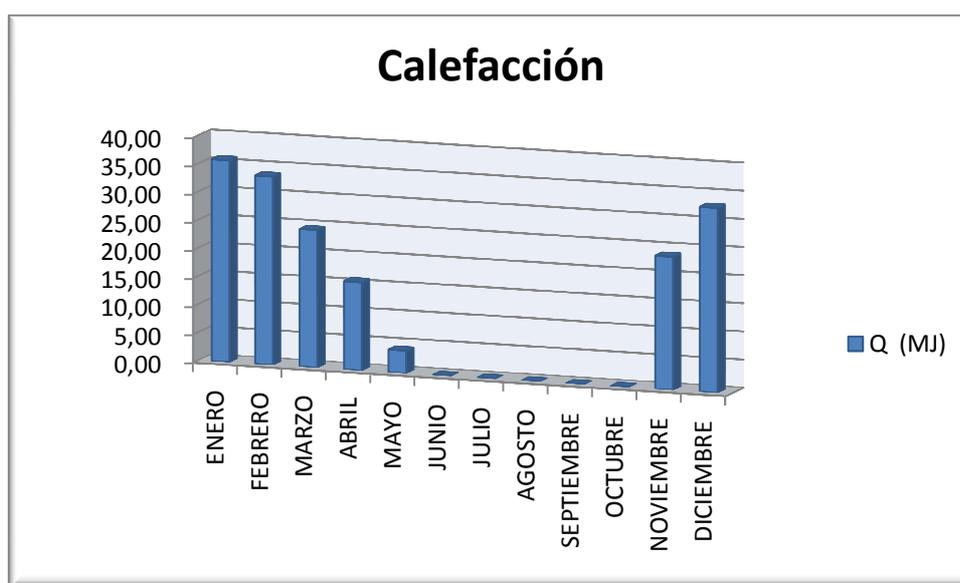


Figura 4.4. Grafica de demanda energética de calefacción mensual ideal.

Los meses de Junio a Septiembre marcados con letra roja son aquellos en los que hay una demanda energética negativa y coincide precisamente con los meses de verano y próximos a este. En estos meses podemos sustituir el valor por cero ya que son los meses en los que el sistema no debe aportar energía de calefacción.

4.5. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN CON PÉRDIDAS.

4.5.1. DATOS DE PARTIDA.

Esta grafica anterior (Figura 4.4.) correspondería si la vivienda unifamiliar fuera ideal, es decir, si no experimentaran pérdida alguna de energía. Pero sabemos que este estado no es del todo cierto pues dependiendo del material y las características de la construcción empleado en la edificación de la vivienda existen unas pérdidas de energía.

Según establece la Sección HE 1 "Limitación de Demanda Energética" en su apartado 1 "Generalidades", se ha optado por la opción simplificada en el procedimiento de comprobación ya que se cumplen simultáneamente las condiciones siguientes:

- El porcentaje de huecos en cada fachada es inferior al 60% de su superficie.
- El porcentaje de lucernarios en la cubierta es 0% con lo cual, es inferior al 5% que nos indica la norma.

ALZADO	% HUECOS
NORTE	21,65
SUR	29,10
ESTE	0,00
OESTE	19,70

Tabla 4.13. Porcentaje de superficie de huecos en cada fachada.

La demanda energética de los edificios se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican y según la zonificación climática establecida. El CTE DB HE establece las zonas climáticas dependiendo del desnivel entre la localidad y la capital de su provincia.

Tabla D.1.- Zonas climáticas

Provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	/	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	F1	1054	F1	F1	F1	F1	F1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	F1	F1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	49	C3	C4	D1	D4	F4

Figura 4.5. Detalle de la tabla del Apéndice D. del CTE DB HE 1

En nuestro caso también se indica "Si la diferencia de altura fuese menor de 200 m o la localidad se encontrase a una altura inferior que la de referencia, se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia", por lo tanto tomaremos la zona climática B4, correspondiente a Alicante.

ZONA CLIMÁTICA B4										
Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno					$U_{Mlim}: 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Transmitancia límite de suelos					$U_{Slim}: 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Transmitancia límite de cubiertas					$U_{Clim}: 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$					
Factor solar modificado límite de lucernarios					$F_{Lim}: 0,28$					
% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,55	-	0,57
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	0,55	-	0,58	0,42	0,59	0,44
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,45	-	0,48	0,34	0,49	0,36
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,39	0,55	0,41	0,29	0,42	0,31

⁽¹⁾ En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{Mm} , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,58 se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas B3 y B4.

Figura 4.6. Tabla de zona climática B4. CTE DB HE 1.

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m² K

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios <i>no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos ⁽²⁾	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m
⁽²⁾ Las transmitancias térmicas de vidrios y marcos se compararán por separado.

Figura 4.7. Tabla transmitancia térmica. CTE DB HE 1.

Para el cálculo de los coeficientes del espacio habitable en contacto con el exterior nos basaremos en el Documento Básico de Ahorro de Energía (Apéndice E) donde están tabuladas en tablas las resistencias térmicas superficiales de los cerramientos dependiendo del sentido del flujo de calor.

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m² K/W

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal 	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente 	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente 	0,04	0,17

Figura 4.8. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m²K/W.

4.5.2. CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR

Este cálculo es aplicable a la parte opaca de todos los cerramientos en contacto con el aire exterior así como para los puentes térmicos integrados en dichos cerramientos cuya superficie sea superior a 0,5 m². La transmitancia térmica U (W/m² K) viene dada por la expresión:

$$U = 1 / R_T$$

Donde:

U = la transmitancia térmica (W/m²K)

R_T = la resistencia térmica total del componente constructivo (m²K/W), calculada según la expresión:

$$R = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Siendo, R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente tomadas de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y situación en el edificio (m²K/W).

R₁, R₂, ..., R_n las resistencias térmicas de cada capa (m²K/W), definida cada una de ellas mediante la expresión:

$$R = e / \lambda$$

Donde:

e = el espesor de la capa (m)

λ = la conductividad térmica de diseño de material que compone la capa (W/mK)

Por lo cual obtenemos los siguientes datos:

FACHADA DE LADRILLO REVESTIDA			
R=	2,24	PARAMETROS CARACTERÍSTICOS	
U=	0,45	COMPONENTES	Resistencia (m ² K/W)
		Espesor (cm)	Conductividad térmica (W/mK)
			0,400
		2,00	1,300
		11,50	0,440
		1,00	1,300
		4,00	0,170
		3,00	0,028
		7,00	0,440
		1,50	0,570
			0,130

Tabla 4.14. Transmitancia térmica de la fachada.

MEDIANERA			
R=	1,81	PARAMETROS CARACTERÍSTICOS	
U=	0,55		
COMPONENTES	Espesor (cm)	Conductividad térmica (W/mK)	Resistencia (m ² K/W)
Resistencia del aire interior			0,130
Guarnecido y enlucido de yeso	1,50	0,570	0,026
1/2 pie Ladrillo perforado	11,50	0,690	0,167
Aisl. Térmico (Poliuretano proyectado)	3,00	0,028	1,071
1/2 pie Ladrillo perforado	11,50	0,440	0,261
Guarnecido y enlucido de yeso	1,50	0,570	0,026
Resistencia del aire interior			0,130

Tabla 4.15. Transmitancia térmica medianera.

TERRAZA			
R=	1,84	PARAMETROS CARACTERÍSTICOS	
U=	0,54		
COMPONENTES	Espesor (cm)	Conductividad térmica (W/mK)	Resistencia (m ² K/W)
Resistencia del aire exterior			0,400
Guarnecido de yeso	1,50	0,570	0,026
Forjado unid. Entrevigado hormigón	29,00	1,522	0,191
Barrera de vapor	0,10	0,500	0,002
Aislamiento poliestireno extruido	3,00	0,034	0,882
Hormigón celular	5,00	1,150	0,043
Capa de mortero fratasado	2,00	1,800	0,011
Membrana impermeabilizante bicapa	0,10	0,230	0,004
Lámina geotextil 150 gr	0,10	0,500	0,002
Capa de mortero	2,00	1,800	0,011
Baldosa de gres	2,00	2,300	0,170
Resistencia del aire interior			0,100

Tabla 4.16. Transmitancia térmica terraza.

4.5.3. PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES.

La transmitancia térmica U (W/m^2K) viene dada por la expresión:

$$U = U_p \times b$$

Siendo,

U_p = la transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable, calculada como un cerramiento en contacto con el aire exterior.

b = el coeficiente de reducción de temperatura obtenido por la tabla E.6 de la sección.

Tabla E.6 Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores en m^2K/W

Posición de la partición interior y sentido del flujo de calor	R_{sa}	R_{si}
Particiones interiores verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal 	0,13	0,13
Particiones interiores horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente 	0,10	0,10
Particiones interiores horizontales y flujo descendente 	0,17	0,17

Figura 4.9. Resistencias térmicas superficiales particiones interiores en m^2K/W .

Tabla E.7 Coeficiente de reducción de temperatura b

A_{0i}/A_{0e}	No aislado _{0i} - Aislado _{0i}		No aislado _{0e} -No aislado _{0e}		Aislado _{0e} -No aislado _{0e}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
$0.25 \leq 0.50$	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
$0.50 \leq 0.75$	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
$0.75 \leq 1.00$	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
$1.00 \leq 1.25$	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
$1.25 \leq 2.00$	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
$2.00 \leq 2.50$	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
$2.50 \leq 3.00$	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Figura 4.10. Coef. de reducción de temperatura b .

CUBIERTA DE TEJA			
R=	1,87	PARAMETROS CARACTERÍSTICOS	
U=	0,54		
COMPONENTES	Espesor (cm)	Conductividad térmica (W/mK)	Resistencia (m ² K/W)
Resistencia del aire exterior			0,170
Guarnecido de yeso	1,50	0,570	0,026
Forjado unid. Entrevigado hormigón	29,00	1,522	0,191
Aislamiento poliuretano proyectado	3,00	0,028	1,071
Tablero de bardos	2,00	0,440	0,045
Capa de compresión	2,00	1,800	0,011
Impermeabilización	0,10	0,500	0,002
Mortero de cemento	2,00	1,800	0,011
Teja cerámica mixta	2,00	1,300	0,170
Resistencia del aire interior			0,170

Tabla 4.17. Transmitancia térmica cubierta de teja.

El coeficiente de reducción de temperatura b obtenido de la tabla E.6, siendo A_{iu}/A_{ue} $0,75 < 1,00$, espacio con grado de ventilación, caso 2, es de 0,94.

Por lo tanto la transmitancia térmica será:

$$U = 0,94 \times 0,54 = 0,51 \text{ W/m}^2\text{K.}$$

4.5.4. SUELOS CON CÁMARAS SANITARIAS.

Para el cálculo del suelo de planta baja usaremos la fórmula de transmitancia de los cerramientos en contacto con el aire exterior despreciando las resistencias térmicas superficiales.

El forjado sanitario cumple con las dos condiciones:

- La cámara de aire ventilada tiene una altura inferior a 1m.
- La profundidad z respecto al nivel del terreno es inferior a 0,50 m.

SUELO DE PLANTA BAJA/ CAMARA DE AIRE			
R=	1,55	PARAMETROS CARACTERÍSTICOS	
U=	0,64		
COMPONENTES	Espesor (cm)	Conductividad térmica (W/mK)	Resistencia (m ² K/W)
Resistencia del aire exterior			0,000
Forjado unid. Entrevigado hormigón	29,00	1,522	0,191
Aislamiento térmico (Poliestireno extruido)	4,00	0,034	1,176
Capa de raseo	3,00	1,800	0,017
Baldosa de gres	2,00	2,300	0,170
Resistencia del aire interior			0,000

Tabla 4.18. Transmitancia térmica cámara ventilada.

4.5.5. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE HUECOS.

Para realizar el cálculo de la transmitancia térmica de los huecos se ha utilizado la siguiente expresión:

$$U_H = (1-FM) \times U_{H,v} + FM \times U_{H,m}$$

Donde tenemos:

$U_{H,v}$ = la transmitancia térmica de la parte semitransparente (W/m²K).

$U_{H,m}$ = la transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario o puerta (W/m²K).

FM = la fracción del hueco ocupada por el marco.

La carpintería exterior es de aluminio con rotura de puente térmico, acristalamiento climalit 6/10/4 y 3+3/10/4. Los valores de las transmitancias térmicas de la parte semitransparente y del marco son las siguientes:

Parte semitransparente	U (W/m ² k)
Acristalamiento 6/10/4	2,80
Acristalamiento 3+3/10/4	2,80
Marco	
Aluminio RPT	3,20

Tabla 4.19. Transmitancia térmica del vidrio y aluminio.

Hemos tomado como consideración un 20% de superficie de marco y un 80% de acristalamiento. Con lo que obtenemos una transmitancia térmica para los huecos de 2,82 W/m²K.

4.5.6. CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA.

Una vez obtenidos los coeficientes globales de transmisión de los cerramientos, pasaremos a la trasmisión existente en cada una de las superficies, para ello obtendremos las superficies de cada cerramiento:

SUPERFICIES		SUPERFICIES	
VERTICALES	m ²	HORIZONTALES	m ²
FACHADAS		TECHO	
Alzado Norte	44,64	Terrazas	1,98
Alzado Sur	43,53		14,60
Alzado Oeste	14,56	TOTAL	16,58
Alzado Este	14,56	Cubierta inclinada	22,56
TOTAL	117,29	TOTAL	22,56
MEDIANERAS		SUELO	
Alzado Este	54,72	Planta baja	40,65
Alzado Oeste	58,38	TOTAL	40,65
TOTAL	113,10		
HUECOS			
Ventanas	17,06		
TOTAL	17,06		

Tabla 4.20. Cuadros de superficies de los cerramientos.

TRASMISIÓN POR SUPERFICIE DE CERRAMIENTO			
FACAHADAS	Sup.	100,23	m ²
	U	0,45	W/m ² K
	UxSup	45,10	W/K
VENTANAS	Sup.	17,06	m ²
	U	2,82	W/m ² K
	UxSup	48,11	W/K
MEDIANERAS	Sup.	113,10	m ²
	U	0,55	W/m ² K
	UxSup	62,21	W/K
TERRAZAS	Sup.	16,58	m ²
	U	0,54	W/m ² K
	UxSup	8,95	W/K
CUBIERTA	Sup.	22,56	m ²
	U	0,51	W/m ² K
	UxSup	12,18	W/K
SUELO	Sup.	40,65	m ²
	U	0,64	W/m ² K
	UxSup	26,02	W/K
TOTAL		201,8925	W/K

Tabla 4.21. Transmitancia por cerramiento.

Obtenido la transmitancia total por los cerramientos del edificio, calcularemos el flujo de calor para cada mes con la tabla de grados días con temperatura base 20/20 de los meses de invierno, obtenida de la guía técnica de "Condiciones climáticas exteriores de proyecto" editado por IDAE. A falta de datos locales suficientes para elaborar la tabla de grados medias días en base 20/20 tomaremos los datos la ciudad de valencia, ya que según se indica en la guía:

"Simplemente, en el caso de inexistencia de datos, se puede operar de forma muy aproximada como sigue:

- *Elección de una ciudad de referencia con datos. Esta ciudad se tomará por proximidad a nuestra localidad, y no por pertenecer a la misma provincia, (aunque esto sea lo más frecuente)."*

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
256	214	169	118	55	6	1	0	5	45	160	226

Tabla 4.22. Cuadro de temperatura grados-días en base 20/20 para calefacción.

Para el cálculo de pérdidas de energía por los cerramientos consideramos que los meses de verano de Junio a Septiembre es igual a 0, ya que sobreentiende que no es necesario aporte de energía para caldear la vivienda. Por lo tanto una vez conocidos estos datos multiplicaremos los GDM por la transmitancia obtenida por superficie. Obteniéndose los siguientes resultados:

MES	GDM (K)	U·A (W/K)	Q (W)	Q (KW)	Q (MJ)
ENERO	256	201,89	51.683,84	51,68	4.465,48
FEBRERO	214	201,89	43.204,46	43,20	3.732,87
MARZO	169	201,89	34.119,41	34,12	2.947,92
ABRIL	118	201,89	23.823,02	23,82	2058,31
MAYO	55	201,89	11.103,95	11,10	959,38
JUNIO	0	201,89	0,00	0,00	0,00
JULIO	0	201,89	0,00	0,00	0,00
AGOSTO	0	201,89	0,00	0,00	0,00
SEPTIEMBRE	0	201,89	0,00	0,00	0,00
OCTUBRE	45	201,89	9.085,05	9,09	784,95
NOVIEMBRE	160	201,89	32.302,40	32,30	2.790,93
DICIEMBRE	226	201,89	45.627,14	45,63	3.942,18

TOTAL	21.682,02
--------------	------------------

Tabla 4.23. Tabla de pérdidas energéticas mensuales y totales de la edificación para las condiciones de calefacción.

Una vez se han obtenido las pérdidas energéticas mensuales, si las sumamos a la demanda energética para calefacción mensual se obtiene la demanda energética por calefacción mensual total. Es decir, la demanda total es la suma de las dos demandas: la energética y la de pérdidas.

MES	Calefacción (MJ)	Perdidas (MJ)	Total (MJ)
ENERO	35,86	4.465,48	4.501,34
FEBRERO	33,47	3.732,87	3.766,33
MARZO	24,45	2.947,92	2.972,36
ABRIL	15,66	2.058,31	2.073,97
MAYO	4,00	959,38	963,39
JUNIO	0,00	0,00	0,00
JULIO	0,00	0,00	0,00
AGOSTO	0,00	0,00	0,00
SEPTIEMBRE	0,00	0,00	0,00
OCTUBRE	0,00	784,95	784,95
NOVIEMBRE	23,66	2.790,93	2.814,58
DICIEMBRE	32,82	3.942,18	3.975,01

TOTAL	21.851,94
--------------	------------------

Tabla 4.24. Tabla de demanda energética para calefacción.

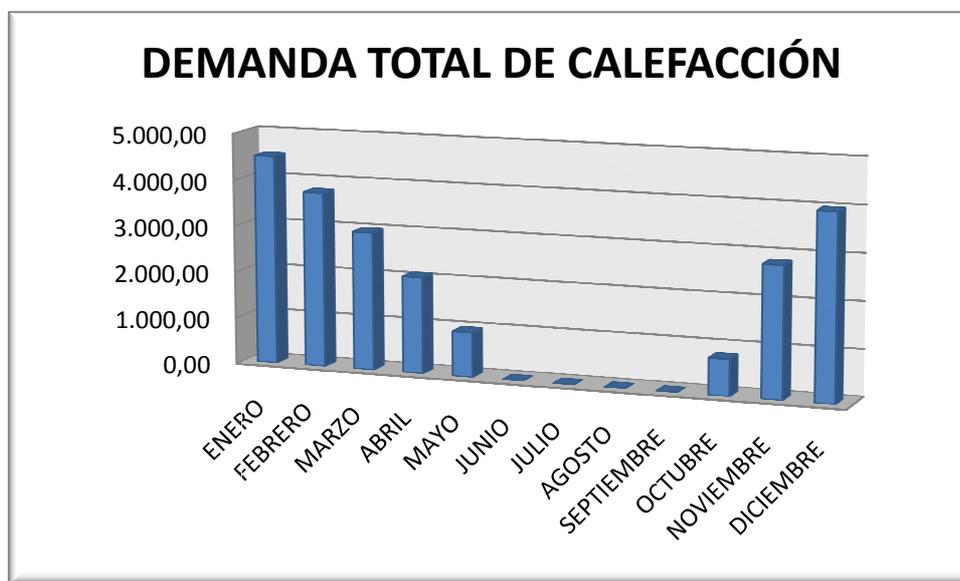


Figura 4.11. Gráfica de demanda energética para calefacción por meses en MJ.

4.6. DEMANDA ENERGÉTICA DE REFRIGERACIÓN.

Para calcular la demanda energética de refrigeración, actuaremos de igual modo que hicimos para el estudio de la demanda de calefacción pero esta vez solo valoraremos la refrigeración en los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre, ya que coinciden con los meses más calurosos.

Además consideraremos una temperatura óptima en el interior de la vivienda de 23 °C (296,16 °K) como se aconseja por el Ministerio y la Conselleria.

Para la vivienda objeto de estudio obtendríamos una energía de refrigeración ideal de 27,27 MJ para los meses de verano.

MES	m (Kg)	Ce (Kcal/Kg.°K)	T media (°K)	T cálculo (°K)	Q (Kcal/día)	Q (KJ/ día)	Q (MJ/ mes)
JUNIO	126,39	0,24	297,16	296,16	30,33	127,00	3,81
JULIO	125,55	0,24	299,16	296,16	90,39	378,46	11,73
AGOSTO	125,55	0,24	299,16	296,16	90,39	378,46	11,73
SEPTIEMBRE	126,82	0,24	296,16	296,16	0,00	0,00	0,00

TOTAL	27,27
-------	-------

Tabla 4.25. Demanda energética de refrigeración ideal.

Pero al igual que pasaba con la calefacción tenemos que considerar que nuestro edificio está sometido a pérdidas y ganancias de calorías, lo cual se traduce en un aumento de la energía demandada para llegar a la temperatura deseada.

A continuación calcularemos las pérdidas producidas con la tabla grados días mes 20/20 para las condiciones de verano de la ciudad de Valencia.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	2	9	11	38	112	181	198	115	47	5	1

Tabla 4.25. Cuadro de temperatura grados-días en base 20/20 para refrigeración.

Para los cálculos de las pérdidas de energía por la edificación en verano consideraremos únicamente los meses de Junio a Septiembre, ya que es el periodo en donde necesitaremos refrigerar la vivienda.

MES	GDM (K)	U-A (W/K)	Q (W)	Q (KW)	Q (MJ)
JUNIO	112	201,89	22.686,72	22,69	1.953,65
JULIO	181	201,89	36.663,36	36,66	3.157,24
AGOSTO	198	201,89	40.106,88	40,11	3.453,77
SEPTIEMBRE	115	201,89	23.294,40	23,29	2.005,98

TOTAL	10.570,64
--------------	------------------

Tabla 4.26. Tabla de pérdidas energéticas mensuales y totales de la edificación para las condiciones de refrigeración.

Por lo tanto obtenemos:

MES	Refrigeración (MJ)	Perdidas (MJ)	Total (MJ)
JUNIO	3,81	1.953,65	1.957,46
JULIO	11,73	3.157,24	3.168,97
AGOSTO	11,73	3.453,77	3.465,50
SEPTIEMBRE	0,00	2.005,98	2.005,98

TOTAL	10.597,91
--------------	------------------

Tabla 4.27. Tabla de demanda energética para refrigeración.

Gráficamente estos meses podríamos traducirlos de la siguiente forma:

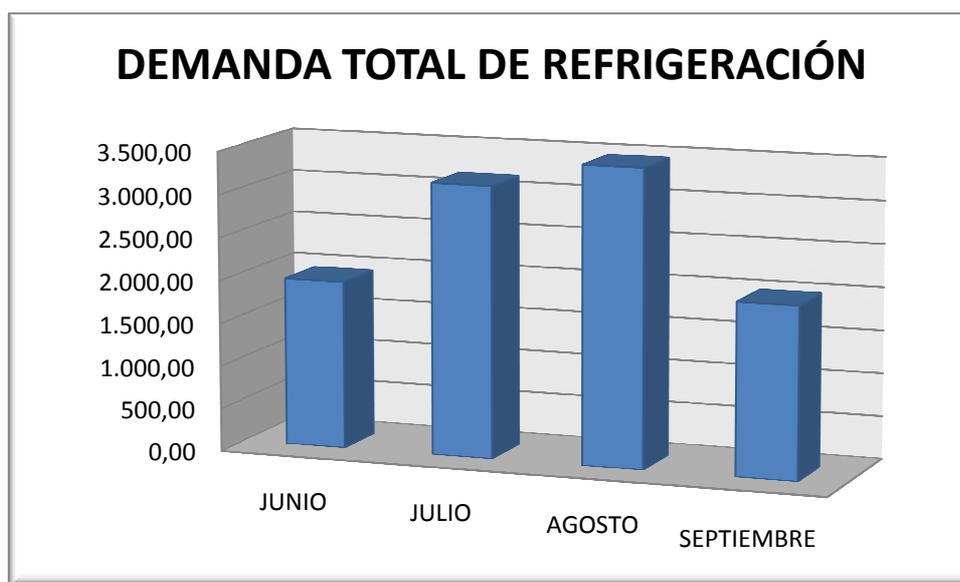


Figura 4.12. Gráfica de demanda energética para refrigeración por meses en MJ.

4.7. RESUMEN DE DEMANDA ENERGETICA DE LA VIVIENDA.

En el presente estudio valoraremos, estudiaremos y compararemos la instalación solar térmica para los siguientes tres casos de demanda energética:

I. INSTALACIÓN SOLAR TERMICA DE ACS.

Como anteriormente calculamos, valoraremos la instalación solar térmica para abastecer a la vivienda durante todo el año con agua caliente mediante energía solar con apoyo de otra energía.

La demanda energética anual de agua caliente sanitaria es de 8.753,59 MJ.

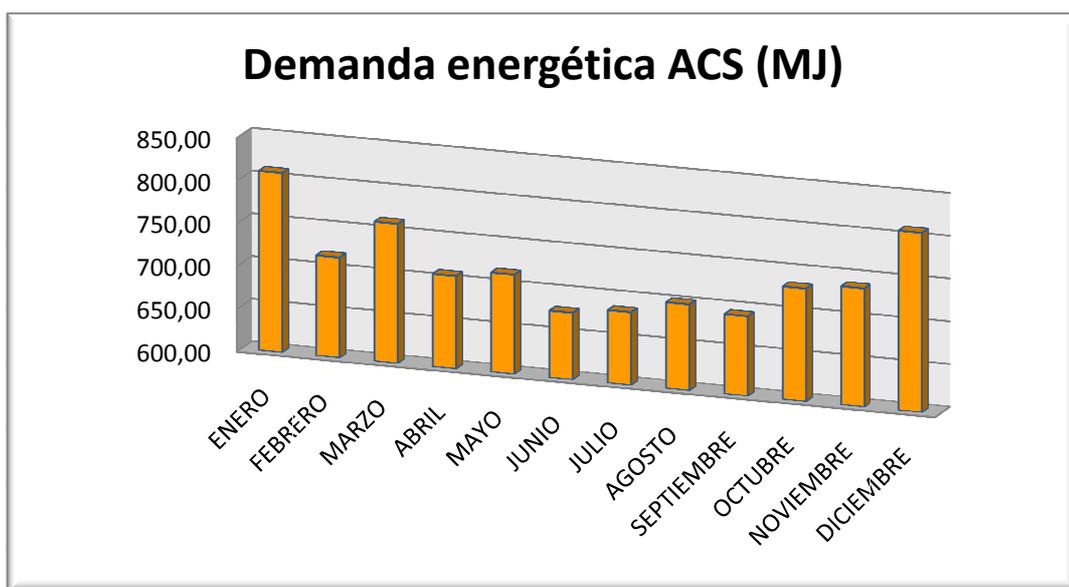


Figura 4.13. Gráfica de demanda energética ACS por meses en MJ.

II. INSTALACIÓN SOLAR TERMICA PARA ACS Y CALEFACCIÓN.

En este segundo supuesto además de abastecer a la vivienda de ACS con el sistema solar térmico, valoraremos la posible instalación combinada de ACS y calefacción.

MES	Calefacción (MJ)	ACS (MJ)
ENERO	4.501,34	809,89
FEBRERO	3.766,33	717,45
MARZO	2.972,36	763,17
ABRIL	2.073,97	708,41
MAYO	963,39	716,45
JUNIO	0,00	678,26
JULIO	0,00	685,30
AGOSTO	0,00	700,87
SEPTIEMBRE	0,00	693,33
OCTUBRE	784,95	732,02
NOVIEMBRE	2.814,58	738,55
DICIEMBRE	3.975,01	809,89
TOTAL	21.851,94	8.753,59

Demanda energetica Total	30.605,53
---------------------------------	------------------

Tabla 4.28. Tabla de demanda energética Calefacción + ACS.

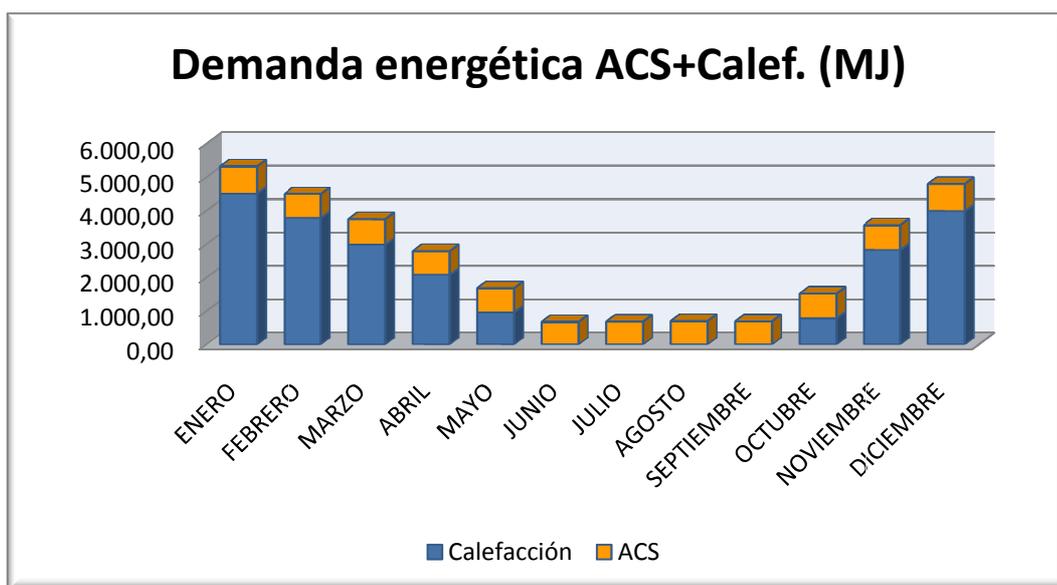


Figura 4.14. Gráfica de demanda energética ACS+ Calefacción por meses en MJ.

III. INSTALACIÓN SOLAR TERMICA PARA ACS, CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN.

Y por último valoraremos la instalación completa de climatización, calefacción y refrigeración, y ACS mediante un sistema solar térmico.

MES	Calefacción (MJ)	ACS (MJ)	Refrigeración
ENERO	4.501,34	809,89	0,00
FEBRERO	3.766,33	717,45	0,00
MARZO	2.972,36	763,17	0,00
ABRIL	2.073,97	708,41	0,00
MAYO	963,39	716,45	0,00
JUNIO	0,00	678,26	1.957,46
JULIO	0,00	685,30	3.168,97
AGOSTO	0,00	700,87	3.465,50
SEPTIEMBRE	0,00	693,33	2.005,98
OCTUBRE	784,95	732,02	0,00
NOVIEMBRE	2.814,58	738,55	0,00
DICIEMBRE	3.975,01	809,89	0,00
TOTAL	21.851,94	8.753,59	10.597,91

Demanda energetica Total	41.203,44
---------------------------------	------------------

Tabla 4.29. Tabla de demanda energética Calefacción + ACS+ Refrigeración.

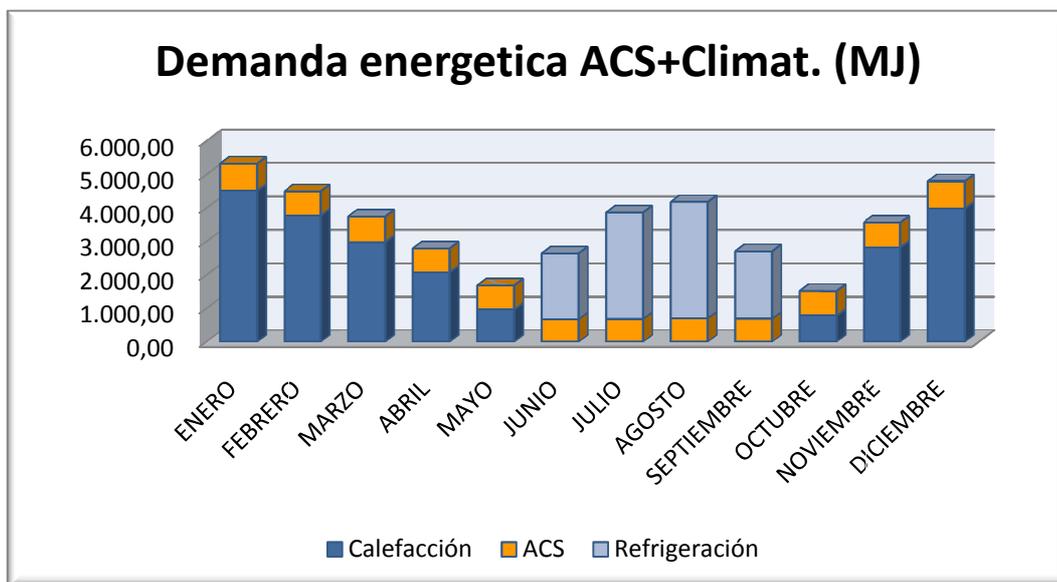


Figura 4.15. Gráfica de demanda energética ACS+ Calefacción+ Refrigeración por meses en MJ.

Para concluir adjuntamos la siguiente grafica en donde se observa por separado de los consumos energéticos de ACS, Calefacción y Refrigeración, estimados durante todos los meses del año.

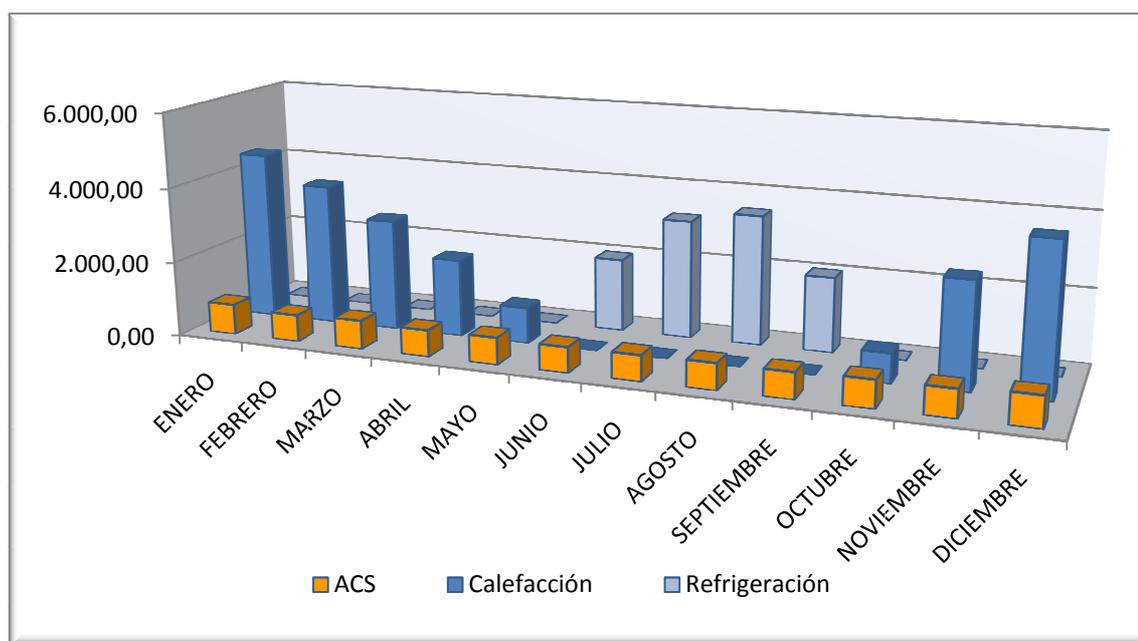


Figura 4.16. Gráfica de consumos estimados de ACS+ Calefacción+ Refrigeración por meses en MJ, durante un año.

5. Estudio y dimensionado del sistema solar térmico.

5. ESTUDIO Y DIMENSIONADO DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO.

5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

Los datos de partida necesarios para el dimensionado y cálculo de la instalación están constituidos por dos grupos de parámetros que definen las condiciones de uso y climáticas.

Condiciones de uso

Las condiciones de uso vienen dadas por la demanda energética asociada a la instalación según los diferentes tipos de consumo. En el presente proyecto tendremos encuentra dos casos diferenciados de demanda energética:

- Para aplicaciones de A.C.S., la demanda energética se determina en función del consumo de agua caliente
- Para las aplicaciones de climatización (Calefacción y refrigeración), la demanda energética se determina por el habitáculo a climatizar .

Ambas demandas energéticas calculadas anteriormente en el capítulo 4 del proyecto.

Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas vienen dadas por la radiación global total en el campo de captación, la temperatura ambiente diaria y la temperatura del agua de la red. Usaremos las tablas de radiación solar publicadas por CENSOLAR.

Para realizar el dimensionado básico de las instalaciones o sistemas a medida se refiere a la selección de la superficie de captadores solares y, en caso de que exista, al volumen de acumulación solar, deberá realizarse de forma que en ningún mes del año la energía producida por la instalación

solar supere el 110 % de la demanda de consumo y no más de tres meses seguidos el 100 %.

Intentaremos obtener el mayor rendimiento de los paneles solares evitando usar un sistema energético de apoyo, pero siempre se ha de tener en cuenta la existencia de este apoyo energético para aquellas ocasiones en donde no podamos abastecer la energía demandada con la captación solar.

5.2. INSTALACIÓN SOLAR TERMICA.

5.2.1. INTRODUCCIÓN

El funcionamiento básico de los sistemas de energía solar térmica consiste en la utilización de los rayos solares que calientan el fluido (agua con anticongelante) que circula por el interior de unas placas especiales, denominadas colectores. Esta energía en forma de agua caliente es intercambiada hasta otro circuito donde es acumulada en un depósito hasta poder ser utilizada, normalmente en agua caliente sanitaria o el sistema hidráulico de calefacción de la vivienda.

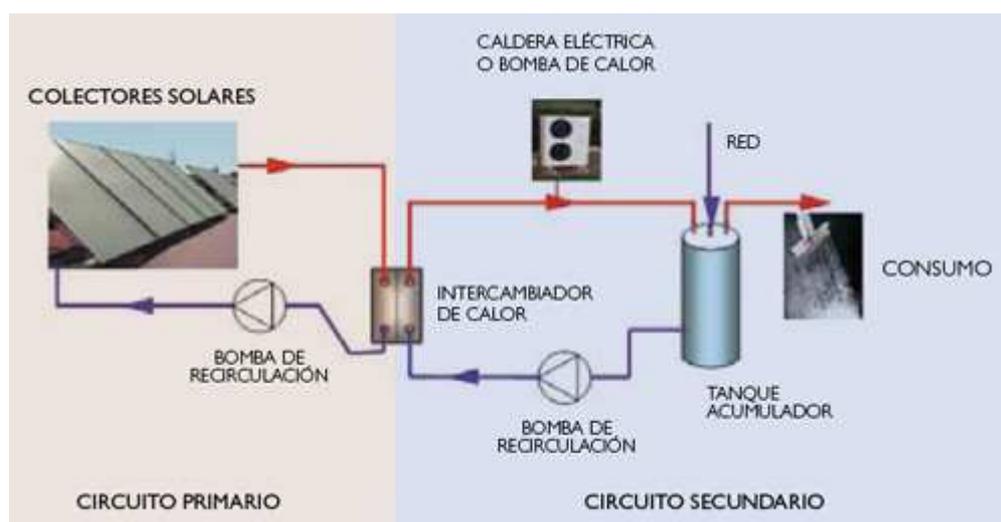


Figura 5.1. Esquema de un sistema térmico.

Según el esquema básico de una instalación solar térmica nos encontramos con un circuito primario que lo forman parte los captadores y las tuberías que los unen, en el cual el fluido recoge la energía solar y la transmite.

Un circuito secundario en el que se recoge la energía transferida del circuito primario para ser distribuida a los puntos de consumo.

Las principales clasificaciones de las instalaciones térmicas son:

- *Instalaciones abiertas*: Instalaciones en las que el circuito primario está comunicado de forma permanente con la atmósfera.
- *Instalaciones cerradas*: Instalaciones en las que el circuito primario no tiene comunicación directa con la atmósfera.
- *Instalaciones de sistema directo*: Instalaciones en las que el fluido de trabajo es la propia agua de consumo que pasa por los captadores.
- *Instalaciones de sistema indirecto*: Instalaciones en las que el fluido de trabajo se mantiene en un circuito separado, sin posibilidad de comunicarse con el circuito de consumo.
- *Instalaciones por termosifón*: Instalaciones en las que el fluido de trabajo circula por convección libre.
- *Instalación con circulación forzada*: Instalación equipada con dispositivos que provocan la circulación forzada del fluido de trabajo.

Que a su vez según la configuración básica de la instalación daría distintas clasificaciones en función de:

- Por el principio de circulación.
- Por el sistema de transferencia de calor.
- Por el sistema de expansión.
- Por el sistema de aporte de energía auxiliar.
- Por su aplicación.

5.2.2. ELEMENTOS DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO.

Los principales elementos que conforman una instalación de un sistema solar térmico son los siguientes:

Los colectores solares

Los captadores solares son los dispositivos encargados de captar la radiación solar y convertirla en una forma de energía útil para la aplicación considerada. Tiene como objetivo transformar la radiación del sol incidente sobre el mismo en energía térmica mediante el aumento de temperatura del fluido que circula en su interior. Existe una amplia gama de colectores solares tanto en diseño como en coste como en rendimientos, pudiéndose elegir unas u otras aplicaciones según las necesidades.

Los colectores solares más empleados a nivel doméstico son los colectores planos, seguidos cada vez más por los colectores solares de vacío. Un panel solar plano se compone de una caja con aislamiento en el fondo y en los costados y sobre este aislamiento se monta la placa absorbedora, una plancha metálica a la que se encuentran soldados los tubos por los que circula el líquido a calentar. Los tubos que entran y salen del costado de la placa permiten que se pueda conectar el sistema a la instalación de agua. La carcasa, normalmente metálica, es la estructura que rodea el aislamiento posterior y soporta el vidrio, y debe ser totalmente estanca para evitar pérdidas de calor. La tapa frontal es de vidrio templado resistente a impactos y a las oscilaciones térmicas o bien de determinados plásticos.

Los colectores solares de tubos de vacío incluyen una innovación: se ha hecho el vacío en el espacio que queda entre el cristal protector y la superficie absorbente. Con este cambio se consigue eliminar las pérdidas por convección interna, porque internamente no hay aire que pueda transferirlas, y aumentar así la temperatura de trabajo y el rendimiento. La forma de estos captadores no es plana, sino cilíndrica, porque permite efectuar mejor el vacío en su interior. Además, los colectores de tubos de

vacío integran concentradores cilíndrico-parabólicos con los que se consigue mejorar el rendimiento durante las estaciones en que los rayos solares no inciden en el ángulo óptimo.

También permiten adaptarse mejor a aquellos casos en que no es posible una instalación en la inclinación o dirección ideal, donde los paneles planos tendrían muy poco rendimiento. Esta propiedad hace que los captadores de tubos de vacío puedan integrarse aún mejor en la arquitectura. En general, los colectores deben estar homologados y presentar las garantías pertinentes.

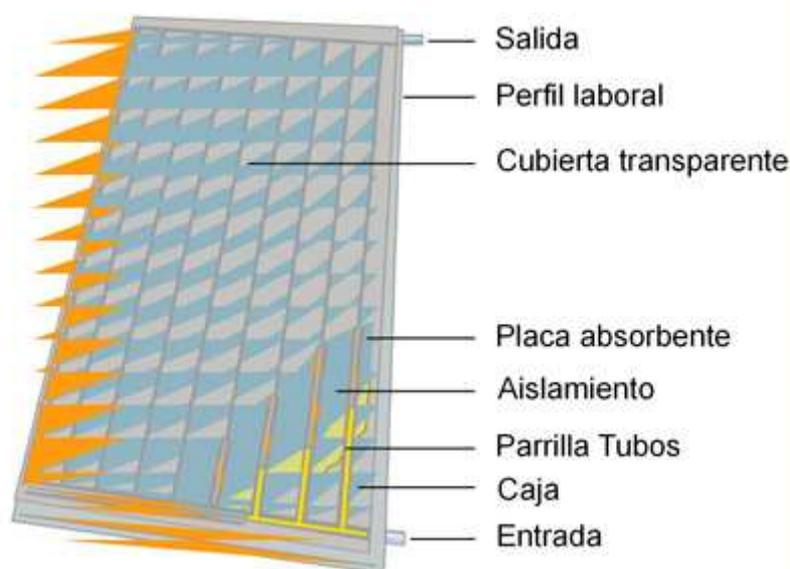


Figura 5.2. Detalle de colector solar

Acumulador

La función del acumulador o depósito es conservar caliente el agua producida por los paneles solares durante un tiempo limitado, normalmente entre 1 y 4 días en el caso de sistemas pequeños. Un buen depósito debe tener una alta capacidad calorífica, un volumen adecuado, responder de manera rápida a la demanda, integrarse bien en el edificio, ser accesible económicamente, ser seguro, y tener larga duración.

Suelen tener forma cilíndrica lo cual facilita el fenómeno de estratificación. Se construyen en acero, acero inoxidable, aluminio, fibra de vidrio reforzado y plásticos.

El tamaño del depósito deberá ser de 30 a 60 litros por m² de panel solar en sistemas pequeños. En este tipo de sistemas no es factible conservar la producción de agua caliente del verano para el invierno, por cuyo motivo solamente se habla de depósitos con capacidad diaria. En el caso de que se desee instalar un depósito mixto para A.C.S. y calefacción, se necesita hacer el cálculo considerando de 50 a 75 litros por m² de panel solar.

Para sistemas unifamiliares es posible utilizar la siguiente regla: 50 litros de depósito por persona + 50 litros. Es decir que, en la gran mayoría de los casos, el depósito estaría en aproximadamente 200-300 litros.



Figura 5.3. Detalle de acumulador solar

Bombas o electrocirculadores

Estos elementos facilitan el transporte del fluido calorportador desde los colectores hasta el almacenamiento y luego al punto de consumo. Son accionados por un motor eléctrico que suministra al fluido la energía

necesaria para transportarlo por el circuito a una determinada presión. Hay tres tipos de electrocirculadores centrífugos:

- ❖ Rotor sumergido. Son silenciosos, requieren un bajo mantenimiento y se montan en línea con la tubería y el eje horizontal.
- ❖ Monobloc. Con el eje en cualquier posición.
- ❖ Acoplamiento motor. Electrocirculador de ejes distintos, son más ruidosos.

Con el paso del tiempo, en las tuberías se producen precipitaciones y corrosión, por lo que la pérdida de carga aumenta con el tiempo. Además los cálculos se realizan como si en la instalación sólo hubiese agua, mientras que muchas veces se añade anticongelante, por esta razón en la práctica la bomba que se elige debe estar un poco sobredimensionada.

Las bombas suelen tener varias velocidades y el fabricante lo indica en sus gráficas. Lo aconsejable es que se trabaje en una velocidad intermedia para así poder subir o bajar la velocidad si nos hemos quedado cortos o bien si hemos sobredimensionado la bomba, respectivamente.

El circuito va precedido de un filtro para evitar que entren impurezas procedentes de las soldaduras y del resto de la instalación hasta la llegada a la bomba.

Válvulas y otros componentes

Para evitar que el líquido anticongelante circule en la dirección opuesta cuando el sistema está apagado, se monta una válvula de paso de sentido único o una electro-válvula. Esta válvula antirretorno evita retrocesos del fluido calorportador desde el colector a la bomba causados por la convección natural.

Si se escoge una válvula de paso único, es aconsejable montarla en una parte horizontal del tubo y nunca en el fondo, ya que partículas de suciedad podrían interferir en el funcionamiento de la válvula. La experiencia ha demostrado que es recomendable comprar una válvula de buena calidad. La solución con una válvula electromotriz que se abre en paralelo con el arranque de la bomba, es más segura que una válvula de paso sin retorno.

Otro elemento muy importante del sistema es el vaso de expansión que absorbe las dilataciones del agua en las instalaciones de agua caliente sanitaria. Cuando crece la presión en la instalación debido a la dilatación del fluido calorportador (aumento de temperatura), el fluido sobrante entra en el vaso y empuja la membrana. El gas utilizado (nitrógeno, que no oxida ni estropea la membrana) se comprime, evitando así variaciones de presión en el circuito.

Las instalaciones también disponen de un purgador que extrae el aire que se pueda formar dentro de las conducciones, así como de un grifo mezclador a la salida del acumulador para permitir la mezcla de agua fría con la procedente del colector, para evitar el riesgo de quemaduras en momentos en que el colector alcance temperaturas muy elevadas.

Líquido anticongelante

Un líquido ideal para transportar el calor en una instalación solar térmica debería ser anticongelante, no hervir, no corroer, ser atóxico, tener una alta capacidad calorífica y un gran coeficiente de transmisión de calor, no se debe gastar y debe ser económicamente accesible. Este líquido ideal "no existe", lo más cerca que se ha llegado a los parámetros ideales es un porcentaje del 60% de agua y un 40% de glicol (Etilenglicol o Propilenglicol).

Para que el período de garantía de la instalación siga vigente solamente debe emplearse el líquido recomendado por el fabricante, pues de lo contrario experimentando con otros líquidos se corre el riesgo de cargar con

grandes costos en reparaciones del sistema por parte del instalador o usuario.

Aislamiento

El aislamiento de colectores y conducciones, incorporado por el fabricante, es necesario para reducir tanto como sea posible las pérdidas de calor y mantener la temperatura del agua calentada por el sol. Pero por otro lado, los tubos suelen ponerse muy calientes, especialmente si el sistema está parado, por lo que es necesario que el aislamiento de los tubos pueda soportar temperaturas de hasta 150° C.

5.3. CRITERIO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN.

La orientación e inclinación del sistema de captación del presente proyecto se ubicará en el faldón de la cubierta inclinada con orientación sur, siendo esta la orientación óptima para la captación solar, con un ángulo de inclinación de 30° con respecto a la horizontal, debido a la inclinación de la cubierta.

Para dimensionar el sistema de captación debemos de tener en cuenta:

❖ *Factor de corrección debido a la inclinación de los captadores (K)*

Debemos de indicar que según se nos aconseja en la HE-4, el ángulo de inclinación óptimo será 39° (al igual que la latitud geográfica), obtenido dependiendo del período de utilización, uno de los valores siguientes:

- Consumo constante anual: la latitud geográfica
- Consumo preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°
- Consumo preferente en verano: la latitud geográfica - 10°

Por lo que tendremos que aplicar un coeficiente K, ya que el grado óptimo es de 39° y nuestra instalación de captadores se encuentra a 30°. Para ello utilizaremos la siguiente tabla.

LATITUD = 39°

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1,07	1,06	1,04	1,03	1,02	1,01	1,02	1,03	1,05	1,07	1,09	1,08
10	1,14	1,11	1,08	1,05	1,03	1,02	1,03	1,06	1,1	1,14	1,17	1,16
15	1,19	1,16	1,11	1,07	1,03	1,02	1,03	1,07	1,13	1,2	1,24	1,23
20	1,25	1,2	1,14	1,07	1,03	1,01	1,03	1,08	1,16	1,25	1,31	1,29
25	1,29	1,23	1,15	1,07	1,02	1	1,02	1,08	1,18	1,29	1,36	1,35
30	1,33	1,25	1,16	1,07	1	0,97	1	1,08	1,19	1,33	1,41	1,4
35	1,35	1,27	1,16	1,05	0,97	0,94	0,98	1,06	1,2	1,35	1,45	1,43
40	1,37	1,27	1,15	1,03	0,94	0,91	0,94	1,04	1,19	1,37	1,48	1,46
45	1,38	1,27	1,14	1	0,9	0,87	0,9	1,01	1,18	1,37	1,5	1,48
50	1,39	1,26	1,12	0,97	0,86	0,82	0,86	0,98	1,16	1,37	1,51	1,5
55	1,38	1,25	1,09	0,93	0,81	0,77	0,81	0,94	1,13	1,36	1,51	1,5
60	1,37	1,22	1,05	0,88	0,75	0,71	0,75	0,89	1,1	1,34	1,51	1,49
65	1,35	1,19	1,01	0,83	0,69	0,65	0,69	0,83	1,05	1,31	1,49	1,47
70	1,32	1,15	0,96	0,77	0,63	0,58	0,63	0,77	1	1,27	1,46	1,45
75	1,28	1,11	0,91	0,7	0,56	0,51	0,56	0,71	0,95	1,23	1,42	1,41
80	1,23	1,06	0,84	0,64	0,49	0,43	0,48	0,64	0,88	1,17	1,37	1,37
85	1,18	1	0,78	0,56	0,41	0,35	0,41	0,56	0,81	1,11	1,32	1,32
90	1,12	0,93	0,71	0,49	0,33	0,28	0,33	0,49	0,74	1,04	1,25	1,26

Tabla 5.1. Factor de corrección K de inclinación para la latitud 39° (CENSOLAR)

❖ *Las pérdidas por sombra (FS)*

Para el presente proyecto consideramos que la pérdida por sombras es nulo, ya que no tenemos ningún objeto que nos obstaculice la luz incidente solar sobre los paneles.

❖ *Las pérdidas por polución (Fpol)*

Existen pérdidas originadas por los efectos de la actividad humana como pueden ser la industria, el uso de automóviles, etc, que pueden disminuir e influir en la radiación recibida por los módulos solares. En nuestro caso consideraremos un 3% por este efecto.

5.4. ENERGÍA PRODUCIDA POR LA RADIACIÓN SOLAR.

Para obtener la energía que es producida y va a ser captada por los paneles solares necesitamos el índice de radiación media mensual para la zona IV, en la que nos encontramos.

Radiación solar en MJ/m ²														
Ang	En.	Fe.	Ma.	Ab.	Ma.	Ju.	Jl.	Ag.	Se.	Ob.	No.	Di.	Anual	Inviern
20,00	12,90	14,70	18,90	21,20	22,10	23,20	24,00	22,30	20,30	16,40	13,20	11,00	6602,00	2624,00
25,00	13,70	15,30	19,30	21,20	21,80	22,60	23,50	22,20	20,50	17,00	14,00	11,80	6694,00	2750,00
30,00	14,50	15,90	19,70	21,10	21,30	22,00	22,90	21,90	20,70	17,50	14,70	12,50	6748,00	2858,00
35,00	15,20	16,40	19,90	20,90	20,70	21,30	22,20	21,50	20,80	18,00	15,40	13,20	6763,00	2948,00
40,00	15,80	16,70	20,00	20,60	20,10	20,50	21,40	21,00	20,70	18,30	15,90	13,70	6740,00	3020,00
45,00	16,30	17,00	19,90	20,10	19,30	19,50	20,50	20,40	20,50	18,50	16,30	14,20	6679,00	3072,00
50,00	16,70	17,20	19,80	19,50	18,50	18,50	19,50	19,70	20,20	18,60	16,60	14,60	6580,00	3105,00
55,00	16,90	17,20	19,50	18,80	17,60	17,50	18,50	18,90	19,70	18,50	16,90	14,80	6444,00	3119,00
60,00	17,10	17,20	19,10	18,10	16,50	16,30	17,30	18,00	19,20	18,40	17,00	15,00	6272,00	3112,00
65,00	17,10	17,00	18,60	17,20	15,50	15,10	16,10	16,90	18,50	18,10	17,00	15,10	6065,00	3086,00
70,00	17,10	16,70	18,00	16,20	14,30	13,90	14,80	15,90	17,70	17,80	16,80	15,00	5827,00	3040,00

Tabla 5.2. HPS relación Angulo/ Radiación incidente (AVEN)

Escogemos la tercera fila de la tabla, ya que el ángulo de inclinación de los captadores se estima en 30°, por la pendiente de la cubierta.

Por lo tanto aplicándole los coeficientes correctores anteriormente indicados en el criterio del sistema de captación por pérdidas o factores de corrección obtendremos la energía absorbida por los captadores mes a mes por superficie.

CALCULO DE LA EFICIENCIA Y PERDIDA POR DIVERSOS FACTORES					
Mes	Nº Dias	FS	Fpol	K	PR
Ene	31	1,000	0,970	1,330	1,290
Feb	28	1,000	0,970	1,250	1,213
Mar	31	1,000	0,970	1,160	1,125
Abr	30	1,000	0,970	1,070	1,038
May	31	1,000	0,970	1,000	0,970
Jun	30	1,000	0,970	0,970	0,941
Jul	31	1,000	0,970	1,000	0,970
Ago	31	1,000	0,970	1,080	1,048
Sep	30	1,000	0,970	1,190	1,154
Oct	31	1,000	0,970	1,330	1,290
Nov	30	1,000	0,970	1,410	1,368
Dic	31	1,000	0,970	1,400	1,358
Promedio	365	1,000	0,970	1,183	1,147

FS	Perdidas por sombra
Fpol	Perdidas por polución
K	Factor de corrección debido a la inclinación

Tabla 5.3. Coeficientes correctores de la incidencia solar.

Mes	Radiación en MJ/m ² [AVEN]			Energía producida		
	Nº Dias	Gdm (0°,30°) [MJ/(m ² -día)]	PR Global	E solar [MJ/día]	E mensual [MJ/mes]	E mensual [KWh/m ² día]
Enero	31	14,50	1,29	18,71	579,90	5,20
Febrero	28	15,90	1,21	19,28	539,81	5,36
Marzo	31	19,70	1,13	22,17	687,16	6,16
Abril	30	21,10	1,04	21,90	656,99	6,08
Mayo	31	21,30	0,97	20,66	640,49	5,74
Junio	30	22,00	0,94	20,70	620,99	5,75
Julio	31	22,90	0,97	22,21	688,60	6,17
Agosto	31	21,90	1,05	22,94	711,22	6,37
Septiembre	30	20,70	1,15	23,89	716,82	6,64
Octubre	31	17,50	1,29	22,58	699,88	6,27
Noviembre	30	14,70	1,37	20,11	603,16	5,58
Diciembre	31	12,50	1,36	16,98	526,23	4,72
Promedio	365	18,73	1,15	21,01	7668,60	70,03
E Total anual [MJ/anual]					7.671,24	

Tabla 5.4. Energía solar producida por MJ/m².

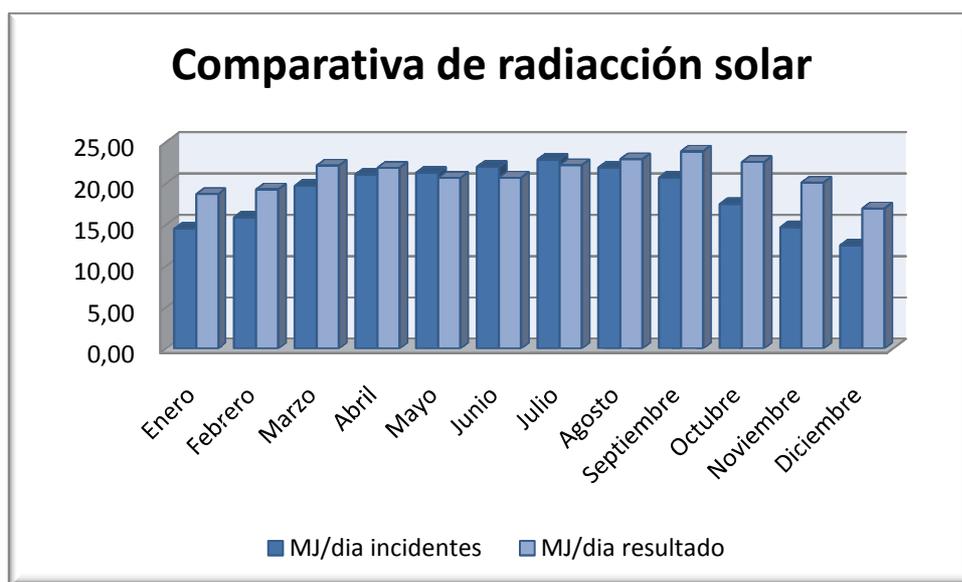


Figura 5.4. Comparativa de energía solar incidente / producida por día.

5.5. CARACTERÍSTICAS DEL CAPTADOR SOLAR

Dentro del amplio mercado existente hemos optado por tomar como referencia captador solar CR-12 S8 de la casa CHROMAGEN, con siguientes características:

CAPTADOR CR-12 S8	
Dimensiones (L x A x a)	2200X1285X90 cm
Área total	2,75 m ²
Área absorbedor	2,46 m ²
Cubierta transparente	Vidrio templado 3,20 mm
Peso	43 Kg
Rendimiento (η)	80,80%
K1	3,20 W/m ² .K
K2	0,010 W/m ² .K ²
Dimensiones (L x A x a)	1639x 984 x32mm
Presión máxima	8 bar

Tabla 5.5. Características del captador CR-12S8 (CHROMAGEN)

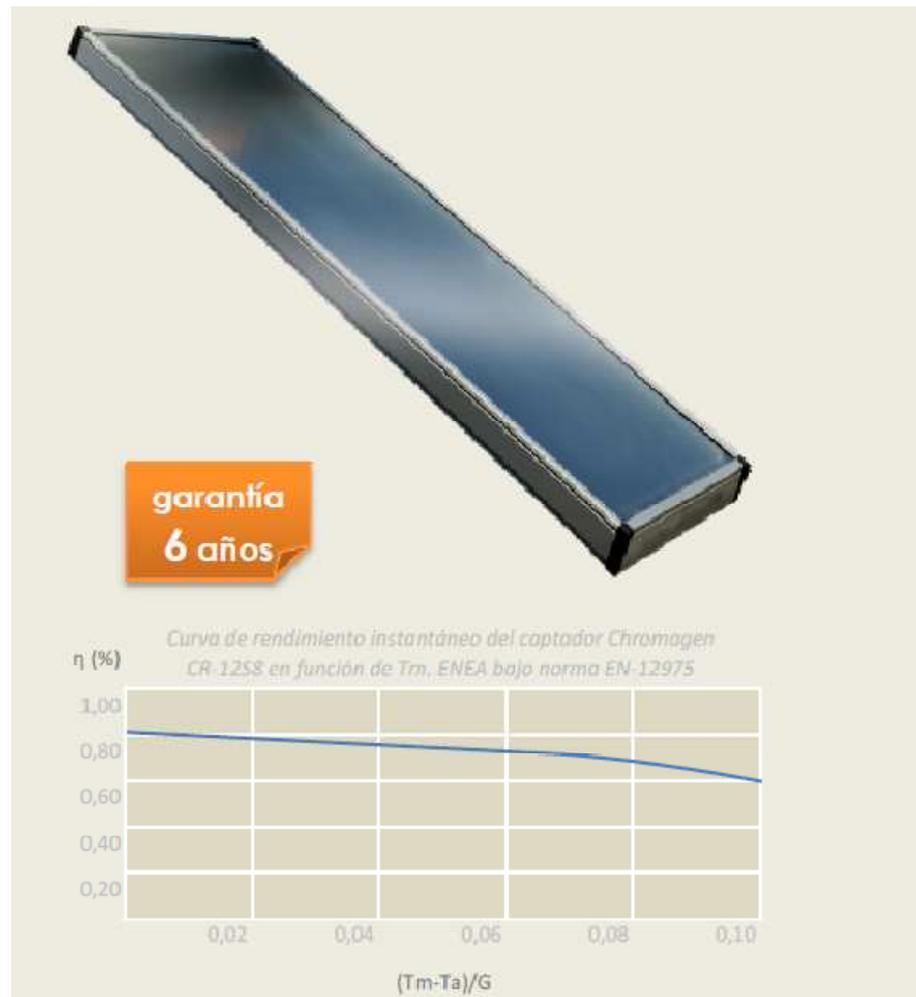


Figura 5.6. Detalle del captador solar y la curva de rendimiento instantáneo.

Conocidos los datos y características del captador solar, debemos determinar el rendimiento de los colectores utilizando la fórmula proporcionada por el fabricante.

$$\eta = 0,79 - 3,88 \times (T_a - T_m) / I$$

Donde:

η es Rendimiento del captador.

T_a es la temperatura media diurna (durante las horas de Sol). Hay que consultarla en las tablas climáticas.

T_m Temperatura media del captador (Normalmente se escoge el mismo valor del agua de consumo 60°C)

I Intensidad de radiación media durante las horas de sol (W/m^2).

Para calcular la radiación media durante las horas de sol lo calcularemos con la siguiente fórmula:

$$I = \text{Eútil} / \text{Horas}$$

TEMPERATURA MEDIA °C											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
12	13	15	17	20	23	26	27	24	20	16	13

Tabla 5.6. Temperatura media diurna en °C (CENSOLAR)

HORAS DE SOL											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
9,7	10,7	11,9	13,2	14,3	14,9	14,7	13,7	12,5	11,5	10,1	9,5

Tabla 5.7. Medias de horas de luz solar

Por lo que obtenemos los siguientes rendimientos para cada día de los meses del año

	Eu (KWh/m ² .día)	Horas luz	I (W/m ²)	Ta (°C)	Tm (°C)	η
ENE	5,20	9,7	535,69	12	60	0,44
FEB	5,36	10,7	500,49	13	60	0,43
MAR	6,16	11,9	517,42	15	60	0,45
ABR	6,08	13,2	460,85	17	60	0,43
MAY	5,74	14,3	401,34	20	60	0,40
JUN	5,75	14,9	385,90	23	60	0,42
JUL	6,17	14,7	419,75	26	60	0,48
AGO	6,37	13,7	465,18	27	60	0,51
SEP	6,64	12,5	530,98	24	60	0,53
OCT	6,27	11,5	545,33	20	60	0,51
NOV	5,58	10,1	552,95	16	60	0,48
DIC	4,72	9,5	496,35	13	60	0,42

Tabla 5.8. Cálculo del rendimiento de los captadores.

Hay que tener en cuenta que no solo el captador tendrá pérdidas, sino que la instalación también tendrá. Se han establecido unos valores de rendimiento global; para instalaciones muy deficientes el rendimiento es del 80%, para instalaciones normales el rendimiento está entre el 85% y el 90%, para instalaciones muy eficientes el rendimiento es del 92%.

Aplicaremos un rendimiento del 80% ya que es el rendimiento previsto para las instalaciones normales.

	Rinclianda MJ/m ² .día	η	Rcaptador MJ/m ² dia	% perdida	R sistema MJ/m ² dia
ENE	18,71	0,44	8,27	0,80	6,62
FEB	19,28	0,43	8,21	0,80	6,56
MAR	22,17	0,45	10,03	0,80	8,03
ABR	21,90	0,43	9,37	0,80	7,50
MAY	20,66	0,40	8,33	0,80	6,67
JUN	20,70	0,42	8,65	0,80	6,92
JUL	22,21	0,48	10,57	0,80	8,45
AGO	22,94	0,51	11,81	0,80	9,45
SEP	23,89	0,53	12,59	0,80	10,07
OCT	22,58	0,51	11,41	0,80	9,13
NOV	20,11	0,48	9,68	0,80	7,74
DIC	16,98	0,42	7,17	0,80	5,74

Tabla 5.9. Radiación aprovechada por el sistema.

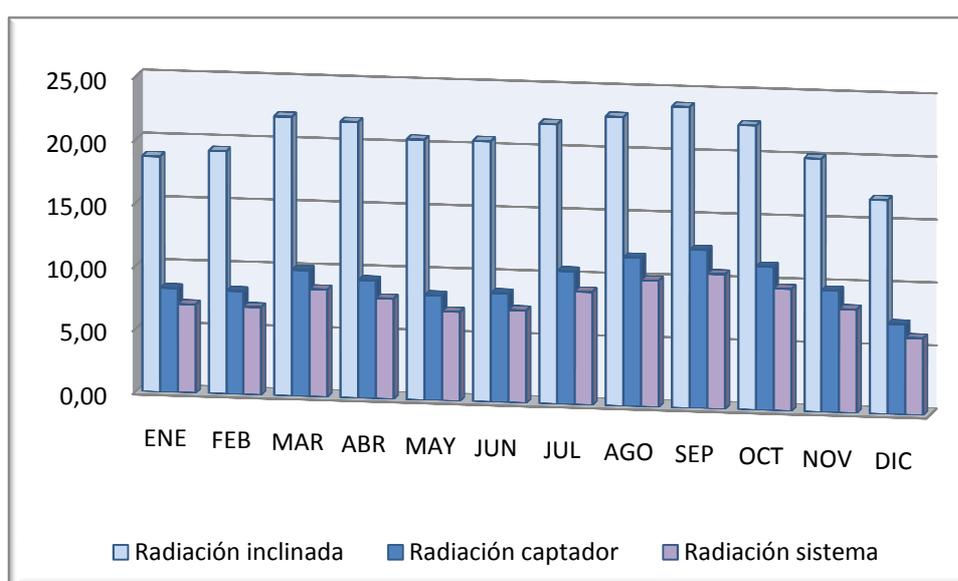


Figura 5.7. Comparativa de las diferentes radiaciones.

5.6. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE ACS.

5.6.1. CAPTADORES Y ACUMULADOR.

Para el dimensionado A.C.S., se debe tener en cuenta que el sistema solar se debe diseñar y calcular en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda y el aporte, al no ser ésta simultánea con la generación.

Para esta aplicación el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

Donde

A será el área total de los captadores, expresada en m², y V es el volumen del depósito de acumulación solar, expresado en litros, cuyo valor recomendado es aproximadamente la carga de consumo diaria M: $V = M$.

Además si hacemos referencia al CTE-HE4, en la contribución solar mínima anual se especifican el porcentaje de aporte mínimo en relación a, una primera situación denominada caso general en donde se hace uso de una fuente energética de apoyo de gasóleo, propano, gas natural u otras; o el segundo caso efecto Joule en donde la fuente energética de apoyo es la electricidad.

Estos porcentajes mínimos de contribución solar serían del 60% anual para el caso general y el 70% anual para el caso efecto Joule, ya que la demanda de ACS se sitúa entre 50-5000 l/día y la zona climática recordemos que es la IV.

	Dias	E MJ/m ² dia	E MJ/m ² mes	ACS (MJ/mes)	Sup. captador m ²	1. captador %	2. captador %
ENE	31	6,62	205,21	809,89	2,46	62,33	124,66
FEB	28	6,56	183,81	717,45	2,46	63,02	126,05
MAR	31	8,03	248,78	763,17	2,46	80,19	160,39
ABR	30	7,50	224,94	708,41	2,46	78,11	156,22
MAY	31	6,67	206,65	716,45	2,46	70,95	141,91
JUN	30	6,92	207,65	678,26	2,46	75,31	150,63
JUL	31	8,45	262,06	685,30	2,46	94,07	188,15
AGO	31	9,45	292,88	700,87	2,46	102,80	205,60
SEP	30	10,07	302,18	693,33	2,46	107,21	214,43
OCT	31	9,13	282,98	732,02	2,46	95,10	190,19
NOV	30	7,74	232,22	738,55	2,46	77,35	154,70
DIC	31	5,74	177,90	809,89	2,46	54,04	108,07

Tabla 5.10. Cubrimiento energético de los captadores para ACS

Si analizamos los valores obtenidos en la tabla 5.10, se desprende que usaremos un captador solar pues cumple con la normativa de CTE-HE5, con un aporte mínimo de un 80,04% anual y además ningún mes supera el 10% de la demanda energética así como no existen más de tres meses consecutivos al 100%. Por lo tanto concluimos que colocaremos un captador solar de la marca CHROMAGEN modelo CR 12-S8.

Para dimensionar el acumulador tendremos en cuenta que tenga una capacidad mínima de 120 l, ya que es el consumo estimado por día. Colocaremos un acumulador de la marca CHROMAGEN modelo AVES01 con una capacidad de 150 l.

Por lo tanto cumplimos con la segunda condición

$$50 < 150/2,46 = 60,97 < 180$$

5.6.2. ESQUEMA DE LA INSTALCIÓN DE ACS.

El sistema elegido consta de dos circuitos, primario (solar) y secundario (auxiliar), por los que circulan dos fluidos que en ningún momento se mezclan. Colocaremos una caldera auxiliar para el apoyo de energía ya que habrá momentos que no podamos abastecernos únicamente del agua caliente producida por el captador solar. Esquemáticamente se puede resumir de la siguiente forma:

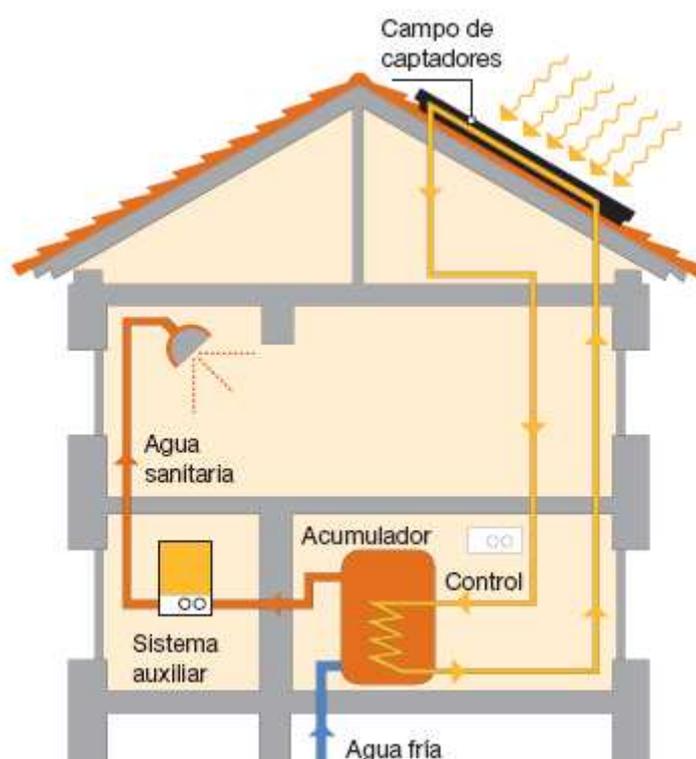


Figura 5.8. Esquema de la instalación de ACS

La instalación utiliza un sistema de transferencia de calor indirecto, es decir, el fluido que circula por los colectores no es el agua destinada al consumo. La razón por la que hemos elegido una instalación de este tipo es que de esta forma se permite utilizar en el circuito primario una mezcla de agua con anticongelante como fluido de trabajo que actúa como sistema de protección contra heladas.

Desde el captador solar situado en la cubierta inclinada instalada sobre una estructura metálica correctamente dimensionada y separada de las tejas al menos unos 2 cm, circulara el fluido con anticongelante hasta llegar al acumulador. En el acumulador el fluido con anticongelante transfiere la energía en forma de calor al agua fría de la red, en donde es acumulada hasta su consumo.

Si se necesitara aumentar la temperatura del agua hasta un punto óptimo de consumo el agua pasara por un sistema auxiliar hasta alcanzar la temperatura deseada. Este calentador en nuestro caso podría ser eléctrico o de gas, ya que cumplimos con el aporte energético mínimo establecido. Como energía de apoyo colocaremos una caldera a gas ciudad.

Debemos de disponer un controlador o regulador diferencial de temperatura para regular la temperatura del captador, del circuito, programar la instalación, control de la energía de apoyo, límite de temperatura de acumulación, etc.

5.7. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN ACS Y CALEFACCIÓN.

5.6.1. CAPTADORES Y ACUMULADOR.

Al igual que hicimos con la instalación de ACS tendremos que atender también al dimensionado del acumulador y no de los captadores. Según se indica en el Pliego de condiciones técnicas de instalaciones a baja temperatura de IDEA para instalaciones de climatización se dimensionará el volumen de acumulación para que se cubran las necesidades de energía demandada durante, al menos, una hora, recomendándose usar una relación de V/A entre 25 l/m² y 50 l/m².

Por lo tanto comenzaremos por calcular el número de captadores necesarios para cubrir la demanda energética.

	Dias	E MJ/m ² día	E MJ/m ² mes	Calef (MJ/mes)	Sup. captador m ²	1. captador %	2. captador %	3. captador %
ENE	31	6,62	205,21	4.501,34	2,46	11,21	22,43	33,64
FEB	28	6,56	183,81	3.766,33	2,46	12,01	24,01	36,02
MAR	31	8,03	248,78	2.972,36	2,46	20,59	41,18	61,77
ABR	30	7,50	224,94	2.073,97	2,46	26,68	53,36	80,04
MAY	31	6,67	206,65	963,39	2,46	52,77	105,53	158,30
JUN	30	6,92	207,65	0,00	2,46	0,00	0,00	0,00
JUL	31	8,45	262,06	0,00	2,46	0,00	0,00	0,00
AGO	31	9,45	292,88	0,00	2,46	0,00	0,00	0,00
SEP	30	10,07	302,18	0,00	2,46	0,00	0,00	0,00
OCT	31	9,13	282,98	784,95	2,46	88,68	177,37	266,05
NOV	30	7,74	232,22	2.814,58	2,46	20,30	40,59	60,89
DIC	31	5,74	177,90	3.975,01	2,46	11,01	22,02	33,03

Tabla 5.11. Cubrimiento energético de los captadores para Calefacción.

Analizando los resultados de la tabla, observamos que los meses de verano y cercanos la contribución solar sería el 100%, ya que no tendríamos que realizar ningún aporte energético para ambientar la vivienda. Por este motivo, colocaremos dos captadores para cubrir las necesidades energéticas de calefacción la cuales se encuentran al 60,80% de la demanda energética.

Entre instalar uno, dos o tres captadores, se prefiere instalar dos. Esta decisión se basa en pensar de llegar a la máxima contribución energética anual, sin olvidarnos que en verano se tendría un excedente energético muy elevado y peligroso por sobrecalentamientos en los captadores. Elegir tres captadores para calefacción sería muchísima energía sobrante en el verano. Con dos captadores para calefacción hay suficiente.

Si la vivienda unifamiliar tuviera piscina, sería buena solución utilizar el exceso de energía térmica en el verano para calentar el agua de la piscina. Como ese no es nuestro caso ya que no disponemos de espacio para la colocación de una piscina, ese exceso de energía térmica lo paliaremos con un aerodisipador.

Por lo tanto para una instalación térmica de ACS y calefacción tendríamos que colocar 3 captadores solares, 2 para calefacción y uno para ACS, la marca CHROMAGEN modelo CR 12-S8.

	Dias	E MJ/m ² dia	E MJ/m ² mes	Calef+ ACS (MJ/mes)	Sup. captador m ²	1. captador %	2. captador %	3. captador %
ENE	31	6,62	205,21	5.311,24	2,46	9,50	19,01	28,51
FEB	28	6,56	183,81	4.483,78	2,46	10,08	20,17	30,25
MAR	31	8,03	248,78	3.735,53	2,46	16,38	32,77	49,15
ABR	30	7,50	224,94	2.782,38	2,46	19,89	39,78	59,66
MAY	31	6,67	206,65	1.679,83	2,46	30,26	60,52	90,79
JUN	30	6,92	207,65	678,26	2,46	75,31	150,63	225,94
JUL	31	8,45	262,06	685,30	2,46	94,07	188,15	282,22
AGO	31	9,45	292,88	700,87	2,46	102,80	205,60	308,39
SEP	30	10,07	302,18	693,33	2,46	107,21	214,43	321,64
OCT	31	9,13	282,98	1.516,97	2,46	45,89	91,78	137,67
NOV	30	7,74	232,22	3.553,14	2,46	16,08	32,15	48,23
DIC	31	5,74	177,90	4.784,90	2,46	9,15	18,29	27,44

Tabla 5.12. Cubrimiento energético de los captadores para ACS+ Calefacción.

Por tanto para elegir el acumular más eficiente, tendremos en cuenta que debe de tener una mayor capacidad, ya que en los meses de inviernos deberá abastecer de ACS y agua a una temperatura para calefacción.

Considerandos que se cubran las necesidades de energía demandada durante, al menos, una hora y recomendándose usar una relación de V/A entre 25 l/m² y 50 l/m² el acumulador elegido es el modelo AVES11 marca CHROMAGEN con una capacidad de 300 l.

Cumplendose

$$25 < 300 / (2,46) * 3 = 40,65 < 50$$

5.7.2. ESQUEMA DE LA INSTALCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN.

El esquema de la instalación y el funcionamiento será el mismo que para agua caliente, con el único variante que ahora además de proporcionarnos únicamente agua sanitaria nos dotará al sistema de calefacción agua con una temperatura más elevada a la que está en la red general.

A este sistema tendremos que deberíamos incluirle un disipador aerotermo utilizado para disipar los excedentes de energía producida por los captadores solares térmicos. Según el CTE se deben adoptar medidas preventivas para evitar sobrecalentamientos en las instalaciones solares térmicas. La disipación la realizan haciendo pasar el fluido calor portador del circuito primario solar a través de una batería de tubos de cobre con aletas enfriadas por aire.

Otra de las medidas a tomar en el caso de que en algunos meses del año el aporte solar sobrepase el 110% de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100% serían el vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, habrá de ser repuesto por un fluido de características similares, debiendo incluirse este trabajo en su caso entre las labores del contrato de mantenimiento. O Tapado parcial del 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 sigue atravesando el captador).

Los captadores los podemos colocar en una única fila conectada en serie o paralelo según el Pliego de condiciones técnicas de instalaciones a baja temperatura de IDAE.

Por último indicar que el sistema de calefacción que mejor se adapta a la energía solar térmica es el suelo radiante, ya que trabaja a baja

temperatura, alrededor de 40°C. Permitiendo ahorrar más energía que otros sistemas.

Mientras que si nos decantamos por el uso de los radiadores, la energía solar puede ayudar en gran parte a reducir el consumo de la caldera. Los radiadores trabajan a una temperatura que oscila entre 70-90°C, temperatura muy elevada para los captadores planos comunes en invierno.

Para alcanzar esta temperatura en invierno tendrán que instalarse colectores de tubos de vacío, con mejor rendimiento y que permiten trabajar sin apoyo de caldera en los días soleados.

Otro sistema de calefacción ideal para la energía solar térmica son los fan-coils, ya que trabajan a baja temperatura, utilizando el agua calentada por los colectores para calentar el aire de un recinto o local.

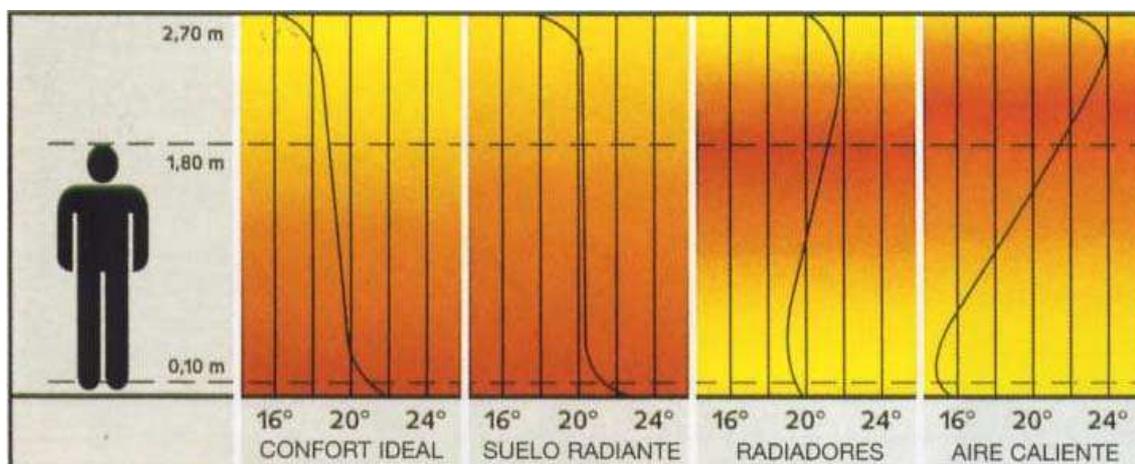


Figura 5.9. Esquema de la temperatura de calefacción.

En nuestro proyecto nos decantaremos por la instalación de un sistema de calefacción por suelo radiante, ya que aunque la instalación inicial supone un mayor coste se reduce durante su funcionalidad y rendimiento frente a otros sistemas. Como energía de apoyo colocaremos una caldera a gas ciudad.

5.8. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN ACS Y CLIMATIZACIÓN.

5.8.1. CAPTADORES Y ACUMULADOR.

Siguiendo el mismo criterio descritos anteriormente analizaremos la demanda energética y la producida por los captadores, para la refrigeración de la vivienda.

	Dias	E MJ/m ² dia	E MJ/m ² mes	Ref (MJ/mes)	Sup. captador m ²	1. captador %	2. captador %	3. captador %
ENE	31	6,62	205,21	0,00	2,46	0,00	0,00	0,00
FEB	28	6,56	183,81	0,00	2,46	0,00	0,00	0,00
MAR	31	8,03	248,78	0,00	2,46	0,00	0,00	0,00
ABR	30	7,50	224,94	0,00	2,46	0,00	0,00	0,00
MAY	31	6,67	206,65	0,00	2,46	0,00	0,00	0,00
JUN	30	6,92	207,65	1.957,46	2,46	26,10	52,19	78,29
JUL	31	8,45	262,06	3.168,97	2,46	20,34	40,69	61,03
AGO	31	9,45	292,88	3.465,50	2,46	20,79	41,58	62,37
SEP	30	10,07	302,18	2.005,98	2,46	37,06	74,11	111,17
OCT	31	9,13	282,98	0,00	2,46	0,00	0,00	0,00
NOV	30	7,74	232,22	0,00	2,46	0,00	0,00	0,00
DIC	31	5,74	177,90	0,00	2,46	0,00	0,00	0,00

Tabla 5.12. Cubrimiento energético de los captadores para Refrigeración.

Por lo tanto para la refrigeración con la instalación de 2 captadores solares cubriamos el 52,14% de la demanda energética durante los meses de verano. Como partimos del dimensionado para la instalación de ACS y calefacción con un total de 3 captadores (1 para ACS y otros 2 para calefacción), donde los meses de verano observábamos que se producía un sobre exceso de producción energética, que era perdida, ahora al incluir en la instalación refrigeración tendremos un mayor aprovechamiento de la energía.

Por lo tanto usaremos 3 captadores marca CHROMAGEN modelo CR 12-S8 y un acumulador AVES11 marca CHROMAGEN con una capacidad de 300 l.

	Dias	E MJ/m ² dia	E MJ/m ² mes	Clima+ACS (MJ/mes)	Sup. captador m ²	1. captador %	2. captador %	3. captador %
ENE	31	6,62	205,21	5.311,24	2,46	9,50	19,01	28,51
FEB	28	6,56	183,81	4.483,78	2,46	10,08	20,17	30,25
MAR	31	8,03	248,78	3.735,53	2,46	16,38	32,77	49,15
ABR	30	7,50	224,94	2.782,38	2,46	19,89	39,78	59,66
MAY	31	6,67	206,65	1.679,83	2,46	30,26	60,52	90,79
JUN	30	6,92	207,65	2.635,72	2,46	19,38	38,76	58,14
JUL	31	8,45	262,06	3.854,26	2,46	16,73	33,45	50,18
AGO	31	9,45	292,88	4.166,37	2,46	17,29	34,59	51,88
SEP	30	10,07	302,18	2.699,31	2,46	27,54	55,08	82,62
OCT	31	9,13	282,98	1.516,97	2,46	45,89	91,78	137,67
NOV	30	7,74	232,22	3.553,14	2,46	16,08	32,15	48,23
DIC	31	5,74	177,90	4.784,90	2,46	9,15	18,29	27,44

Tabla 5.13. Cubrimiento energético de los captadores Climatización y ACS.

5.8.2. REFRIGERACIÓN SOLAR.

Es posible refrigerar una vivienda con la misma instalación de suelo radiante con que se calienta en invierno. Para calefactar se hace pasar agua caliente y para refrigerar agua fría. En verano hace falta deshumidificar el ambiente y se tendrán que instalar deshumidificadores Fan-Coils. En verano, es, cuando mayor demanda de frío y mayor disponibilidad de energía solar térmica obtendremos.

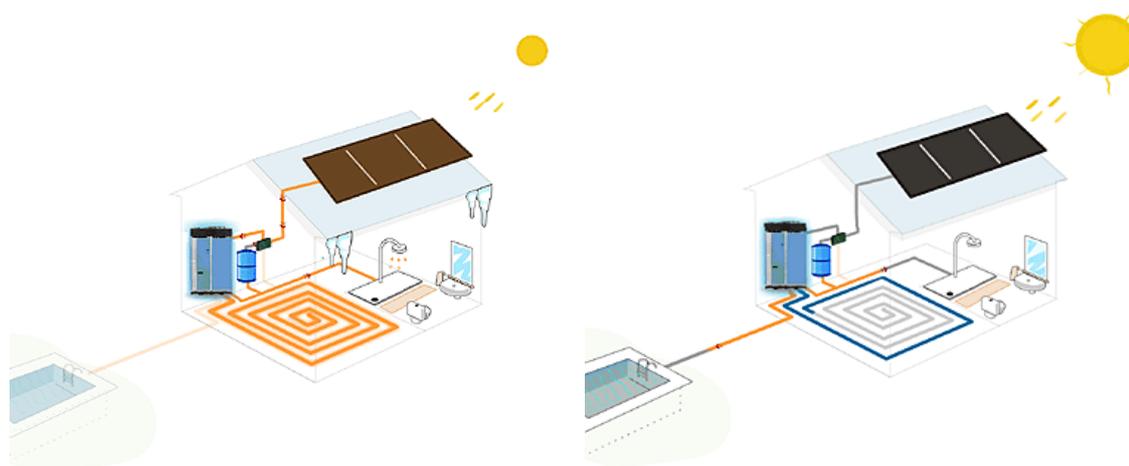


Figura 5.10. Esquema de suelo radiante en invierno y verano.

Un suelo refrescante para evitar problemas con la disconfort térmico, debe trabajar a una temperatura superficial superior a 19°C y en todo caso por encima del bulbo húmedo del aire para evitar condensaciones, no trabajándose con temperaturas bajas de hasta 7°C , requeridas por otros sistemas, con el consiguiente ahorro energético.

El sistema de refrigeración por absorción es un medio de producir frío que, al igual que en el sistema de refrigeración por compresión, aprovecha ciertas sustancias que absorben calor al cambiar de estado líquido a gaseoso. Así como en el sistema de compresión el ciclo se hace mediante un compresor, en el caso de la absorción, el ciclo se basa físicamente en la capacidad que tienen algunas sustancias, como el bromuro de litio o cloruro de litio, de absorber otra sustancia, tal como el agua, en fase de vapor.

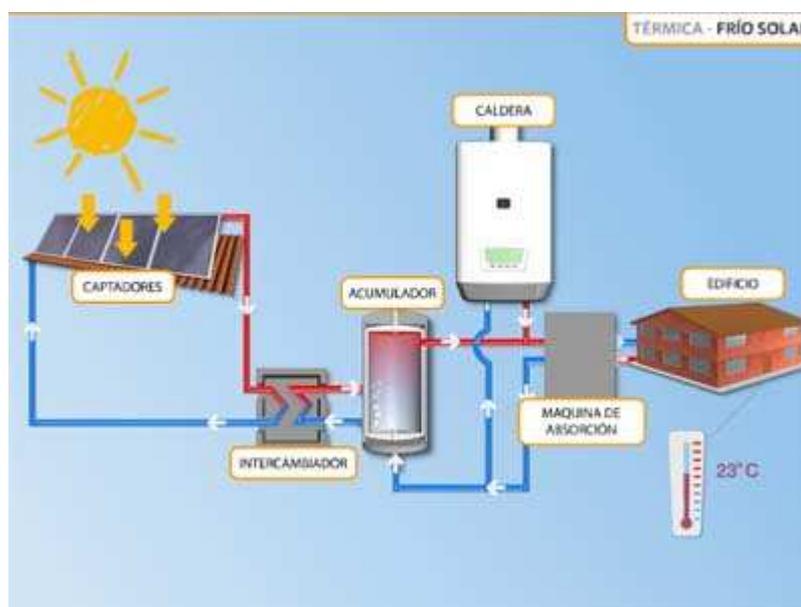


Figura 5.11. Esquema básico de refrigeración mediante energía solar.

6. Estudio y dimensionado del sistema solar fotovoltaico.

6. ESTUDIO Y DIMENSIONADO DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

6.1. DATOS DE PARTIDA.

El primer dato del cual partiremos para el dimensionado de la instalación fotovoltaica será la compatibilidad permitida según el planeamiento urbanístico municipal vigente de El Verger, ya que nos determinará la posible instalación de la cubierta con paneles fotovoltaicos para generar energía eléctrica.

En segundo lugar nos basaremos en la producción de energía eléctrica, a través del sistema solar fotovoltaico, para la venta de la electricidad a la red general eléctrica. Ya que según la actual utilización de la energía fotovoltaica solo está permitido el uso de instalaciones conectadas a red o instalaciones en lugares aislados a la red. (Según la AVEN).

Dimensionaremos una instalación fotovoltaica que cubra las necesidades de la vivienda de estudio, aunque la energía producida no sea consumida por la edificación sino que esta será vertida a la red eléctrica. Para ello tomaremos una potencia nominal de 7 kWp.

6.2. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED.

6.2.1. INTRODUCCIÓN.

La mayoría de los sistemas fotovoltaicos en edificios (viviendas, centros comerciales, naves industriales...) se montan sobre tejados y cubiertas, pero se espera que un creciente número de instalaciones se integren directamente en el cerramiento de los inmuebles, incorporándose a tejas u otros materiales de construcción.

Los sistemas fotovoltaicos sobre tejados y cubiertas son de pequeño a mediano tamaño, esto es de 5 kW a 200 kW aunque a veces se supera este valor y se alcanzan dos o tres MW. Los sistemas fotovoltaicos también pueden reemplazar directamente a los componentes convencionales de las fachadas. Las fachadas solares son elementos enormemente fiables que aportan un diseño moderno e innovador al edificio y, al mismo tiempo, producen electricidad. En varios países son elementos que contribuyen a la imagen de prestigio y al prestigio corporativo de las empresas. Asimismo la fotovoltaica puede integrarse en otros elementos de la construcción: lamas parasoles, lucernarios, pérgolas, marquesinas, etc.



Figura 6.1. Teja mixta y curva con paneles fotovoltaicos integrados.

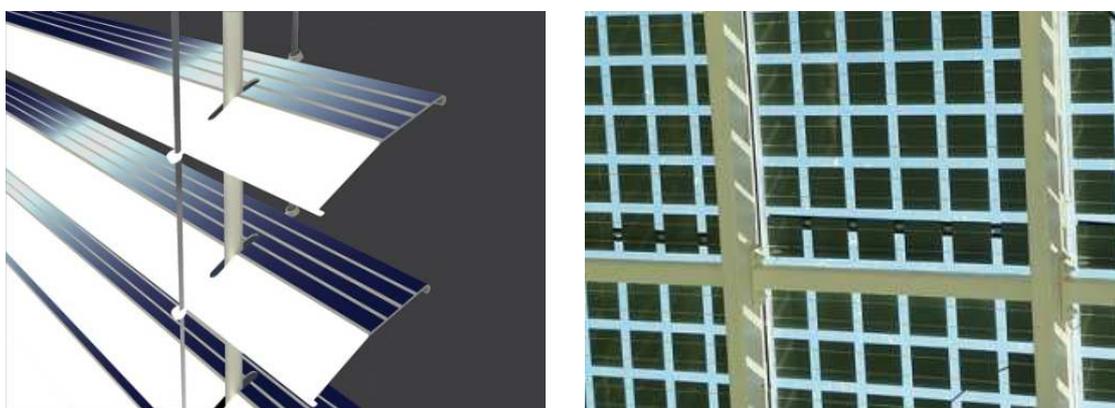


Figura 6.2. Persiana y claraboya con paneles fotovoltaicos integrados.

El esquema unifilar básico del sistema fotovoltaico conectado a la red de baja tensión y que no contempla la posibilidad de interconectar con los cuadros de distribución de consumo interno sería el siguiente:

CONEXION A RED DE IBERDROLA DE BT (EL INVERSOR DISPONE DE PROTECCIONES INTERNAS)

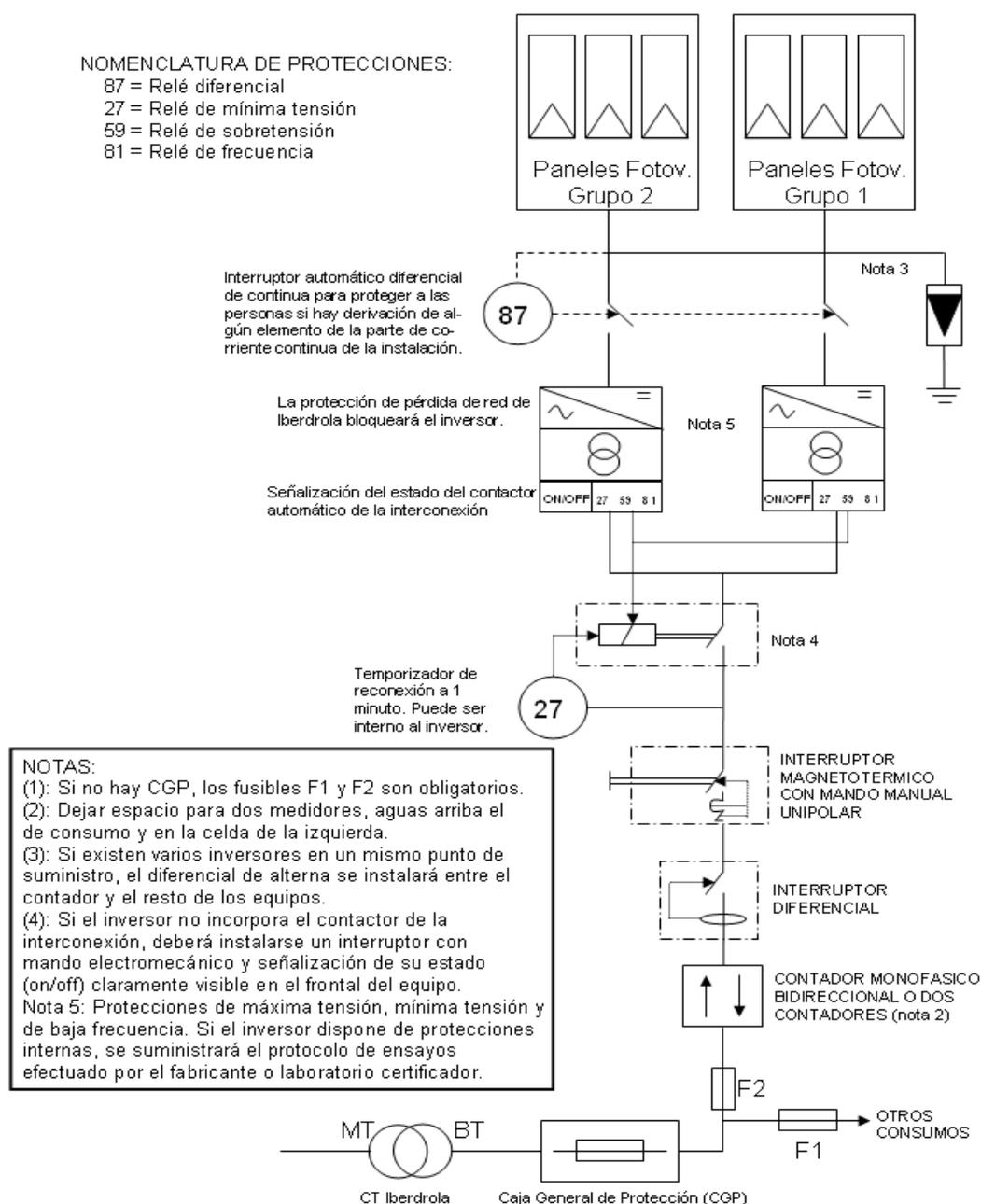


Figura 6.3. Esquema básico de un sistema fotovoltaico conectado a la red (IBERDROLA)

6.2.2 ELEMENTOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.

Los elementos que conforman una instalación de un sistema fotovoltaico son los siguientes:

Generador fotovoltaico.

Que transforma la energía solar en energía eléctrica. Está constituido por paneles solares y estos a su vez están formados por varias células iguales conectadas eléctricamente entre si, en serie y/o en paralelo, de forma que la tensión y corriente suministradas por el panel se incrementa hasta ajustarse al valor deseado. La mayor parte de los paneles solares se construyen asociando primero células en serie hasta conseguir el nivel de tensión deseado, y luego asociando en paralelo varias asociaciones serie de células para alcanzar el nivel de corriente deseado. Además, el panel cuenta con otros elementos a parte de las células solares, que hacen posible la adecuada protección del conjunto frente a los agentes externos; asegurando una rigidez suficiente, posibilitando la sujeción a las estructuras que lo soportan y permitiendo la conexión eléctrica.

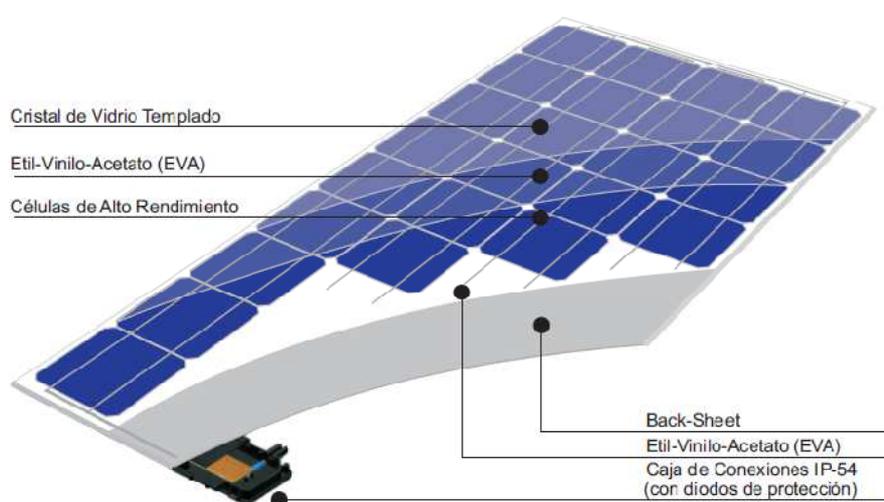


Figura 6.4. Detalle de la estructura y composición del generador fotovoltaico.

Normalmente, un módulo fotovoltaico estándar de mercado está formado por una asociación de 33 a 36 células en serie y un voltaje nominal de 12 Vcc. Actualmente encontramos en el mercado módulos con el doble o triple de células y que pueden funcionar a otros voltajes de salida (24V, 36V).

Inversor.

Es el equipo encargado de transformar la energía recibida del generador fotovoltaico (en forma de corriente continua) y adaptarla a las condiciones requeridas según el tipo de cargas, normalmente en corriente alterna y el posterior suministro a la red. Los inversores vienen caracterizados principalmente por la tensión de entrada, que se debe adaptar al generador, la potencia máxima que puede proporcionar y la eficiencia. Esta última se define como la relación entre la potencia eléctrica que el inversor entrega a la utilización (potencia de salida) y la potencia eléctrica que extrae del generador (potencia de entrada).

Aspectos importantes que habrán de cumplir los inversores: Deberán tener una eficiencia alta, pues en caso contrario se habrá de aumentar innecesariamente el número de paneles para alimentar la carga. Estar adecuadamente protegidos contra cortocircuitos y sobrecargas. Incorporar rearme y desconexión automáticos. Admitir demandas instantáneas de potencia mayores del 150% de su potencia máxima. Cumplir con los requisitos, que establece el Reglamento de Baja Tensión. Baja distorsión armónica. Bajo consumo. Aislamiento galvánico. Sistema de medidas y monitorización.



Figura 6.5. Detalle de un inversor para conexión a red.

Equipo de medida.

Es el encargado de controlar numéricamente la energía generada y volcada a la red para que con los datos obtenidos se puedan facturar a la Compañía a los precios acordados.

Estructura de soporte de las placas.

El bastidor es el encargado de sujetar el panel solar, y muchas veces será un kit de montaje para instalarlo adecuadamente. En el caso de que no se suministrara en kit el instalador lo realizará de acuerdo a la normativa existente, además de tener en cuenta la fuerza del viento entre otras cosas. La estructura deberá soportar como mínimo una velocidad del viento de 150 Km/h. Esta estructura es la que fijará la inclinación de los paneles solares. Hay varios tipos de estructuras: desde un simple poste que soporta 4 paneles solares, hasta grandes estructuras de vigas aptas para aguantar varias decenas de ellos.

Habitualmente la estructura como los soportes son de acero inoxidable, hierro galvanizado o aluminio anodinado, de un espesor de chapa 1mm. dejando una separación mínima entre los paneles y la superficie horizontal o inclinada de apoyo



Figura 6.6. Detalle de estructura de apoyo de paneles fotovoltaicos en cubierta inclinada.

Caja General de Protección.

La caja general de protección es la encargada de salvaguardar toda la instalación eléctrica de un posible cortocircuito o punta de intensidad la cuál afectaría a todos los componentes conectados a la red. Esta caja general de protección podrá llevar tanto protecciones térmicas como fusibles.

Puesta a tierra.

La puesta a tierra de la instalación es muy importante ya que delimita la tensión que pueda presentarse en un momento dado en las masas metálicas de los componentes, asegurando la actuación de las protecciones y eliminando el riesgo que supone el mal funcionamiento o avería de alguno de los equipos. Las tomas a tierra se establecen principalmente a fin de limitar la tensión que puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Cableado de Interconexión.

Es el encargado de conectar los distintos paneles solares con las cajas de interconexión y con otra instrumentación.

Este cableado de paneles se realizará con materiales de alta calidad para que se asegure la durabilidad y la fiabilidad del sistema a la intemperie. El cableado evidentemente tendrá que cumplir con el reglamento técnico de

baja tensión. Las conexiones, cables, equipos y demás elementos tendrán que tener el grado de protección IP.535, concepto que se define en la norma UNE 20-234.

Los cables utilizados tendrán una última capa de protección con un material resistente a la intemperie y la humedad, de tal forma que no le afecten internamente los agentes atmosféricos. Entre las conexiones eléctricas entre paneles usaremos siempre terminales. Los terminales de los paneles pueden ser bornas en la parte de detrás del panel o estar situados en una caja de terminales a la caja espalda del mismo. En el primer caso tendremos capuchones de goma para la protección de los terminales contra los agentes atmosféricos. La caja de terminales es una buena solución en el caso de que cumpla con el grado de protección IP.535. En instalaciones donde se monten paneles en serie y la tensión sea igual o mayor a 24V instalaremos diodos de derivación.

La sección del cable de conexión no debe de ser superior a 6mm. Es necesario también cuidar los sistemas de paso de los cables por muros y techos para evitar la entrada de agua en el interior. Las técnica y tendido para la fijación de los cables han de ser las habituales en una instalación convencional. Los conductor pueden ir bajo tubo al aire, en el primer caso puede ir empotrado o no. La sujeción se efectuará mediante bridas de sujeción, procurando no someter una excesiva doblez a los radios de curvatura. Los empalmes se realizarán con accesorios a tal efecto, usando cajas de derivación siempre que sea posible.

Acometida eléctrica.

Es la parte de la instalación de red de distribución, que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivalente (CGP). Los conductores serán de cobre o aluminio. Esta línea está regulada por la ITC-BT-11. Atendiendo su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, la acometida será subterránea. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 KV, y podrán instalarse directamente enterrados o enterrados bajo tubo.

Se remarca que la acometida será parte de la instalación constituida por la Empresa Suministradora, por lo tanto el diseño y trazado se basará en las normas propias y particulares de la misma. El centro de transformación al que se conectará la instalación es objeto de un proyecto totalmente diferenciado y que se ajustará a las mejores condiciones de servicio propuestas por la Empresa Distribuidora.

Instalación de enlace.

La instalación de enlace la podemos subdividir en:

- *Caja de protección y medida.*

Por tratarse de un suministro a un único usuario, se colocará en un único conjunto la caja general de protección y el equipo de medida. El fusible de seguridad situado antes del contador coincidirá con el fusible que incluye una CGP.

Las cajas de protección y medida se instalarán en lugares de libre y permanente acceso. La situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora. Se instalará un nicho de pared, que se cerrará con una puerta metálica, con un grado de protección IP10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura normalizada por la empresa suministradora.

Los dispositivos de lectura de los Equipos se situarán en una altura comprendida entre 0,70 y 1,80 m. Se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos de entrada a la acometida.

Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora. Dentro de los mismos se instalarán cortacircuitos fusibles en los conductores de fase, con poder de corte igual o superior a la corriente de cortocircuito previsto en el punto de instalación.

Las cajas de protección y medida cumplirán todo lo que indica en la Norma UNE-EN 60.349-1, y tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 Y IK 09 según UNE-EN 50.102 y serán precintables. La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones. El material transparente para la lectura será resistente a la acción de los rayos ultravioleta. Las disposiciones generales de este tipo de caja quedan recogidas en la ITC-BT-13. El contador será de cuatro cuadrantes y dispondrá de un código de barras que será proporcionado por la compañía eléctrica.

➤ *Dispositivos generales e individuales de comando y protección.*

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. Se colocará una caja para el interruptor de control de potencia inmediatamente antes de los otros dispositivos, en compartimiento independiente y precintable. Esta caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de comando y protección.

La altura a la que se situarán los dispositivos generales e individuales de comando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 metros. Los envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 Y UNE-EN 50493-3, con un grado de protección mínimo de IP 30 según UNE 20.324 y IK07 según UNE-EN 50.102. El envolvente para el interruptor del control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo serán de un modelo aprobado oficialmente.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la cual conste su nombre o marca comercial, fecha de realización de la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de comando y protección serán, como mínimo:

Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal 160 A que permite su accionamiento manual y dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos según (ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de corto circuito que pueda producirse en cualquier punto de la instalación.

Un relé diferencial general, con transformador toroidal asociado al interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24).

6.3. DIMENSIONADO DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA.

6.3.1. OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN

Nuestro objetivo es intentar colocar los módulos fotovoltaicos sobre la cubierta inclinada de la vivienda, sin necesidad de ocupar la terraza de planta 1ª ni la superficie de parcela ajardinada en la parte posterior que posee la vivienda, ya que no se nos permite la colocación de los paneles en planta baja. La distribución de los módulos sobre la cubierta se ha de realizar con el fin de maximizar la producción anual de energía. Los principales parámetros que afectan al rendimiento de una instalación solar son:

- Orientación.
- Inclinación.
- Sombras sobre los módulos fotovoltaicos.
- Pérdidas eléctricas.
- Ventilación de los módulos fotovoltaicos.

La vivienda donde se situarán los módulos fotovoltaicos, tiene una orientación Sur, siendo esta la orientación óptima, para un mayor rendimiento.

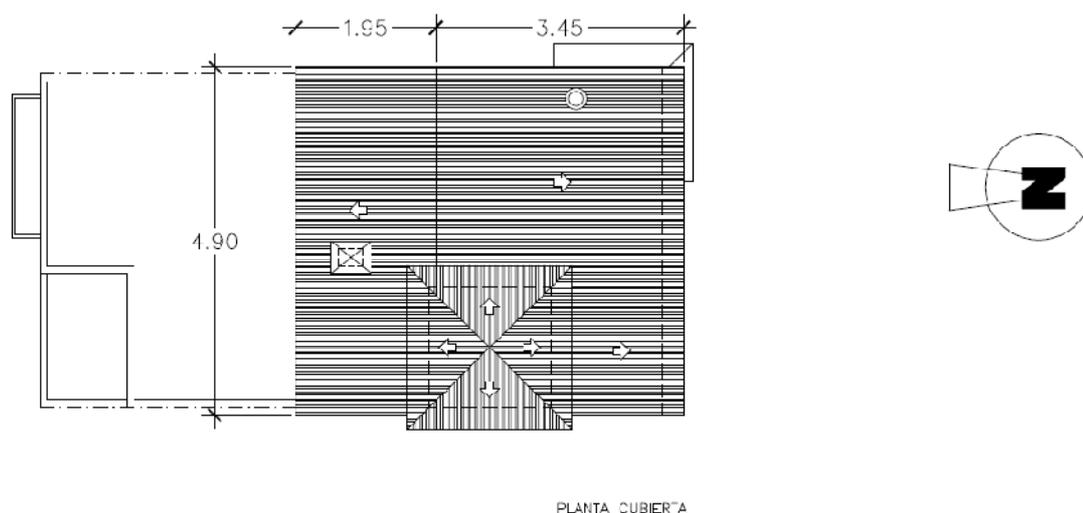


Figura 6.7. Detalle de las dimensiones y orientación de los faldones de cubierta.

La inclinación de la placa es la misma que la de la cubierta. En este caso es de unos 30° , con respecto a la horizontal.

Dada la forma de la cubierta a dos aguas, intentaremos usar únicamente el faldón orientado al Sur para obtener el mayor rendimiento y evitar sombras únicamente. Con lo que obtenemos una superficie total de $11,50 \text{ m}^2$, para colocar nuestros paneles.

Se trata de una instalación solar fotovoltaica de 7 kw de potencia nominal de conexión a la red eléctrica.

6.3.2. RADIACIÓN INCIDENTE.

La potencia de la radiación varía según el momento del día, las condiciones atmosféricas que la amortiguan y la latitud. Se puede asumir que en buenas

condiciones de irradiación el valor es de aproximadamente 1000 W/m² en la superficie terrestre. A esta potencia se la conoce como irradiancia.

Para calcular la radiación incidente, se utilizarán las tablas de radiación que determinan la radiación incidente, el lugar, la inclinación y la orientación determinada.

Si nos acogemos las zonas climáticas indicadas en la Sección 5 del CTE (Contribución mínima de energía eléctrica), obtenemos que:

ALICANTE	Alcoy	IV
	Alicante	V
	Benidorm	IV
	Crevillent	V
	Denia	IV

Figura 6.8. Tabla zonas climáticas CTE-HE5

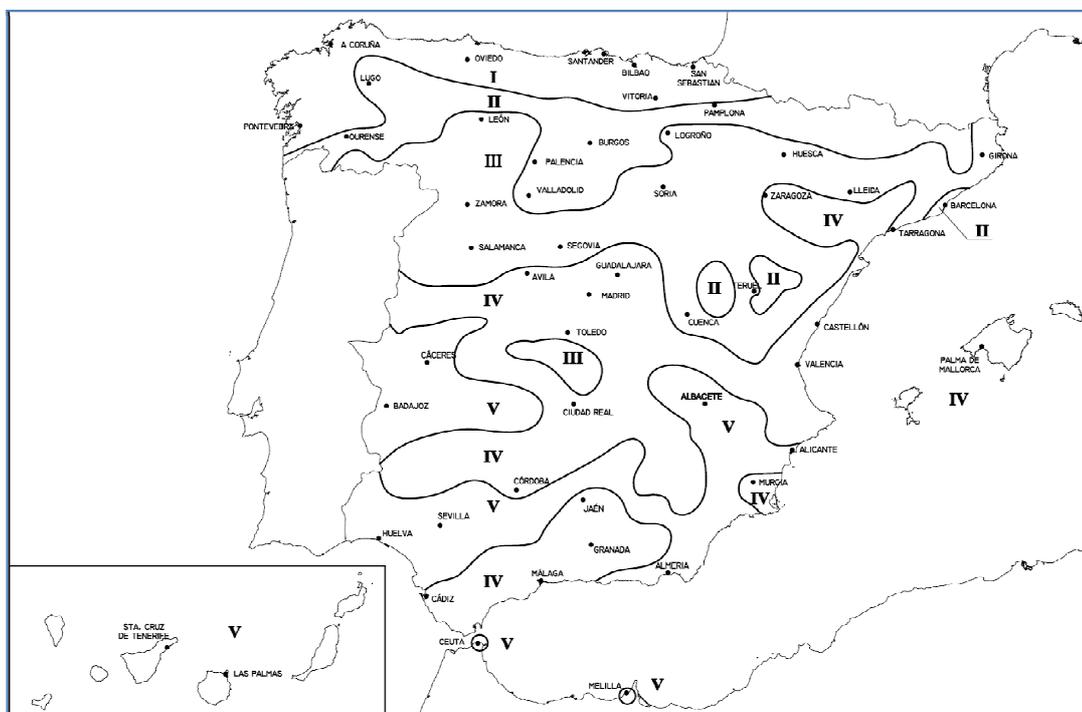


Figura 6.9. Mapa zonas climáticas CTE-HE5

Para el cálculo de la radiación incidente usaremos las tablas referidas a la zona IV, ya que es donde se encuentra nuestra vivienda. Por lo que obtenemos la siguiente tabla:

Radiación HSP (KWh/m ² .día)														
Ang	En.	Fe.	Ma.	Ab.	Ma.	Ju.	Jl.	Ag.	Se.	Ob.	No.	Di.	R. Anual	Inviern
20,00	3,58	4,08	5,25	5,89	6,14	6,44	6,67	6,19	5,64	4,56	3,67	3,06	1833,89	728,89
25,00	3,81	4,25	5,36	5,89	6,06	6,28	6,53	6,17	5,69	4,72	3,89	3,28	1859,44	763,89
30,00	4,03	4,42	5,47	5,86	5,92	6,11	6,36	6,08	5,75	4,86	4,08	3,47	1874,44	793,89
35,00	4,22	4,56	5,53	5,81	5,75	5,92	6,17	5,97	5,78	5,00	4,28	3,67	1878,61	818,89
40,00	4,39	4,64	5,56	5,72	5,58	5,69	5,94	5,83	5,75	5,08	4,42	3,81	1872,22	838,89
45,00	4,53	4,72	5,53	5,58	5,36	5,42	5,69	5,67	5,69	5,14	4,53	3,94	1855,28	853,33
50,00	4,64	4,78	5,50	5,42	5,14	5,14	5,42	5,47	5,61	5,17	4,61	4,06	1827,78	862,50
55,00	4,69	4,78	5,42	5,22	4,89	4,86	5,14	5,25	5,47	5,14	4,69	4,11	1790,00	866,39
60,00	4,75	4,78	5,31	5,03	4,58	4,53	4,81	5,00	5,33	5,11	4,72	4,17	1742,22	864,44
65,00	4,75	4,72	5,17	4,78	4,31	4,19	4,47	4,69	5,14	5,03	4,72	4,19	1684,72	857,22
70,00	4,75	4,64	5,00	4,50	3,97	3,86	4,11	4,42	4,92	4,94	4,67	4,17	1618,61	844,44

Tabla 6.1. HPS relación Angulo/ Radiación incidente.(AVEN)

Escogemos la tercera fila de la tabla, ya que el ángulo de inclinación se estima en 30°.

Observamos que el mes más desfavorable es el de Diciembre con un hps de 3,47 kWh/m².dia y el de mayor radiación es el de Julio con 6,36 kWh/m².dia.

6.3.3. TIPO Y NÚMERO DE MÓDULOS NECESARIOS.

Para elegir el tipo de módulo fotovoltaico, tenemos que tener en cuenta que deseamos obtener el rendimiento suficiente como mínimo para abastecer la vivienda en su totalidad, es decir que en su conjunto nos produzcan una potencia nominal máxima de 7 kW. Que es la potencia nominal que debe de tener contratada una vivienda de estas características.

Dentro del amplio mercado existente hemos optado por tomar como referencia el módulo fotovoltaico de A-230P de la casa ATERSA con las siguientes características:

MÓDULO FV ATERSA 230P	
Potencia pico nominal	230W
Tipo de célula	Célula de policristalino de alta eficiencia
Tensión en el punto de máxima P	30,2V
Intensidad en el punto de máxima P	7,62 A
Peso	19 kg
Tensión de circuito Abierto (Voc)	37,40 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	8,12A
Condiciones de las medidas	Irradiancia de 1.000 W/m ² con un espectro solar de AM 1.5G (25°C)
Dimensiones (L x A x a)	1639x 984 x32mm
Tensión máxima admisible	1.000 V

Tabla 6.2. Características del módulo FV ATERSA 230P

Por lo tanto para obtener una potencia de 7kW con este tipo de módulo fotovoltaico nos harán falta 30 paneles fotovoltaicos. Con los 30 módulos obtendríamos 6,90 kW, con lo que nos aproximamos a la demanda energética deseada.

Módulo	
Potencia modulo	230 Wp
Numero de módulos por inversor	15 unidades
Número de inversores	2 unidades
TOTAL módulos	30 unidades

Tabla 6.3. Cálculo de módulos.

Llegados a este punto podemos observar que en nuestra cubierta no se podrían colocar las 30 unidades necesarias para poder alcanzar los 7kW de potencia deseada para abastecer a la vivienda. Necesitaríamos una superficie mínima de 47,04 m² mientras nosotros únicamente contamos con una superficie de 11,05 m².

Aun así vamos a suponer que contamos con esta superficie, ya sea en la parcela como en la cubierta, y así poder valorar la instalación completa de energía fotovoltaica.

6.3.4. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.

Las características de los principales elementos de la instalación serían:

➤ **Módulos fotovoltaicos.**

Las conexiones de módulos fotovoltaicos siguen, evidentemente, las reglas básicas de la electricidad. Se pueden conectar módulos fotovoltaicos en serie, en paralelo y combinando las anteriores por tal de conseguir sumar la potencia de los módulos conectados y a la vez adaptar el funcionamiento al voltaje del circuito.

Por lo tanto la instalación constaría de 3 conjuntos en paralelo de 10 módulos en serie. Cada rama en serie se dimensionará para una intensidad de 7,62 A y la rama general para $10 \times 7,62 \text{ A} = 76,20 \text{ A}$.

➤ **Inversores.**

Dentro del amplio mercado de inversores nos hemos decantado por utilizar 2 inversores de la casa SMA modelo SUNNY BOY 4000TL, con una potencia nominal 4KW cada uno.

Inversor	
Potencia Nominal	4,2 kW
Potencia pico máxima	8 kWp
Numero de inversores	2 unidades
Potencia Nominal instalada	8,4 kW

Tabla 6.4. Cálculo de inversores.

El inversor SMA SUNNY BOY 4000TL es un equipo diseñado para inyectar en la red eléctrica convencional la energía producida por un generador fotovoltaico. Su principal misión es garantizar la calidad de la energía vertida en la red, así como aglutinar una serie de protecciones tanto para los operarios del mantenimiento de las redes como para el titular de la instalación.

➤ **Estructura de apoyo.**

A menudo, cuando se proyecta una instalación solar fotovoltaica se presta toda la atención a la dimensión y al elegir los módulos fotovoltaicos, y se descuida el diseño y/o selección de los elementos que se encargan de soportar o de fijar estos módulos al suelo, al techo o a la fachada del edificio.

Para el dimensionado del apoyo, tendremos en cuenta las siguientes características:

- Usaremos para la estructura acero inoxidable o de aluminio, ya que es un material estable frente a las agresiones atmosféricas.
- Usaremos tornillos y los elementos de fijación en acero inoxidable. Los tornillos que pongan en contacto físico metales diferentes, tendrán que incorporar casquillos de plástico para evitar corrosiones galvánicas.
- En caso de utilizar soportes de mucha volada o palos cilíndricos los sujetaremos mediante cables de acero para evitar los efectos del viento.
- Además deberemos conectar la estructura a una toma de tierra, que se ajuste a las especificaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT (Instrucción Técnica MI.BT.039).

6.4. ANÁLISIS ENERGÉTICO.

La potencia pico de la instalación fotovoltaica es de 6,90 kWp. Esta potencia se refiere a unas condiciones estándar de referencia. Para calcular la energía producida es necesario tener en cuenta la inclinación y orientación de los paneles así como otros factores, temperatura, pérdidas por cableado, suciedad, pérdidas del inversor, etc., que se engloban en el Performance Ratio (PR).

Para valorar el Performance Ratio tendremos en cuenta:

- ❖ *Las pérdidas por sombra (FS)*

Para el presente proyecto consideramos que la pérdida por sombras es nulo, ya que no tenemos ningún objeto que nos obstaculice la luz incidente solar sobre los paneles.

- ❖ *Las pérdidas por polución (Fpol)*

Existen pérdidas originadas por los efectos de la actividad humana como pueden ser la industria, el uso de automóviles, etc, que pueden disminuir e influir en la radiación recibida por los módulos solares. En nuestro caso consideraremos un 3% por este efecto.

- ❖ *Las pérdidas en el cableado en corriente continua (FCcc)*

- ❖ *Las pérdidas en cableado de corriente alterna (FCca)*

Ambas pérdidas son por causas que afectan a la conductividad de los materiales eléctricos usados en la instalación, principalmente la disipación de calor por el llamado efecto Joule. Estas pérdidas se pueden valorar entorno a un 2%.

❖ *Las pérdidas por disipación de los módulos (FD)*

La potencia de los módulos no es exactamente la misma y por lo tanto no lo es su intensidad ni su tensión de máxima potencia. Esto trae consigo que al ponerlos en serie se produzcan una pérdida de potencia, en concreto, la intensidad de paso de una cadena en serie de paneles será la menor de todos los paneles que componen la serie. Para minimizar este efecto los módulos se clasifican por su intensidad, lo cual viene indicado con una letra grabada en un adhesivo adherido al marco de un panel, de manera que se puede escoger los paneles similares a la hora de armar las series durante la instalación. Como el fabricante de nuestros paneles garantiza que su potencia está siempre dentro de un rango de +/- 3% y teniendo en cuenta la clasificación descrita anteriormente, estimaremos las posibles pérdidas por dispersión de potencia en un 3%.

❖ *Las pérdidas en el inversor (Finv).*

Son las pérdidas causadas por el rendimiento del inversor. Vienen indicadas por el fabricante, en nuestro caso el rendimiento máximo es del 97% por lo que consideramos un 3% en pérdidas.

❖ *Las pérdidas por temperatura (FT)*

El rendimiento de los módulos fotovoltaicos disminuye con el incremento de la temperatura de trabajo a la que están sometidos. Al ser un elemento expuesto a la radiación solar de manera continuada es necesario que exista una buena ventilación tanto por la superficie expuesta como por la parte posterior. Todo y teniendo en cuenta esta premisa el incremento de temperatura que produce puede ser importante. Para el cálculo del factor que considera las pérdidas medias mensuales debidas a la temperatura, "Ltem", se hace uso de la siguiente expresión:

$$L_{tem} = g \times (T_c - 25^{\circ}\text{C})$$

Siendo:

g: Coeficiente de temperatura de la potencia, en $1/^{\circ}\text{C}$. Este valor viene dado por el fabricante de la placa, si no por defecto se puede coger el valor $0,0035 / ^{\circ}\text{C}$.

T_c : Temperatura de trabajo mensual de las placas fotovoltaicas.

Para encontrar la T_c se utiliza la siguiente expresión

$$T_c = T_{amb} + [(T_{onc} - 20^{\circ}\text{C}) \times E / 800]$$

Donde:

T_{amb} : Temperatura ambiente media mensual de la localidad donde se instalarán las placas fotovoltaicas

T_{onc} : Temperatura de operación nominal del módulo. Temperatura que cogen las células solares cuando se somete la placa a una irradiación de 800 W/m^2 con una AM de 1.5, una temperatura ambiente de 20°C y una velocidad de viento de 1 m/s . Este dato será suministrado por el fabricante

E: Radiación media en un día soleado, en este caso 800 W/m^2 .

Por lo que una vez conocido las pérdidas pasamos a calcular Performance Ratio, obteniendo los siguientes datos:

CALCULO DE LA EFICIENCIA Y PERDIDA POR DIVERSOS FACTORES										
Mes	Nº Dias	FS	Fpol	FCcc	FCca	FD	Finv	FT	PR	PR Global
Ene	31	1,000	0,970	0,980	0,980	0,970	0,970	0,920	0,831	0,806
Feb	28	1,000	0,970	0,980	0,980	0,970	0,970	0,923	0,834	0,809
Mar	31	1,000	0,970	0,980	0,980	0,970	0,970	0,909	0,821	0,797
Abr	30	1,000	0,970	0,980	0,980	0,970	0,970	0,909	0,821	0,797
May	31	1,000	0,970	0,980	0,980	0,970	0,970	0,900	0,813	0,789
Jun	30	1,000	0,970	0,980	0,980	0,970	0,970	0,896	0,809	0,785
Jul	31	1,000	0,970	0,980	0,980	0,970	0,970	0,888	0,803	0,779
Ago	31	1,000	0,970	0,980	0,980	0,970	0,970	0,882	0,797	0,773
Sep	30	1,000	0,970	0,980	0,980	0,970	0,970	0,883	0,798	0,774
Oct	31	1,000	0,970	0,980	0,980	0,970	0,970	0,902	0,815	0,790
Nov	30	1,000	0,970	0,980	0,980	0,970	0,970	0,921	0,832	0,807
Dic	31	1,000	0,970	0,980	0,980	0,970	0,970	0,923	0,834	0,809
Promedio	365	1,000	0,970	0,980	0,980	0,970	0,970	0,905	0,817	0,793

Tabla 6.5. Cálculo de la eficiencia y pérdidas por diversos factores

Donde:

FS	Perdidas por sombra
Fpol	Perdidas por polución
FCcc	Perdidas en cc
FCca	Perdidas en ca
FD	Perdidas por disipación en los módulos
Finv	Perdidas en el inversor
FT	Perdidas por temperatura
PR	Performance ratio
PR Global	Performance ratio Global

Para calcular la producción anual esperada utilizaremos la ecuación que es la propuesta por el I.D.A.E. en su Pliego de Condiciones Técnicas.

$$Ep = \frac{G_{dm(\alpha,\beta)} \times P_{mp} \times PR}{G_{cem}} \quad (\text{kWh/día})$$

Donde:

Ep : Energía inyectada a la red (kWh/día).

G_{dm} (α,β) : Valor medio anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador (kWh/m².día), siendo α el azimut de la instalación, en nuestro

caso al estar orientado al sur es 0° , y β la inclinación de los paneles que en nuestro caso es de 30° .

P_{mp} : Potencia del generador fotovoltaico (kW).

PR: Performance Ratio.

G_{cm} : Constante de irradiación que tiene valor $1(\text{kW}/\text{m}^2)$).

En la siguiente tabla se puede observar la energía estimada para cada mes y la producción anual total.

Mes	Radiación en kWh/m ² [Agencia Valenciana de la Energía]			Energía producida		
	Nº Dias	G _{dm} (0°,30°) [kWh/(m ² -día)]	PR Global	Ep [kWh/día]	Ep mensual [kWh/mes]	Ep mensual [kWh/kWp-mes]
Enero	31	4,03	0,81	22,41	694,78	100,69
Febrero	28	4,42	0,81	24,66	690,43	100,06
Marzo	31	5,47	0,80	30,08	932,44	135,14
Abril	30	5,86	0,80	32,22	966,49	140,07
Mayo	31	5,92	0,79	32,19	997,98	144,64
Junio	30	6,11	0,78	33,10	993,01	143,91
Julio	31	6,36	0,78	34,18	1059,57	153,56
Agosto	31	6,08	0,77	32,46	1006,32	145,84
Septiembre	30	5,75	0,77	30,72	921,56	133,56
Octubre	31	4,86	0,79	26,51	821,80	119,10
Noviembre	30	4,08	0,81	22,75	682,40	98,90
Diciembre	31	3,47	0,81	19,39	600,94	87,09
Promedio	365	5,20	0,79	28,46	863,98	125,21
				Ep Total anual [kWh/anual]	10.367,72	

Tabla 6.6. Energía producida por los módulos fotovoltaicos.

Gráficamente podríamos reflejar la energía producida por meses con la siguiente gráfica:

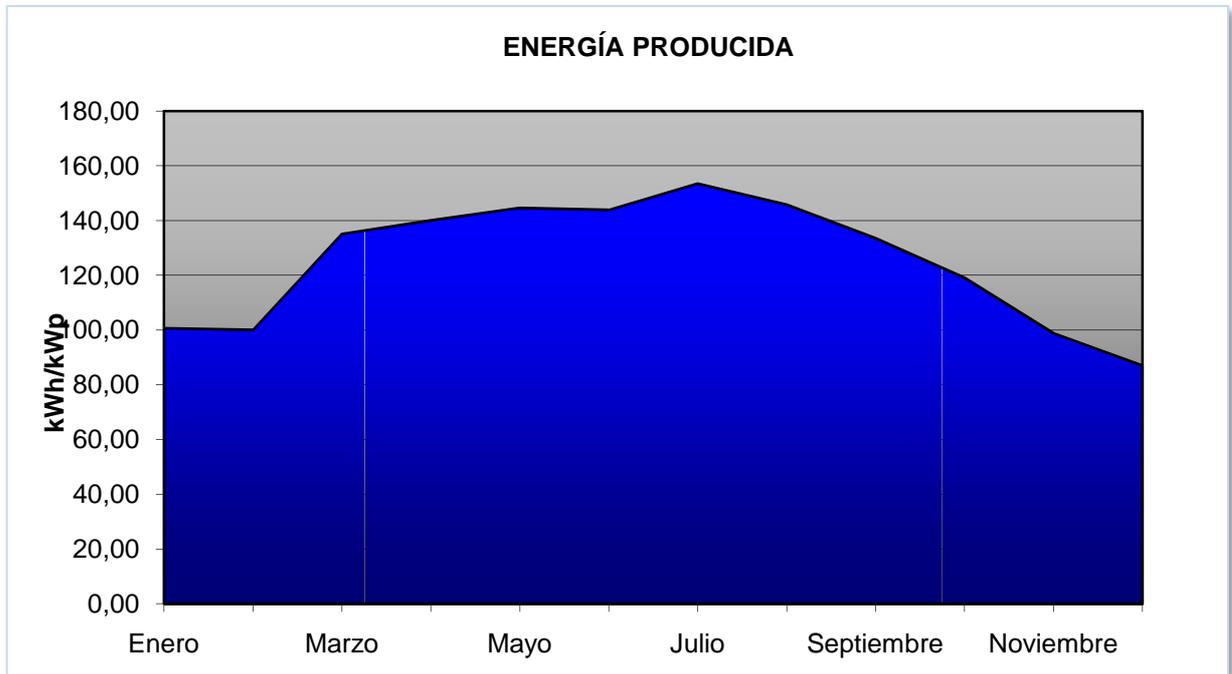


Figura 6.10. Gráfica de la producción mensual producida en kWh/kWp.

7. Análisis y presupuesto de las soluciones propuestas.

7. ANALISIS Y PRESUPUESTO DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS.

7.1. INSTALACIÓN SOLAR TERMICA

Compararemos la viabilidad de las tres instalaciones planteadas a partir de un sistema solar térmico, que hemos estudiado durante los apartados anteriores del presente proyecto. Recordaremos las instalaciones planteadas:

- Instalación solar térmica para la obtención de ACS
- Instalación solar térmica para la obtención de ACS y Calefacción
- Instalación solar térmica para la obtención de ACS y Climatización (Calefacción-Refrigeración)

7.1.1. PRESUPUESTO DE LAS INTALACIONES.

Debemos de hablar de la existencia de los programas de ayudas y subvenciones, por parte de las administraciones centrales y autonómicas, a la hora de colocar nuestra instalación solar tanto térmica como fotovoltaica.

Cada vez más se premia o se intenta fomentar la instalación de energías renovables o mejorando las propiedades constructivas en las viviendas con los llamados planes "renove" o "programas energéticos", para que desde el uso individualizado de las viviendas se pueda optar por una eficiencia energética, mejorando las calidades edificatorias y eléctricas de la vivienda.

Para la estimación del presupuesto no tendremos en cuenta estas ayudas o subvenciones, ya que van cambiando en función del presupuesto acordados con las administraciones así como los plazos marcados por estos.

INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA DE ACS

ud	Partidas	Medición (ud.)	Precio (€)	Total (€)
ud	Captador solar plano, marca CHROMAGEN modelo CR 12 S8 o similar, integrado en la cubierta, en tamaño de medidas exteriores 2.185x1.260x90 mm, según queda reflejado en los planos de proyecto Sistema de integración para los captadores en la cubierta, uniones entre los diferentes captadores y conexiones. Incluso racores, válvulas, uniones, accesorios, piezas especiales así como todos aquellos medios y elementos necesarios para la perfecta realización de estos trabajos. Incluso transporte, montaje, conexionado, p.p. pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. S/CTE-DB-HE-4. Totalmente ejecutado.	1	695,78	695,78
ud	Suministro y llenado con fluido caloportador de base propilenglicol con una proporción suficiente para garantizar protección contra heladas a la temperatura mínima histórica -5º en el lugar de la instalación, S/CTE-DB-HE-4. Totalmente instalada y funcionando.	1	25,65	25,65
m	Tubería de cobre rígido, de distinto de diámetro nominal, en instalaciones para agua fría y caliente, con uniones realizadas mediante soldadura fuerte con un mínimo de 30% plata, con p.p. de piezas especiales de cobre y prueba de estanqueidad, aislamiento, instalada y funcionando, según normativa vigente.s/UNE-EN-1057 y CTE-HS-4. Totalmente ejecutado.	25	15,98	399,50
ud	Suministro e instalación de depósito inter-acumulador solar de inercia de acero CROMAGEN modelo AVES01 o similar de 150 l., Incluso transporte, montaje, válvulas de corte y seguridad (conducida),p.p. pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. S/CTE-DB-HE-4. Totalmente ejecutado.	1	750,48	750,48
ud	Suministro e instalación de termómetro con escala adecuada. Incluidos accesorios necesarios	1	25,84	25,84
ud	Suministro e instalación de purgador automático de boya de 1/2", con llave de corte, i/ pequeño material y accesorios, totalmente instalada y en perfecto funcionamiento.	1	23,08	23,08
ud	Suministro, montaje y pruebas de válvula antiretorno de 1" de diámetro con calorifugado de espuma elastomérica pintada con dos capas de pintura tipo Armafinish, colocada mediante unión roscada o soldada i/pequeño material, totalmente equipada, TAJO o similar, instalada y funcionando.	1	35,30	35,30
ud	Kit solar para conexión a caldera, i/válvula de 3 vías tipo zona, cuerpo de latón fundido con conexiones de macho, con motor todo-nada con alimentación a 220 V., pequeño material y piezas especiales para su instalación. Totalmente instalado.	1	227,80	227,80

ud	Suministro e instalación de caldera mural, tipo mixta, marca SAUNIER DUVAL modelo THEMACLASSICF 25 E o similar, de gas natural, para calefacción y agua caliente sanitaria instantánea, con una producción de 14,1 L/min Perfectamente instalada, y funcionando incluyendo montaje de la salida de gases, conexiones hidráulicas con llaves de corte, conducción de la válvula de sobrepresión hidráulica a desagüe, alimentación eléctrica con interruptor bipolar, conexión eléctrica del T.A. i/conexión a chimenea de evacuación de humos de acero de D=125 mm, así como la puesta en marcha y legalización, ayudas de albañilería y medios auxiliares, según especificaciones de proyecto, y Normativa vigente. Totalmente colocada y funcionando.	1	1.641,84	1.641,84
ud	Suministro e instalación de intercambiador de calor de placas agua/agua de acero inoxidable AISI316, con juntas EPDM(P) para un intercambio de 85 kW para ACS y un salto térmico en el primario de 80/60 y secundario 60/15. Sedical UFP o similar. Incluido conexiones, manguitos y demás accesorios. Totalmente instalado.	1	502,83	502,83
ud	Suministro e instalación de equipo aerotermo 85 kw para disipación de calor en situaciones de falta de consumo de energía solar, compuesto por tubo aleteado de cobre y ventilador. totalmente conexionado eléctrica e hidráulicamente, incluso accesorios y colocación	1	1.043,40	1.043,40
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN Y MATERIAL				5.371,50

TOTAL	5.371,50
18% IVA	966,87

TOTAL PRESUPUESTO	6.338,37 €
--------------------------	-------------------

Tabla 7.1. Presupuesto de la instalación térmica ACS.

INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA DE ACS Y CALEFACCIÓN

ud	Partidas	Medición (ud.)	Precio (€)	Total (€)
ud	Captador solar plano, marca CHROMAGEN modelo CR 12 S8 o similar, integrado en la cubierta, en tamaño de medidas exteriores 2.185x1.260x90 mm, según queda reflejado en los planos de proyecto Sistema de integración para los captadores en la cubierta, uniones entre los diferentes captadores y conexiones. Incluso racores, válvulas, uniones, accesorios, piezas especiales así como todos aquellos medios y elementos necesarios para la perfecta realización de estos trabajos. Incluso transporte, montaje, conexionado, p.p. pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. S/CTE-DB-HE-4. Totalmente ejecutado.	3	695,78	2.087,34
ud	Suministro y llenado con fluido caloportador de base propilenglicol con una proporción suficiente para garantizar protección contra heladas a la temperatura mínima histórica -5º en el lugar de la instalación, S/CTE-DB-HE-4. Totalmente instalada y funcionando.	1	25,65	25,65
m	Tubería de cobre rígido, de distinto de diámetro nominal, en instalaciones para agua fría y caliente, con uniones realizadas mediante soldadura fuerte con un mínimo de 30% plata, con p.p. de piezas especiales de cobre y prueba de estanqueidad, aislamiento, instalada y funcionando, según normativa vigente.s/UNE-EN-1057 y CTE-HS-4. Totalmente ejecutado.	25	15,98	399,50
ud	Suministro e instalación de depósito inter-acumulador solar de inercia de acero CROMAGEN modelo AVES01 o similar de 150 l., Incluso transporte, montaje, válvulas de corte y seguridad (conducida),p.p. pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. S/CTE-DB-HE-4. Totalmente ejecutado.	1	750,48	750,48
ud	Suministro e instalación de termómetro con escala adecuada. Incluidos accesorios necesarios	1	25,84	25,84
ud	Suministro e instalación de purgador automático de boya de 1/2", con llave de corte, i/ pequeño material y accesorios, totalmente instalada y en perfecto funcionamiento.	1	23,08	23,08
ud	Suministro, montaje y pruebas de válvula antiretorno de 1" de diámetro con calorifugado de espuma elastomérica pintada con dos capas de pintura tipo Armafinish, colocada mediante unión roscada o soldada i/pequeño material, totalmente equipada, TAJO o similar, instalada y funcionando.	1	35,30	35,30
ud	Kit solar para conexión a caldera, i/válvula de 3 vías tipo zona, cuerpo de latón fundido con conexiones de macho, con motor todo-nada con alimentación a 220 V., pequeño material y piezas especiales para su instalación. Totalmente instalado.	1	227,80	227,80

ud	Suministro e instalación de caldera mural, tipo mixta, marca SAUNIER DUVAL modelo THEMACLASSICF 25 E o similar, de gas natural, para calefacción y agua caliente sanitaria instantánea, con una producción de 14,1 L/min Perfectamente instalada, y funcionando incluyendo montaje de la salida de gases, conexiones hidráulicas con llaves de corte, conducción de la válvula de sobrepresión hidráulica a desagüe, alimentación eléctrica con interruptor bipolar, conexión eléctrica del T.A. i/conexión a chimenea de evacuación de humos de acero de D=125 mm, así como la puesta en marcha y legalización, ayudas de albañilería y medios auxiliares, según especificaciones de proyecto, y Normativa vigente. Totalmente colocada y funcionando.	1	1.641,84	1.641,84
ud	Suministro e instalación de intercambiador de calor de placas agua/agua de acero inoxidable AISI316, con juntas EPDM(P) para un intercambio de 85 kW para ACS y un salto térmico en el primario de 80/60 y secundario 60/15. Sedical UFP o similar. Incluido conexiones, manguitos y demás accesorios. Totalmente instalado.	1	502,83	502,83
ud	Suministro e instalación de equipo aerotermo 85 kw para disipación de calor en situaciones de falta de consumo de energía solar, compuesto por tubo aleteado de cobre y ventilador. totalmente conexionado eléctrica e hidráulicamente, incluso accesorios y colocación	1	1.043,40	1.043,40
m2	Demolición y levantado de pavimento existente, incluso cargado y transportado a vertedero	75,48	4,98	375,89
m2	Instalación completa de suelo radiante compuesto por tubos de multibeton, capa anti humedad, capa de mortero de regularización, soporte incluso p.p. de los elemento necesarios para su correcto funcionamiento, totalmente colocado y conexionado listo para su funcionamiento	75,48	24,00	1.811,52
m2	Pavimento laminado compuesto por una lama de 1285x186 mm. y 8 mm. de espesor, clase de uso AC4- 23-33 (UNE 13329), formado por un laminado formado por una capa superior, capa decorativa (wengé, haya rústica, roble rústico y pino noruego), soporte hidrófugo de alta densidad (HDF) y contracara de capa hidrófuga, colocado sobre capa de polietileno (membrana 2 mm. espesor, como barrera de humedad) sobre superficie seca y nivelada, uniendo las tablas mediante machihembrado sistema clic 45º, i/p.p. rodapié chapado del mismo material y perfiles de terminación.	63,76	21,49	1.370,20
m2	Pavimento de gres porcelánico en zonas húmedas, en baldosas de color y dimensiones a elección de Porcelanosa o similar, para tránsito medio, recibido con mortero cola sobre el recrecido existente (no incluido), i/rejuntado con lechada tapajuntas y limpieza, s/NTE -RSR-2, medido en superficie realmente ejecutada.	15,08	26,76	403,54
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN Y MATERIAL				8.950,47

TOTAL	8.950,47
18% IVA	1.611,08

TOTAL PRESUPUESTO	10.561,56 €
--------------------------	--------------------

Tabla 7.2. Presupuesto de la instalación térmica ACS y Calefacción

INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA DE ACS Y CLIMATIZACIÓN.

En cuanto a la estimación del presupuesto de la instalación de ACS y climatización, partiremos de la base del presupuesto calculado anteriormente, añadiéndole únicamente un aparato refrigerante para lograr la climatización completa durante todo el año en la vivienda.

ud	Partidas	Medición (ud.)	Precio (€)	Total (€)
m2	Presupuesto base de instalación solar térmica compuesta por captadores solares, acumulador, válvulas, bombas, caldera, disipador, y demás elementos para su correcto funcionamiento, incluso demolición y levantado de pavimento existente y colocación posterior de suelo radiante y tarima y pavimento de gres totalmente colado	1	8.950,47	8.950,47
m2	Máquina de absorción marca Rotartica model Solar 045v	1	1.650,00	1.650,00
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN Y MATERIAL				10.600,47

TOTAL	10.600,47
18% IVA	1.908,08

TOTAL PRESUPUESTO	12.508,55 €
--------------------------	--------------------

Tabla 7.3. Presupuesto de la instalación térmica ACS y Climatización.

7.1.2. AHORRO DE CONSUMO DE LAS INTALACIONES.

En primer lugar analizaremos las siguientes graficas de demanda energética frente al ahorro energético producido por los captadores solares.

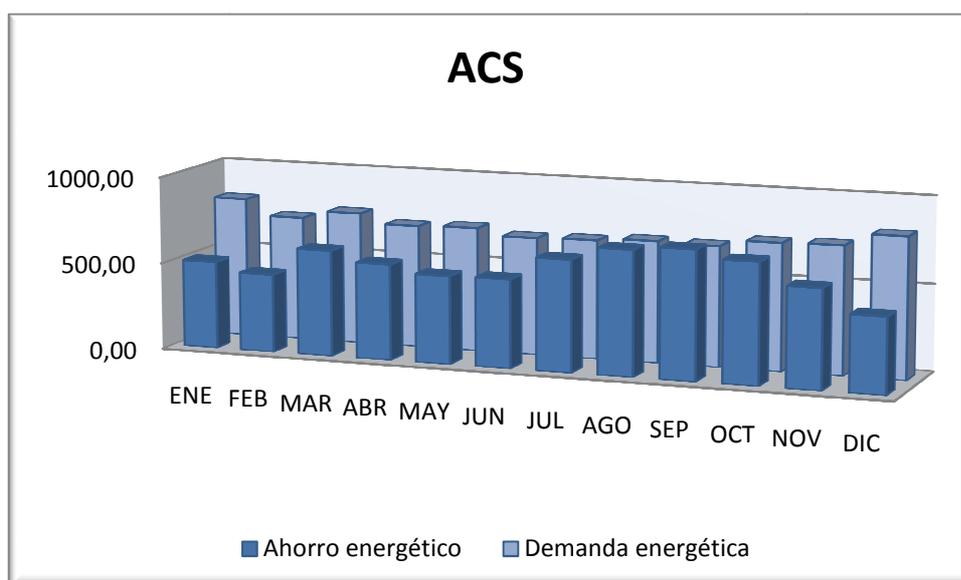


Figura 7.1. Demanda y ahorro energético en MJ de la instalación térmica para ACS.

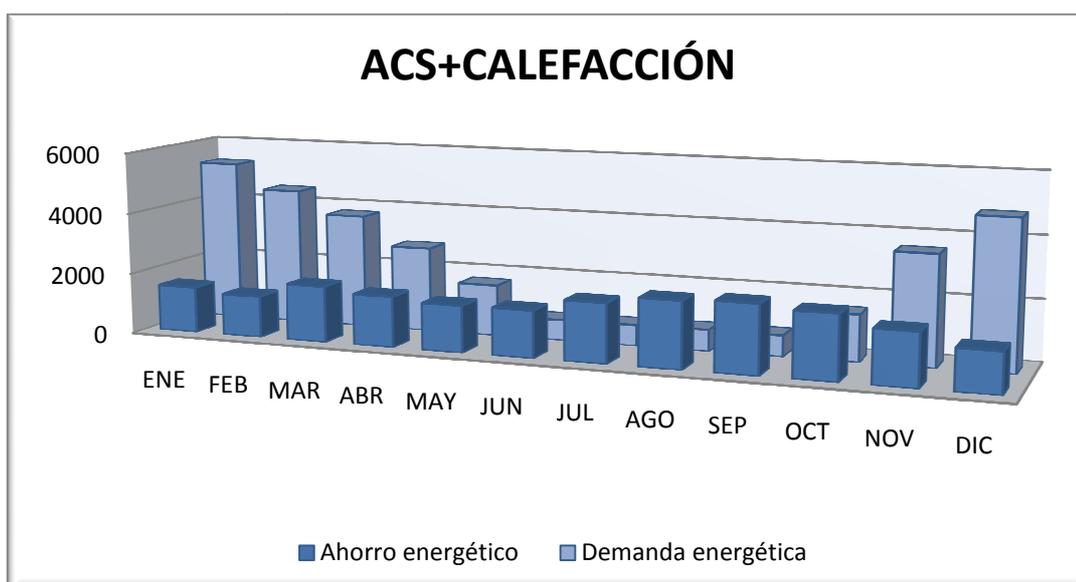


Figura 7.2. Demanda y ahorro energético en MJ de la instalación térmica para ACS y Calefacción.

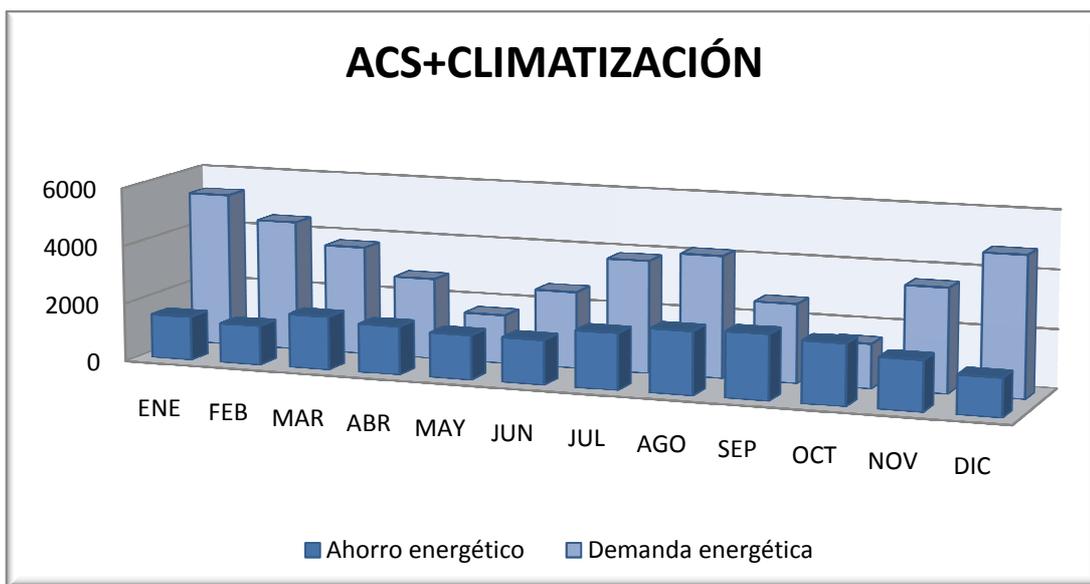


Figura 7.3. Demanda y ahorro energético en MJ de la instalación térmica para ACS y Climatización.

Por lo que si comparamos los ahorros energéticos obtenidos por las diferentes instalaciones obtenemos la siguiente gráfica.

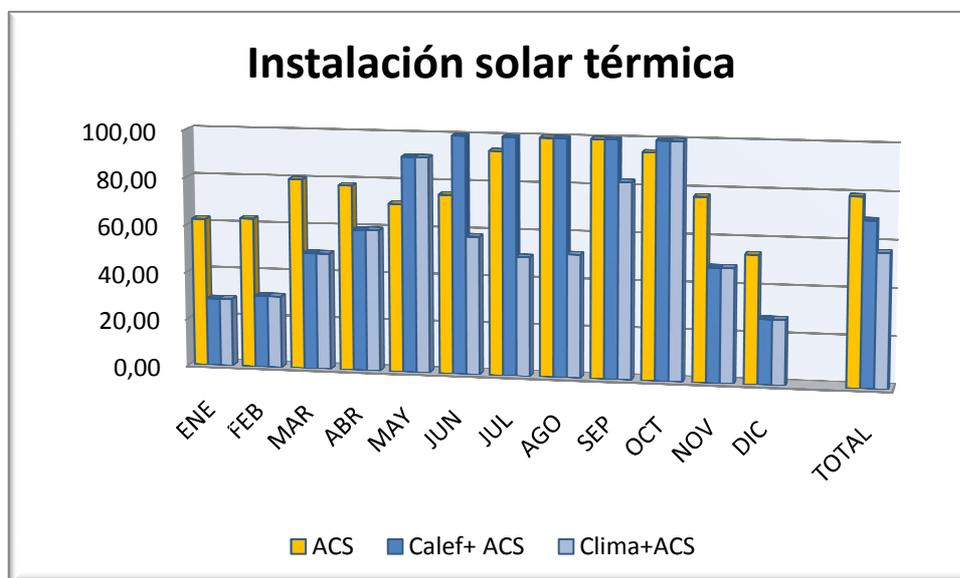


Figura 7.4. Porcentaje de ahorro energético de las distintas instalaciones térmicas propuestas.

Por lo tanto para observamos que la instalación más rápidamente en ser rentable económicamente es la de ACS, en torno al 79,20% anual, ya que obtenemos el mayor rendimiento frente a las otras dos instalaciones de 69,50% para la instalación de ACS y calefacción y un 56,40% para la instalación de ACS y climatización.

En cuanto si analizamos las gráficas de ACS y calefacción frente ACS y climatización, nos es más rentable la instalación completa con climatización ya que no obtenemos una sobre producción de energía que es perdida por el sistema y que nos puede producir daños en la instalación durante los meses de verano si no se establece un adecuado plan de mantenimiento.

Además la diferencia económica entre estas dos instalaciones es únicamente de 1946,99 €, por lo tanto por lo que podemos decir que es más rápidamente amortizable, ya que los meses de verano estamos aprovechando también el sistema de climatización por suelo radiante.

7.1.3. MEDIOAMBIENTE Y EMISIONES DE CO₂

Las instalaciones de energía solar térmica son silenciosas y respetuosas con el medioambiente, ya que no emiten ruidos y evitan en parte el consumo de otras energías que emiten CO₂ , NO₂ , partículas, etc.

A continuación analizaremos el ahorro de la emisión de estas partículas a la atmósfera y el ahorro frente a otras energías con el diseño de las distintas instalaciones propuestas.

Los datos para el ahorro de las emisiones han sido recogidos del la pagina web del Ministerio Industria, Turismo y Comercio.

Datos de emisiones en relación Unidad/kWh	
CO ₂	0,214745 m3/kWh
NO ₂	0,566711 m3/kWh
SO ₂	0,413666 m3/kWh
CO	0,000088 m3/kWh
Partículas	0,000643 kg/kWh
Hidrocarburos	0,000041 kg/kWh
Residuos Nucleares	0,001041 kg/kWh
Toneladas de Petróleo equivalentes (Teq)	0,000077 Tm/kWh

Tabla 7.4. Datos de emisiones en relación Unidad/kWh.

INSTALACIÓN TÉRMICA SOLAR DE ACS

Emisiones contaminantes evitadas anualmente por la instalación	
CO ₂	6.767,25 m3
NO ₂	17.858,72 m3
SO ₂	13.035,82 m3
CO	2,79 m3
Partículas	20,27 kg
Hidrocarburos	1,28 kg
Residuos Nucleares	32,79 kg
Toneladas de Petróleo equivalentes (Teq)	2,42 Tm

Tabla 7.5. Datos de emisiones en relación a la instalación de ACS.

INSTALACIÓN TÉRMICA SOLAR DE ACS Y CALEFACCIÓN.

Emisiones contaminantes evitadas anualmente por la instalación	
CO ₂	23.660,59 m3
NO ₂	62.440,15 m3
SO ₂	45.577,64 m3
CO	9,75 m3
Partículas	70,87 kg
Hidrocarburos	4,47 kg
Residuos Nucleares	114,66 kg
Toneladas de Petróleo equivalentes (Teq)	8,47 Tm

Tabla 7.6. Datos de emisiones en relación a la instalación de ACS y Calefacción.

INSTALACIÓN TÉRMICA SOLAR DE ACS Y CLIMATIZACIÓN.

Emisiones contaminantes evitadas anualmente por la instalación	
CO ₂	31.853,65 m3
NO ₂	84.061,56 m3
SO ₂	61.360,00 m3
CO	13,12 m3
Partículas	95,41 kg
Hidrocarburos	6,01 kg
Residuos Nucleares	154,36 kg
Toneladas de Petróleo equivalentes (Teq)	11,41 Tm

Tabla 7.7. Datos de emisiones en relación a la instalación de ACS y Climatización.

Según los datos obtenidos observamos que según vamos mejorando la instalación estamos reduciendo el consumo de otras energías y la emisión de partículas nocivas al medioambiente.

7.2. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.

Como ya comprobamos en el apartado 6 del presente proyecto, para obtener una energía de 7kW, que es la potencia contratada por la vivienda, necesitaríamos una superficie mayor a la que disponemos para poder instalar un sistema fotovoltaico que cubriera las necesidades de la vivienda, aunque la energía producida no sea consumida por la edificación sino que se intentaba verterla a la red.

A pesar de este inconveniente hemos decidido seguir dimensionando dicha instalación. A continuación calcularemos los costes de colocación y el tiempo que tardaríamos en amortizarla con los rendimientos energéticos que hemos calculado anteriormente.

7.2.1. PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN.

El presupuesto de esta instalación de producción de energía eléctrica en régimen especial mediante un generador fotovoltaico, se desglosa de la siguiente manera:

Partidas	Medición (ud.)	Precio unitario(€)	Total (€)
Módulos solares FV marca ATERSA, modelo A-230 de 230Wp de potencia.	30	811,84	24.355,20
Inversor trifásico marca SMA, modelo SUNNY BOYW 4000TL 4,2W nominales de potencia.	2	1.963,68	3.927,36
Estructura metálica soporte para 30 módulos FV distribuidos en 2 filas de 15 módulos colocados en horizontal. Totalmente instalado.	30	125,89	3.776,70
Caja de conexión	1	498,00	498,00
Cuadros de protección y contador de energía	1	1.568,00	1.568,00
Cableado interior	1	1.535,00	1.535,00
Mano de obra de montaje y conexionado	1	1.000,00	1.000,00
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN Y MATERIAL			36.660,26

PROYECTO DE INGENIERÍA	1		1.833,01
TASAS Y VISADOS	1		1.570,00

TOTAL	40.063,27
18% IVA	7.211,39

TOTAL PRESUPUESTO	47.274,66 €
--------------------------	--------------------

Tabla 7.8. Presupuesto de la instalación fotovoltaica.

7.2.2. IMPACTO ECONÓMICO.

En cuanto al impacto económico a que nos referimos, las tarifas de venta de la energía generada, tenemos el Real Decreto 661/2007 que por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Concretamente en el Artículo 2.- Ámbito de aplicación, apartado b., del citado Real Decreto, donde se tipifican las instalaciones solares fotovoltaicas sujetas a este régimen.

" b) Categoría b: instalaciones que utilicen como energía primaria alguna de las energías renovables no consumibles, biomasa, o cualquier tipo de biocombustible, siempre y cuando su titular no realice actividades de producción en el régimen ordinario.

1º Grupo b.1. Instalaciones que utilicen como energía primaria la energía solar. Dicho grupo se divide en dos subgrupos:

Subgrupo b.1.1. Instalaciones que únicamente utilicen la radiación solar como energía primaria mediante la tecnología fotovoltaica."

En el artículo 36, del mismo Real Decreto establece las Tarifas, primas e incentivos para las instalaciones de la categoría b.

Donde se establece una tabla de tarifas primas e incentivos.

Grupo	Subgrupo	Potencia	Plazo	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh	Limite Superior c€/kWh	Limite Inferior c€/kWh	
b.1	b.1.1	P≤100 kW	primeros 25 años	44,0381				
			a partir de entonces	35,2305				
		100 kW<P≤10 MW	primeros 25 años	41,7500				
			a partir de entonces	33,4000				
		10<P≤50 MW	primeros 25 años	22,9764				
			a partir de entonces	18,3811				
	b.1.2			primeros 25 años	26,9375	25,4000	34,3976	25,4038
				a partir de entonces	21,5498	20,3200		

Tabla 7.9. Tabla 3 del artículo 36 del RD 661/2007

Para nuestra instalación nos moveríamos por una potencia inferior a 100KW Por lo que obtendríamos una tarifa regulada de 44,0381 c€/kWh durante los primeros primeros 25 años desde su puesta en marcha y 35,2305 c€/kWh a partir de entonces.

Durante los primeros 25 años desde su puesta en marcha obtendríamos un beneficio anual de

Mes	Nº Dias	Ep mensual [kWh/kWp-mes]	Precio € /KW	Precio € /mes
Enero	31	100,69	0,440381	44,34
Febrero	28	100,06	0,440381	44,07
Marzo	31	135,14	0,440381	59,51
Abril	30	140,07	0,440381	61,68
Mayo	31	144,64	0,440381	63,69
Junio	30	143,91	0,440381	63,38
Julio	31	153,56	0,440381	67,63
Agosto	31	145,84	0,440381	64,23
Septiembre	30	133,56	0,440381	58,82
Octubre	31	119,10	0,440381	52,45
Noviembre	30	98,90	0,440381	43,55
Diciembre	31	87,09	0,440381	38,35
			TOTAL	661,70

Tabla 7.10. Beneficio anual de la instalación durante los 25 primeros años

A partir de entonces tendríamos un beneficio anual de

Mes	Nº Dias	Ep mensual [kWh/kWp-mes]	Precio € /KW	Precio € /mes
Enero	31	100,69	0,352305	35,47
Febrero	28	100,06	0,352305	35,25
Marzo	31	135,14	0,352305	47,61
Abril	30	140,07	0,352305	49,35
Mayo	31	144,64	0,352305	50,96
Junio	30	143,91	0,352305	50,70
Julio	31	153,56	0,352305	54,10
Agosto	31	145,84	0,352305	51,38
Septiembre	30	133,56	0,352305	47,05
Octubre	31	119,10	0,352305	41,96
Noviembre	30	98,90	0,352305	34,84
Diciembre	31	87,09	0,352305	30,68
			TOTAL	529,36

Tabla 7.11. Beneficio anual de la instalación a partir de los 25 primeros años

Con el beneficio obtenido por año, podemos observar que necesitaríamos mucho más de 50 años para poder amortizar la inversión realizada de la instalación fotovoltaica.

Además debemos de tener en cuenta la nueva normativa de aplicación del Real Decreto-ley 14/2010 por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico. Concretamente la Disposición Adicional Primera donde se limita las horas equivalentes de funcionamiento a las instalaciones fotovoltaicas.

"1. Las instalaciones de tecnología solar fotovoltaica tendrán derecho, en su caso, a percibir en cada año el régimen económico primado que tengan reconocido, hasta alcanzar el número de horas equivalentes de referencia, tomando como punto de inicio las 0 horas del 1 de enero de cada año.

2. Las horas equivalentes de referencia para estas instalaciones, en función de la zona solar climática donde se ubique la instalación, de acuerdo con la clasificación de zonas climáticas según la radiación solar media en España establecidas en el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, serán las siguientes:

Tecnología	Horas equivalentes de referencia/año				
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V
Instalación fija	1.232	1.362	1.492	1.632	1.753
Instalación con seguimiento a 1 eje	1.602	1.770	1.940	2.122	2.279
Instalación con seguimiento a 2 ejes	1.664	1.838	2.015	2.204	2.367

A estos efectos se define el número de horas equivalentes de funcionamiento de una instalación de producción de energía eléctrica como el cociente entre la producción neta anual expresada en kWh y la potencia nominal de la instalación expresada en kW."

Con lo que nuestra instalación al encontrarse en la zona IV y al ser una instalación fija estaríamos limitados a 1632 horas. Por lo cual, la amortización en años de la instalación sería aun mayor.

7.2.3. MEDIOAMBIENTE Y EMISIONES DE CO₂.

Las instalaciones de conexión a red tienen un impacto medioambiental que podemos considerar prácticamente nulo. Si analizamos diferentes factores, como son el ruido, emisiones gaseosas a la atmósfera, destrucción de flora y fauna, residuos tóxicos y peligrosos vertidos al sistema de saneamiento, veremos que su impacto, solo se limitará a la fabricación pero no al funcionamiento.

IMPACTO AMBIENTAL RELACIONADO CON EL FUNCIONAMIENTO

-*Módulos fotovoltaicos:* La generación de energía de los módulos fotovoltaicos, es un proceso totalmente silencioso.

- *Inversor:* trabaja a alta frecuencia no audible por el oído humano.

- *Emisiones gaseosas a la atmósfera:* La forma de generar de un sistema fotovoltaico, no requiere ninguna combustión para proporcionar energía, solo de una fuente limpia como es el sol.

- *Destrucción de flora y fauna:* Ninguno de los equipos de la instalación tiene efecto de destrucción sobre la flora o fauna.

- *Residuos tóxicos y peligrosos vertidos al sistema de saneamiento:* Para funcionar los equipos de la instalación no necesitan verter nada al sistema de saneamiento, la refrigeración se realiza por convección natural.

EMISIONES CONTAMINANTES

La instalación fotovoltaica descrita, producirá un total anual de 10.367,72 kWh lo que equivale a 0.80 Tep (Toneladas equivalentes de petróleo). A continuación se adjuntan los datos de las emisiones contaminantes evitadas gracias a la producción de estos 10.367.72 kWh anuales mediante energía

solar fotovoltaica en lugar de producirlos mediante energía convencional (Nuclear, ciclos combinados...).

Emisiones contaminantes evitadas anualmente por la instalación	
CO₂	2.226,42 m3
NO₂	5.875,50 m3
SO₂	4.288,77 m3
CO	0,92 m3
Partículas	6,67 kg
Hidrocarburos	0,42 kg
Residuos Nucleares	10,79 kg
Toneladas de Petróleo equivalentes (Teq)	0,80 Tm

Tabla 7.12. Emisiones evitadas anualmente con un sistema fotovoltaico.

7.3. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.

El mantenimiento de una instalación solar fotovoltaica es escaso. Este se reduce prácticamente a la limpieza de los módulos, revisión de las conexiones, aparatos del sistema y de los elementos de seguridad. En algunas situaciones puede necesitarse la desconexión de la red por lo que pueden producirse pequeñas pérdidas. Para garantizar una alta productividad de la instalación, es esencia reducir los periodos de paro del sistema causado por una avería o un mal funcionamiento. Por esta razón es necesaria una buena supervisión del sistema por parte del usuario con una buena asistencia del servicio técnico.

Las operaciones de mantenimiento las podemos clasificar:

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, que además podemos realizar los propietarios sin ningún riesgo. En líneas generales consiste en:

- ❖ Limpieza periódica de los módulos como mínimo una vez al año aunque en muchos casos no se hace, normalmente se suele aconsejar por el instalador.

- ❖ Vigilancia del inversor (Leds, indicadores de estado y alarmas), en las instalaciones fotovoltaicas, en diferentes condiciones de irradiación solar, ya que este equipo es uno de los equipos menos fiables del sistema.

- ❖ Control de las conexiones eléctricas y del cableado de los módulos, así como de las tuberías y aislamiento. Como controlar la temperatura a diario en las instalaciones solares térmicas.
- ❖ Inspección visual de los módulos para comprobar roturas de vidrio, penetración de humedad en el interior del módulo, fallos de conexionado en el caso de que se produzcan averías.

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.
- ❖ El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico competente que conozca la tecnología solar térmica o fotovoltaica 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 ó desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

8. Conclusión.

8. CONCLUSIÓN

La futura edificación será energética, no cabe duda. Solamente por ley debe de ser Energética, ya que así lo exige el CTE, el RITE y las ordenanzas municipales. Gracias a la certificación energética, el consumo de las viviendas será uno de los principales argumentos de venta de la futura edificación. De hecho, esto ya se puede ver en el mercado de segunda mano a día de hoy.

Una cosa, esta clara, los combustibles fósiles cada vez incrementan más su precio, lo que es lógico porque se acaban las reservas, y al ciudadano le interesa ahorrar, y con las renovables puede. Tampoco se trata de una cuestión puramente económica, ya que el principal propósito de las energías renovables es evitar emisiones perjudiciales al medio ambiente, y cada día la conciencia social en este tema es mayor.

Según los datos obtenidos en el presente proyecto podemos decir que es mucho más eficiente y práctica la instalación en viviendas de captadores solares térmicos a las placas solares fotovoltaicas.

Hemos comprobado que para obtener energía eléctrica de una potencia nominal de 7 kw, a través de la energía solar, necesitamos un elevado número de placas solares, las cuales son difícilmente de distribuir en un espacio de una vivienda unifamiliar o cualquier otra edificación. También señalar que para poder colocar las instalaciones de este tipo, se necesita un alto nivel de inversión económico, y además es difícilmente amortizable con los actuales precios de pago de energía por parte de las empresas eléctricas por el vertido eléctrico a la red general, generado por una instalación de estas características.

Si analizamos las instalaciones de energía solar térmica, señalar que es más rápido de amortizar la inversión de la instalación de ACS respecto a las otras dos opciones de ACS más calefacción y ACS más climatización,

además desde el momento de su instalación comenzamos ahorrar energía. A hora bien, si tuviéramos que elegir entre las otras dos opciones es más rentable y será más beneficiosa por la poca diferencia económica existente entre una y otra la instalación completa de ACS y climatización.

Señalar también que las instalaciones solares constan de una mantenimiento importante para su correcto funcionamiento y uso, la cual los propietarios han de hacerse cargo y estar pendiente de ellas. Ya que un mal mantenimiento puede producir una reducción de la eficiencia conseguida.

Además señalar que también hay que tener en cuenta en las edificaciones de nueva planta o en rehabilitación, que no solo se consigue una eficiencia energética con el aporte de energías renovables sino que también es importante estudiar y hacer un buen uso y adecuado de los materiales que conforman la edificación.

Así por ejemplo indicar que una mejora de las carpinterías y el conjunto de la fachada que están orientadas al Sur o al Norte, puede traducirse en una reducción de aporte energético necesario en la vivienda para conseguir un grado óptimo de confort.

En estos momentos difíciles de crisis económica, así como en el sector de la construcción, se puede apostar por la mejora en las edificaciones existente con la integración de energías renovables o con la mejora de las instalaciones o de los materiales que la componen, para hacer viviendas más sostenibles e independiente de las energías no renovables.

La eficiencia energética y el autoabastecimiento energético han de ser prioritarios en el mundo de los edificios.

Para finalizar añadir a título personal que a través del desarrollo del presente proyecto, me ha llevado a desenvolver y ampliar los

conocimientos que he ido adquiriendo durante mi formación académica. Así como también me ha servido para plantearme nuevos horizontes laborables dentro del complicado momento en el que nos encontramos, desarrollando y compaginando mis conocimientos de eficiencia energética e ingeniería en la edificación.

9. Tablas y figuras.

9. TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 3.1. Cuadro de superficies útiles y construidas.....	36
Tabla 3.2. Cuadro de superficies por estancia.....	36
Tabla 4.1. Tabla de cálculos de N° de personas por vivienda. Documento Básico HE4.....	52
Tabla 4.2. Tabla de demanda de referencia a 60°C. CTE-HE4.....	54
Tabla 4.3. Tª media del agua de la red general.....	55
Tabla 4.4. Salto térmico de temperatura del agua.....	55
Tabla 4.5. Energía necesaria en la vivienda para ACS por día de cada mes	56
Tabla 4.6. Energía necesaria diaria en cada mes.....	57
Tabla 4.7. Energía total mensual.....	57
Tabla 4.8. Tabla de temperatura media en Denia.....	58
Tabla 4.9. Cuadro de superficies de la vivienda.....	59
Tabla 4.10. Cuadro cálculo de la masa de aire.....	60
Tabla 4.11. Cuadro cálculo de la masa de aire con renovación del aire...60	
Tabla 4.12. Cuadro cálculo de la energía necesaria para el calentamiento.....	61
Tabla 4.13. Porcentaje de superficie de huecos en cada fachada.....	62
Tabla 4.14. Transmitancia térmica de la fachada.....	65
Tabla 4.15. Transmitancia térmica medianera.....	66
Tabla 4.16. Transmitancia térmica terraza.....	66
Tabla 4.17. Transmitancia térmica cubierta de teja.....	68
Tabla 4.18. Transmitancia térmica cámara ventilada.....	69
Tabla 4.19. Transmitancia térmica del vidrio y aluminio.....	70
Tabla 4.20. Cuadros de superficies de los cerramientos.....	70
Tabla 4.21. Transmitancia por cerramiento.....	71
Tabla 4.22. Cuadro de temperatura grados-días en base 20/20 para calefacción.....	72

Tabla 4.23.	<i>Tabla de pérdidas energéticas mensuales y totales de la edificación para las condiciones de calefacción.....</i>	<i>72</i>
Tabla 4.24.	<i>Tabla de demanda energética para calefacción.....</i>	<i>73</i>
Tabla 4.25.	<i>Demanda energética de refrigeración ideal.....</i>	<i>74</i>
Tabla 4.25.	<i>Cuadro de temperatura grados-días en base 20/20 para refrigeración.....</i>	<i>75</i>
Tabla 4.26.	<i>Tabla de pérdidas energéticas mensuales y totales de la edificación para las condiciones de refrigeración.....</i>	<i>75</i>
Tabla 4.27.	<i>Tabla de demanda energética para refrigeración.....</i>	<i>75</i>
Tabla 4.28.	<i>Tabla de demanda energética Calefacción + ACS.....</i>	<i>77</i>
Tabla 4.29.	<i>Tabla de demanda energética Calefacción + ACS+ Refrigeración.....</i>	<i>78</i>
Tabla 5.1.	<i>Factor de corrección K de inclinación para la latitud 39° (CENSOLAR).....</i>	<i>92</i>
Tabla 5.2.	<i>HPS relación Angulo/ Radiación incidente (AVEN).....</i>	<i>93</i>
Tabla 5.3.	<i>Coeficientes correctores de la incidencia solar.....</i>	<i>94</i>
Tabla 5.4.	<i>Energía solar producida por MJ/m².....</i>	<i>94</i>
Tabla 5.5.	<i>Características del captador CR-12S8 (CHROMAGEN).....</i>	<i>95</i>
Tabla 5.6.	<i>Temperatura media diurna en °C (CENSOLAR).....</i>	<i>97</i>
Tabla 5.7.	<i>Medias de horas de luz solar.....</i>	<i>97</i>
Tabla 5.8.	<i>Cálculo del rendimiento de los captadores.....</i>	<i>97</i>
Tabla 5.9.	<i>Radiación aprovechada por el sistema.....</i>	<i>98</i>
Tabla 5.10.	<i>Cubrimiento energético de los captadores para ACS.....</i>	<i>100</i>
Tabla 5.11.	<i>Cubrimiento energético de los captadores para Calefacción.....</i>	<i>103</i>
Tabla 5.12.	<i>Cubrimiento energético de los captadores para ACS+ Calefacción.....</i>	<i>104</i>
Tabla 5.12.	<i>Cubrimiento energético de los captadores para Refrigeración.....</i>	<i>107</i>
Tabla 5.13.	<i>Cubrimiento energético de los captadores Climatización y ACS.....</i>	<i>108</i>
Tabla 6.1.	<i>HPS relación Angulo/ Radiación incidente.(AVEN).....</i>	<i>126</i>
Tabla 6.2.	<i>Características del módulo FV ATERSA 230P.....</i>	<i>127</i>

Tabla 6.3. Cálculo de módulos.....	127
Tabla 6.4. Cálculo de inversores.....	128
Tabla 6.5. Cálculo de la eficiencia y pérdidas por diversos factores.....	133
Tabla 6.6. Energía producida por los módulos fotovoltaicos.....	134
Tabla 7.1. Presupuesto de la instalación térmica ACS.....	140-141
Tabla 7.2. Presupuesto de la instalación térmica ACS y Calefacción.....	142-144
Tabla 7.3. Presupuesto de la instalación térmica ACS y Climatización....	144
Tabla 7.4. Datos de emisiones en relación Unidad/kWh.....	148
Tabla 7.5. Datos de emisiones en relación a la instalación de ACS.....	148
Tabla 7.6. Datos de emisiones en relación a la instalación de ACS y Calefacción.....	148
Tabla 7.7. Datos de emisiones en relación a la instalación de ACS y Climatización.....	149
Tabla 7.8. Presupuesto de la instalación fotovoltaica.....	150
Tabla 7.9. Tabla 3 del artículo 36 del RD 661/2007.....	151
Tabla 7.10. Beneficio anual de la instalación durante los 25 primeros años.....	152
Tabla 7.11. Beneficio anual de la instalación a partir de los 25 primeros años.....	152
Tabla 7.12. Emisiones evitadas anualmente con un sistema fotovoltaico.....	155

FIGURAS

Figura 1.1.	Clasificación de las energías renovables y no renovables.....	10
Figura 1.2.	Efecto invernadero y calentamiento global.....	11
Figura 1.3.	Consumo energético en España. Fuente MITYC.....	13
Figura 1.4.	Producción nacional de energía en España. Fuente MITYC.....	14
Figura 2.1.	Mapa de radiación solar con indicación de los puntos significativos de radiación a nivel mundial.....	21
Figura 2.2.	Ejemplos de arquitectura bioclimática.....	23
Figura 2.3.	Central de torre y colectores de disco.....	25
Figura 2.4.	Colectores cilindro-parabólicos y colectores planos.....	26
Figura 3.1.	Emplazamiento de la parcela de situación de la vivienda. (Google Maps)	33
Figura 3.2.	Detalle del emplazamiento de la vivienda.....	34
Figura 3.3.	Distribución y usos de la vivienda unifamiliar.....	37
Figura 3.4.	Sección AB de la vivienda.....	38
Figura 3.5.	Detalle sección constructiva de la vivienda.....	41
Figura 3.7.	Detalle sección constructiva de cubierta transitable.....	43
Figura 4.1.	Mapa zonas climáticas. CTE-HE4.....	53
Figura 4.2.	Tabla zonas climáticas. CTE-HE4.....	53
Figura 4.3.	Gráfica de consumos energéticos para ACS.....	57
Figura 4.4.	Grafica de demanda energética de calefacción mensual ideal.....	61
Figura 4.5.	Detalle de la tabla del Apéndice D. del CTE DB HE 1.....	63
Figura 4.6.	Tabla de zona climática B4. CTE DB HE 1.....	63
Figura 4.7.	Tabla transmitancia térmica. CTE DB HE 1.....	64
Figura 4.8.	Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m^2K/W	64
Figura 4.9.	Resistencias térmicas superficiales particiones interiores en m^2K/W	67
Figura 4.10.	Coef. de reducción de temperatura b	67
Figura 4.11.	Gráfica de demanda energética para calefacción por meses en MJ.....	73

Figura 4.12. Gráfica de demanda energética para refrigeración por meses en MJ.....	76
Figura 4.13. Gráfica de demanda energética ACS por meses en MJ.....	77
Figura 4.14. Gráfica de demanda energética ACS+ Calefacción por meses en MJ.....	78
Figura 4.15. Gráfica de demanda energética ACS+ Calefacción+ Refrigeración por meses en MJ.....	79
Figura 4.16. Gráfica de consumos estimados de ACS+ Calefacción+ Refrigeración por meses en MJ, durante un año.....	79
Figura 5.1. Esquema de un sistema térmico.....	84
Figura 5.2. Detalle de colector solar.....	87
Figura 5.3. Detalle de acumulador solar.....	88
Figura 5.4. Comparativa de energía solar incidente / producida por día...95	
Figura 5.6. Detalle del captador solar y la curva de rendimiento instantáneo.....	96
Figura 5.7. Comparativa de las diferentes radiaciones.....	98
Figura 5.8. Esquema de la instalación de ACS.....	101
Figura 5.9. Esquema de la temperatura de calefacción.....	106
Figura 5.10. Esquema de suelo radiante en invierno y verano.....	108
Figura 5.11. Esquema básico de refrigeración mediante energía solar.....	109
Figura 6.1. Teja mixta y curva con paneles fotovoltaicos integrados.....	114
Figura 6.2. Persiana y claraboya con paneles fotovoltaicos integrados...114	
Figura 6.3. Esquema básico de un sistema fotovoltaico conectado a la red (IBERDROLA).....	115
Figura 6.4. Detalle de la estructura y composición del generador fotovoltaico.....	116
Figura 6.5. Detalle de un inversor para conexión a red.....	118
Figura 6.6. Detalle de estructura de apoyo de paneles fotovoltaicos en cubierta inclinada.....	119
Figura 6.7. Detalle de las dimensiones y orientación de los faldones de cubierta.....	124

Figura 6.8. Tabla zonas climáticas CTE-HE5.....	125
Figura 6.9. Mapa zonas climáticas CTE-HE5.....	125
Figura 6.10. Gráfica de la producción mensual producida en kWh/kWp.....	136
Figura 7.1. Demanda y ahorro energético en MJ de la instalación térmica para ACS.....	145
Figura 7.2. Demanda y ahorro energético en MJ de la instalación térmica para ACS y Calefacción.....	145
Figura 7.3. Demanda y ahorro energético en MJ de la instalación térmica para ACS y Climatización.....	146
Figura 7.4. Porcentaje de ahorro energético de las distintas instalaciones térmicas propuestas.....	146

10. Bibliografía.

10. BIBLIOGRAFÍA

10.1. DOCUMENTACIÓN

LIBROS, NORMATIVAS Y REGLAMENTOS

1. FERNÁNDEZ SALGADO, J.M^a: "*Eficiencia Energética en los Edificios*", Ediciones AMV (2010).
2. FERNÁNDEZ SALGADO, J.M^a: "*Tecnología de las energías renovables*", Ediciones AMV (2009).
3. EL PAIS: "*La Enciclopedia*", Salvat Editores (2003).
4. MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO: "*La energía en España 2009*" Centro de Publicaciones (2010)
5. MADRID SOCIAL: "Guía de la Energía solar" Obra Social de Caja Madrid (2006).
6. IDAE : "*Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones a baja Temperatura*" , Madrid (2009).
7. IDAE : "*Guía de Técnica Condiciones Climáticas Exteriores de proyecto*", Madrid (2010).
8. IDAE : "*Comentarios al Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE-2007)*" Madrid 2007
9. Código Técnico de la Edificación: "*Documento Básico de Ahorro de Energía HE*", Madrid (2006).
10. *Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.*

11. *Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.*
12. *Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios*", RITE, (2007).
13. *Reglamento electrotécnico para baja tensión*", REBT, (2002)

PÁGINAS DE INTERNET

14. <http://www.idae.es/> (Instituto para la Diversificación y Ahorro de a Energía).
15. <http://www.mityc.es/energia/es-ES/Paginas/index.aspx> (Ministerio de Industria, Turismo Y Comercio).
16. <http://www.aven.es/> (Agencia Valenciana de Energía).
17. <http://www.iberdrola.es/>
18. <http://www.aemet.es/> (Instituto Estatal de Meteorología).
19. <http://noticias.juridicas.com/>
20. <http://www.fagor.com/>
21. <http://www.soliclimate.com/>
22. <http://www.chromagen.es/>
23. <http://www.saunierduval.es/>
24. <http://www.atersa.com/>

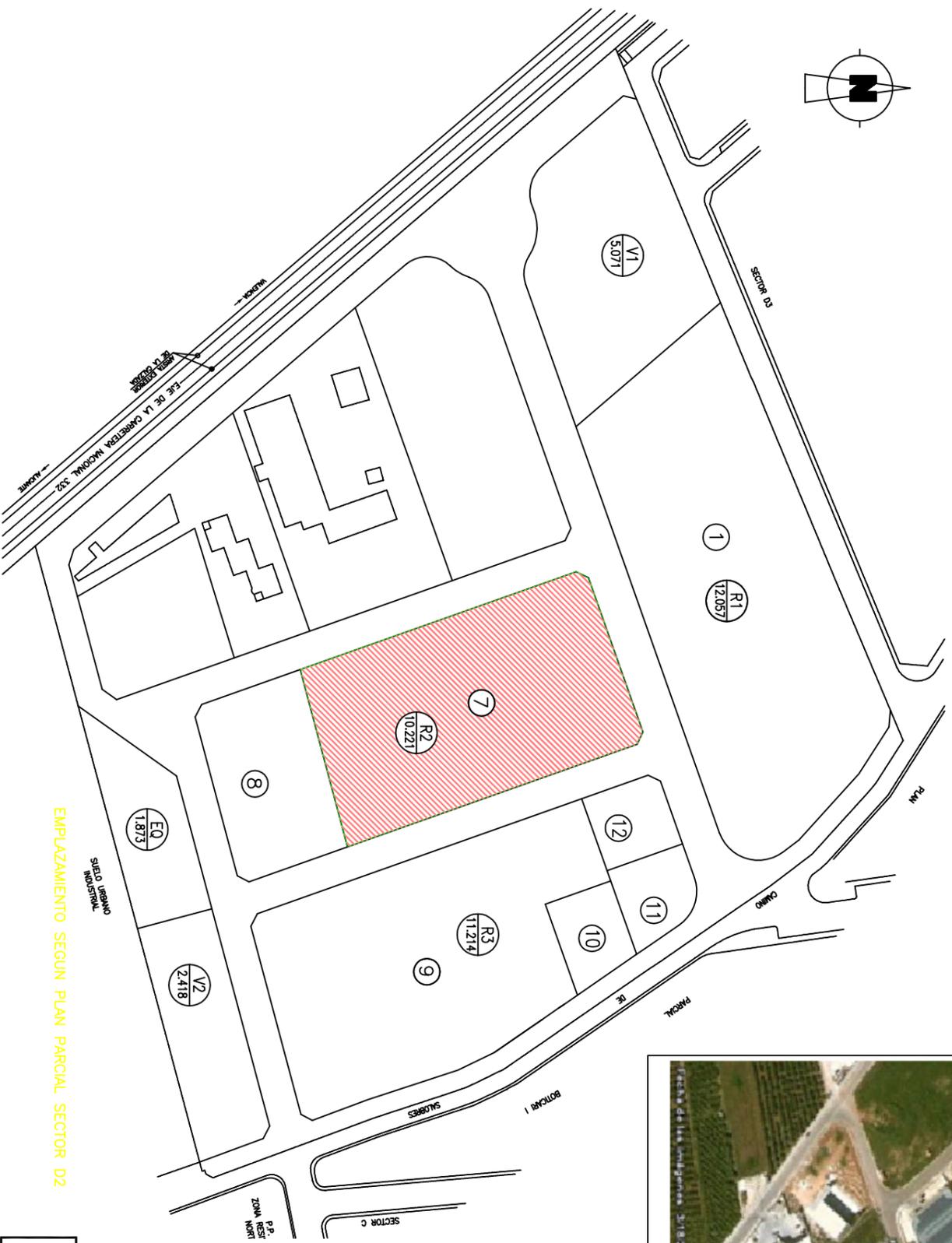
11. Anexos.

11. ANEXO

11.1 PLANOS

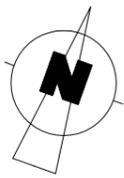
INDICE DE PLANOS

1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.
2. SITUACIÓN EN PARCELA.
3. DISTRIBUCIÓN Y USOS.
 - 3.1. DISTRIBUCIÓN Y USOS. PLANTA BAJA.
 - 3.2. DISTRIBUCIÓN Y USOS. PLANTA 1ª.
 - 3.3. DISTRIBUCIÓN Y USOS. PLANTA 2ª.
 - 3.4. DISTRIBUCIÓN Y USOS. PLANTA CUBIERTA.
- 4.1. SUPERFICIES Y COTAS. PLANTA BAJA.
- 4.2. SUPERFICIES Y COTAS. PLANTA 1ª.
- 4.3. SUPERFICIES Y COTAS. PLANTA 2ª.
5. SECCIÓN A-B.
 - 6.1. ALZADOS.
 - 6.2. ALZADOS.
7. CARPINTERIAS.
8. DETALLE CONSTRUCTIVO.



PROYECTO FIN DE GRADO EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR	
SITUACION: PARTIDA CAMAES. P.P. "SECTOR D2". MANZANA R2, Parcela N°7. EL VERGER	
PLANO: SITUACION Y EMPLAZAMIENTO	
ESCALA: 1/2000	FECHA: JULIO 2011
AUTOR: DARIO MARTINEZ CANDELA	
	PLANO N°: 1





PARCELA Nº 8

PROYECTO FIN DE GRADO
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR

SITUACION: PARTIDA CAMAES. P.P. "SECTOR D2". MANZANA R2, Parcela Nº7. EL VERGER

PLANO: SITUACION EN LA PARCELA

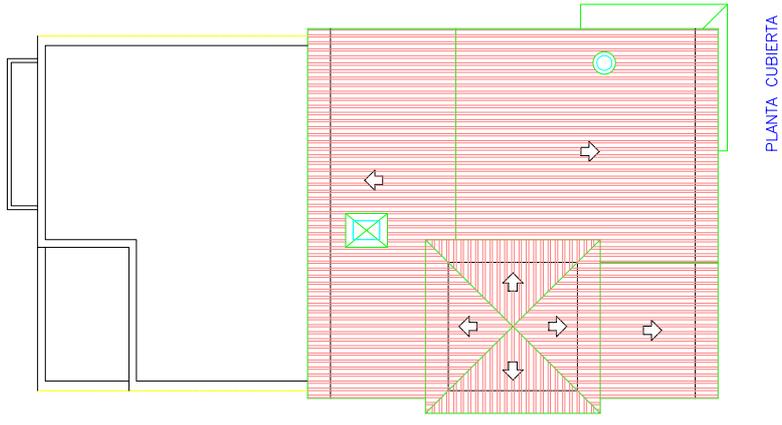
ESCALA: 1/400 FECHA: JULIO 2011

AUTOR: DARIO MARTINEZ CANDELA

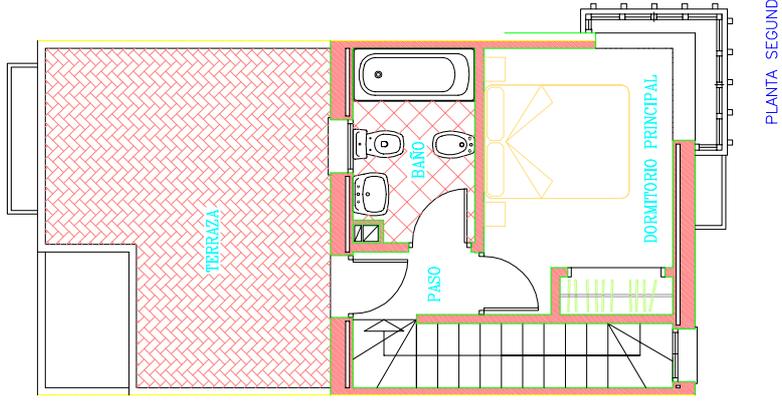
PLANO Nº:

2

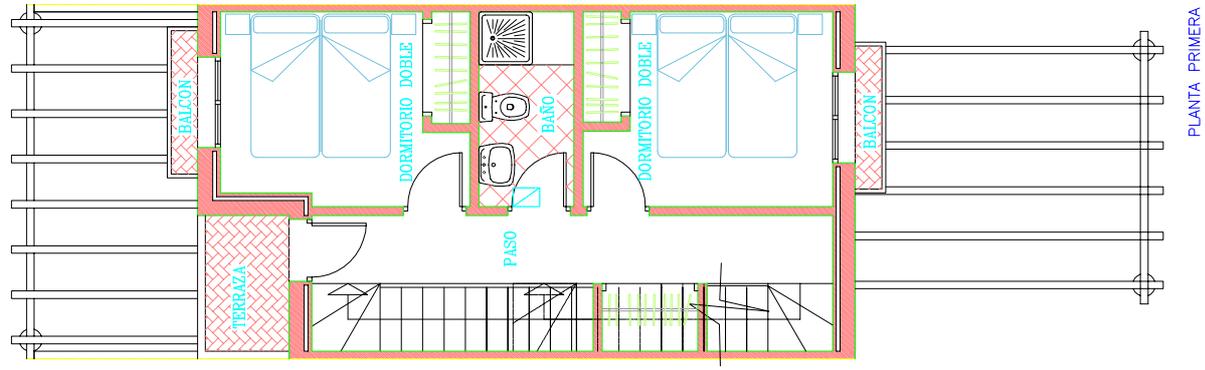




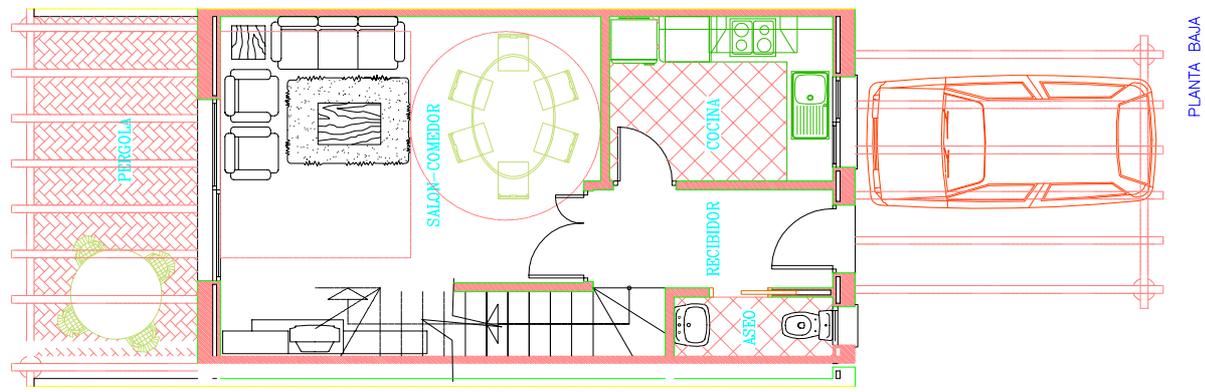
PLANTA CUBIERTA



PLANTA SEGUNDA

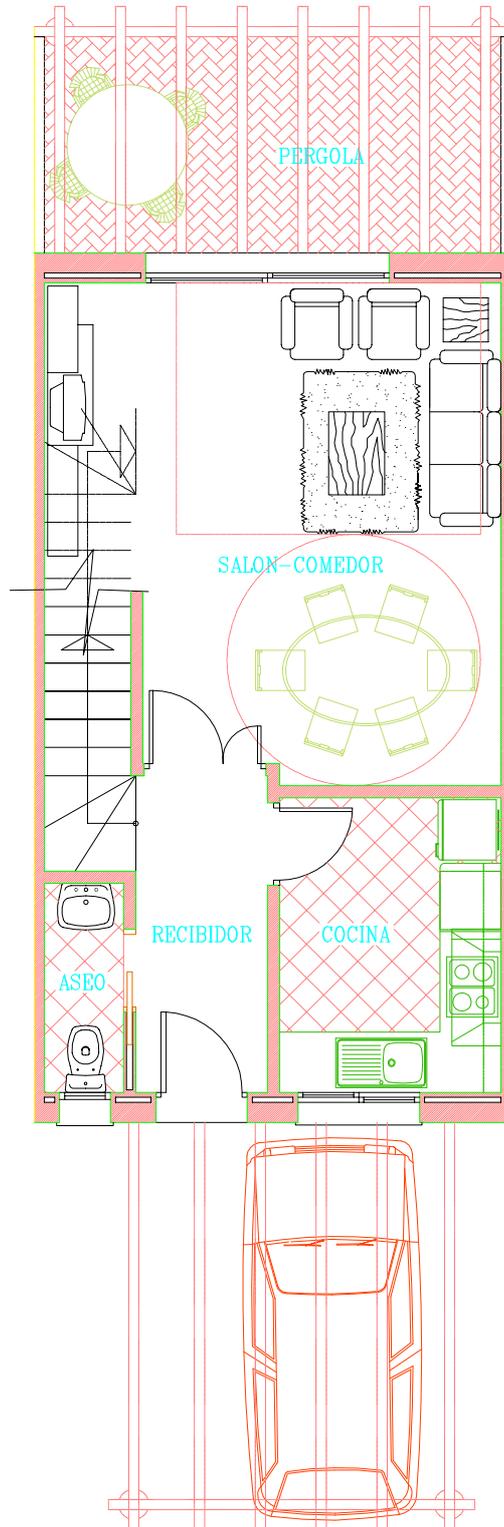


PLANTA PRIMERA



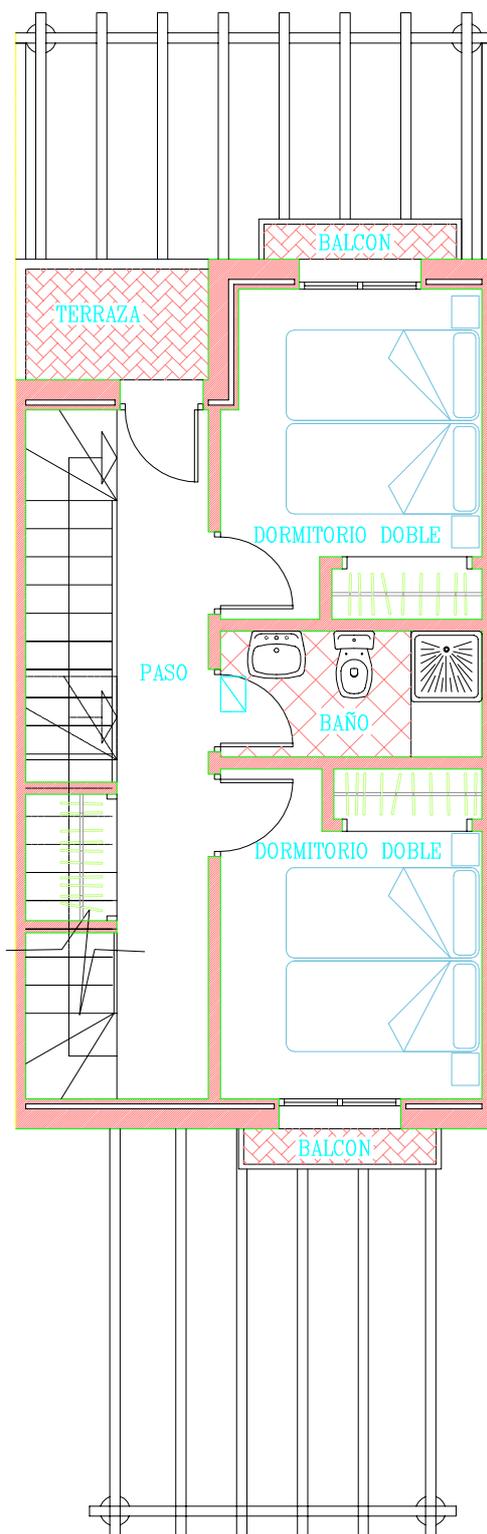
PLANTA BAJA

PROYECTO FIN DE GRADO EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR		
PLANO: DISTRIBUCIÓN Y USOS		
ESCALA: 1/100	FECHA: JULIO 2011	PLANO N°:
AUTOR: DARÍO MARTÍNEZ CANDELA		
		3



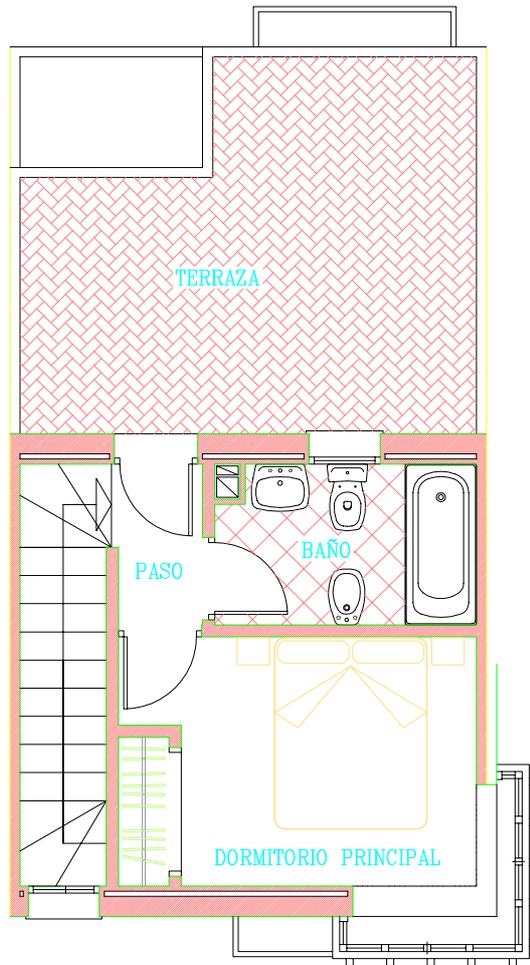
PLANTA BAJA

PROYECTO FIN DE GRADO EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR			
PLANO: DISTRIBUCIÓN Y USOS. PLANTA BAJA			
ESCALA: 1/75	FECHA: JULIO 2011		PLANO N°:
AUTOR: DARIÓ MARTÍNEZ CANDELA			3.1
			



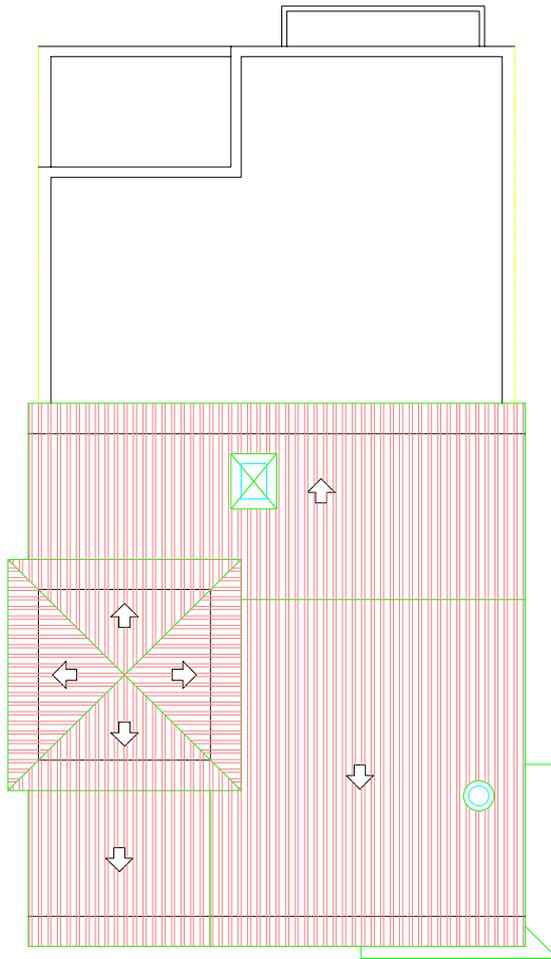
PLANTA PRIMERA

PROYECTO FIN DE GRADO EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR		
PLANO: DISTRIBUCIÓN Y USOS. PLANTA 1ª		
ESCALA: 1/75	FECHA: JULIO 2011	PLANO N°:
AUTOR: DARIÓ MARTÍNEZ CANDELA		3.2



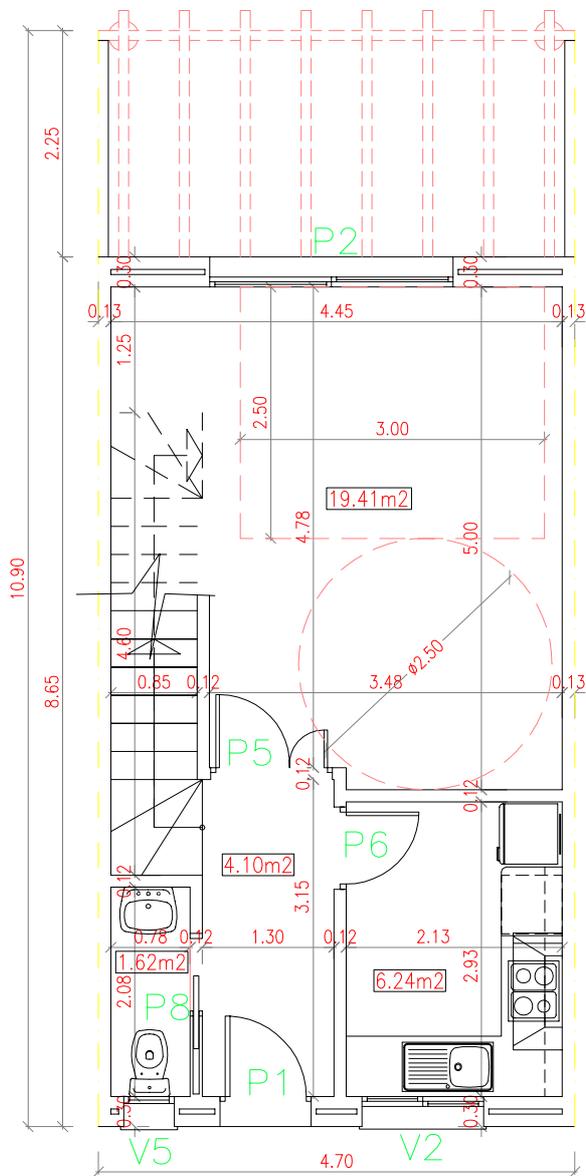
PLANTA SEGUNDA

PROYECTO FIN DE GRADO EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR		
PLANO: DISTRIBUCIÓN Y USOS. PLANTA 2°		
ESCALA: 1/75	FECHA: JULIO 2011	PLANO N°:
AUTOR: DARÍO MARTÍNEZ CANDELA		3.3



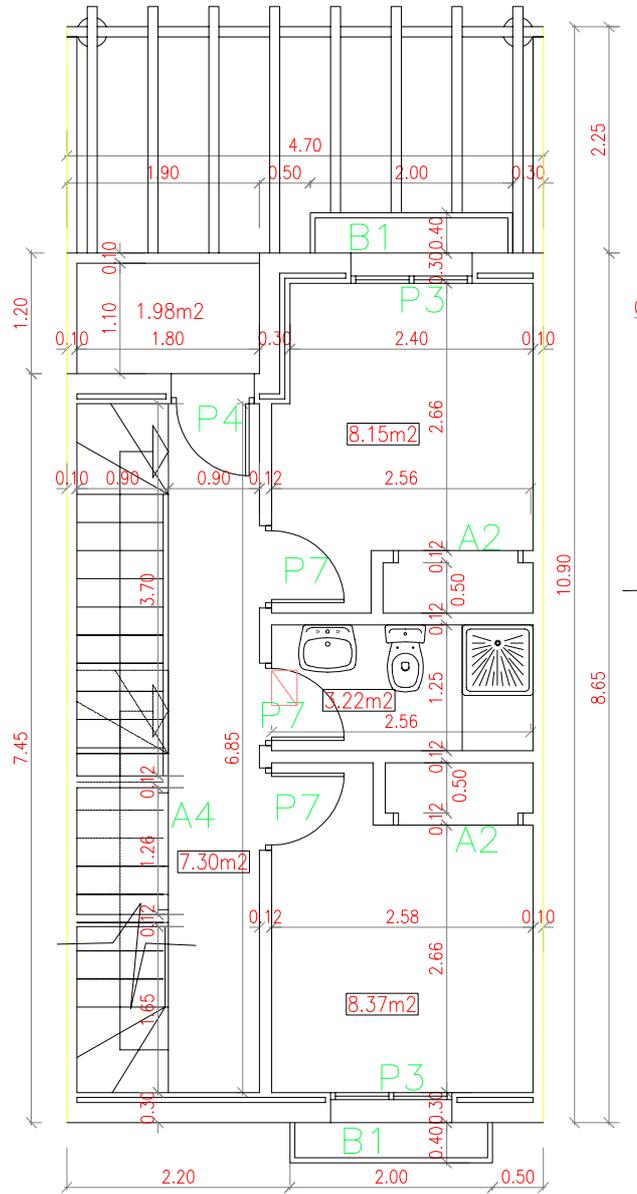
PLANTA CUBIERTA

PROYECTO FIN DE GRADO EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR		
PLANO: DISTRIBUCIÓN Y USOS. PLANTA CUBIERTA		
ESCALA: 1/75	FECHA: JULIO 2011	PLANO N°:
AUTOR: DARÍO MARTÍNEZ CANDELA		3.4
		



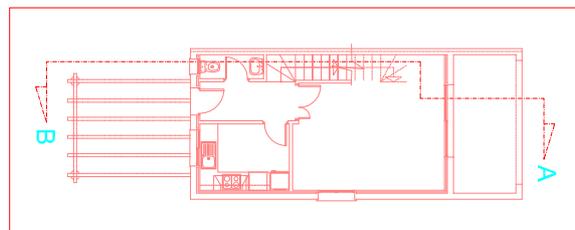
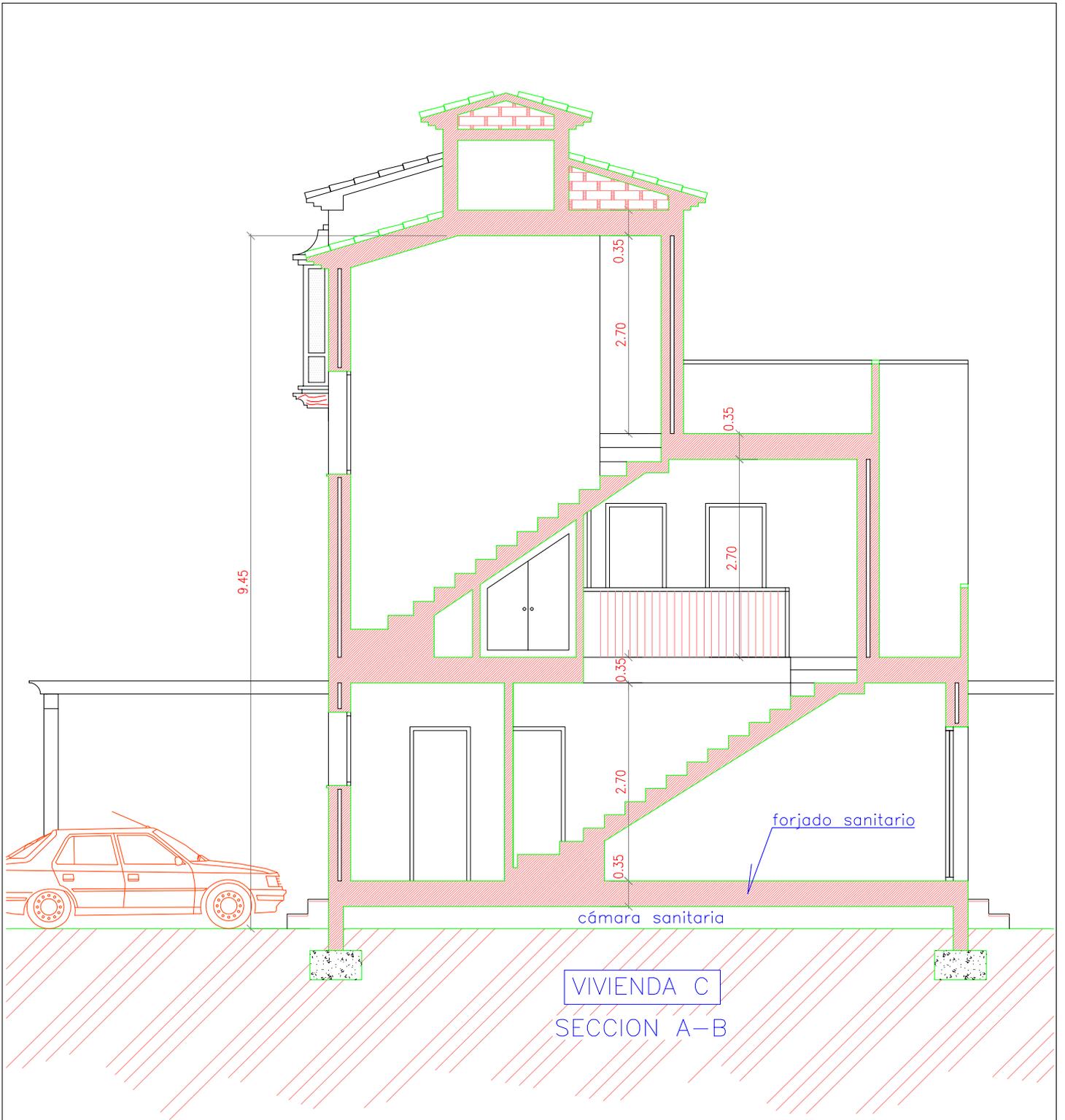
PLANTA BAJA

PROYECTO FIN DE GRADO		
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR		
PLANO:	SUPERFICIES Y COTAS. PLANTA BAJA	
ESCALA:	1/75	FECHA: JULIO 2011
AUTOR:	DARÍO MARTÍNEZ CANDELA	
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería en Edificación	 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA	PLANO N°: 4.1

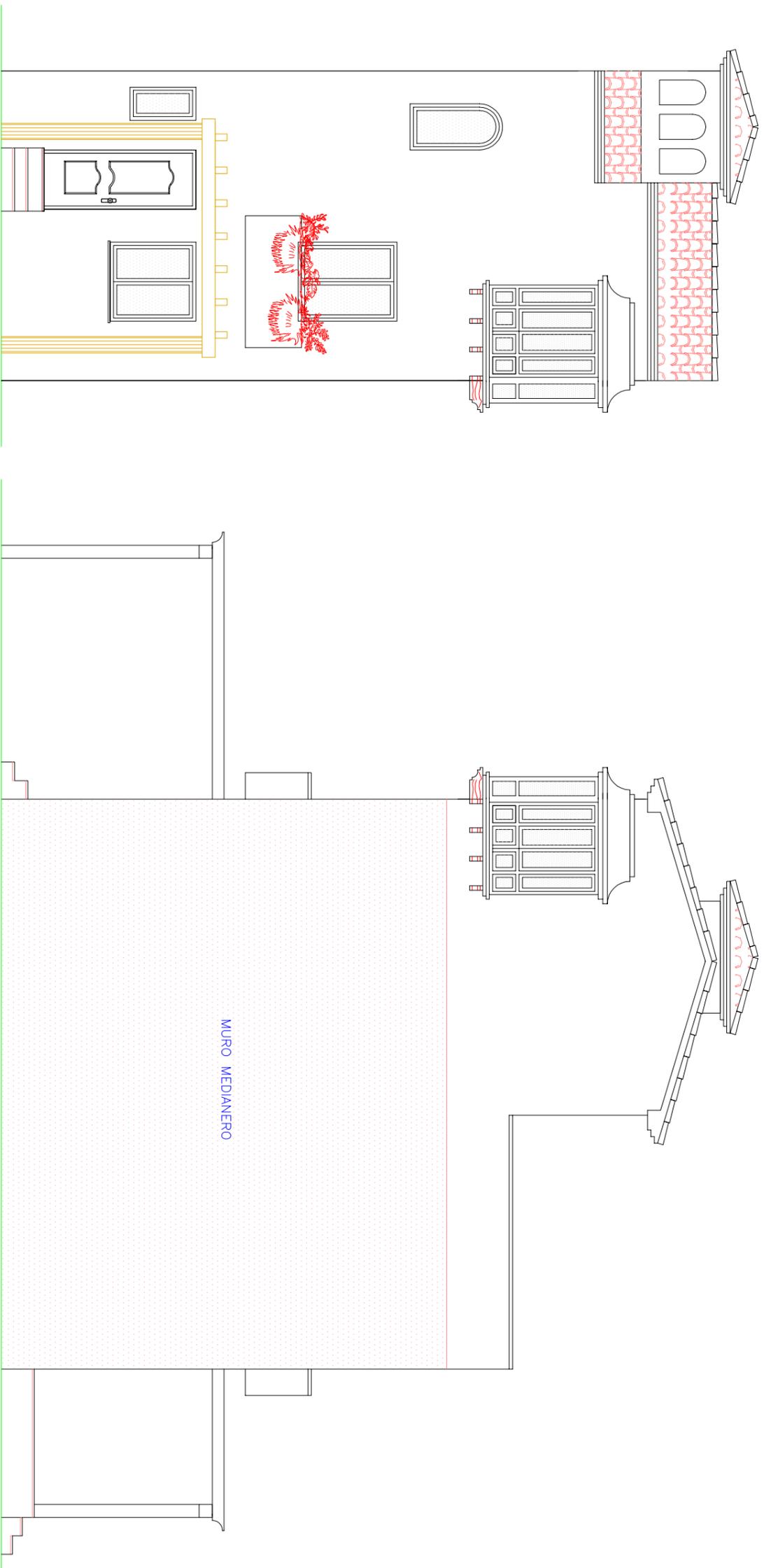


PLANTA PRIMERA

PROYECTO FIN DE GRADO EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR		
PLANO: SUPERFICIE Y COTAS. PLANTA 1*		
ESCALA: 1/75	FECHA: JULIO 2011	PLANO N°:
AUTOR: DARIÓ MARTÍNEZ CANDELA		4.2
		



PROYECTO FIN DE GRADO EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR		
PLANO: SECCIÓN A-B		
ESCALA: 1/75	FECHA: JULIO 2011	PLANO N°:
AUTOR: DARIÓ MARTÍNEZ CANDELA		5



VIVIENDA C

ALZADO PRINCIPAL

ALZADO LATERAL DERECHO

MURO MEDIANERO

PROYECTO FIN DE GRADO
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR

PLANO: ALZADOS

ESCALA: 1/75

FECHA: JULIO 2011

AUTOR: DARIO MARTINEZ CANDELA

PLANO N.º:

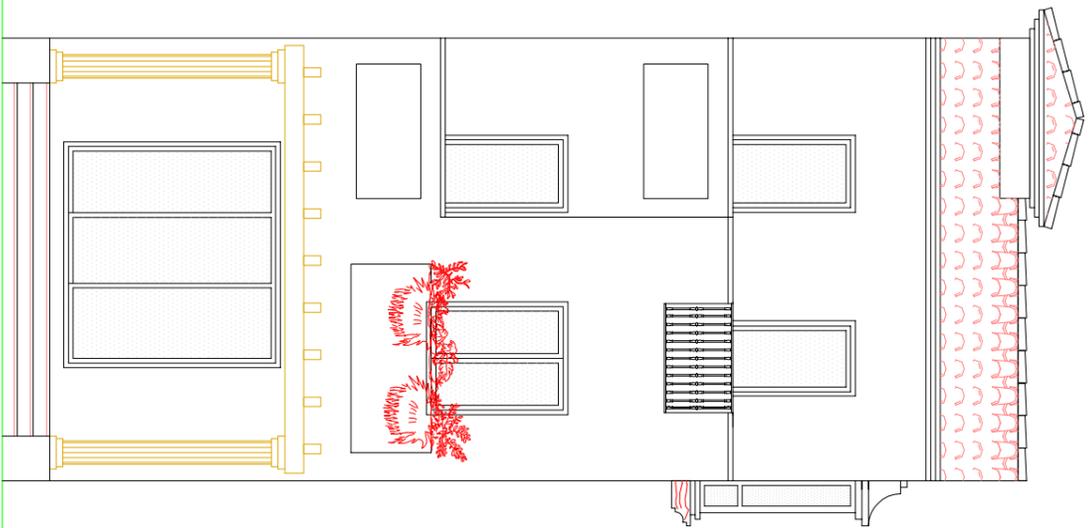
6.1



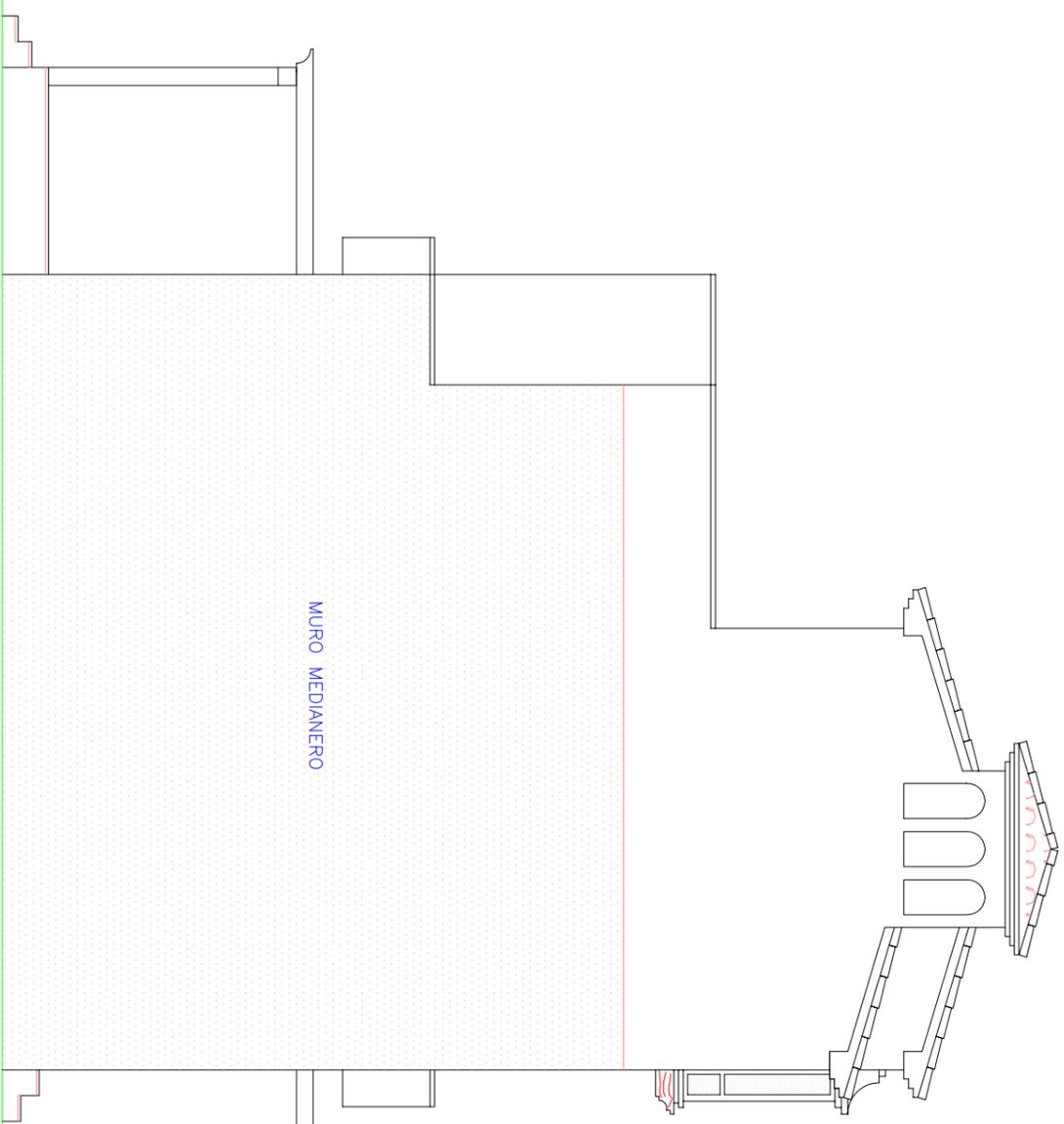
Universitat Politècnica de València



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA



ALZADO POSTERIOR



MURO MEDIANERO

ALZADO LATERAL IZQUIERDO

PROYECTO FIN DE GRADO
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR

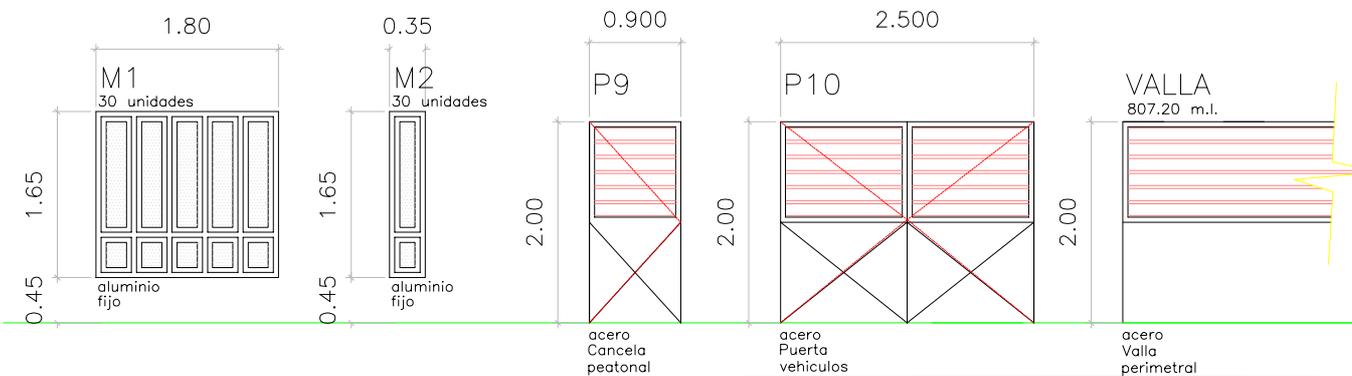
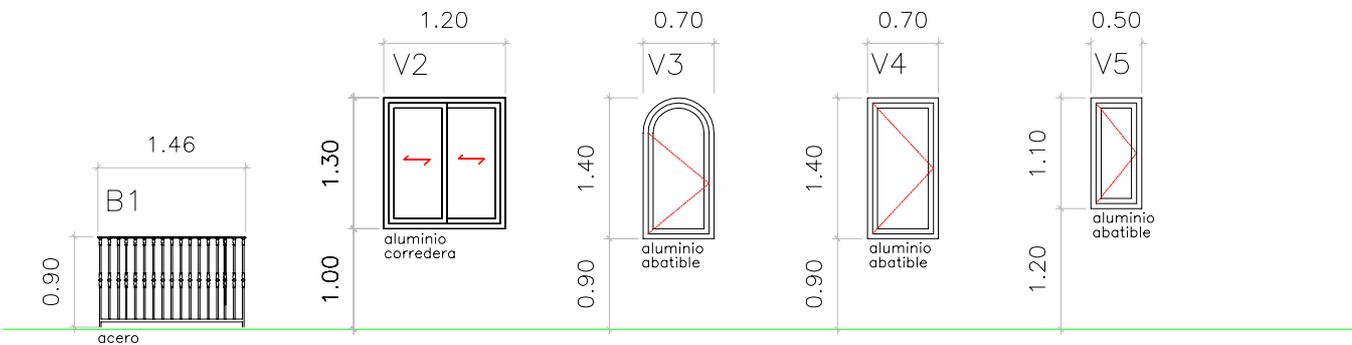
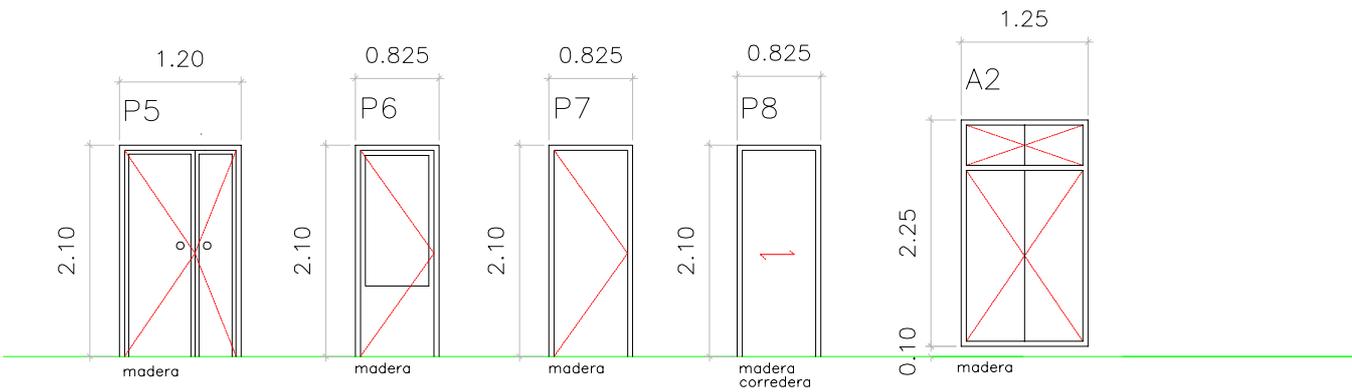
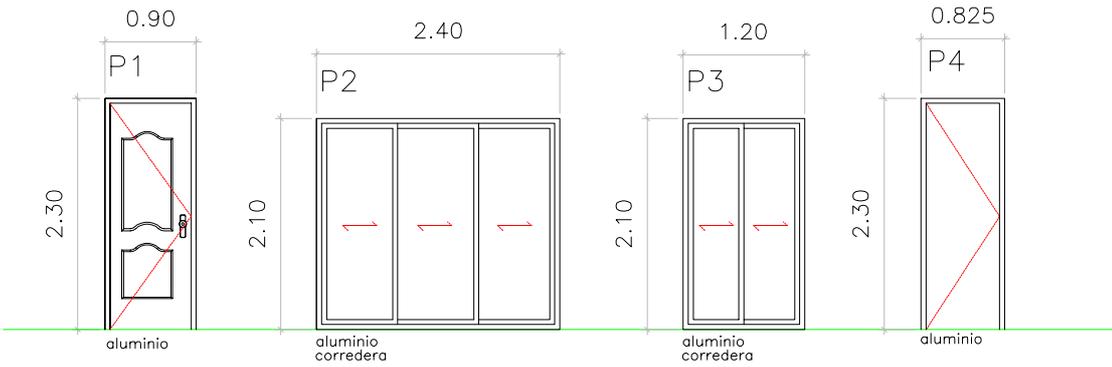
PLANO: ALZADOS

ESCALA: 1/75 FECHA: JULIO 2011

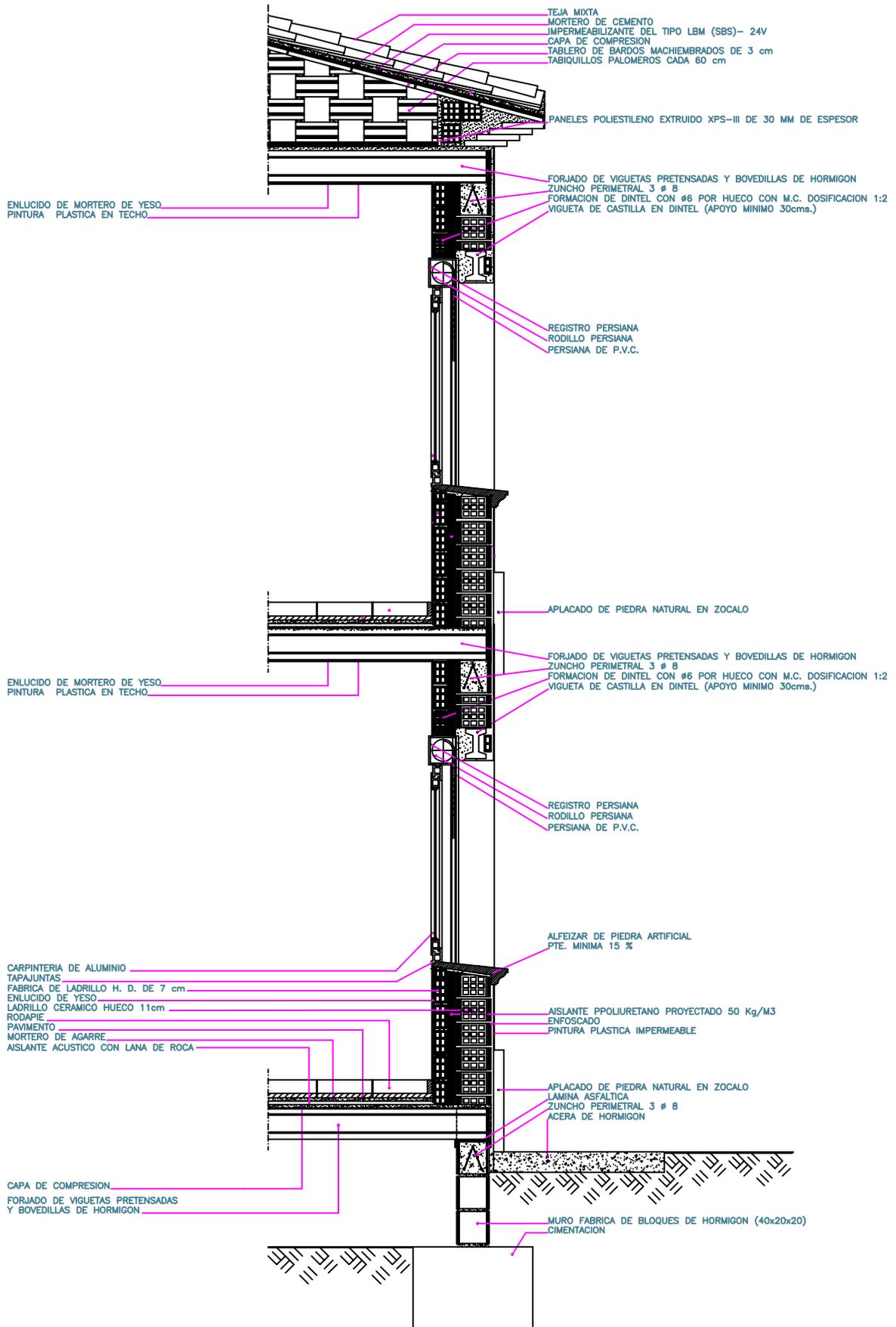
AUTOR: DARIO MARTINEZ CANDELA



PLANO N.º: 6.2



PROYECTO FIN DE GRADO			
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR			
PLANO: CARPINTERIAS			
ESCALA: 1/75	FECHA: JULIO 2011		PLANO N°:
AUTOR: DARIÓ MARTÍNEZ CANDELA			7



PROYECTO FIN DE GRADO		
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR		
PLANO: SECCIÓN CONSTRUCTIVA		
ESCALA: 1/75	FECHA: JULIO 2011	PLANO Nº:
AUTOR: DARÍO MARTÍNEZ CANDELA		
		

11.2 CATÁLOGOS

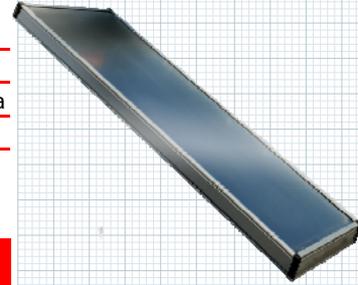
A continuación se adjuntan los catálogos y las fichas de los elementos más representativos de las instalaciones solar térmica y solar fotovoltaica.

Captador Solar de alta eficiencia - Línea Confort

CR 12S8

Dimensiones y Pesos

Largo Total	2.185 mm	Peso en vacío	42,6 Kg
Ancho Total	1.260 mm	Capacidad del fluido	1,7 l
Fondo	90 mm	Fluido caloportador	agua ó agua glicolada
Área Total	2,75 m ²	Tª de estancamiento	196 °C
Área de Apertura	2,58 m ²	Flexión máxima del captador	1.000 Pa
Área del Absorbedor	2,46 m ²		



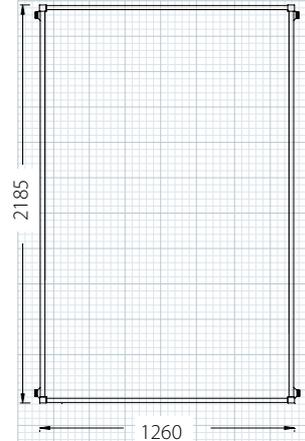
Presiones de prueba y caudal recomendado

Presión de timbre	14 bar
Presión máxima de trabajo	12 bar
Caudal recomendado	45 l/h·m ²
Caida de presión (m.c.a.)	10,32·qi ² +0,47·qi (Kg/s)

Código Chromagen: CALS07

Calidades de fabricación

Absorbedor:	Aleta de cobre soldada por ultrasonido a parrilla de conductos de cobre. Recubrimiento selectivo mediante electrodeposición de Cromo negro sobre base de Níquel claro. Absortividad 0,95 y Emisividad 0,12
Aislamiento:	Capa de poliuretano rígido inyectado más capa adicional de lana mineral, ambas de 25mm de espesor.
Vidrio Solar:	Panel único de vidrio solar de 3,2mm de espesor rodeado por una junta de goma de EPDM.
Parrilla de tubos:	Cobre de 8mm de diámetro conectada a tuberías colectoras de 22mm
Dorso:	Polipropileno negro moldeado.
Lámina de aluminio:	Adherida al aislamiento actúa como barrera contra pérdidas de calor por el dorso del captador.
Carcasa:	Aluminio anodizado AL6063-T5.
Conexiones roscadas:	Conexiones hembra roscadas de 3/4" de bronce



Curva de rendimiento térmico y certificaciones

$\eta_0 = 80,8 \%$

$k_1 = 3,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

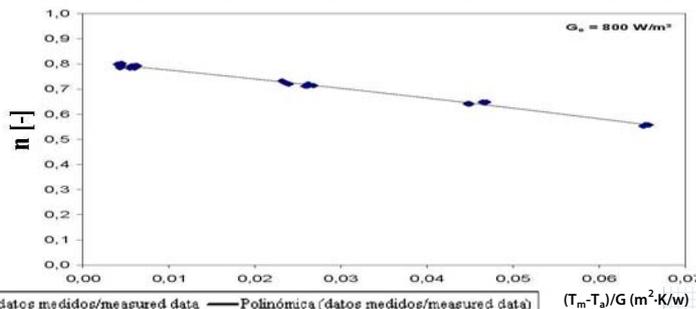
$k_2 = 0,01 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}^2$

Contraseña de certificación NPS-16310

DIN Certco (Solar Keymark)

Ajuste de la curva de eficiencia cuadrática para los datos medidos en el ensayo respecto al área de apertura y la temperatura media del fluido

Adjustment of the quadratic efficiency curve for the measured data in the test regarding aperture area and the mean temperature of the fluid



CHROMAGEN ESPAÑA S.L

Calle Diseño 6, Parque Industrial P.I.S.A. • 41927 Mairena del Aljarafe • Sevilla (ESPAÑA)

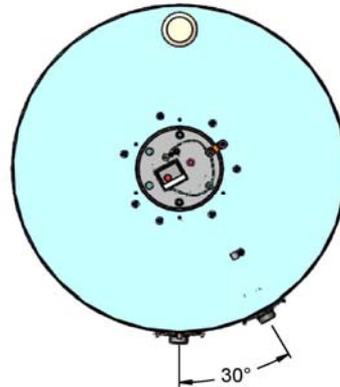
TEL. 954 184 541 / 670 506 297 • FAX. 955 600 457 • sevilla@chromagen.es

www.chromagen.es

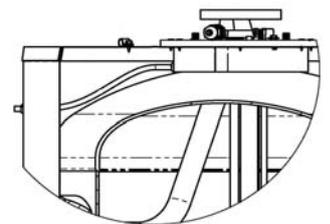
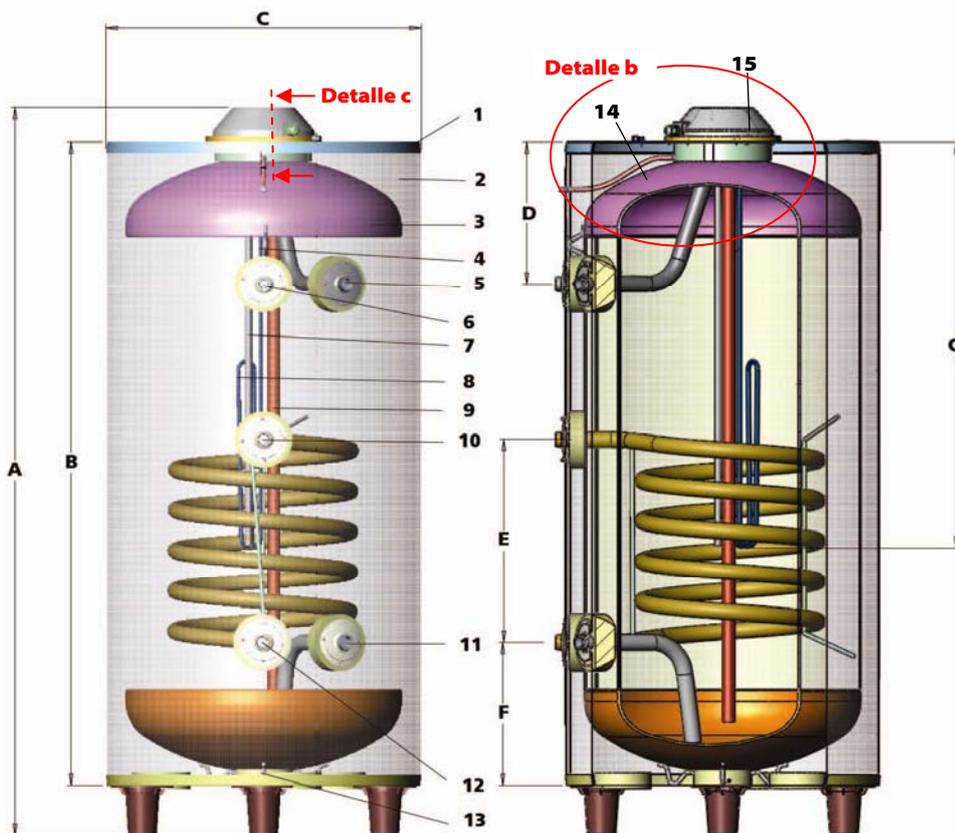
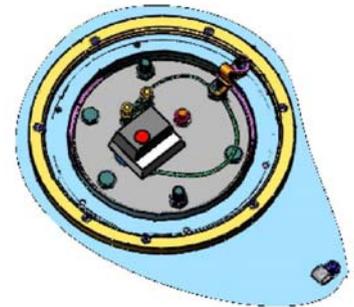
Acumuladores verticales de suelo

1. Cubierta de acero
2. Aislante de poliuretano de 40mm
3. Vitrificado en esmalte
4. Vaina 1
5. Salida de agua a consumo
6. Conexión de válvula de seguridad
7. Vaina 2
8. Resistencia eléctrica*
9. Cátodo anticorrosión
10. Retorno de captadores
11. Entrada agua fría
12. Salida hacia captadores
13. Vaciado
14. Tubo de drenaje
15. Tapa plástica acumulador

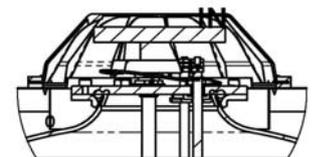
Cubierta superior



Detalle de brida



Detalle b



Detalle c

Código	Capacidad (l)	Cotas (mm)								Peso (Kg)	Intercambiador	
		A	B	C	D	E	F	G	S (m ²)		V (l)	
AVES01	150	1120	950	600	270	340	280	860	75	0,6	3,2	
AVES05	200	1380	1210	600	270	440	285	860	93	0,6	3,2	
AVES11	300	1540	1360	650	301	430	301	860	134	0,9	5	

*Kit resistencia OPCIONAL compuesto por : Elemento eléctrico 2.300 w + termostato de control.

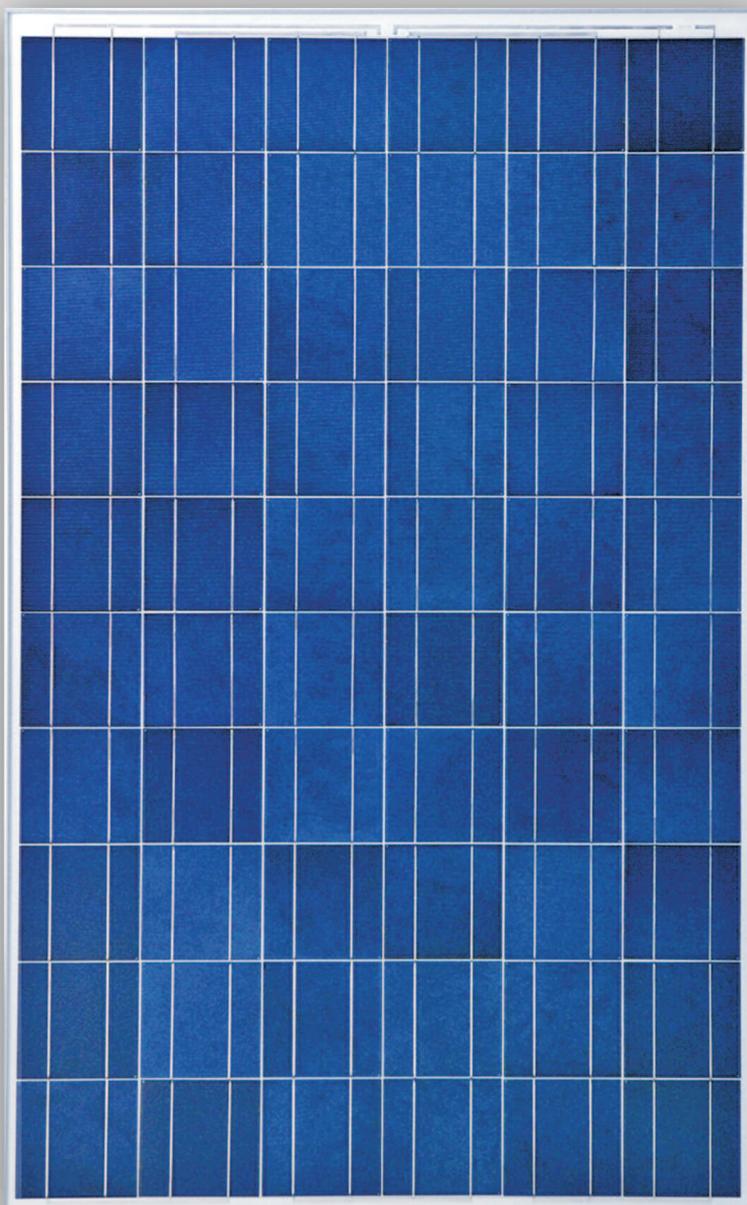
CHROMAGEN ESPAÑA S.L

Calle Diseño 6, Parque Industrial P.I.S.A. • 41927 Mairena del Aljarafe • Sevilla (ESPAÑA)

TEL. 954 184 541 / 670 506 297 • FAX. 955 600 457 • sevilla@chromagen.es

www.chromagen.es

MÓDULO FOTOVOLTAICO A-222P / A-230P / A-238P



60 células policristalinas
Cristal templado con alto nivel de
transmisividad de 4mm de espesor.
Caja de conexiones QUAD2 IP54.
Cables y conectores rápidos de última
generación.



Montaje rápido y sencillo.
Sistema de Fijación Hook.
Mínimo mantenimiento.



Resistencia a cargas de viento de
2400Pa y hasta 5400Pa de nieve.



Excelente respuesta en condiciones
de baja luminosidad.



ISO 9001, 14001
IEC 61215 (Ed.2)
IEC 61730 (Ed.1)



Garantizada la Potencia
De Salida: 25 años.
*10 años, libre de defectos de
fabricación.

Los módulos de ATERSA están diseñados y construidos teniendo presente su larga vida útil. Por este motivo ATERSA cuida de forma especial la elección de todos y cada uno de los componentes que incorporan, haciéndoles pasar por múltiples y rigurosos controles de calidad, tanto antes, como en la propia producción, para garantizar una altísima eficiencia y durabilidad.

Los más de 30 años que llevamos en el sector, nos hace acumular una experiencia que volcamos en todos los productos que fabricamos.

Así mismo, la instalación de los módulos se facilita mediante el uso de diferentes sistemas diseñados por ATERSA, que nos diferencian claramente de los productos estándar del mercado.

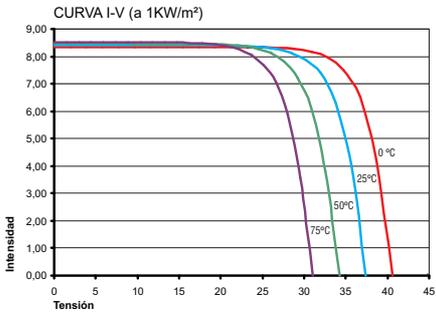
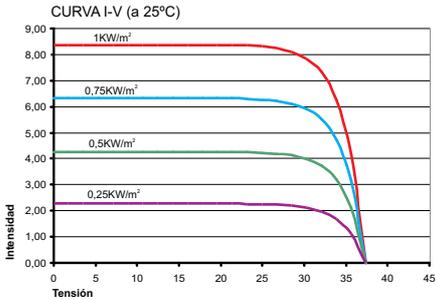
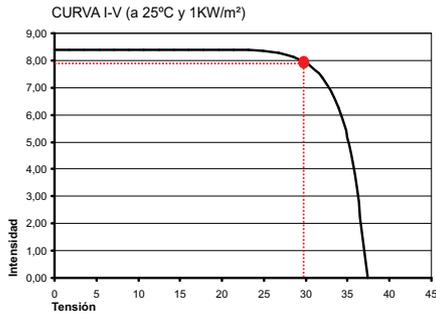


ATERSA
electricidad solar

Todo en energía solar fotovoltaica

www.atersa.com

CURVAS MODELO A-238P



* Para una información más exhaustiva de los términos de la garantía, pueden consultar nuestra página web: www.atersa.com

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	A-222P	A-230P	A-238P
Potencia (W en prueba ± 2 %)	222W	230W	238W
Número de células en serie	60		
Eficiencia del módulo	13,63%	14,12%	14,61%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	7,57A	7,76 A	7,94A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	29,32 V	29,65 V	29,96 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,17 A	8,33 A	8,49 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	36,42 V	36,83 V	37,22 V

PARÁMETROS TÉRMICOS

Coefficiente de Temperatura de Isc (α)	0.04% /°C		
Coefficiente de Temperatura de Voc (β)	-0,32% /°C		
Coefficiente de Temperatura de P (γ)	-0,43% /°C		

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Dimensiones (mm.) ± 2mm	1645X990X50		
Peso (aprox.)	21,5 Kg		
Área (m ²)	1,63		
Tipo de célula	Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas)		
Células enseriadas	60 (6x10)		
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 4mm		
Marco	Aleación de aluminio pintado en poliéster		
Caja de conexiones	QUAD2 IP54 *		
Cables y conectores	H+S Radox Solar 4mm ²		

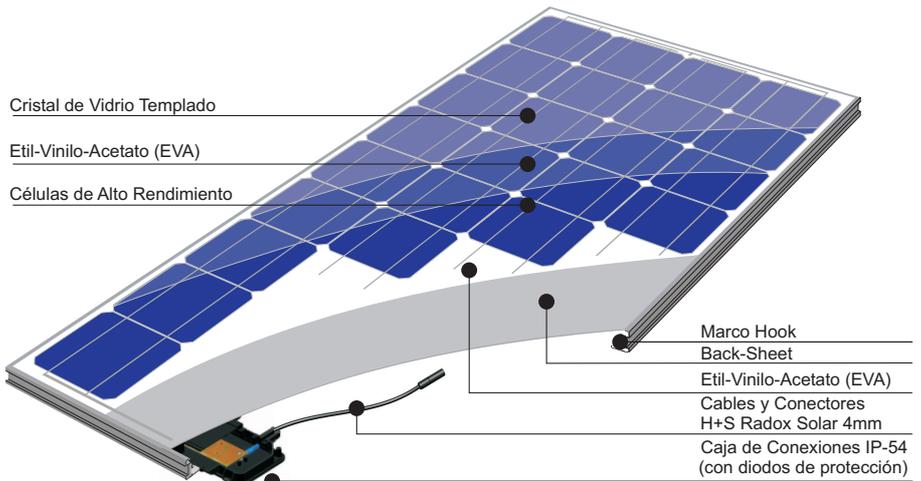
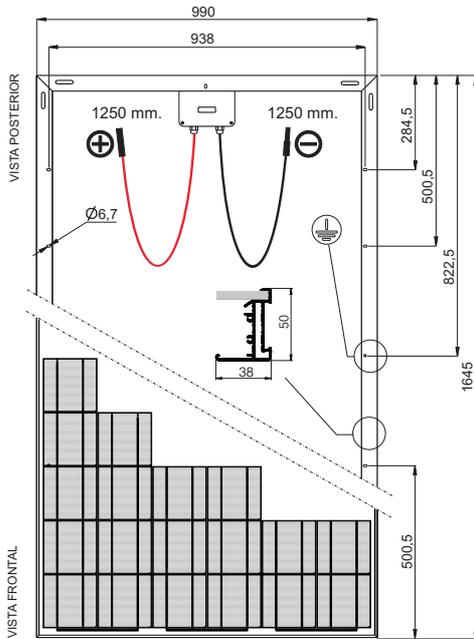
RANGO DE FUNCIONAMIENTO

Temperatura	-40 °C a +85 °C		
Máxima Tensión del Sistema	1000 V		
Carga Máxima Viento	2400 Pa (130 km/h)		
Carga Máxima Nieve	5400 Pa (551 kg/m ²)		

* Opcionalmente ATERSA dispone de cajas de conexión con la versión IP65 bajo pedido.

Especificaciones eléctricas medidas en STC. TONC: 47±2°C

NOTA: Los datos contenidos en esta documentación están sujetos a modificación sin previo aviso



ATERSA MADRID
C/ Embajadores, 187 - 3º
28045 Madrid - España
tel: 915 178 452
fax: 914 747 467

ATERSA VALENCIA
P.Industria Juan Carlos I
Avda. de la Foia, 14
46440 Almussafes
Valencia - España
tel: 902 545 111
fax: 902 503 355
e-mail: atersa@atersa.com

ATERSA ITALIA
Centro Direzionale Colleoni
Palazzo Liocorno - ingresso 1
20864 Agrate Brianza
(MB) - Italia
tel: +39 039 2262482
fax: +39 039 9160546

www.atersa.com

CARACTERÍSTICAS

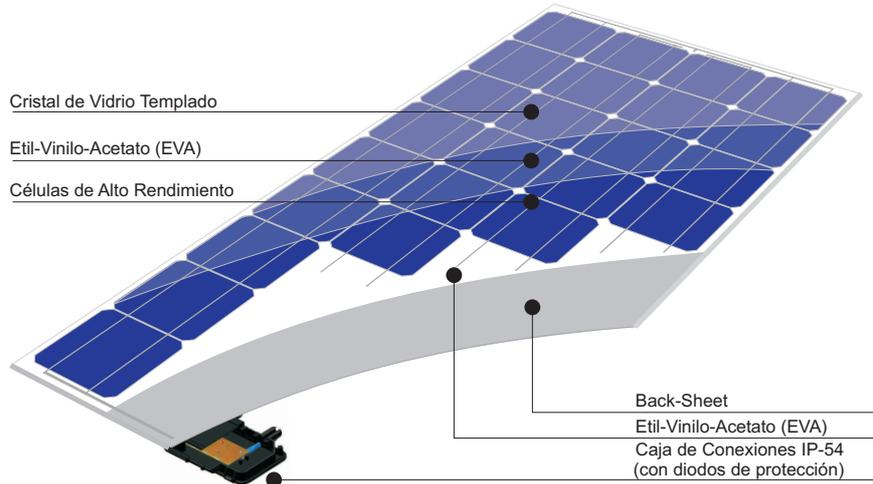
Los datos eléctricos reflejan los valores típicos de los laminados A-214P, A-222P y A-230P medidos en la salida de los terminales, al final del proceso de fabricación.

Mediciones realizadas conforme a ASTM E1036 corregidas a las condiciones de prueba estándar (STC): radiación 1KW/m^2 , distribución espectral AM (masa de aire) 1,5 ASTM E892 y temperatura de célula de 25°C .

La potencia de las células solares es variable en la salida del proceso de producción. Las diferentes especificaciones de potencia de estos módulos reflejan esta dispersión.

Las células cristalinas, durante los primeros meses de exposición a la luz, pueden experimentar una degradación fotónica que podría hacer decrecer el valor de la potencia máxima del módulo hasta un 3%.

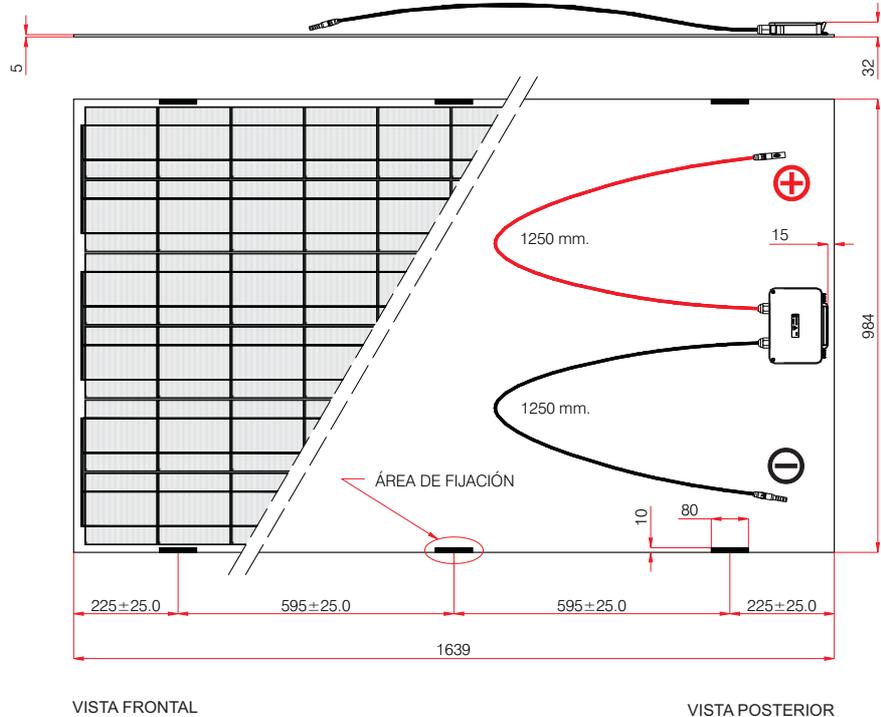
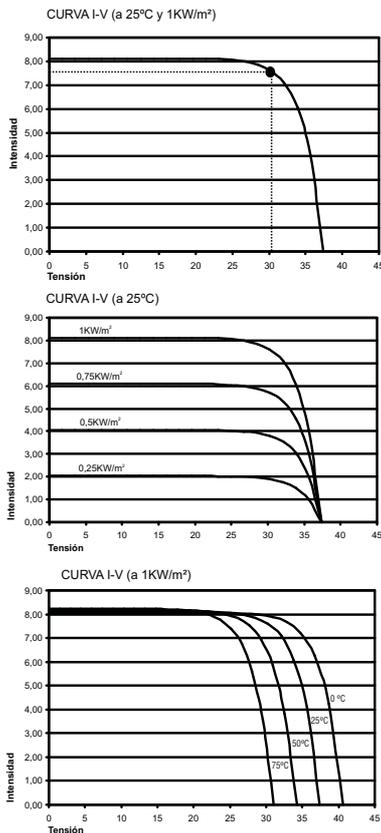
Las células, en condiciones normales de operación, alcanzan una temperatura superior a las condiciones estándar de medida del laboratorio. El TONC es una medida cuantitativa de ese incremento. La medición del TONC se realiza en las siguientes condiciones: radiación de $0,8\text{KW/m}^2$, temperatura ambiente de 20°C y velocidad del viento de 1 m/s .



CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	A-214P	A-222P	A-230P
Potencia (W en prueba $\pm 2\%$)	214W	222W	230W
Número de células en serie	60		
Eficiencia del módulo	12,64%	13,63%	14.10%
Corriente Punto de Máxima Potencia (I_{mp})	7,08A	7,44A	7,62A
Tensión Punto de Máxima Potencia (V_{mp})	29,10 V	29,84 V	30,20 V
Corriente en Cortocircuito (I_{sc})	7,65 A	7,96 A	8,12 A
Tensión de Circuito Abierto (V_{oc})	37,00 V	37,20 V	37,40 V
Coefficiente de Temperatura de I_{sc} (α)	0.05% / $^\circ\text{C}$		
Coefficiente de Temperatura de V_{oc} (β)	-0,35% / $^\circ\text{C}$		
Coefficiente de Temperatura de P (γ)	-0,46% / $^\circ\text{C}$		
Máxima Tensión del Sistema	1000 V		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
Dimensiones (mm.)	1639X984X5 (profundidad con caja de conexión 32 mm.)		
Peso (aprox.)	19 Kg		

Especificaciones eléctricas medidas en STC. TONC: $47\pm 2^\circ\text{C}$
 NOTA: Los datos contenidos en esta documentación están sujetos a modificación sin previo aviso.

CURVAS MODELO A-230P



MADRID 28045
 C/ Embajadores, 187-3º
 tel. +34 915 178 580
 tel. +34 915 178 452
 fax. +34 914 747 467

ALMUSSAFES (VALENCIA)
 46440 P.I. Juan carlos I
 Avda. de la Foia, 14
 tel. 902 545 111
 fax. 902 503 355
 e-mail: atersa@atersa.com

20041 AGRATE BRIANZA
 (MILAN) - ITALIA
 Centro Direzionale Colleoni
 Palazzo Liocorno - Ingresso 1
 Via Paracelso n. 2
 tel. +39 039 2262482

SUNNY BOY 3000TL / 4000TL / 5000TL

SB 3000TL-20 / SB 4000TL-20 / SB 5000TL-20



De gran rendimiento

- Rendimiento máximo del 97 %
- Tecnología Multi-String*
- Topología H5, sin transformador
- Gestión de sombras mediante OptiTrac Global Peak

Seguro

- Seccionador de carga de CC ESS integrado

Sencillo

- Área de conexión de fácil acceso
- Conexión del cableado sin necesidad de herramientas
- Sistema de conexión de CC SUNCLIX

Comunicativo

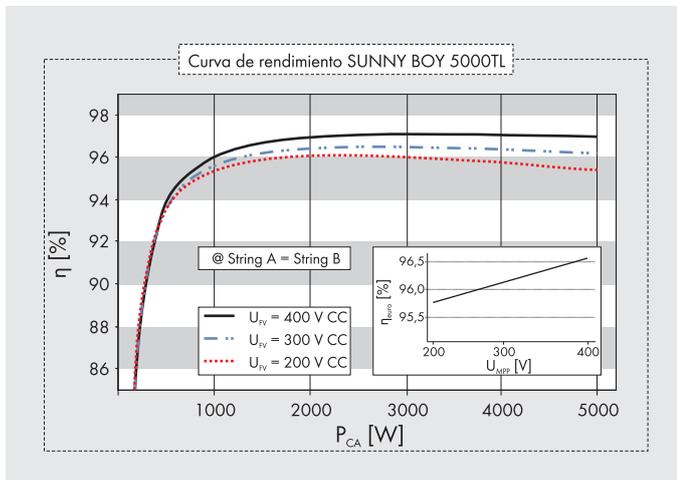
- Fácil configuración por países
- Tecnología Bluetooth® de serie
- Pantalla gráfica en varios idiomas
- Relé multifunción de serie

SUNNY BOY 3000TL / 4000TL / 5000TL

Perfectos. Sencillos. La nueva generación de Sunny Boy sin transformador.

Más comunicativos, fáciles de usar y eficientes que nunca, los Sunny Boy marcan pautas en la tecnología de inversores. Una moderna pantalla gráfica, visualización de los valores diarios, aun después de la puesta de sol, sistema de montaje simplificado y comunicación inalámbrica con el estándar mundial Bluetooth®: estos equipos no dejan nada que desear. Con el nuevo sistema de gestión de sombras OptiTrac Global Peak y un rendimiento máximo del 97%, los inversores garantizan un rendimiento solar óptimo. Los equipos Multi-String sin transformador Sunny Boy 4000TL y 5000TL ofrecen la máxima flexibilidad en la planificación de instalaciones y suponen la mejor alternativa para una construcción de generador exigente.

Datos técnicos	Sunny Boy 3000TL	Sunny Boy 4000TL	Sunny Boy 4000TL/V	Sunny Boy 5000TL
Entrada (CC)				
Potencia máxima de CC (con $\cos \varphi = 1$)	3200 W	4200 W	4200 W	5300 W
Tensión máx. de CC	550 V	550 V	550 V	550 V
Rango de tensión MPP	188 V - 440 V	175 V - 440 V	175 V - 440 V	175 V - 440 V
Tensión nominal de CC	400 V	400 V	400 V	400 V
Tensión de CC mín. / tensión inicial	125 V / 150 V	125 V / 150 V	125 V / 150 V	125 V / 150 V
Corriente máx. de entrada / por String	17 A / 17 A	2 x 15 A / 15 A	2 x 15 A / 15 A	2 x 15 A / 15 A
Cantidad de seguidores del punto de máxima potencia (MPP) / Strings por seguidor del punto de máxima potencia (MPP)	1 / 2	2 / A: 2, B: 2	2 / A: 2, B: 2	2 / A: 2, B: 2
Salida (CA)				
Potencia nominal de CA (a 230 V, 50 Hz)	3000 W	4000 W	3680 W	4600 W
Potencia aparente de CA máxima	3000 VA	4000 VA	4000 VA	5000 VA
Tensión nominal de CA; rango	220, 230, 240 V; 180 - 280 V	220, 230, 240 V; 180 - 280 V	220, 230, 240 V; 180 - 280 V	220, 230, 240 V; 180 - 280 V
Frecuencia de red de CA; rango	50, 60 Hz; ± 5 Hz	50, 60 Hz; ± 5 Hz	50, 60 Hz; ± 5 Hz	50, 60 Hz; ± 5 Hz
Corriente máx. de salida	16 A	22 A	22 A	22 A
Factor de potencia ($\cos \varphi$)	1	1	1	1
Fases de inyección / fases de conexión	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1
Rendimiento				
Rendimiento máx. / rendimiento europeo	97,0 % / 96,3 %	97,0 % / 96,4 %	97,0 % / 96,4 %	97,0 % / 96,5 %
Dispositivos de protección				
Protección contra polarización inversa (CC)	●	●	●	●
Seccionador de carga de CC ESS	●	●	●	●
Resistencia al cortocircuito (CA)	●	●	●	●
Monitorización de cortocircuito a tierra	●	●	●	●
Monitorización de red (SMA Grid Guard)	●	●	●	●
Con separación galvánica / unidad de monitorización de corriente de fallo sensible a la corriente universal	-/●	-/●	-/●	-/●
Clase de protección / categoría de sobretensión	I / III	I / III	I / III	I / III
Datos generales				
Dimensiones (ancho / alto / fondo) en mm	470 / 445 / 180	470 / 445 / 180	470 / 445 / 180	470 / 445 / 180
Peso	22 kg	25 kg	25 kg	25 kg
Rango de temperatura de servicio	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C
Emisiones de ruido (típicas)	≤ 25 dB(A)	≤ 29 dB(A)	≤ 29 dB(A)	≤ 29 dB(A)
Consumo característico nocturno	< 0,5 W	< 0,5 W	< 0,5 W	< 0,5 W
Topología	Sin transformador	Sin transformador	senza trasformatore	Sin transformador
Sistema de refrigeración	Convección	OptiCool	OptiCool	OptiCool
Tipo de protección electrónica / área de conexión (según CEI 60529)	IP65 / IP54	IP65 / IP54	IP65 / IP54	IP65 / IP54
Clase climática (según CEI 60721-3-4)	4K4H	4K4H	4K4H	4K4H
Características				
Conexión de CC: SUNCLIX	●	●	●	●
Conexión de CA: terminal de tornillo / conector / terminal de muelle	-/-/●	-/-/●	-/-/●	-/-/●
Display: línea de texto / gráfico	-/●	-/●	-/●	-/●
Interfaces: RS485 / Bluetooth®	○/○	○/○	○/○	○/○
Garantía: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 años	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○	●/○/○/○/○
Certificados y autorizaciones (otros a petición)	CE, VDE 0126-1-1, DK 5940, RD 1663, G83/1-1, PPC, AS4777, EN 50438*, C10/C11, PPDS, KEMCO (sólo SB 3000TL-20)			
* No se aplica a todas las desviaciones nacionales de la norma EN 50438				
● De serie ○ Opcional – no disponible				
Datos en condiciones nominales				
Modelo comercial	SB 3000TL-20	SB 4000TL-20	SB 4000TL-20/V 0159	SB 5000TL-20



Accesorios



Interfaz RS485
DM-485CB-10