



industriales
etsii

**Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

NUEVO CONCEPTO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR: INSTALACIÓN ELÉCTRICA, GENERACIÓN Y GESTIÓN DE LA ENERGÍA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

Autor: Estanislao García Pérez

Director: Fco. Javier Cánovas Rodríguez

Codirector:

Cartagena, 21 de julio de 2020



**Universidad
Politécnica
de Cartagena**

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer este Trabajo Fin de Grado a mi director del proyecto D. Francisco Javier Cánovas Rodríguez. Igualmente, agradecer a mi profesor Juan Martínez Tudela, quien me otorgó la oportunidad de conocer las energías renovables y su aplicación. Agradecer a todos ellos su atención y ayuda, así como su dedicación.

Agradecer a Isabel, la mitad de mi alma.

Dar las gracias a mi familia. A mis padres y mi hermano, mis abuelos, mis tíos y primos. Os quiero.

Resumen

García Pérez, Estanislao. Nuevo concepto de vivienda unifamiliar: Instalación, generación y gestión de la energía. Cartagena, abril 2020.

El interés por las energías renovables ha aumentado significativamente en las últimas décadas y especialmente en los últimos años, ya que éstas proporcionan la posibilidad de generar energía libre de emisiones hacia el medio ambiente.

La generación distribuida de energía es uno de los principales campos de aplicación de las energías renovables, ya que con el permanente descenso de los precios de este tipo de energía no solo se invierte constantemente en grandes instalaciones productoras para vertido a red, sino que también ha aparecido una alternativa interesante para ahorrar: el autoconsumo de energía.

Cada vez más, multitud de empresas, centros comerciales, centros públicos y, a menor nivel, viviendas, apuestan por las instalaciones de autoconsumo, generando así su propia energía, adaptando la producción al consumo y haciendo la vida cotidiana más eficiente y respetuosa con el medio ambiente.

En este contexto, el desarrollo de soluciones de almacenamiento energético es un pilar fundamental, ya que para una gestión de la energía plenamente eficaz debemos de controlar tanto la generación de energía como su consumo de forma atemporal, permitiendo una flexibilidad y una eficiencia nunca vistas hasta ahora.

De la misma forma, el estudio de la construcción de las viviendas unifamiliares es una parte muy importante de cara al correcto aislamiento energético en lo que respecta, por un lado, a la forma, disposición y orientación de las dependencias de la vivienda y, por otro lado, a materiales y procesos de construcción.

Finalmente, se describen algunos de los sistemas de control y gestión de la energía en la vivienda, incluyendo sistemas V2G y la instalación de domótica en la vivienda.

De esta forma, en este trabajo se pretenden exponer los principales puntos de aplicación de las distintas tecnologías energéticas de cara a dar una visión eficiente y optimizada del consumo energético en las viviendas del futuro.

ÍNDICE GENERAL

Preámbulo	xi
Objetivos y organización de la memoria	xiii
Capítulo 1: Tecnologías de generación renovable para viviendas unifamiliares.....	1
1.1. Introducción [1]	1
1.2. Generación de energía eléctrica	5
1.2.1. Energía solar fotovoltaica.....	5
1.2.2. Energía mini eólica.....	7
1.3. Generación de energía térmica.....	8
1.3.1. Energía solar térmica	8
1.3.2. Microgeneración.....	9
1.3.3. Aerotermia.....	10
Capítulo 2: Estudio del consumo energético en viviendas unifamiliares	13
2.1. Consumo energético estándar en una vivienda unifamiliar	13
2.2. Factores de diseño en la vivienda: Diseño y construcción	16
Capítulo 3: Estudio de viabilidad de las tecnologías de generación.....	21
3.1. Implantación de tecnologías de generación de energía térmica.....	21
3.1.1. Energía solar térmica	21
3.1.2. Microgeneración.....	22
3.1.3. Aerotermia.....	24

3.2.	Implantación de tecnologías de generación de energía eléctrica.....	25
3.2.1.	Energía solar fotovoltaica.....	25
3.2.2.	Energía mini-eólica.....	27
3.3.	Tecnologías de almacenamiento.....	29
Capítulo 4: Tecnologías de gestión y control de la energía.....		31
4.1.	Almacenamiento inteligente de energía.....	31
4.2.	Tecnología de almacenamiento V2G: Implantación del coche eléctrico como solución polivalente.....	33
4.3.	Introducción a la domótica [3].....	34
Capítulo 5: Ejemplo práctico de implantación de generación renovable en vivienda		37
5.1.	Estudio de las necesidades de la vivienda.....	37
5.2.	Implantación de tecnologías de generación para nuestra vivienda.....	42
5.2.1.	Instalación solar fotovoltaica.....	42
5.2.2.	Instalación aerotermia combinada con ACS.....	53
5.3.	Estudio económico y resumen de ahorro y amortización.....	57
Capítulo 6: Conclusión.....		61
Bibliografía.....		65

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1.1 Esquema sistema transporte y distribución energético.....	2
Fig. 1.1.2. Modelo de generación distribuida de energía.....	3
Fig. 1.1.3. Esquema distribución de microrred.....	4
Fig. 1.2.1. Esquema instalación solar fotovoltaica	6
Fig. 1.2.2. Esquema instalación mini eólica	7
Fig. 1.3.1. Termosolar de tubos de vacío para calentamiento de agua	8
Fig. 1.3.2. Generación de agua caliente en circuito cerrado	9
Fig. 1.3.3. Calderas de microgeneración	10
Fig. 1.3.4. Instalación de aerotermia para vivienda unifamiliar	11
Fig. 2.1.1. Consumo medio de electricidad por hora.....	15
Fig. 2.2.1. Distintas orientaciones y repercusión en eficiencia energética	17
Fig. 2.2.2. Colocación de material aislante en paredes.....	18
Fig. 2.2.3. Ventilación natural forzada	18
Fig. 3.1.1. Funcionamiento acumulador Agua Caliente Sanitaria	21
Fig. 3.1.2. Equipo de micro-generación compacto	23
Fig. 3.1.3. Esquema de funcionamiento aerotermia	24
Fig. 3.2.1. Curva de consumo (azul) y curva de generación fotovoltaica (naranja)	26
Fig. 3.2.2. Instalación híbrida eólica y solar.....	27
Fig. 3.2.3. Resumen económico balance energético vivienda	28
Fig. 3.3.1. Apoyo de almacenamiento mediante baterías junto instalación solar....	29

Fig. 3.3.2. Efecto del almacenamiento de energía en el aprovechamiento de excedentes	30
Fig. 4.1.1. Sistema de baterías PowerWall (Tesla).....	31
Fig. 4.2.1. Sistema V2G para almacenamiento de energía.....	33
Fig. 4.3.1. Gestión de elementos con domótica.....	34
Fig. 5.1.1. Imagen 3D de la vivienda obtenida por Google Maps.....	37
Fig. 5.1.2. Tabla de consumos medios al mes.....	38
Fig. 5.1.3. Cubiertas elegidas para la ubicación de módulos solares.....	39
Fig. 5.1.4. Rosa de los vientos en el municipio de Murcia.....	40
Fig. 5.2.1. Ficha técnica módulo solar.....	49
Fig. 5.2.2. Inversor trifásico Kaco BluePlanet 7.5 TL3.....	49
Fig. 5.2.3. Ejemplo de estructura orientada (izqda.) y estructura coplanar (dcha.) .	50
Fig. 5.2.4. Cuadro de protecciones con cableado.	50
Fig. 5.2.5. Plano de distribución instalación fotovoltaica.....	51
Fig. 5.2.6. Esquema unifilar instalación solar fotovoltaica autoconsumo con excedentes	52
Fig. 5.2.5. Sistema de aerotermia completo.....	53
Fig. 5.2.6. Módulo hidráulico todo en uno uniTOWER.....	54
Fig. 5.2.7. Bomba de calor para sistemas híbridos.....	54
Fig. 5.2.8. Controlador con sonda exterior multiMATIC 700.....	55
Fig. 5.2.9. Esquema de elementos para climatización y ACS.....	55
Fig. 5.2.10. Esquema de ubicación del suelo radiante para la instalación de aerotermia	56

Fig. 5.2.11. Curva de consumos (línea gris) junto a curva de generación fotovoltaica	57
Fig. 5.2.12. Factura del mes de julio con ahorro calculado	58
Fig. 5.2.13. Tabla de cálculo de ahorro y amortización en años	59
Fig. 5.2.14. Curva de amortización de la instalación (en años)	59

Preámbulo

García Pérez, Estanislao. Nuevo concepto de vivienda unifamiliar: Instalación, generación y gestión de la energía. Cartagena, abril 2020.

Tradicionalmente, el consumo de energía en las viviendas unifamiliares ha venido determinado por tres principales formas de energía necesarias: Energía térmica, como la calefacción, cocina, termo...; energía lumínica, para iluminación; y energía eléctrica, para consumo de distintos aparatos y electrodomésticos.

No fue hasta la segunda mitad del siglo XX cuando la implantación de las instalaciones eléctricas de forma estandarizada en las viviendas unifamiliares, junto a la evolución de la tecnología eléctrica, hizo posible que formas de suministro tradicionales de energía de iluminación o calefacción, como eran la leña y el gas (combustibles fósiles que emiten CO₂), fueran poco a poco sustituidas por electricidad, dejando el protagonismo del consumo de energía eléctrica en las viviendas unifamiliares, para su posterior transformación en cualquiera de los otros dos tipos de energía.

De este modo, dada su versatilidad y facilidad de transporte y distribución, la energía eléctrica se ha convertido en la principal forma de consumo de energía en las viviendas unifamiliares, desbancando a las demás formas de suministro de energía primaria, únicamente con las excepciones de los combustibles fósiles gaseosos (Principalmente, butano y gas natural), pero de uso cada vez más reducido.

Por otro lado, el desarrollo de las energías renovables ha supuesto una oportunidad alternativa de generación energética limpia y respetuosa con el medio ambiente y, además, se ha convertido en la raíz de nuevas soluciones de generación de energía distribuida como, por ejemplo, el autoconsumo fotovoltaico.

Ya a finales del primer cuarto del siglo XXI se distingue una voluntad legisladora en favor de este tipo de generación de energía renovable, que abren un abanico de nuevas posibilidades, llegando incluso a la realidad del autoabastecimiento energético, es decir, que la totalidad de la energía consumida es al mismo tiempo generada por la vivienda.

En este contexto, la imparable evolución de otras aplicaciones de la tecnología eléctrica, como son el vehículo eléctrico y la domótica en la vivienda, forman, junto con el autoconsumo energético, el conjunto perfecto para lograr el completo autoabastecimiento de la vivienda particular.

Por todo ello, en este TFE se pretende exponer una visión de la gestión energética de las viviendas unifamiliares en el futuro, con el objetivo de estudiar distintos tipos de generación renovable, almacenamiento y otras tecnologías con las cuales se podrá llegar a lograr el autoconsumo energético de viviendas, urbanizaciones, barrios e incluso ciudades enteras.

Objetivos y organización de la memoria

Los objetivos que pretende alcanzar este TFE son (1) describir conceptualmente los diferentes tipos de generación de energía renovable eléctrica y térmica en la vivienda en el *Capítulo 1: Tecnologías de generación renovable para viviendas unifamiliares*.

Posteriormente, (2) se realizará un estudio exhaustivo sobre el consumo de energía en las viviendas unifamiliares, describiendo los principales tipos de energía consumida, factores de aislamiento y curva de consumo horaria, todo ello en el *Capítulo 2: Estudio del consumo energético en viviendas unifamiliares*.

Tras esto, (3) se estudiará la viabilidad de la implantación de las diferentes formas de micro-generación de energía vistas en el capítulo 1, estableciendo sus ventajas e inconvenientes, en el *Capítulo 3: Estudio de viabilidad de las tecnologías de generación*.

A continuación, (4) se mostrará un ejemplo práctico completo del caso de una vivienda unifamiliar de chalet de planta baja con terrazas, ubicada en la localidad de Espinardo (Murcia), donde se proyecta implantar instalaciones de generación fotovoltaica y aerotermia.

Por último, (5) se realizará una descripción de otras tecnologías adicionales que ayudarán en la gestión y control del consumo energético de las viviendas unifamiliares del futuro, en el *Capítulo 5: Tecnologías de gestión y control de la energía*.

Todos los objetivos descritos anteriormente culminarán con (6) el desarrollo de una conclusión que aporte una visión de cómo todas estas tecnologías cambiarán la forma en la que se gestiona el consumo energético de las viviendas, aportando tecnología y eficiencia a niveles nunca vistos, en el *Capítulo 6: Conclusión*.

Capítulo 1: Tecnologías de generación renovable para viviendas unifamiliares

En este capítulo se van a exponer los principales tipos de generación de energía que se pueden implementar en las viviendas unifamiliares, comenzando por una pequeña introducción de lo que son las redes distribuidas para más tarde enfocarnos en los dos principales tipos de energía que podemos generar y consumir: Energía eléctrica y energía térmica.

1.1. Introducción [1]

La electricidad es el principal medio de generación y transporte de energía en la sociedad moderna, siendo las energías renovables las tecnologías de generación que más crecimiento están experimentando, debido a la creciente demanda de producción energética y a una conciencia cada vez más extendida de los peligros del calentamiento global. Este hecho abre nuevas oportunidades y cambia el paradigma de la generación de energía tal y como era conocido hasta ahora.

Actualmente, el sistema eléctrico basa su modelo de generación de energía en grandes centrales que producen grandes cantidades de energía, ya sea mediante tecnologías de combustión (Centrales de gas, ciclo combinado, carbón...) o mediante tecnologías de generación renovable (Grandes parques solares, eólicos, hidroeléctrica, biomasa...). No obstante, la necesidad de una presencia cada vez más generalizada de fuentes de generación renovables comienza a exigir la flexibilización del sistema, abriéndose a otros paradigmas, como es la generación distribuida.

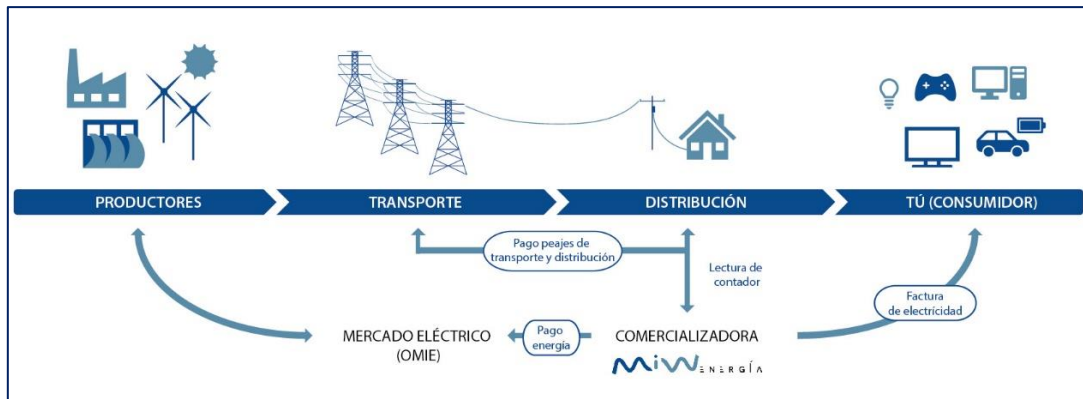


Fig. 1.1.1 Esquema sistema transporte y distribución energético

Igualmente, en ciertas regiones donde no están desarrolladas las grandes infraestructuras de transporte de electricidad vamos a comenzar a ver un modelo de desarrollo energético muy diferente al modelo tradicional, fomentándose precisamente la generación distribuida.

*¿Y qué es exactamente la **generación distribuida**?* Pues este modelo consiste en diversificar la generación de energía eléctrica mediante un número extenso de pequeñas fuentes de generación, que se instalan de forma mucho más cercana al consumidor final, eliminando problemas asociados a la red de transporte, y haciendo más eficiente el consumo de energía. Este modelo posee grandes ventajas, siendo las principales:

- Reducción de pérdidas de energía asociadas a la red;
- Mejora de la fiabilidad y seguridad del sistema eléctrico, ya que si falla el sistema de generación afectaría únicamente a la zona concreta donde se produce el problema;
- La introducción de sistemas de generación renovables y respetuosos con el medio ambiente;
- La introducción de sistemas inteligentes de gestión y almacenamiento de energía;
- Desarrollo de las conocidas como “microrredes eléctricas”, promoviendo relaciones entre consumidores y productores de energía, e independizando así los contratos de energía, ampliando las opciones de mercado energético.

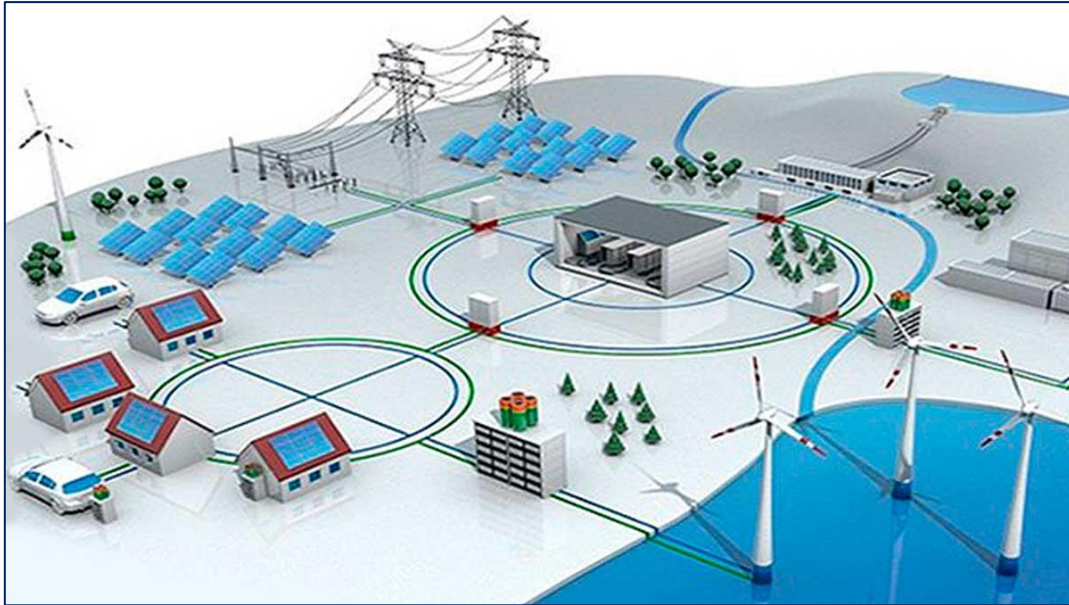


Fig. 1.1.2. Modelo de generación distribuida de energía

Estas microrredes están compuestas por equipos innovadores que, junto con nuevas tecnologías de comunicación, control y monitorización, y autodiagnóstico, ayudan a conseguir los siguientes objetivos:

- Optimizar y automatizar la red, mejorando su operación, la calidad y las pérdidas de ésta.
- Fomentar la conexión directa interzonal con fuentes de generación renovables, minimizando costes y fomentando dichas energías
- Integrar de manera exitosa la generación de energía intermitente junto con novedosas tecnologías de almacenamiento energético.
- Transformar el mercado de la electricidad, implementando nuevas funcionalidades y ofreciendo nuevos servicios a los distintos usuarios del mercado.
- Gestión continua de la demanda, incrementando la eficiencia de la gestión energética y mejorando así la eficiencia energética.
- Fomentar la introducción del vehículo eléctrico, acomodando estas nuevas cargas móviles y dispersas a la red, minimizando el desarrollo de nueva infraestructura y habilitando las funcionalidades de almacenamiento de energía que poseen.

La sociedad mundial está experimentando diversos cambios en el modelo energético, que está evolucionando para dejar de ser un modelo piramidal de generación centralizada, transporte y distribución, comercialización y consumo, a un modelo multidireccional en el que la generación centralizada compartirá protagonismo con la generación distribuida y el almacenamiento de energía, animando a los usuarios finales a gestionar de manera activa la energía que consumen y siendo más eficientes con dicho consumo.

Su introducción en el mercado se ve apoyada por los objetivos energéticos europeos del plan de descarbonización. Éstos responden a la necesidad de avanzar hacia un modelo energético más eficiente y sostenible con el uso de la energía, que reduzca nuestra dependencia energética exterior y contribuya a la lucha contra el cambio climático, siendo capaz de abastecer de forma sostenible el incremento de la demanda de energía global que se prevé de aquí a 2050 (International Renewable Energy Agency IRENA). [2]

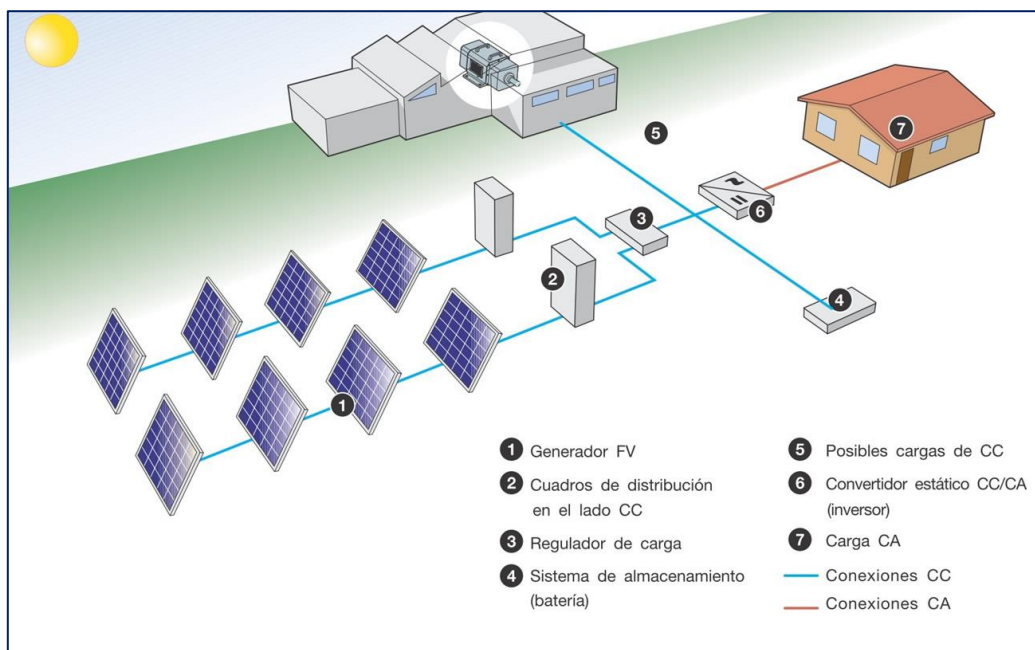


Fig. 1.1.3. Esquema distribución de microrred

1.2. Generación de energía eléctrica

Si nos referimos a la generación de energía eléctrica, rápidamente nos encontramos con un amplio abanico de tecnologías de generación, siendo las más importantes en el mix energético español:

- Energía nuclear
- Ciclos combinados (Gas natural y fuel)
- Carbón
- Energía hidráulica
- Energía eólica
- Energía solar fotovoltaica
- Energía solar térmica
- Otros (Biomasa, etc.)

Sin embargo, no todos estos tipos de tecnologías de generación eléctrica son viables a pequeña escala, por tanto, únicamente vamos a tratar las tecnologías de generación que se pueden implementar de manera viable en la vivienda unifamiliar, como son la energía solar fotovoltaica y la energía mini eólica.

1.2.1. Energía solar fotovoltaica

La energía fotovoltaica ha sufrido grandes cambios en un corto período de tiempo, ya que ha pasado de ser viable únicamente para grandes empresas y capitales a convertirse en una energía flexible en cuanto a instalación se refiere, siendo totalmente válida también para dar servicio a viviendas unifamiliares.

El motivo por el cual la energía solar fotovoltaica ha empezado a ser atractiva para los hogares es, principalmente, económico, ya que los costes de esta tecnología han ido reduciéndose a la par que la fiabilidad ha ido aumentando, lo cual se traduce en que una pequeña instalación para vivienda posee elementos cuya garantía no es inferior a 10 años, y cuya esperanza de vida supera los 20 años, tiempo suficiente no solo para amortizar la instalación sino para obtener un rendimiento económico considerable, ya que las previsiones de los precios de la energía calculan un encarecimiento anual aproximado del 7%.

De este modo, las viviendas se convierten en potenciales puntos de generación de energía, haciendo del autoconsumo energético su modo de funcionamiento habitual, consiguiendo así un ahorro considerable en el gasto de energía eléctrica.

Tipología y partes de la instalación

Por su parte, este tipo de instalaciones son sencillas, y se pueden llevar a cabo en menos de una semana en cualquier vivienda habitual.

Una instalación de generación solar fotovoltaica consta de las siguientes partes:

- Módulos solares fotovoltaicos
- Estructura para sujeción de módulos
- Inversor de corriente
- Baterías (Opcional)
- Material eléctrico (Cableados, conexiones y protecciones)

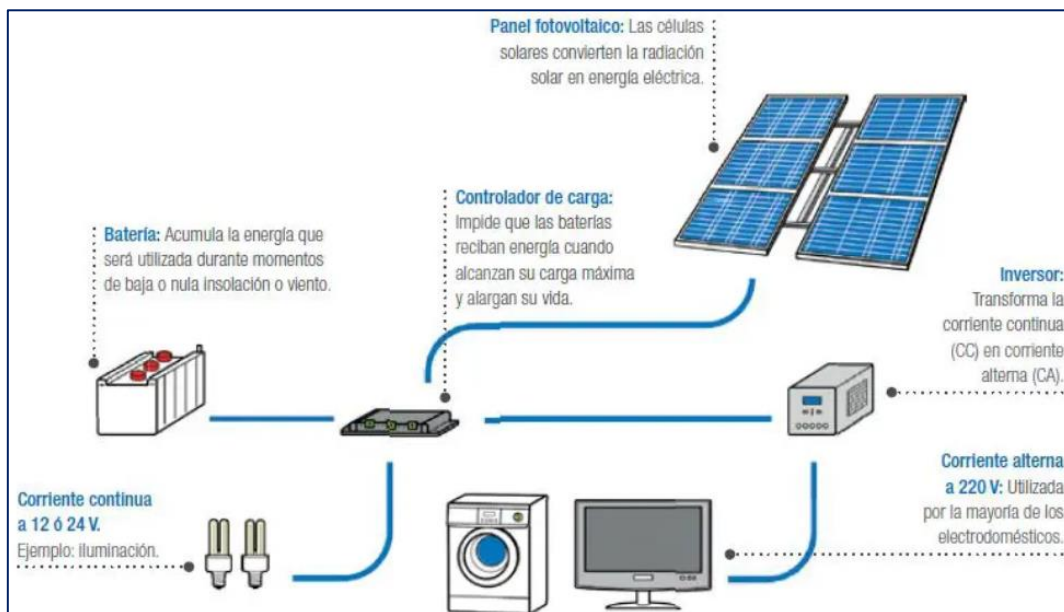


Fig. 1.2.1. Esquema instalación solar fotovoltaica

1.2.2. Energía mini eólica

La energía mini eólica funciona exactamente de la misma manera que la gran eólica, pero aportando un nivel de potencia y energía acorde al consumo energético de una vivienda unifamiliar.

Al igual que la energía eólica, la mini eólica transforma la energía cinética del aire en un movimiento giratorio gracias a sus aspas, movimiento que se traduce en generación de electricidad gracias a un alternador. Por tanto, es lógico que para aprovechar esta energía necesitamos conocer las velocidades de viento existentes en la región donde se encuentre la vivienda.

La mini eólica se encuentra un paso por detrás de la fotovoltaica debido a que es más irregular en la producción, aunque potencialmente se puede sacar mayor cantidad de energía anualmente de una instalación mini eólica donde exista un viento con las características favorables. Este caso se cumple especialmente, por ejemplo, en la provincia de Asturias, debido a las condiciones climatológicas.

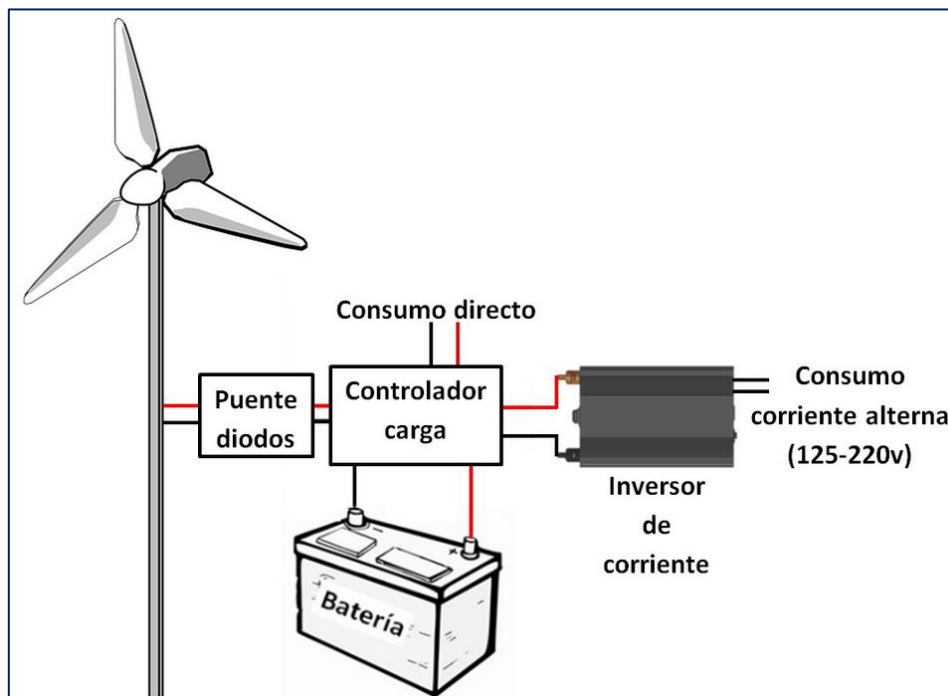


Fig. 1.2.2. Esquema instalación mini eólica

1.3. Generación de energía térmica

De los distintos tipos de generación de energía térmica, vamos a describir los que tienen una aplicación específica y viable para las viviendas unifamiliares, que serían los siguientes:

1.3.1. Energía solar térmica

La energía solar térmica aprovecha la energía que los rayos de Sol emiten en forma de radiación térmica, captando dicha energía a través de circuitos de colectores que contienen un fluido termodinámico, que aumenta de temperatura como efecto de la absorción de dicha energía. Finalmente, ésta se aprovecha para la producción de agua caliente de consumo doméstico, ya sea agua caliente sanitaria o calefacción. También puede emplearse para acondicionar el aire mediante máquinas de refrigeración por absorción, que emplean calor para producir frío.

Generalmente en su uso aplicado a la vivienda, se usan colectores de baja temperatura y acumuladores en forma de depósito aislado, donde se almacena el agua caliente.



Fig. 1.3.1. Termosolar de tubos de vacío para calentamiento de agua

Principalmente, existen dos tipos de instalaciones según el sistema de absorción: Las de circuito cerrado y las de circuito abierto dentro de la generación de agua caliente sanitaria.

En las de circuito cerrado, el fluido captador de energía térmica pasa por un intercambiador, cediendo el calor al agua de uso final. En las de circuito abierto, el agua de consumo final pasa directamente por los colectores, reduciendo costes y aumentando la eficiencia energética, pero presenta problemas por congelación o agua con alto contenido en sales, que pueden acabar obstruyendo los colectores.

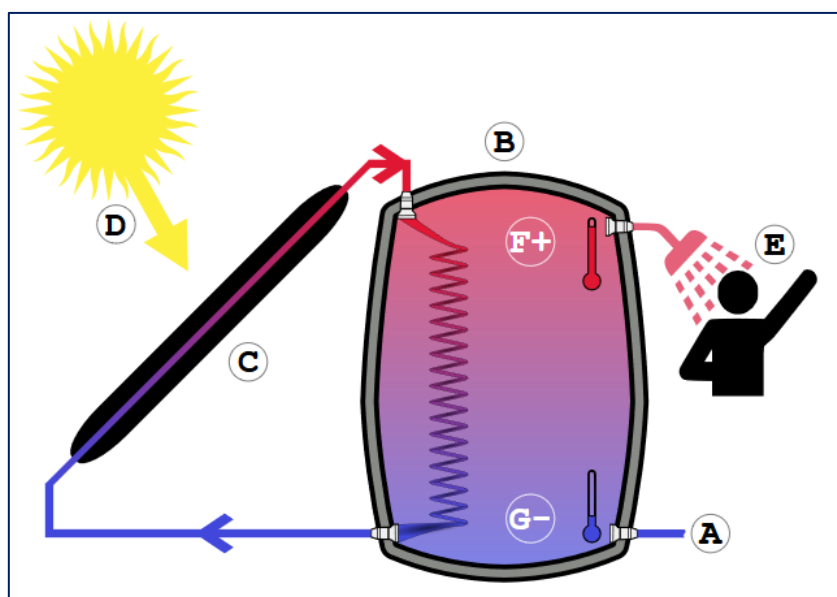


Fig. 1.3.2. Generación de agua caliente en circuito cerrado

1.3.2. Microgeneración

La microgeneración es el aprovechamiento del calor producido en la combustión de una caldera con el objetivo de aportar calor para calefacción o agua caliente sanitaria, sin necesitar ninguna otra fuente de energía térmica. De esta forma, no solo obtenemos energía térmica, sino que además lo hacemos aprovechando una energía disipada que, de otra forma, se perdería.

El funcionamiento de este sistema es sencillo, usando un dispositivo formado por una caldera que calienta agua convirtiéndola en vapor, el cual posteriormente pasa por una turbina mediante la que se genera electricidad, adaptándose a los

requisitos y peculiaridades del consumo eléctrico y aprovechando el calor residual del proceso para incorporarlo al sistema de calefacción o agua caliente sanitaria.

Lo más interesante de este proceso es, sin duda, los altos niveles de eficiencia energética que se alcanzan, ya que se aprovecha prácticamente toda la energía disponible.



Fig. 1.3.3. Calderas de microgeneración

1.3.3. Aerotermia

La aerotermia aprovecha la energía térmica contenida en el aire ambiental, mediante el uso de una bomba de calor. Estas bombas funcionan en ciclo termodinámico cerrado utilizando un gas refrigerante que transfiere calor entre dos focos a diferente temperatura, haciendo que el calor fluya del foco de mayor temperatura al foco de menor temperatura.

Es decir, estas bombas captan el calor contenido en el aire (fuente renovable), permitiendo utilizarla para la climatización. En resumidas cuentas, en el foco evaporador recoge la energía térmica del medio frío, para posteriormente cederla en el foco condensador, junto con la energía mecánica aportada al compresor.

Habitualmente estos equipos disponen de una válvula de 4 vías que hace el sistema totalmente reversible, cambiando el sentido de flujo del refrigerante y posibilitando el uso del sistema tanto para refrigeración (verano) como para calefacción (invierno). También se hace habitual el uso de este sistema para la generación de agua caliente sanitaria, en este caso únicamente en modo calefacción.

Aunque esta tecnología necesita de aporte energético externo para poder impulsar el compresor, se estima que la energía total producida es 2,5 veces superior a la necesaria para su funcionamiento gracias a la extracción de energía térmica del ambiente, con lo cual con este método nos aseguramos un 60% de la energía generada es de origen renovable.



Fig. 1.3.4. Instalación de aerotermia para vivienda unifamiliar

Capítulo 2: Estudio del consumo energético en viviendas unifamiliares

En ese capítulo se va a estudiar el consumo energético estándar de una vivienda unifamiliar atendiendo a diferentes consideraciones, estudiando minuciosamente los diferentes aspectos por los que éste puede estar afectado y finalmente exponiendo los resultados para determinar las necesidades energéticas reales a cubrir y poder adaptar así una combinación de tecnologías de generación óptimas para nuestro caso.

Adicionalmente, se van a describir ciertos aspectos referentes a la propia construcción de la vivienda que afectan al consumo energético de ésta, estudiando modificaciones que mejoren el rendimiento y minimicen las pérdidas de energía.

2.1. Consumo energético estándar en una vivienda unifamiliar

En primer lugar, se van a describir los principales factores que definen el consumo energético estándar en una vivienda unifamiliar, de forma que podamos situar importantes conceptos básicos y aclaraciones:

- *Continuidad en el consumo:* Aquí podemos distinguir entre consumos continuos (Correspondientes a cargas que consumen la misma energía las 24 horas), consumos habituales (Correspondientes a los consumos derivados de nuestros hábitos), consumos puntuales (Pueden producirse indistintamente a cualquier hora) y consumos por temporadas (Que únicamente se suelen dar durante unos meses al año, como calefacción y aire acondicionado).
- *Magnitud del consumo:* Aquí podemos agrupar en pequeños consumos (Cargadores electrónicos, televisión...), consumos medios (microondas, utensilios de cocina...) y consumos grandes (climatización, horno y electrodomésticos más potentes).

Debido a las dos principales características anteriores, podemos describir los principales electrodomésticos y demás aparatos eléctricos que producen consumo en una vivienda unifamiliar, y posteriormente clasificarlos según la continuidad y la magnitud del consumo que suponen, lo cual nos dará una idea de la forma que tendrá la curva de consumo horario en una vivienda unifamiliar:

Origen carga eléctrica	Continuidad (H)	Magnitud
Iluminación	NOCTURNA	PEQUEÑA
Televisión	PUNTUAL	PEQUEÑA
Carga aparatos electrónicos	ALEATORIO	PEQUEÑA
Refrigerador	24 H	PEQUEÑA
Lavadora / Secadora	PUNTUAL	GRANDE
Termosifón	24 H	PEQUEÑA
Vitrocerámica y horno	COMIDA Y CENA	GRANDE
Microondas	COMIDA Y CENA	MEDIA
Aire Acondicionado	VERANO	GRANDE
Radiador eléctrico	INVIERNO	GRANDE
Otros consumos	ALEATORIO	PEQUEÑA

De esta tabla se puede deducir que los consumos que existen durante las 24 horas del día son pequeños, pero siempre están presentes. Por tanto, vamos a tener un consumo mínimo “remanente” representado por una línea horizontal en la gráfica de consumo, del cual será imposible bajar.

Por otro lado, la mayoría de los consumos puntuales y aleatorios pertenecen a consumos pequeños, exceptuando electrodomésticos de lavado y secado de ropa, que suelen distribuirse siempre en las mismas horas, aunque se den en distintos días. Por tanto, suponen picos habituales en nuestras curvas, que suelen darse en las horas de mayor presencia y actividad en la vivienda, es decir, desde el amanecer hasta el anochecer.

Por su parte, los consumos medios y grandes suelen estar relacionados con un horario habitual establecido, como es el caso de los electrodomésticos de cocina, que se usan en las horas previas a las comidas y mayoritariamente al mediodía y al

anochece. Sin embargo, algunos de estos consumos solo se dan en determinadas épocas del año, como son el aire acondicionado y la calefacción. Esto va a causar una diferencia de consumos entre los meses de clima más extremo y los meses de clima más suave (mayor consumo en invierno y verano).

Por todo lo anterior, podemos describir la curva de consumo medio de una vivienda unifamiliar en la siguiente imagen:

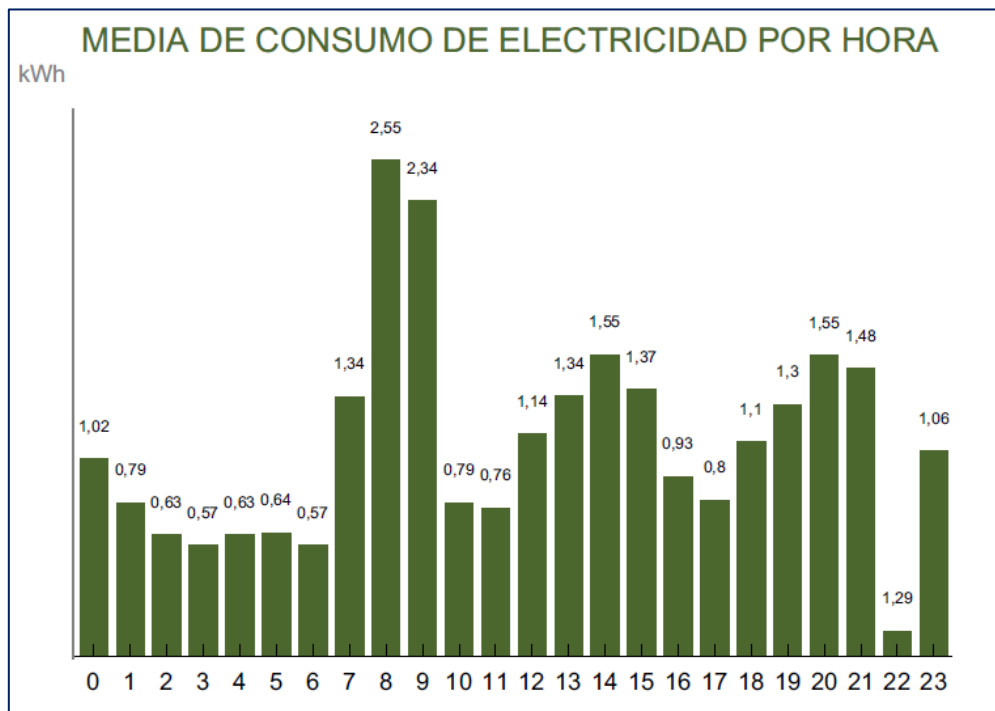


Fig. 2.1.1. Consumo medio de electricidad por hora

El anterior cuadro define el consumo eléctrico medio estándar de una vivienda unifamiliar, en el cual podemos destacar todos los aspectos anteriormente definidos.

Se observa que el consumo es mayor en las horas próximas a la comida y la cena, ya que es cuando la vivienda está ocupada y se hacen uso de los electrodomésticos de cocina. También podemos observar que el pico de consumo se da en las primeras horas del día, quizá motivado porque coincide con la hora del desayuno (Uso de cocina), el uso de las duchas (ACS) y podría ser habitual en estas horas el uso de electrodomésticos como lavadora y secadora.

De este modo, queda definido el perfil de consumo medio de una vivienda unifamiliar.

2.2. *Factores de diseño en la vivienda: Diseño y construcción*

Cuando se habla de ahorro energético en la vivienda, a menudo se suele pensar que la manera más eficiente para reducir el consumo y, consecuentemente, el gasto económico y la huella de carbono que conlleva es reducir el tamaño de la vivienda u optimizar el gasto energético de los diferentes electrodomésticos que tienen uso en la vivienda.

Sin embargo, hay aspectos intrínsecos a la construcción de nuestra vivienda que pueden significar un importante ahorro energético, incluso dado el caso, mayor aún si cabe que el ahorro derivado de otras actuaciones posteriores.

De hecho, gran parte de la energía que usamos para climatizar e iluminar nuestra vivienda está en gran parte desaprovechada, de modo que el derroche de energía producido impacta negativamente no solo en nuestro bolsillo, sino en el medio ambiente.

La razón por la que esto ocurre es muy sencilla: Nuestras viviendas están mal diseñadas y construidas. Por ello, se definen 4 aspectos básicos relacionados con el diseño y construcción de nuestra vivienda que afectan directamente a la eficiencia energética, que son los siguientes:

- **Una orientación estratégica:** Las viviendas, al igual que los girasoles, deberían seguir al sol, esto es: orientación sur en el hemisferio norte, y orientación norte en el hemisferio sur.

Otro aspecto importante es el clima del lugar donde se vaya a construir la vivienda, lo que exigirá la implementación de distintos elementos tales como parasoles, o el tamaño de las ventanas.

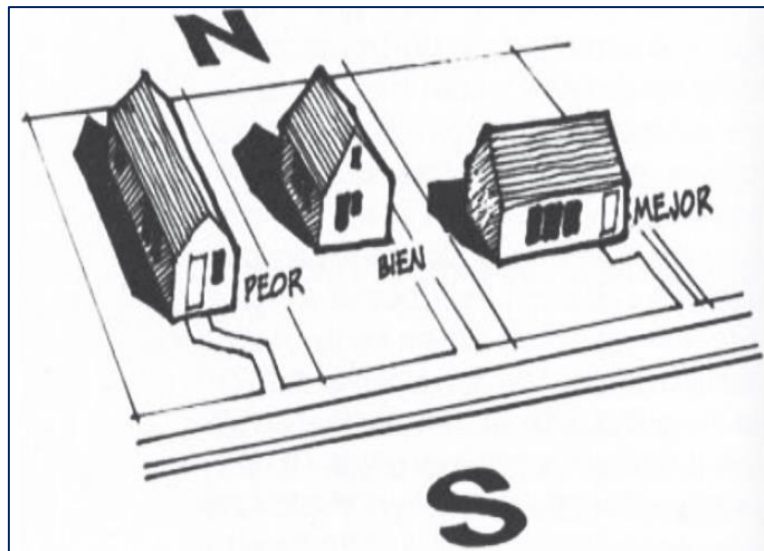


Fig. 2.2.1. Distintas orientaciones y repercusión en eficiencia energética

- **Diseño bioclimático:** Se enfoca en el comportamiento eficiente de la vivienda en términos de acústica y eficiencia térmica. Se busca que la vivienda sea lo más confortable posible e incluya todas las comodidades, pero minimizando el consumo energético mediante el uso de materiales que regulen la incidencia del clima externo en nuestra vivienda.
- **Aislamiento térmico:** Un buen aislamiento térmico evita las mayores pérdidas de energía que se pueden producir en una vivienda. Materiales como la lana de roca o la espuma de poliuretano son ejemplos de efectividad a la hora de aislar térmicamente una vivienda.



Fig. 2.2.2. Colocación de material aislante en paredes

- **Ventilación natural y controlada:** Esta técnica se puede utilizar, sobre todo, en lugares de gran altitud, y se logra con la ventilación cruzada, mediante el uso de vanos, puertas y ventanas de forma que permitan la libre circulación de aire en el interior de la vivienda.

Por supuesto, un aspecto importante es la hermeticidad de las ventanas, que deben de ser de alta calidad, ya que hasta un 20% de la energía se pierde a través de los huecos de las estancias (puertas, ventanas y puentes térmicos), por el uso de productos de mala calidad.



Fig. 2.2.3. Ventilación natural forzada

Por todo lo anterior, podemos concluir que adaptar el diseño de la vivienda al clima del lugar en el que es construida tiene como resultado la mejora de la eficiencia energética de forma directamente proporcional.

Utilizando las transferencias de energía térmica de manera correcta, aprovechando la iluminación natural y otros recursos de la tierra (Vegetación, tierra, humedad...) se aumenta la eficiencia energética a la vez que se eliminan o minimizan usos de sistemas de calefacción o climatización, permitiendo un mínimo coste energético y reduciendo el impacto ambiental.

De igual forma, con el apoyo de tecnologías de generación de energía renovables como son la fotovoltaica, térmica o mini-eólica entre otras se maximiza el ahorro en el coste energético, asimismo reduciendo de manera drástica el impacto ambiental.

Capítulo 3: Estudio de viabilidad de las tecnologías de generación

En este capítulo se van a exponer las posibilidades reales de implementación de las distintas tecnologías de generación renovable en cuanto al ahorro energético se refiere, comparando las distintas ventajas que cada una de ellas nos ofrece con la implementación en la vivienda.

3.1. Implantación de tecnologías de generación de energía térmica

3.1.1. Energía solar térmica

En el caso de la energía solar térmica, nos encontramos con una aplicación directa, que es la generación de calor para la obtención de agua caliente sanitaria para sus distintos usos.

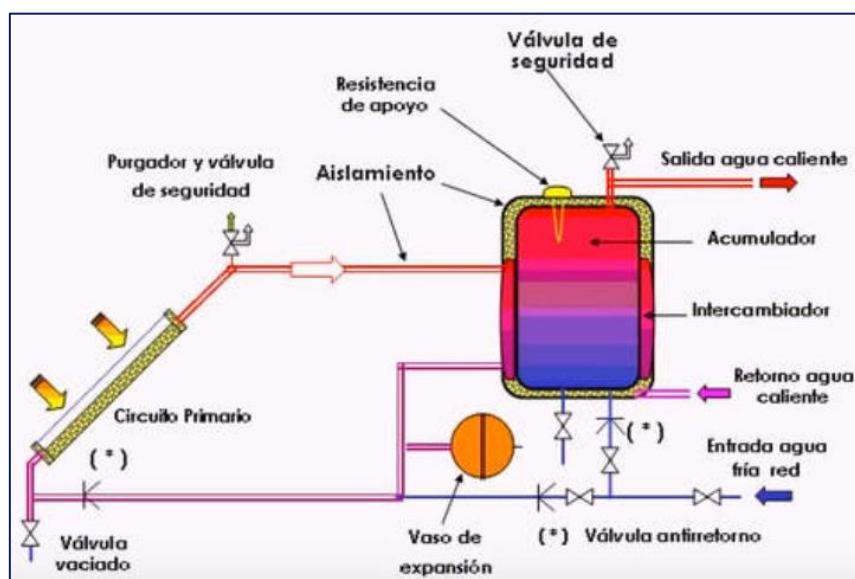


Fig. 3.1.1. Funcionamiento acumulador Agua Caliente Sanitaria

En España, desde que existiera el cambio de normativa de construcción para edificios en 2009, es obligatorio para todas las viviendas de edificios el uso de esta tecnología para obtener agua caliente sanitaria, ya que cumple las siguientes ventajas:

- Respetuosa con el medio ambiente
- Fácil de instalar
- Mantenimiento mínimo
- Coste bajo rápidamente amortizable
- Junto al acumulador funciona como termosifón todo en uno

De este modo, podemos adquirir un kit de acumulación de agua caliente sanitaria con capacidad de hasta 200 L. (Equivalente a un termo de 100 L.) mediante energía solar térmica por unos 1.500€, con lo que nos podremos olvidar del consumo que supone el calentador de agua eléctrico, ahorrando una media de hasta 5 kWh diarios, con un coste asociado de unos 20€ mensuales, con lo que en unos 7 años tendríamos amortizado el kit y disfrutaríamos de agua caliente sanitaria gratuita.

3.1.2. Microgeneración

De todas las tecnologías de generación de energía térmica, esta es quizá la que menos podemos encontrar en el ámbito residencial, debido principalmente a dos factores relacionados con el consumo de energía:

- Consumos pequeños: En la mayoría de hogares, el consumo asociado a agua caliente sanitaria o a calefacción es reducido para las capacidades de la microgeneración, la cual mediante equipos pequeños suministra 5.5kW eléctricos y 12.5kW térmicos.
- Intermitencia en el consumo: El agua caliente sanitaria es un recurso que requiere de un aporte continuo de energía para mantenerse entre niveles aceptables, siendo esta una cualidad difícilmente adaptable a la microgeneración, ya que tendría que generar electricidad que se perdería al mismo tiempo para mantener el recurso de ACS intacto.



Fig. 3.1.2. Equipo de micro-generación compacto

Por otro lado, esta tecnología no pertenece al grupo de generación renovable, ya que funciona con combustibles fósiles convencionales, normalmente GLP y gas natural. Debido a este motivo y los anteriores, se descarta como tecnología de generación de energía térmica respetuosa con el medio ambiente.

3.1.3. Aerotermia

Es en el caso de la aerotermia donde encontramos el uso más general en cuanto a climatización se refiere, ya que con esta tecnología cubrimos las necesidades tanto de generación de agua caliente sanitaria como de calefacción, ya sea por medio de radiadores de pared o suelo radiante (Una muy buena opción para ambientes fríos y templados).

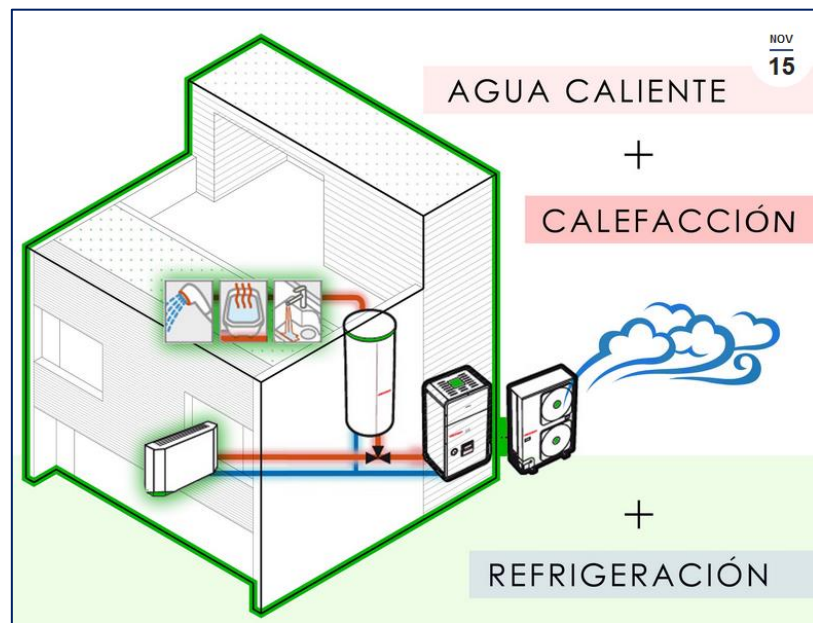


Fig. 3.1.3. Esquema de funcionamiento aerotermia

Otra ventaja que posee la aerotermia es que, invirtiendo el funcionamiento del ciclo de la bomba de calor, se logra variar su uso a sistema de refrigeración, de forma que podemos tener un control total del clima interior de la vivienda con un solo equipo.

De esta forma, la aerotermia se postula como la sucesora natural de los equipos de aire acondicionado convencionales, de manera que expande el uso de bomba de calor no solo para climatización, sino para uso de agua caliente sanitaria.

3.2. Implantación de tecnologías de generación de energía eléctrica

3.2.1. Energía solar fotovoltaica

En lo que respecta a este tipo de energía, nos encontramos con que posee peculiaridades propias de las energías renovables, destacando una que nos va a condicionar la validez de la implementación para esta tecnología: su intermitencia.

Como podemos recordar, el consumo de energía en una vivienda particular se produce también de forma intermitente, pero cumple un patrón que ya hemos podido comprobar anteriormente.

Al igual que el consumo energético, la generación de energía fotovoltaica depende sustancialmente del clima y, sobre todo, de la orientación del sol en cada momento del día. Así, nos encontramos con que únicamente se puede producir energía eléctrica mediante esta tecnología en las horas en las que hay sol, es decir, del amanecer al anochecer.

Pero no solo eso, además, la cantidad de potencia disponible de una fuente de energía solar fotovoltaica es diferente a cada hora, ya que la instalación de los módulos solares es estática, así que la perpendicularidad del sol varía no solo por la hora del día, sino por la época del año.

Se estima que una instalación solar puede aportar, de media, 1500 kWh de energía anual por cada kW de potencia instalado. De esta forma, se podría pensar que, si en un hogar medio español se consumen unos 6.000 kWh anuales, con una instalación de 4 a 5 kW pico podríamos tener cubierto todo el consumo, pero esto no es así. ¿Por qué?

Pues esto es debido a que no toda la energía producida se aprovecha instantáneamente consumiéndola, esto es, no toda la energía producida se autoconsume en el momento. Por ello, para aprovechar realmente la instalación, hemos de tener una alta tasa de energía autoconsumida (o tasa de autoconsumo).

En el siguiente gráfico se puede observar lo que ocurre si casamos la curva de generación fotovoltaica con la curva de consumo horaria, obteniendo en verde la energía autoconsumida y, en rojo, la energía sobrante o “excedentes”, que con la normativa actual pueden ser compensados económicamente, pero a un precio bajo.

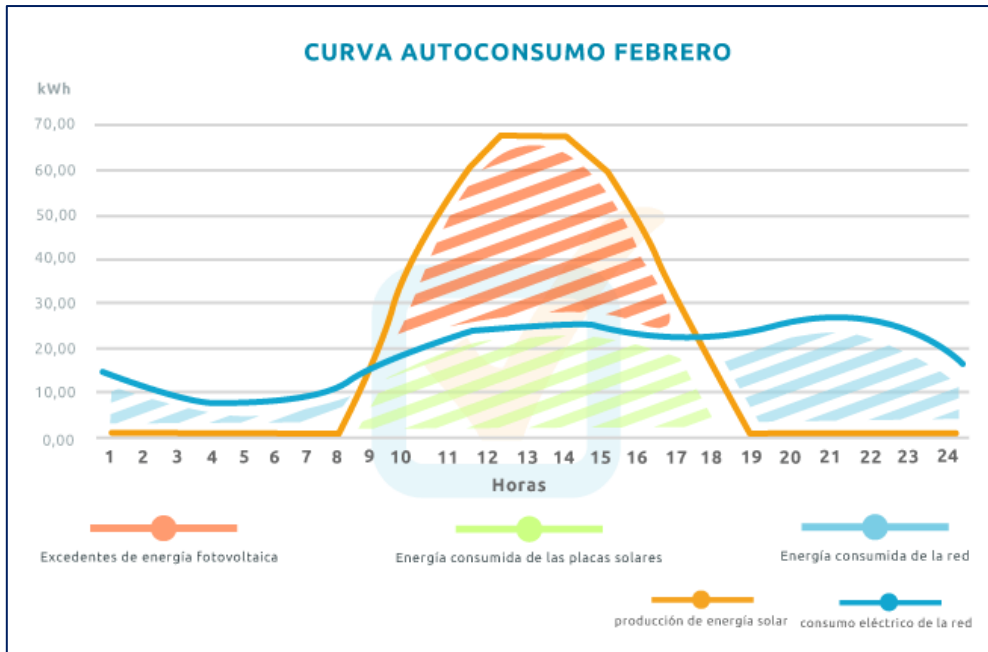


Fig. 3.2.1. Curva de consumo (azul) y curva de generación fotovoltaica (naranja)

Los excedentes suponen energía que se vierte a la red y no se recupera de ninguna forma, por lo que hemos de tratar de optimizar la instalación solar de manera que se reduzcan al máximo.

De este modo, la implementación de una instalación de energía solar fotovoltaica en la vivienda ha de ser lo suficientemente grande como para cubrir el consumo aproximado en las horas de generación fotovoltaica, pero sin sobrepasar un cierto límite. Se puede considerar que la energía excedentaria no debe suponer más allá de un 20 % de la energía generada para una amortización sostenible.

3.2.2. Energía mini-eólica

Respecto a la energía mini-eólica, podemos considerar que ya está en su fase de madurez, presentando un desarrollo comercial bastante extendido. La instalación de esta tecnología está muy relacionada con viviendas aisladas, siempre teniendo en cuenta que se instale en zona de vientos, esencial para producir energía a partir de las palas.

Actualmente, podemos clasificar los aerogeneradores para uso doméstico que nos podemos encontrar en el mercado en generadores de pequeña potencia para bombeo y minigeneradores para generación eléctrica.

La instalación de un aerogenerador combinado con energía solar fotovoltaica para generación de electricidad tiene la principal ventaja de que son tecnologías que se complementan muy bien.

Esto es debido a que cuando la producción solar es más acusada (meses de verano, horas centrales del día) el viento es menor, por lo que la solar funciona muy bien y la eólica apenas aportaría energía; y al revés, en días oscuros y de tormenta, se producen rachas de viento que hacen funcionar al generador eólico por encima de la instalación solar.



Fig. 3.2.2. Instalación híbrida eólica y solar

Sin embargo, nos encontramos que la mayor dificultad para la instalación de un minigenerador en una vivienda es a la hora de elegir ubicación. La instalación de un minigenerador, a diferencia de los módulos solares, es más compleja, ya que tenemos que asegurar que el generador va a estar a una altura suficiente como para que la vivienda no suponga obstáculo con respecto al viento.

De esta forma, necesitamos encontrar un lugar en la vivienda donde podamos instalar el poste que sujetará el aerogenerador, que normalmente se debe elevar mínimo 6 metros sobre la vivienda. Por otro lado, la instalación es relativamente sencilla, ya que simplemente conectando el aerogenerador al poste e instalando el poste por su base, tendríamos la instalación lista.

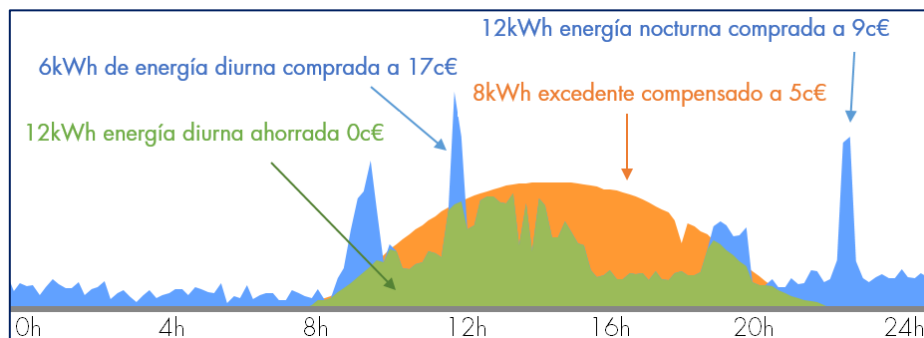


Fig. 3.2.3. Resumen económico balance energético vivienda

3.3. Tecnologías de almacenamiento

En este subcapítulo vamos a tratar una tecnología adicional que, si bien no tiene nada que ver con la generación, es un complemento que definitivamente hará imprescindible la implementación de energías renovables de manera definitiva como sustitutas de la generación convencional de energía, tanto en industrias, empresas como viviendas.

El almacenamiento de energía ofrece la posibilidad de eliminar el factor horario del consumo y la generación, ya que, en caso de generar más energía de la que se esté consumiendo en el mismo instante, esta se puede almacenar en baterías para, posteriormente, ser utilizada cuando el consumo sea superior a la generación.

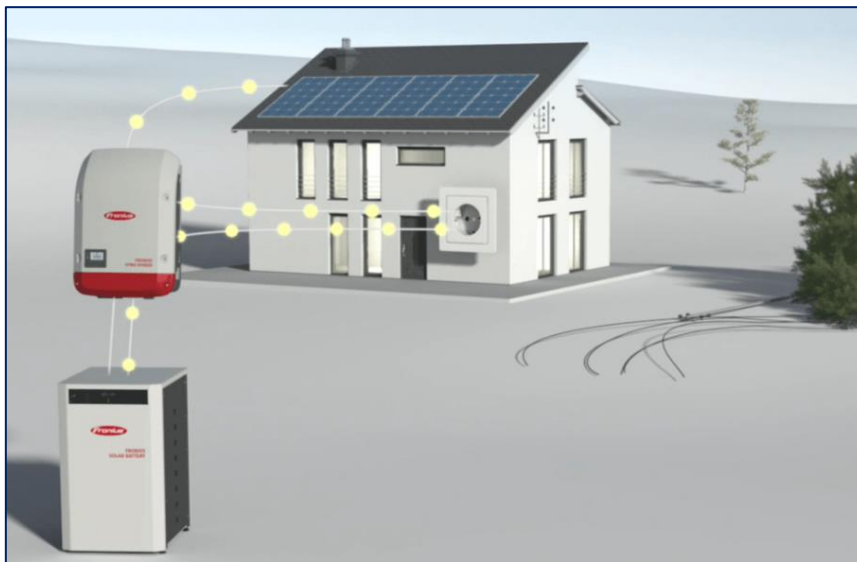


Fig. 3.3.1. Apoyo de almacenamiento mediante baterías junto instalación solar

Esta tecnología se complementa de forma excepcional con tecnologías de generación renovable ya que estas son intermitentes. De este modo, instalando una batería para almacenamiento de energía acompañando a nuestra instalación de energía renovable, haremos que la mayoría de días no sea necesario acudir a la red eléctrica para abastecernos de energía.

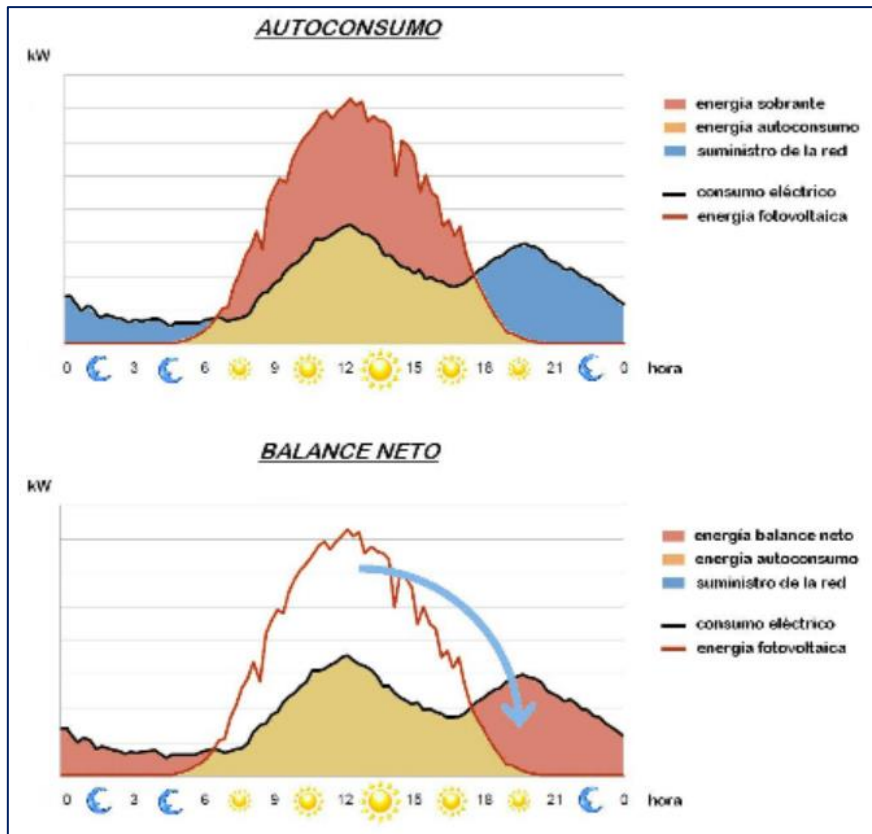


Fig. 3.3.2. Efecto del almacenamiento de energía en el aprovechamiento de excedentes

En la imagen anterior se explica de forma gráfica el efecto que tiene el aprovechamiento de la energía generada excedente para aprovecharla cuando no hay generación o ésta es menor que el consumo.

Capítulo 4: Tecnologías de gestión y control de la energía

En este capítulo se van a describir tecnologías de gestión y control de la generación y del consumo energético de la vivienda, maximizando el ahorro y el coste económico de la operación energética aprovechada.

4.1. Almacenamiento inteligente de energía

El almacenamiento de energía eléctrica en general y, en particular, la introducción de baterías como forma de almacenamiento en las viviendas unifamiliares, supone la clave para una penetración definitiva de las energías renovables en el mix energético.

Las baterías permiten jugar con la forma de la generación solar, desplazando la generación de energía a aquellos momentos en los que existe consumo. La generación solar está mayoritariamente concentrada en los momentos en los que el usuario de la vivienda no se encuentra, y por tanto esa energía es almacenada para ser utilizada posteriormente.



Fig. 4.1.1. Sistema de baterías PowerWall (Tesla)

Por otro lado, existe otro tipo de almacenamiento que abarataría de forma enorme el costo de la instalación, ya que no necesitaríamos adquirir ningún elemento de almacenamiento adicional que incrementara el coste de esta forma. Se trata del conocido como balance neto.

El balance neto es el intercambio de energía a tiempo real con la red eléctrica de distribución, haciendo que la generación eléctrica excedentaria de nuestra instalación se derive a los consumos cercanos existentes en dicha red.

Por otro lado, esta energía excedentaria vertida a red nos sería compensada de forma que podamos consumir gratuitamente la misma cantidad que hemos vertido cuando dispongamos de un consumo mayor que la generación.

De esta forma, el almacenamiento de energía se produciría en la propia red eléctrica, por tanto, no sería necesaria la instalación de baterías.

Sin embargo, hoy en día, no es posible este modo de almacenamiento, ya que no tiene en cuenta las pérdidas de energía en la red ni los cálculos de generación de energía en centrales por el operador del sistema, dificultando la operación.

Por otro lado, el almacenamiento inteligente es el que integra elementos de almacenamiento puro (baterías) con electrónica de potencia para la gestión de energía, de modo que adaptemos los consumos a los momentos en que dispongamos de una cantidad de energía suficiente para cubrirlos.

De este modo, los consumos grandes que tengan que ver con climatización o uso de la cocina, serán controlados por un ordenador inteligente, de forma que, si se dispone de una cantidad de energía almacenada, el ordenador pueda automatizar el proceso de climatización para unas horas determinadas.

Esto se hará optimizando los flujos de energía y evitando los precios más altos de la energía cuando esta no tenga más remedio que provenir de la red, por ejemplo.

4.2. Tecnología de almacenamiento V2G: Implantación del coche eléctrico como solución polivalente

Vehicle-to-grid, o V2G por sus siglas en inglés, se traduce como “del vehículo a la red” y no es otra cosa que utilizar la energía almacenada en un vehículo eléctrico para consumirla en la vivienda, cuando éste no se esté utilizando.

Es decir, esta tecnología lo que permite es utilizar las baterías que posee un vehículo eléctrico como almacenamiento de la vivienda, de modo que no sea necesario adquirir un pack de baterías estacionario específico para nuestra vivienda.

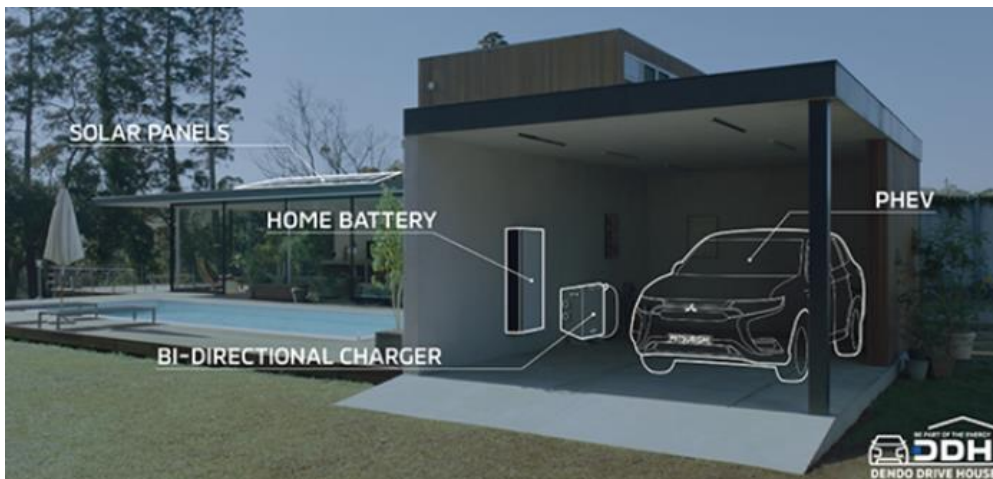


Fig. 4.2.1. Sistema V2G para almacenamiento de energía

De este modo, tendríamos siempre disponible la energía generada mediante nuestra instalación a cualquier hora del día en que nos fuese necesaria, de igual forma que si tuviéramos instalado un equipo de baterías en nuestra vivienda y, además, gozando de una serie de ventajas, como la capacidad de la batería, que en vehículos eléctricos es lo suficientemente grande como para albergar la energía producida de varios días de nuestra instalación.

4.3. Introducción a la domótica [3]

En este subcapítulo vamos a ver como otra tecnología, la domótica, puede aportar mucho sobre el ahorro energético.

La domótica se define como la aplicación del control y la automatización a la vivienda unifamiliar tradicional, consiguiendo, de una forma inteligente, confort, seguridad y un ahorro energético por aumento de eficiencia de recursos.

En este sentido, la domótica gestiona elementos de control que contribuyen al ahorro de agua, electricidad y combustibles, notándose sus efectos tanto en el aspecto económico (menos coste) como en el ecológico (menos consumo de energía).



Fig. 4.3.1. Gestión de elementos con domótica

Dentro del campo de la Electricidad, que es el que estamos tratando en este TFE, nos encontramos con la iluminación:

- Sistemas de iluminación eficientes: adaptan el nivel de iluminación en función de la variación de la luz solar, la zona de la casa o la presencia de personas, ajustándola a las necesidades de cada momento.

Por ejemplo, detectan la presencia de personas en zonas de paso, como los pasillos de la vivienda o de las zonas comunes de un edificio, y las iluminan sólo cuando es necesario.

- Control automático e inteligente de toldos, persianas y cortinas de la vivienda: permite que se aproveche al máximo la luz solar
- Control automático de encendido y apagado de las luces: Permite evitar dejar luces encendidas de forma innecesaria.
- Control de forma automática de luces exteriores en función de la luz solar.

Otro ejemplo es la climatización:

- Sistemas de calefacción: Adaptando la temperatura de la vivienda en función de las necesidades reales y de la temperatura real exterior a cada momento, teniendo en cuenta la hora del día, la zona de la vivienda y la presencia de personas.

Y el último caso, los electrodomésticos:

- Control de la puesta en marcha de los electrodomésticos programando su funcionamiento en horas donde el precio de la energía de la red es menor.
- Detección y gestión del consumo “Stand-by”
- Programación de desconexión de circuitos eléctricos no necesarios, como el del aire acondicionado, para no sobrepasar la potencia contratada.

Además, la monitorización de la calidad del suministro eléctrico permite, además, notificar información al suministrador de electricidad, mejorando el funcionamiento general del sistema para ajustar con más precisión los patrones de generación de electricidad.

Capítulo 5: Ejemplo práctico de implantación de generación renovable en vivienda

En este capítulo se va a exponer un ejemplo práctico real del estudio de implantación de las anteriores tecnologías de generación de energía y gestión y control de esta.

5.1. Estudio de las necesidades de la vivienda

La vivienda de la cual se va a desarrollar el estudio es, en este caso, una vivienda de planta baja con jardín tipo chalet, de tipo uso residencial para vivienda unifamiliar. Esta vivienda está situada en el parador de Agridulce, al noroeste del campus de Espinardo (Universidad de Murcia), por lo que las condiciones climáticas serán las referentes a esta zona.



Fig. 5.1.1. Imagen 3D de la vivienda obtenida por Google Maps

El primer paso es estudiar el consumo energético existente en la vivienda, para lo cual, tras pedirle las claves de la comercializadora al cliente, se obtiene un Excel con el perfil de consumo horario completo de la vivienda, del que se obtiene la curva media diaria por mes de consumo:

FECHA	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24
01/03/2020	1626	1645	1062	1626	1645	1062	1005	970	1638	1014	5178	6016	6016	5178	5178	6016	1331	1629	880	1062	1005	1062	1005	1062
02/03/2020	1046	1293	966	1046	1293	966	957	947	886	896	4160	4298	4298	4160	4160	4298	1414	874	909	966	957	966	957	966
03/03/2020	986	950	944	986	950	944	982	938	864	893	4154	4275	4275	4154	4154	4275	1366	890	864	944	982	944	982	944
04/03/2020	954	989	973	954	989	973	966	902	880	896	4141	4278	4278	4141	4141	4278	1357	896	899	973	966	973	966	973
05/03/2020	960	960	979	960	960	979	966	896	893	896	4218	4301	4301	4218	4218	4301	1389	890	874	979	966	979	966	979
06/03/2020	989	986	960	989	986	960	963	925	877	864	877	4298	4298	4147	4147	4298	1338	986	2992	960	963	960	963	960
07/03/2020	966	934	970	966	934	970	970	886	854	890	854	893	4310	4234	4234	4310	1405	874	854	970	970	970	970	970
08/03/2020	966	934	960	966	934	960	966	877	867	883	867	877	4304	4202	4202	4304	1334	848	877	960	966	960	966	960
09/03/2020	938	970	963	938	970	963	934	896	883	864	883	854	4301	4198	4198	4301	1376	890	883	963	934	963	934	963
10/03/2020	989	947	957	989	947	957	979	890	870	886	870	867	4336	4234	4234	4336	1434	893	864	957	979	957	979	957
11/03/2020	1072	1046	1040	1072	1046	1040	1059	992	934	976	934	883	4419	4262	4262	893	1434	973	954	1040	1059	1040	1059	1040
12/03/2020	1072	1050	1030	1072	1050	1030	1066	998	947	938	947	870	4432	4310	4310	877	1386	893	883	1030	1066	1030	1066	1030
13/03/2020	1066	1066	1037	1066	1066	1037	1034	1005	973	954	973	934	4336	4234	4234	854	3805	1238	1942	1037	1034	1037	1034	1037
14/03/2020	1104	1619	1907	1104	1619	1907	1600	1635	1398	1322	1398	947	4950	4320	4320	867	2656	1738	3648	1907	1600	1907	1600	1907
15/03/2020	1290	973	1171	1290	973	1171	960	941	1622	950	1622	973	6051	5594	5594	883	1421	1776	1043	1171	960	1171	960	1171
16/03/2020	960	947	928	960	947	928	944	902	851	848	851	1398	4640	4160	4160	870	1296	864	893	928	944	928	944	928
17/03/2020	944	954	960	944	954	960	947	854	838	870	838	1622	4291	4179	4179	934	2707	1114	1139	960	947	960	947	960
18/03/2020	1101	1530	1600	1101	1530	1600	1229	1664	1114	1213	1114	851	4963	4566	4566	947	2906	1955	1805	1600	1229	1600	1229	1600
19/03/2020	1453	1731	1478	1453	1731	1478	1821	2582	1344	2880	1344	5642	5642	4669	4669	973	2976	2448	3622	1478	1821	1478	1821	1478
20/03/2020	1299	1283	1126	1299	1283	1126	1363	4000	1181	1923	1181	5722	5722	5542	5542	1398	3062	2186	1792	1126	1363	1126	1363	1126
21/03/2020	1354	1878	1875	1354	1878	1875	1670	2067	1437	1037	1437	5920	5920	5258	5258	1622	2739	2374	3686	1875	1670	1875	1670	1875
22/03/2020	1158	950	1123	1158	950	1123	1261	1334	1702	1395	1702	5565	5565	5152	5152	851	3850	1648	1539	1123	1261	1123	1261	1123
23/03/2020	1206	1142	986	1206	1142	986	1440	1702	3526	1334	3526	6464	6464	5859	5859	6464	2960	1382	1414	986	1440	986	1440	986
24/03/2020	1062	1514	2032	1062	1514	2032	1798	2765	1427	1510	1442	4835	4835	4442	4442	4835	2688	2134	2083	2032	1798	2032	1798	2032
25/03/2020	1002	1402	1286	1002	1402	1286	1750	2074	2291	2614	4730	5600	5600	4730	4730	5600	3222	1206	1341	1286	1750	1286	1750	1286
26/03/2020	1165	1184	1453	1165	1184	1453	1216	1853	2285	2253	4627	5286	5286	4627	4627	5286	2950	1830	1981	1453	1216	1453	1216	1453
27/03/2020	1040	1139	1158	1040	1139	1158	1846	2093	1776	1930	4618	5389	5389	4618	4618	5389	2832	1526	2038	1158	1846	1158	1846	1158
28/03/2020	1443	1187	1443	1443	1187	1443	1101	1344	1821	1907	5267	5616	5616	5267	5267	5616	3430	2054	2160	1443	1101	1443	1101	1443
29/03/2020	2013	1776	1830	2013	1776	1830	1715	1786	2544	3322	4698	6634	6634	4698	4698	6634	5421	2618	2250	1830	1715	1830	1715	1830
30/03/2020	1174	1014	1392	1174	1014	1392	1200	1267	2240	1354	6022	4246	4246	6022	6022	4246	5014	1898	1558	1392	1200	1392	1200	1392
31/03/2020	1107	1142	1446	1107	1142	1446	1056	2035	1690	1315	5408	3670	3670	5408	5408	3670	2262	2416	1757	1446	1056	1446	1056	1446

Fig. 5.1.2. Tabla de consumos medios al mes

Observando dicha curva, podemos deducir que las horas de mayor consumo coinciden con las horas centrales del día, concretamente de 8:00h a 20:00h. Dicho consumo viene dado por las diferentes cargas que nos comenta el cliente, resumidas en la siguiente tabla:

Fuente consumo	kWh / día	% respecto total
Lavadora, Lavavajillas, secadora	7	10,3 %
Cocina	12	17,7 %
Climatización	23	33,8 %
Bomba de calor piscina	8	11,8 %
Iluminación	6	8,8 %
Consumos residuales permanentes	12	17,7 %

Tal y como podemos apreciar, los elementos que suponen un mayor consumo (exceptuando los consumos residuales permanentes) son los electrodomésticos de la cocina y la climatización, seguidos por los demás electrodomésticos y la bomba de calor de la piscina. De esta forma, con energía solar fotovoltaica, energía solar térmica y aerotermia podríamos cubrir hasta un 60% del consumo.

Por tanto, entendemos que, según la naturaleza de los consumos y los hábitos del cliente, podemos adaptarnos a determinadas tecnologías de generación renovable, de manera que supongan el máximo ahorro energético. Sin embargo, para conocer con más exactitud la aptitud de implantación de las distintas energías, es necesario conocer determinados datos acerca de la vivienda, que se enumeran a continuación:

- Orientación y disposición de cubiertas
- Condiciones climáticas
- Mapa de vientos
- Preferencias estéticas

En primer lugar, podemos observar que tanto la orientación como la disposición de cubiertas en la vivienda nos indica una gran facilidad de implementación para una pequeña *instalación solar fotovoltaica* y un *ACS*, ya que la vivienda posee una cubierta específica orientada prácticamente al sur e inclinada unos 22°, valor muy cercano al óptimo para esta latitud.



Fig. 5.1.3. Cubiertas elegidas para la ubicación de módulos solares

En segundo lugar, observando las condiciones climáticas en la ubicación donde se encuentra la vivienda, nos encontramos con un clima cálido, cercano al Ecuador. Por tanto, se deduce que se va a producir un mayor gasto energético derivado de la climatización en verano, ya que las temperaturas cálidas serán más extremas que las temperaturas frías del invierno.

Además, la vivienda posee piscina, por lo que sería interesante un sistema de *Agua Caliente Sanitaria* o ACS que diese suministro tanto a la piscina como a la vivienda.

En tercer lugar, en cuanto al mapa de vientos, en esta zona en concreto nos encontramos con una orografía prácticamente de llanura, ya que estamos dentro de un valle rodeado por las cordilleras prebética, subbética y penibética, por lo que en principio no existe un perfil de vientos interesante de cara al aprovechamiento de energía mini-eólica.

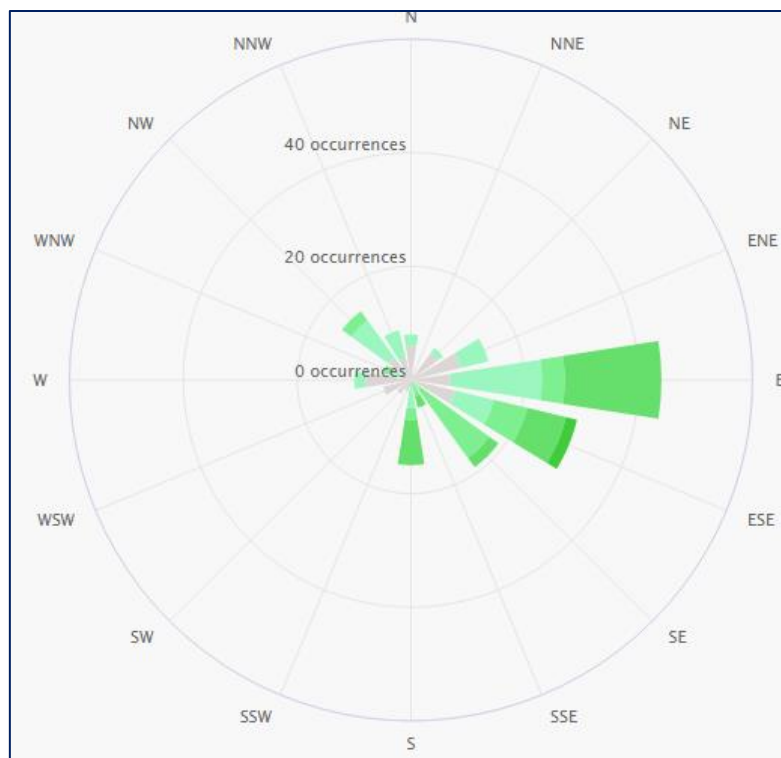


Fig. 5.1.4. Rosa de los vientos en el municipio de Murcia

En cuarto y último lugar, las preferencias estéticas del cliente en este caso no interfieren con la intención de instalar módulos solares en dicha cubierta ni la posible instalación de aerotermia, la cual se podría instalar en la terraza central superior sin ningún tipo de problema.

Cabe destacar que la estructura soporte para los módulos solares se va a colocar de forma coplanar a la superficie, dejando la mínima distancia de separación para evitar modificar la forma del tejado y que estéticamente entre dentro de los estándares solicitados por el cliente.

5.2. *Implantación de tecnologías de generación para nuestra vivienda*

Dada la información obtenida tras el análisis del consumo y las características de la vivienda en el anterior subcapítulo, vamos ahora a definir las distintas tecnologías con mayor capacidad de implantación en la vivienda.

5.2.1. *Instalación solar fotovoltaica*

Tal y como se puede observar, el consumo es mayor en los meses de verano y también en los de invierno, incluso superando al verano. Por tanto, se va a diseñar la instalación de modo que la producción de excedentes sea mínima, garantizando un alto porcentaje de energía auto consumida instantáneamente respecto de la generada. Dado que no se han facilitado datos del consumo horario, la fiabilidad de este estudio queda limitada a esta estimación, no pudiendo así garantizar los resultados de ahorro, pero dando una idea bastante real del ahorro esperado.

Por otro lado, disponemos de las facturas de la segunda parte del año 2018, con un precio de la energía inferior al contratado en 2019 y, por tanto, un ahorro inferior al que podríamos tener actualmente.

En el emplazamiento elegido, se estima que la producción de energía solar será un 60% menor en el mes más desfavorable (normalmente diciembre), dependiendo también de las condiciones climatológicas.

Se diseña la instalación tal que comprende un total de 16 módulos solares, dando una potencia máxima de 5,10 kWp.

A continuación, se expone el estudio de rendimiento original de la instalación fotovoltaica para la vivienda en cuestión.

ESTUDIO DE PÉRDIDAS POR SOMBRAS, INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN EN INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Antecedentes *Instalación Fotovoltaica en tejado / Vivienda unifamiliar en Espinardo (Murcia)*

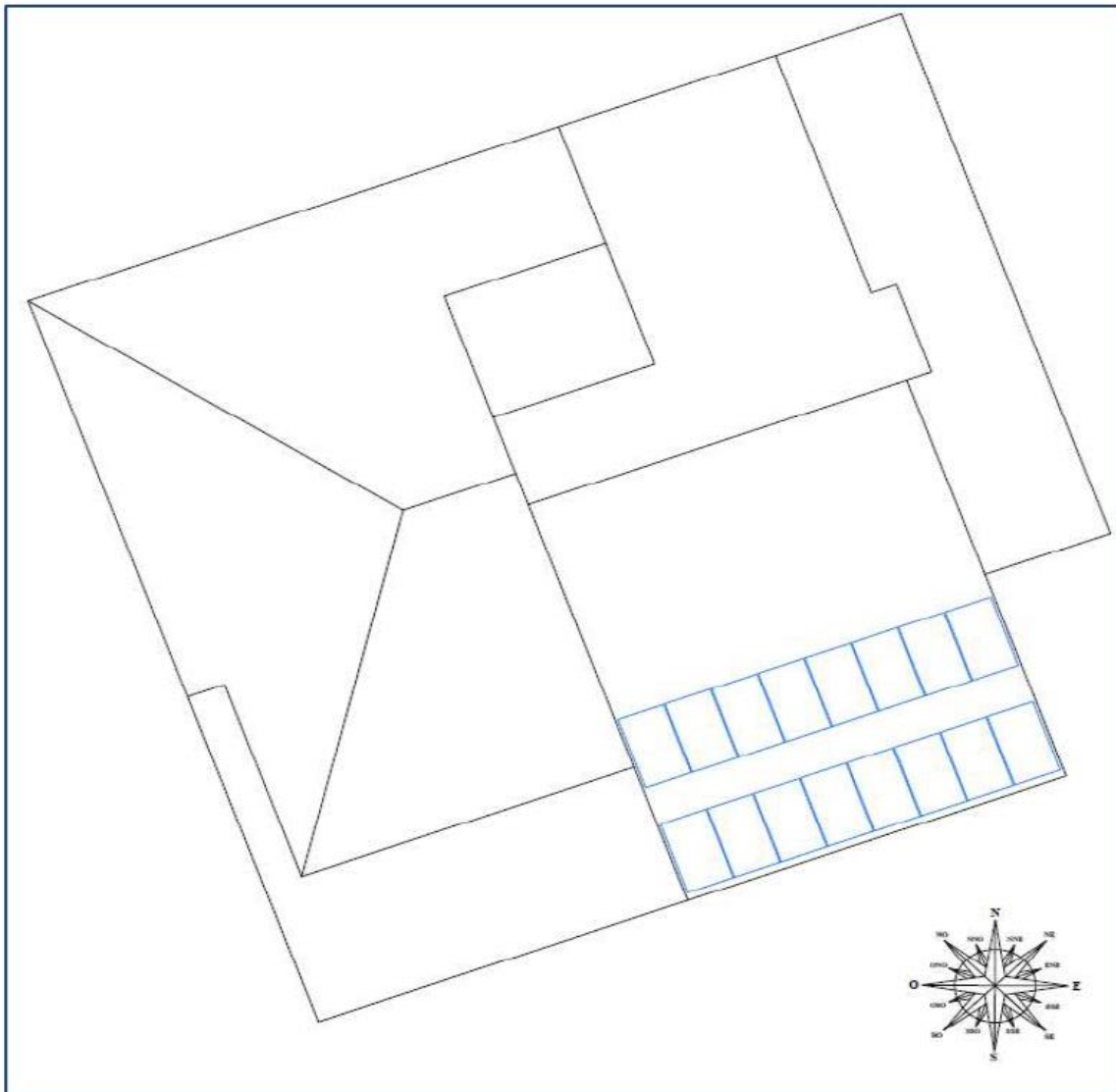
Situación	<i>Instalación Fotovoltaica vivienda unifamiliar - Jean Pierre Medel 30100 Espinardo (Murcia)</i>
Descripción	<i>La instalación se va a ejecutar en el tejado sur de la vivienda, el cual tiene una inclinación de aproximadamente 20º y está orientado hacia el sur.</i>



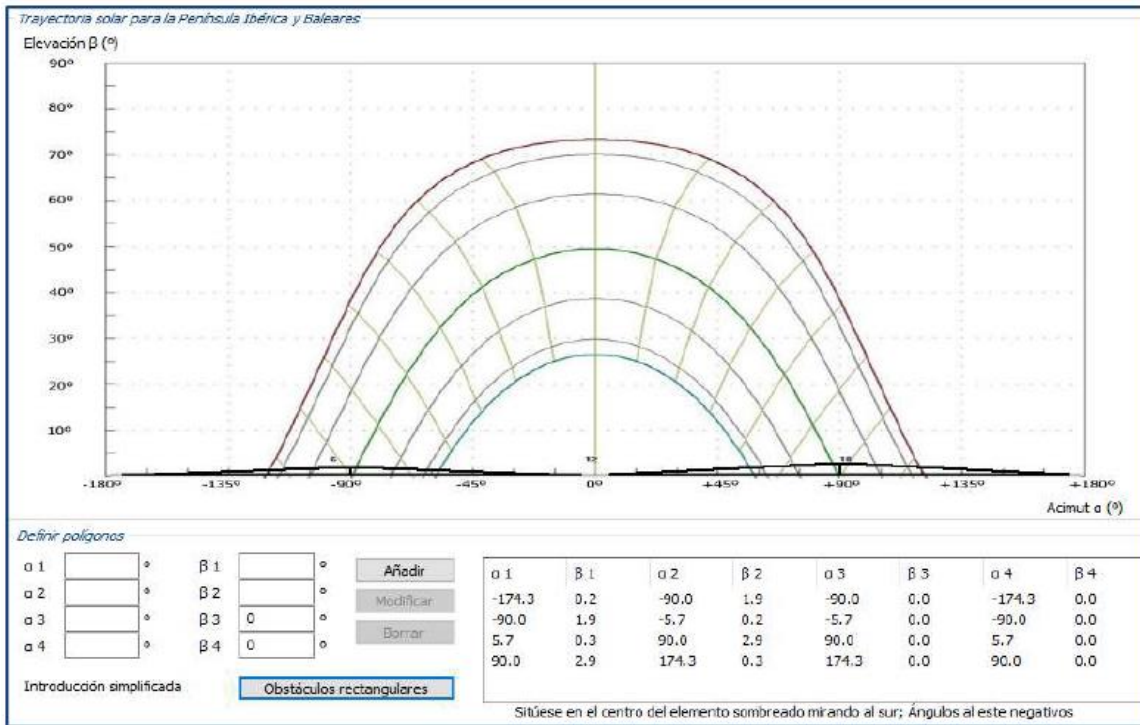
Información técnica de diseño

Dimensiones:	<i>Tejado: 9,1 x 9,5 m.</i>
Situación:	<i>Espinardo (Murcia)</i>
Elementos sombra:	<i>No</i>
Nº módulos:	<i>16</i>
Distribución módulos:	<i>2 filas de 8 módulos</i>
Orientación:	<i>18º SE</i>
Inclinación:	<i>30º</i>

Plano de planta - Instalación Fotovoltaica



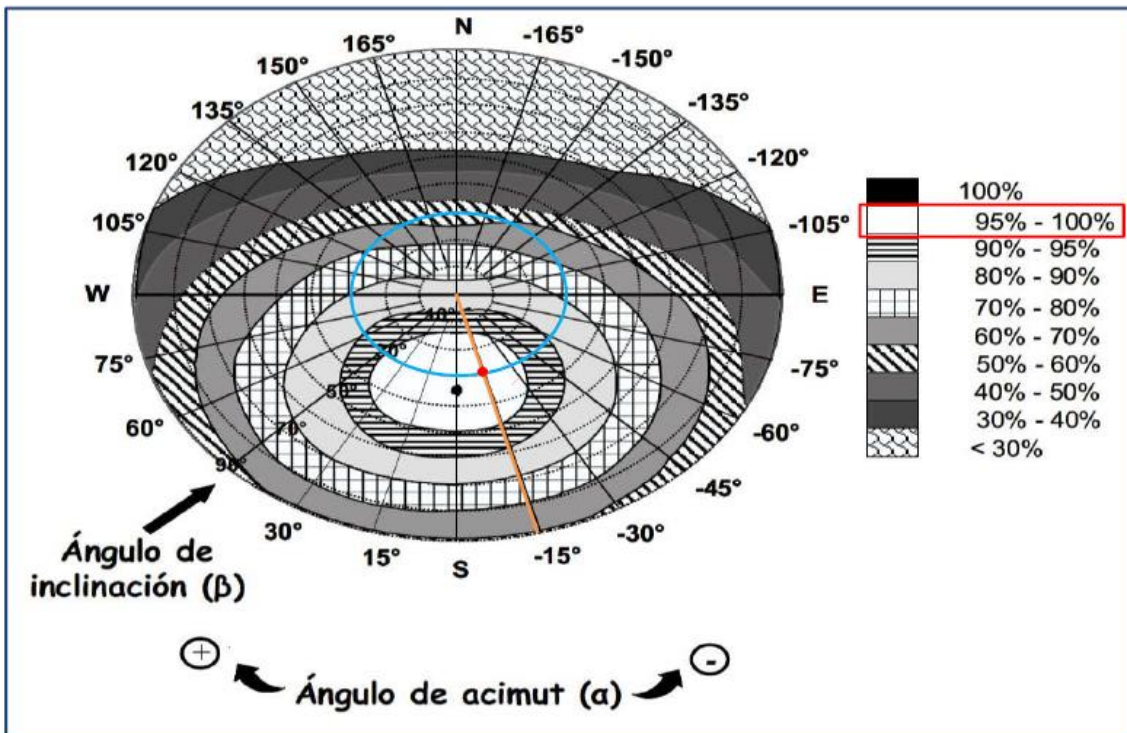
Sombras sobre la instalación



Pérdidas medias estimadas por estaciones (%):

Invierno	2%
Primavera / Otoño	2%
Verano	2%

Estudio de pérdidas por inclinación fija y desviación de la orientación respecto al Sur



Orientación: Los paneles están orientados unos 18° SE (Línea naranja)

Inclinación: Los módulos van a estar inclinados 30° con respecto al horizonte

Con estos valores de orientación e inclinación, usando la carta solar estereográfica correspondiente a la Región de Murcia, obtenemos que el rendimiento medio anual por perpendicularidad al Sol de la instalación es del 95%.

Pérdidas totales de la instalación y estimación de producción de energía

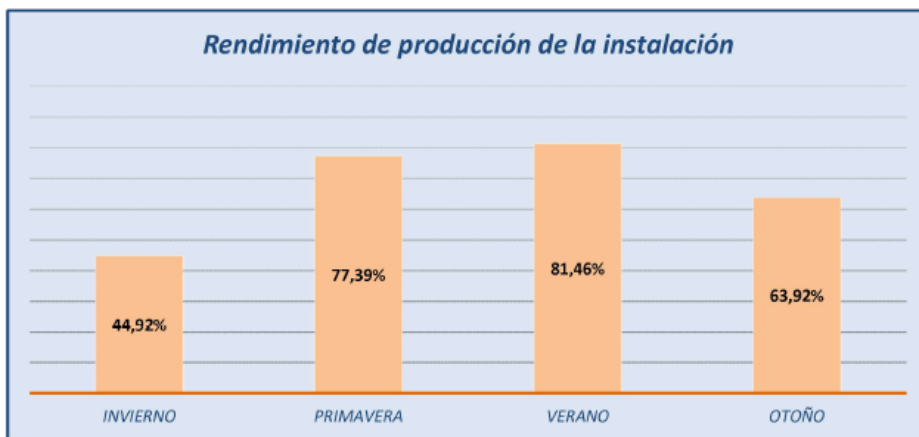
Teniendo en cuenta las pérdidas por obstáculos en el entorno (Sombras), inclinación y orientación de los módulos, días nublados y lluviosos, y días altamente calurosos, se obtienen las pérdidas totales desglosadas por estaciones y la estimación de producción fotovoltaica basada en la potencia instalada:

Pérdidas totales en la instalación

	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Sombras	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Orientación e Inclinación	10,00%	5,00%	2,00%	5,00%
Meteorología	15,00%	8,00%	5,00%	8,00%
Temperatura	2,00%	5,00%	10,00%	5,00%
Total	26,53%	18,63%	17,89%	18,63%

Rendimiento de producción de energía en la instalación

	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Radiación solar	61,14%	95,11%	99,20%	78,55%
Total	44,92%	77,39%	81,46%	63,92%



Utilizando estos datos podremos calcular el rendimiento de nuestra instalación, utilizando la gráfica del factor de planta en la Región de Murcia. Este factor representa el porcentaje de energía generada de la instalación con respecto a la energía máxima teórica que produciría si funcionase a plena potencia las 24 horas del día.

FACTOR DE PLANTA EN MURCIA POR MESES

Enero	15,62%
Febrero	17,79%
Marzo	22,17%
Abril	24,30%
Mayo	23,94%
Junio	24,17%
Julio	25,55%
Agosto	24,39%
Septiembre	20,08%
Octubre	20,07%
Noviembre	14,42%
Diciembre	13,23%
Media Anual	20,48%

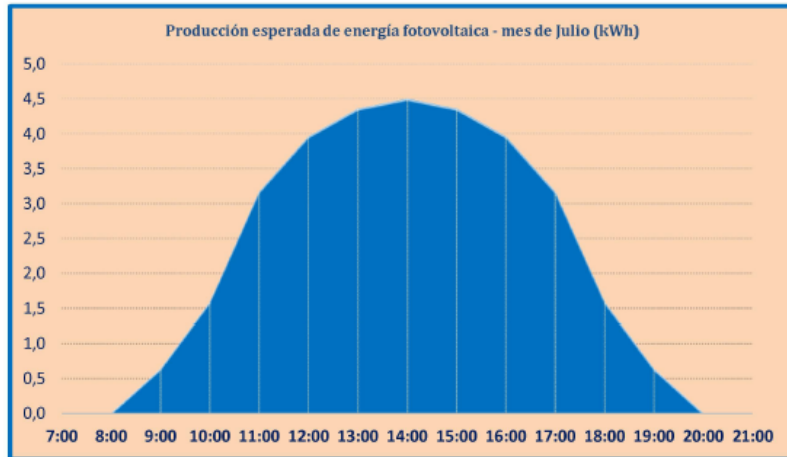


	MEDIA ANUAL	JULIO	DICIEMBRE
Potencia FV (kW)	5,28	5,28	5,28
Pérdidas inclinación y orientación	4,7%	2,0%	10,0%
Pérdidas sombras	2,0%	2,0%	2,0%
Pérdidas meteorología	8,3%	5,0%	15,0%
Pérdidas temperatura	4,7%	10,0%	2,0%
Producción media mensual (kW*h)	634,8	824,2	369,5

Producción solar diaria por horas (kWh) - 21 Junio

7:00	0,0
8:00	0,0
9:00	0,6
10:00	1,6
11:00	3,2
12:00	4,0
13:00	4,4
14:00	4,5
15:00	4,4
16:00	4,0
17:00	3,2
18:00	1,6
19:00	0,6
20:00	0,0
21:00	0,0

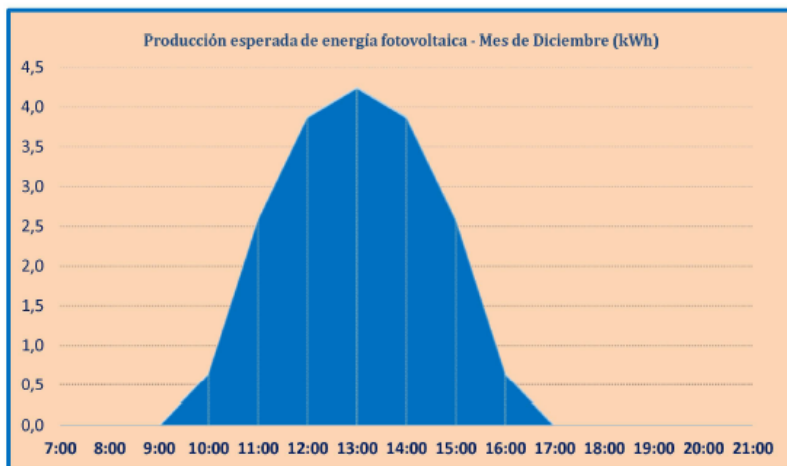
TOTAL	32
-------	----



Producción solar diaria por horas (kWh) - 21 Diciembre

7:00	0,0
8:00	0,0
9:00	0,0
10:00	0,6
11:00	2,6
12:00	3,9
13:00	4,2
14:00	3,9
15:00	2,6
16:00	0,6
17:00	0,0
18:00	0,0
19:00	0,0
20:00	0,0
21:00	0,0

TOTAL	18
-------	----



Como podemos observar, se espera una producción distribuida a lo largo del día en forma de campana, siendo pronunciada en el centro y achatada en los extremos. Vamos a encontrar el punto de máxima potencia centrado en el mediodía, de 12.00h a 15.00h aproximadamente según la época del año. La clave para el ahorro y amortización de la instalación será la coincidencia de las horas de mayor consumo con las de mayor generación fotovoltaica.

La instalación anteriormente definida va a suponer un coste de 6.000 €, y los elementos que la componen se describen a continuación:

- Módulo solar fotovoltaico policristalino 340 Wp

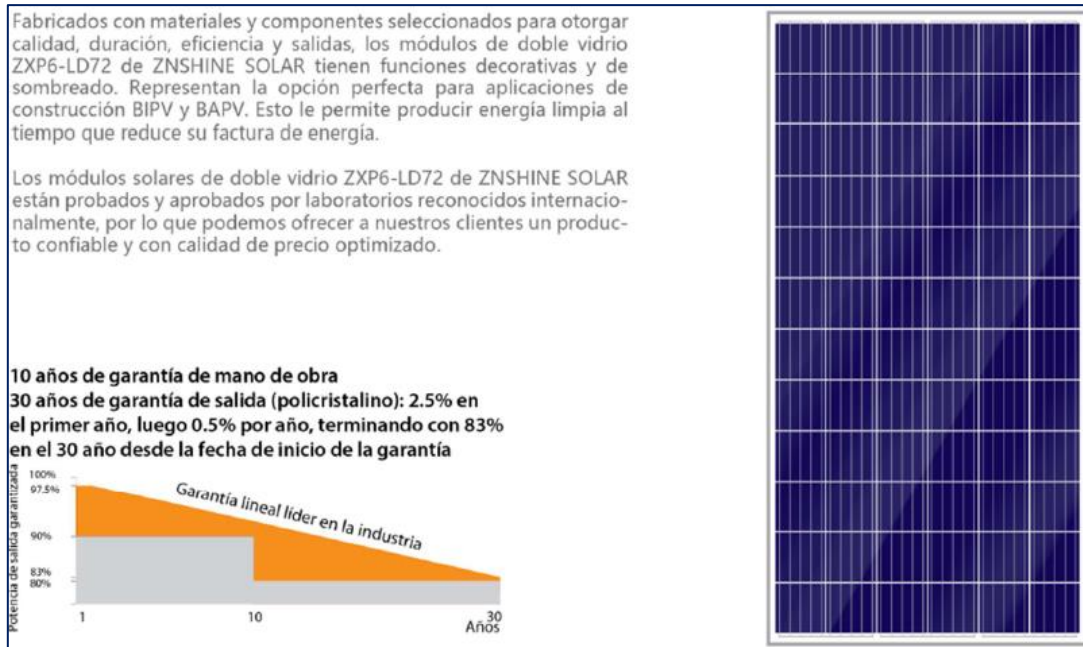


Fig. 5.2.1. Ficha técnica módulo solar

- Inversor trifásico Kaco BluePlanet 7.5 TL3



Fig. 5.2.2. Inversor trifásico Kaco BluePlanet 7.5 TL3

- Estructura metálica para fijación de módulos a cubierta



Fig. 5.2.3. Ejemplo de estructura orientada (izqda.) y estructura coplanar (dcha.)

- Material Instalación Eléctrica



Fig. 5.2.4. Cuadro de protecciones con cableado.

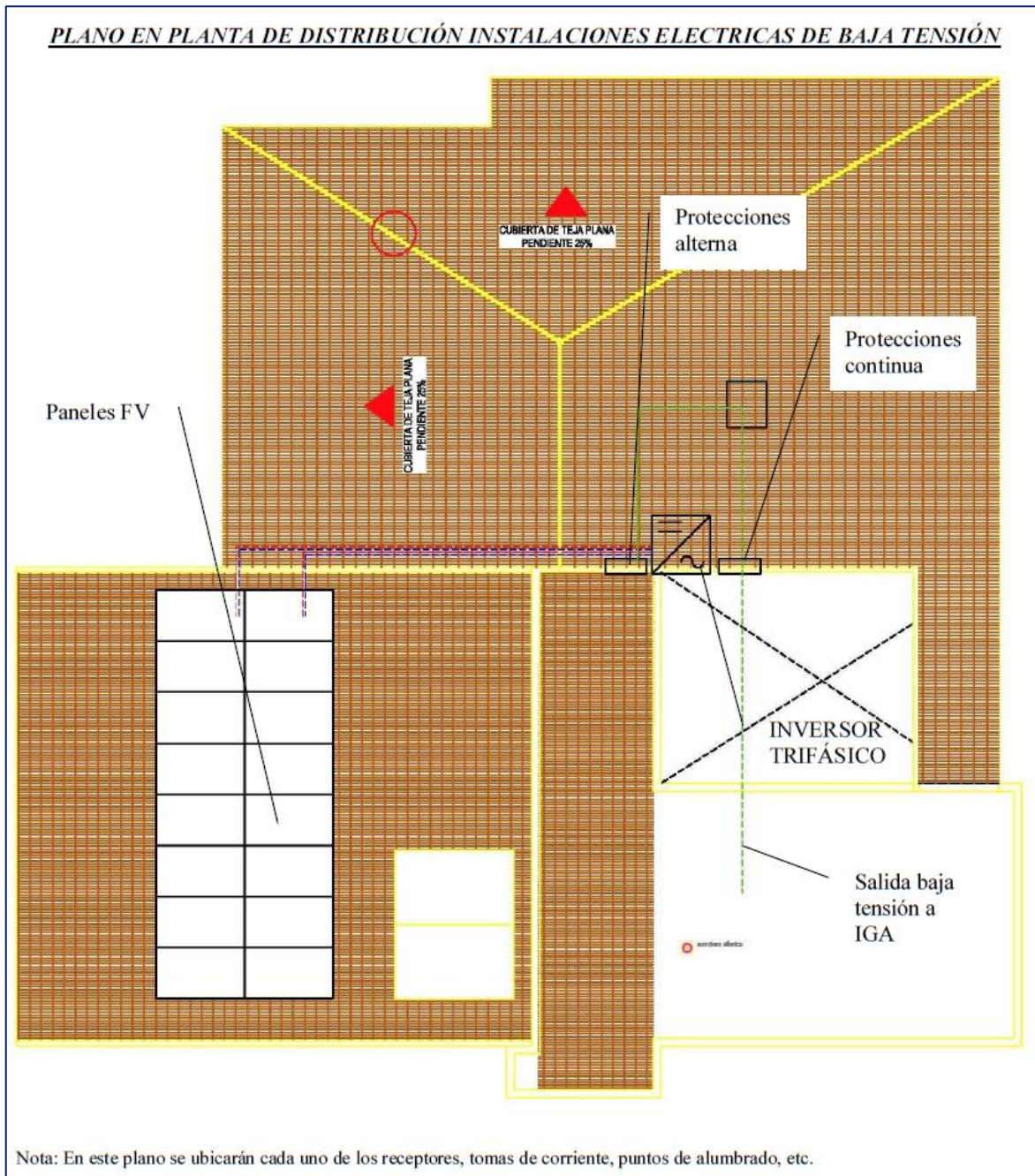


Fig. 5.2.5. Plano de distribución instalación fotovoltaica

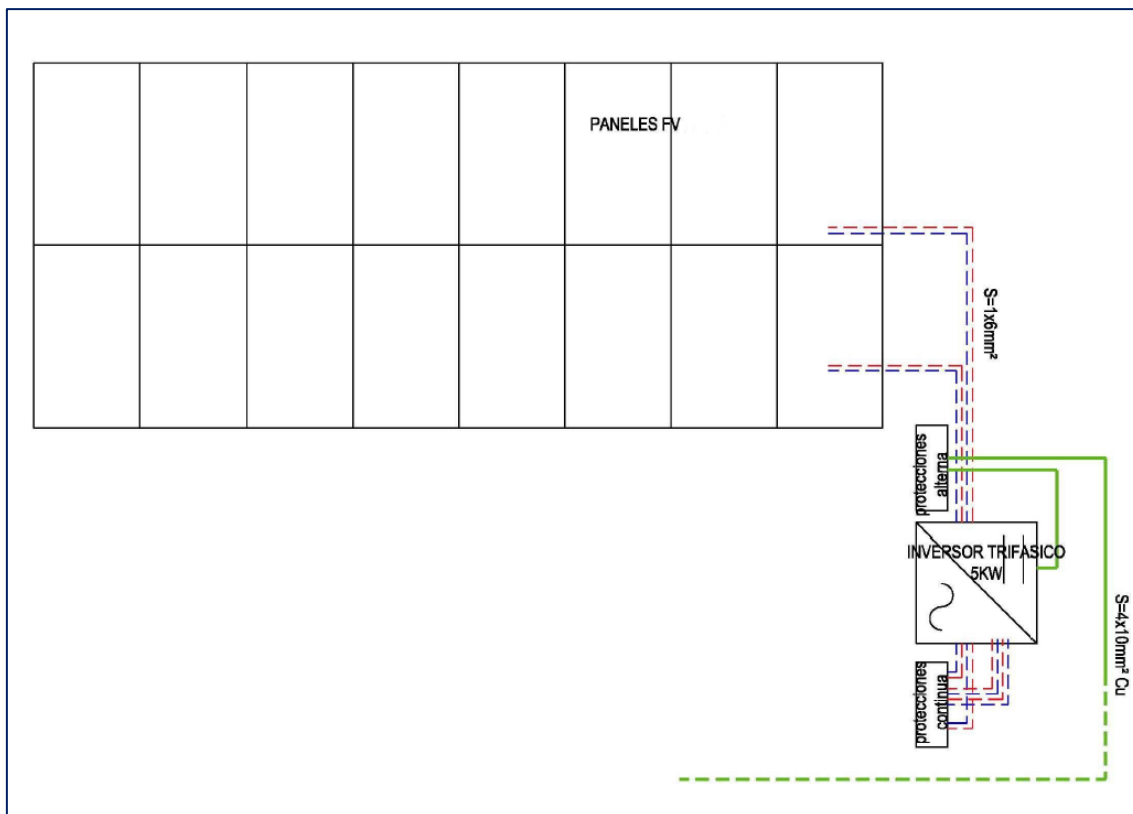


Fig. 5.2.6. Esquema unifilar instalación solar fotovoltaica autoconsumo con excedentes

5.2.2. Instalación aerotermia combinada con ACS

En esta ocasión, se presupuesta un sistema de aerotermia que incluye almacenamiento de ACS, estudiado para la vivienda actual, de unos 200 metros cuadrados, con 7 estancias y 3 cuartos de baño.

El sistema cubrirá las necesidades de demanda tanto de calefacción y refrigeración mediante suelo radiante como de producción de agua caliente sanitaria. Por tanto, tiene que tener una potencia mínima estimada de 5 kW, con un coste total de instalación de 5.400 €.

De esta forma, elegimos el modelo aroTHERM VWL 155/2 A, de hasta 16,6 kW de potencia térmica de calefacción, 12 kW de potencia de refrigeración y 5,52 kW de consumo eléctrico máximo.



Fig. 5.2.5. Sistema de aerotermia completo

Los componentes principales de esta instalación son los siguientes:



Fig. 5.2.6. Módulo hidráulico todo en uno uniTOWER

- Módulo hidráulico todo en uno uniTOWER, solución integral para depósito de ACS y módulo de calefacción y refrigeración mediante suelo radiante.



Fig. 5.2.7. Bomba de calor para sistemas híbridos



Fig. 5.2.8. Controlador con sonda exterior multiMATIC 700

- Controlador con sonda exterior multiMATIC 700: Para monitorizar y controlar la instalación en todo momento.

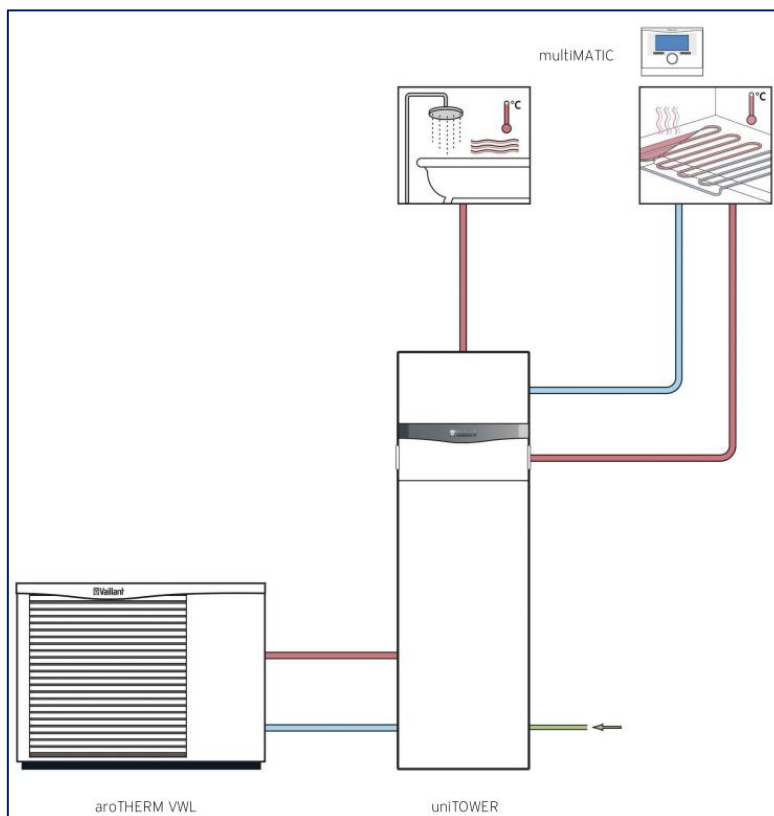


Fig. 5.2.9. Esquema de elementos para climatización y ACS

Todo este sistema se implementará en la vivienda mediante suelo radiante, suponiendo el máximo rendimiento termodinámico correspondiente a climatización que podemos alcanzar.

Para su implementación, se ha ubicado el sistema de suelo radiante en salón, cocina y dormitorios, siguiendo el siguiente plano:

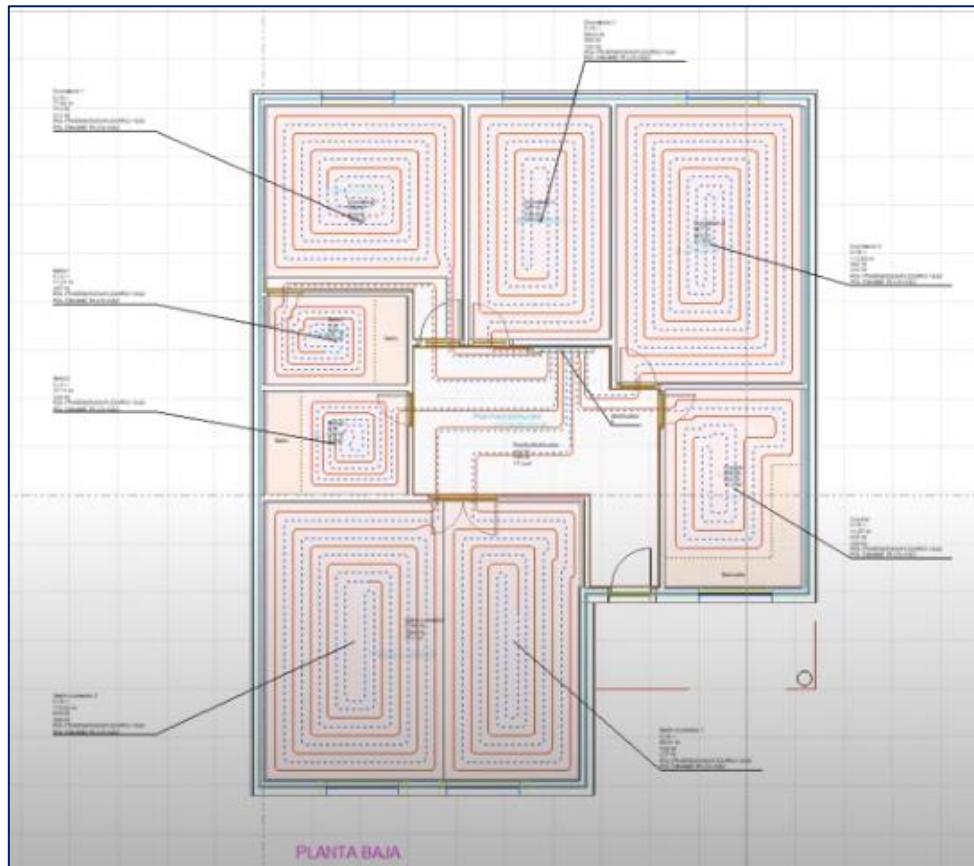


Fig. 5.2.10. Esquema de ubicación del suelo radiante para la instalación de aerotermia

5.3. Estudio económico y resumen de ahorro y amortización

En primer lugar, teniendo en cuenta la generación fotovoltaica y la energía ahorrada mediante ACS y aerotermia, obtenemos las siguientes curvas de consumo modificadas:

- Los valores en naranja representan el consumo eléctrico por hora inicial de la vivienda, obtenido de la tabla que representa el mes de consumo medio.
- Los valores en azul representan los valores actuales de consumo, obtenidos tras el ahorro que supone la implementación de la aerotermia junto al ACS, siendo la línea gris que los une la representación del consumo diario.
- La curva verde representa la generación de energía fotovoltaica prevista tras la instalación calculada.

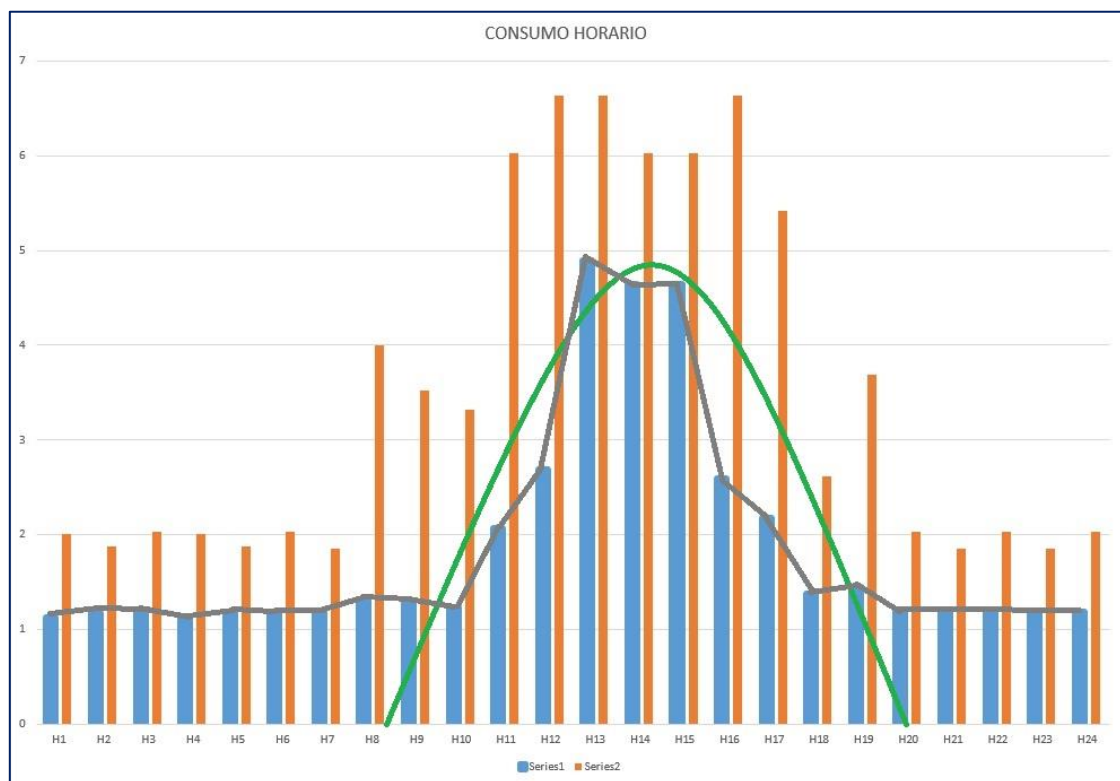


Fig. 5.2.11. Curva de consumos (línea gris) junto a curva de generación fotovoltaica

Con estos datos y mediante tablas Excel, calculamos el ahorro total producido mensual, calculando el porcentaje de energía fotovoltaica autoconsumida instantáneamente por la vivienda y la energía excedentaria, pagada a precio de pool, sobre el consumo total de la vivienda, antes de la instalación y después:

Ahorro factura julio 2019			
<i>Potencia contratada</i>	<i>kW</i>	<i>€/kW/día</i>	<i>Importe</i>
<i>Peaje de acceso</i>	10,392	0,13 €	34,48 €
TOTAL TÉRMINO FIJO			34,48 €
	<i>kWh</i>	<i>€/kWh</i>	
<i>CONSUMO TOTAL VIVIENDA</i>	1765		
<i>Energía consumida de la red</i>	1765	0,13 €	225,99 €
<i>Honorarios de Gestión</i>			5,75 €
TOTAL TÉRMINO VARIABLE			231,74 €
SUBTOTAL			266,22 €
<i>Impuesto eléctrico</i>		5,11%	13,61 €
<i>Alquiler equipo medida</i>			1,12 €
<i>Coste bono social</i>			0,58 €
SUBTOTAL			281,53 €
<i>IVA</i>		21,00%	59,12 €
FACTURA SIN PANELES SOLARES			340,65 €
<i>PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA</i>	<i>AUTOCONSUMO</i>	<i>VERTIDO</i>	<i>% AUTOCONSUMO</i>
824,2 kWh	634,6 kWh	189,6 kWh	35,96%
<i>Potencia contratada</i>	<i>kW</i>	<i>€/Kw/día</i>	<i>Importe</i>
<i>Peaje de acceso</i>	10,392	0,13 €	34,48 €
TOTAL TÉRMINO FIJO			34,48 €
	<i>kWh</i>	<i>€/kWh</i>	
<i>CONSUMO TOTAL VIVIENDA</i>	1765,0		
<i>Energía consumida de la red</i>	1130,4	0,13 €	144,73 €
<i>Honorarios de Gestión</i>			5,75 €
<i>Energía autoconsumida</i>	634,6	0,00 €	0,00 €
<i>Excedente fotovoltaica</i>	189,6	-0,045 €	-8,53 €
TOTAL TÉRMINO VARIABLE			141,95 €
SUBTOTAL			176,43 €
<i>Impuesto eléctrico</i>		5,11%	9,02 €
<i>Alquiler equipo medida</i>			1,12 €
<i>Coste bono social</i>			0,58 €
SUBTOTAL			187,15 €
<i>IVA</i>		21,00%	39,30 €
FACTURA CON PANELES SOLARES			226,45 €
TOTAL AHORRO julio 2019			114,20 €

Fig. 5.2.12. Factura del mes de julio con ahorro calculado

Teniendo en cuenta las facturas referentes al año anterior, podemos calcular el ahorro total anual y la amortización de la instalación en años:

	Inversión Inicial	Factura eléctrica mensual		Coste energía anual		Flujo de Caja	Ahorro Acumulado
		Original	Con F.V.	Sin F.V.	Con F.V.		
Año 1	11.400 €	399,64 €	309,40 €	4.795,62 €	3.712,74 €	- 10.317,12 €	- 10.317,12 €
Año 2		405,63 €	311,72 €	4.867,55 €	3.740,59 €	1.126,97 €	- 9.190,15 €
Año 3		411,71 €	314,05 €	4.940,57 €	3.768,64 €	1.171,93 €	- 8.018,22 €
Año 4		417,89 €	316,41 €	5.014,68 €	3.796,90 €	1.217,77 €	- 6.800,45 €
Año 5		424,16 €	318,78 €	5.089,90 €	3.825,38 €	1.264,51 €	- 5.535,94 €
Año 6		430,52 €	321,17 €	5.166,24 €	3.854,07 €	1.312,17 €	- 4.223,76 €
Año 7		436,98 €	323,58 €	5.243,74 €	3.882,98 €	1.360,76 €	- 2.863,00 €
Año 8		443,53 €	326,01 €	5.322,39 €	3.912,10 €	1.410,29 €	- 1.452,71 €
Año 9		450,19 €	328,45 €	5.402,23 €	3.941,44 €	1.460,79 €	8,08 €
Año 10		456,94 €	330,92 €	5.483,26 €	3.971,00 €	1.512,26 €	1.520,34 €
Año 11		463,79 €	333,40 €	5.565,51 €	4.000,78 €	1.564,73 €	3.085,07 €
Año 12		470,75 €	335,90 €	5.649,00 €	4.030,79 €	1.618,21 €	4.703,28 €
Año 13		477,81 €	338,42 €	5.733,73 €	4.061,02 €	1.672,71 €	6.375,99 €
Año 14		484,98 €	340,96 €	5.819,74 €	4.091,48 €	1.728,26 €	8.104,25 €
Año 15		492,25 €	343,51 €	5.907,03 €	4.122,16 €	1.784,87 €	9.889,11 €
Año 16		499,64 €	346,09 €	5.995,64 €	4.153,08 €	1.842,56 €	11.731,67 €
Año 17		507,13 €	348,69 €	6.085,57 €	4.184,23 €	1.901,34 €	13.633,02 €
Año 18		514,74 €	351,30 €	6.176,86 €	4.215,61 €	1.961,25 €	15.594,26 €
Año 19		522,46 €	353,94 €	6.269,51 €	4.247,23 €	2.022,28 €	17.616,54 €
Año 20		530,30 €	356,59 €	6.363,55 €	4.279,08 €	2.084,47 €	19.701,01 €
Año 21		538,25 €	359,26 €	6.459,00 €	4.311,17 €	2.147,83 €	21.848,84 €
Año 22		546,32 €	361,96 €	6.555,89 €	4.343,51 €	2.212,38 €	24.061,22 €
Año 23		554,52 €	364,67 €	6.654,23 €	4.376,08 €	2.278,14 €	26.339,37 €
Año 24		562,84 €	367,41 €	6.754,04 €	4.408,91 €	2.345,14 €	28.684,50 €
Año 25		571,28 €	370,16 €	6.855,35 €	4.441,97 €	2.413,38 €	31.097,88 €

Fig. 5.2.13. Tabla de cálculo de ahorro y amortización en años

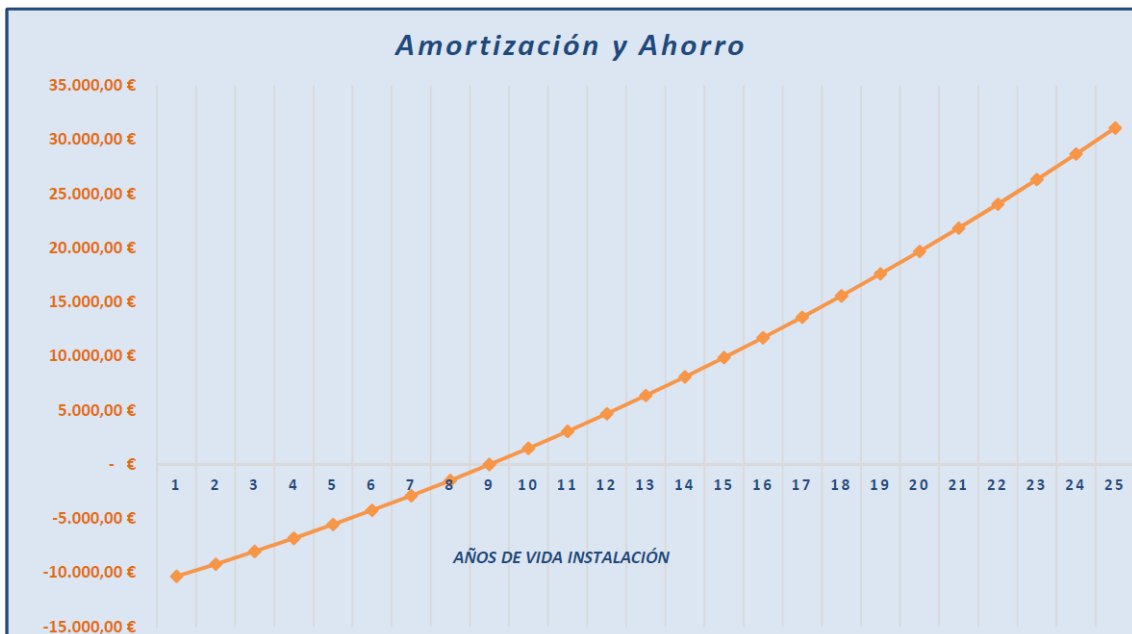


Fig. 5.2.14. Curva de amortización de la instalación (en años)

Obteniendo los siguientes resultados de ahorro y amortización de la suma de las instalaciones:

**AHORRO
ANUAL MEDIO**



1.130 €

**PERÍODO DE
AMORTIZACIÓN**



9 AÑOS

**AHORRO
TOTAL**



31.097,88 €

Capítulo 6: Conclusión.

Como ya anticipábamos en la introducción a este TFE, el cambio climático y las consecuencias de la contaminación atmosférica que supone las emisiones derivadas del uso de los combustibles fósiles son uno de los mayores retos a superar por el ser humano en el siglo XXI.

En este contexto, la generación de energía mediante fuentes de energía limpias, renovables y respetuosas con el medio ambiente tiene cada vez mayor protagonismo, y se extenderá de forma definitiva en los próximos años, impulsada por el auge del almacenamiento energético.

Así mismo, la arquitectura y el diseño de viviendas ecológicas y respetuosas con el medio ambiente han evolucionado para cubrir también problemas tradicionales de eficiencia energética, de forma que se disminuya y optimice el consumo de energía sin dejar de lado la mejora continua en la comodidad y la habitabilidad.

Es por ello que tecnologías emergentes como la domótica, el vehículo eléctrico y su gestión, y tecnologías de generación distribuida de energía han ido reclamando poco a poco su lugar, cada vez con más contundencia debido, principalmente, a la reducción tanto de emisiones como de costes frente a tecnologías tradicionales, quedando estas últimas revocadas a la obsolescencia.

Por todo ello, en este TFE se ha comenzado exponiendo las principales tecnologías de generación renovable que existen en la actualidad, de forma que queden totalmente aclarados conceptos como la generación distribuida y la vivienda ecológica, punto de partida esencial para comprender los siguientes capítulos.

También se han definido objetivos a cumplir a través del estudio del consumo energético de la vivienda, esquematizando las diferentes fuentes de consumo que existen y particularizando para el caso de una vivienda estándar. Además, se han

ilustrado aspectos pasivos derivados de la construcción y distribución de la vivienda, tan importantes para el consumo energético como los aspectos activos relacionados con el consumo directo.

Después se ha pasado de la teoría a la práctica para dar más importancia a aquellas tecnologías de generación que, ya sea por poseer mayor nivel de maduración como por entrar dentro de estándares de mercado, poseen alto nivel de viabilidad a la hora de ser implantadas en una vivienda real.

De esta forma se ha hecho hincapié en las consideraciones para el estudio de la implementación de dichas tecnologías, desmenuzando conceptos tan importantes como la producción de energía excedentaria, y dando una amplia visión de las posibilidades que comprende.

Adicionalmente, se han explicado tecnologías de apoyo para la generación que, si bien poseen alta importancia de cara a optimizar la implantación de las tecnologías expuestas, no poseen tanto peso actualmente, ni se encuentran en un estado de maduración que les permita un nivel de viabilidad ampliamente aceptado.

Estas serían, principalmente, tecnologías como el V2G y la domótica, que en un futuro veremos ampliamente adaptadas de manera estándar en las viviendas, pero de las que aún no hay abundancia de ejemplos.

Tras todo lo anterior se culmina con un capítulo en el que se explica, se diseña y se describe un caso específico y real de implantación de una instalación fotovoltaica junto a una instalación de aerotermia y ACS, combinación que cubriría hasta el 70% del consumo total de energía de la vivienda, para subrayar, con datos verídicos y simulaciones de consumos reales, cómo las tecnologías vistas durante todo el trabajo van a cambiar nuestra forma de concebir la vivienda unifamiliar en los próximos años.

Por todo ello, en el futuro próximo, veremos cómo cada vez más viviendas son construidas de forma ecológica, orientadas y diseñadas a un menor consumo energético, con sistemas integrados de generación de energía renovable que junto a sistemas de almacenamiento de energía darán plena capacidad y autonomía a cada

vivienda, reduciendo el impacto ambiental producido por éstas y llegando incluso a revertir el efecto de la huella de carbono que suponen.

Por último y como conclusión final podemos confirmar que: (1) las tecnologías de generación distribuida renovable han llegado para quedarse; (2) marcarán el desarrollo tecnológico en las viviendas de nueva construcción de los próximos años; y (3) van a suponer un avance de enorme envergadura en la lucha contra el cambio climático.

Bibliografía

- [1] H. a. M. Summy, «Benefits of the smart grid,» IEEE Power Energy Mag, 2011.
- [2] IPCC, «Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático,» Climate Change, 2014.
- [3] IDAE, «Cómo ahorrar energía instalando domótica en su vivienda,» CEDOM, Madrid, 2008.