

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA
INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE GRADO

***ABASTECIMIENTO DE UNA
URBANIZACIÓN SINGULAR POR
MEDIO DE ENERGÍAS RENOVABLES***

Alumno/Alumna: Cuesta, Martínez, Mikel DNI:16091311M

Director/Directora (1): de la Peña, Aranguren, Víctor

Curso: 2017-18

Fecha: 19, 07, 2018

ÍNDICE

1. Introducción	Pag 2.
2. Descripción de las necesidades energéticas del complejo.	Pag 7.
3. Alternativas analizadas.	Pag 8.
4. Sistemas seleccionados	Pag 15.
5. Descripción de las instalaciones y equipos principales	Pag 18.
6. Dimensionamiento de las instalaciones	Pag 24.
7. Estudio económico	Pag 44.
8. Cronograma	Pag 51.
9. Bibliografía	Pag 52.

1. INTRODUCCIÓN:

En el presente proyecto se pretende abastecer una urbanización singular ayudándose, en la medida de lo posible, de equipos que nos proporcionen energía obtenida de forma ecológica y por medio de fuentes naturales-las llamadas energías renovables.

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las energías renovables se cuentan la eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, solar, undimotriz, la biomasa y los biocarburantes.

Un concepto similar, pero no idéntico es el de las energías alternativas: una energía alternativa, o más precisamente una fuente de energía alternativa es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación.

Las fuentes renovables de energía pueden dividirse en dos categorías: no contaminantes o limpias y contaminantes. Entre las primeras:

- El viento: energía eólica.
- El calor de la Tierra: energía geotérmica.
- Los ríos y corrientes de agua dulce: energía hidráulica o hidroeléctrica.
- Los mares y océanos: energía mareomotriz.
- El Sol: energía solar.
- Las olas: energía undimotriz.

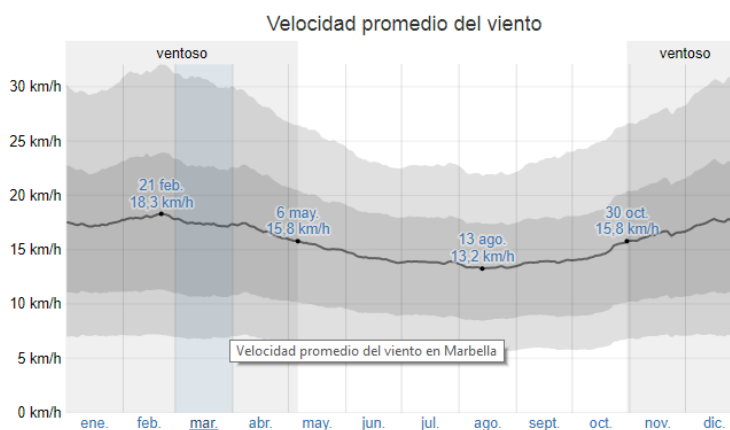
Las contaminantes se obtienen a partir de la materia orgánica o biomasa, y se pueden utilizar directamente como combustible (madera u otra materia vegetal sólida), bien convertida en bioetanol o biogás mediante procesos de fermentación orgánica o en biodiésel, mediante reacciones de transesterificación y de los residuos urbanos.

Las energías de fuentes renovables contaminantes presentan, en parte, el mismo problema que la energía producida por combustibles fósiles: emiten carbono dióxido en la combustión, gas de efecto invernadero, y a menudo son aún más contaminantes, dado que la combustión no es tan limpia, y se emiten hollines y otras partículas sólidas. No obstante, se encuentran dentro de las energías renovables ya que mientras se puedan cultivar los vegetales que las producen, no se agotarán.

Nuestro estudio se focalizará en aprovechar los medios naturales del entorno para crear energía. La urbanización objeto del proyecto tendrá lugar en Marbella, en la provincia de Málaga.

Marbella está situada a orillas del Mediterráneo, entre Málaga y el estrecho de Gibraltar, y en la falda de la Sierra Blanca. Su término municipal ocupa una superficie de 117 km², atravesados por la autovía y la autopista de peaje llamadas del Mediterráneo, principales accesos al municipio.

Marbella goza de un microclima que la hace un sitio interesante para el aprovechamiento de los recursos naturales. Cuenta con unas 2900 horas de sol anuales. Además, se han de tener en cuenta los vientos, que serán considerables teniéndose en cuenta la zona, ya que estamos junto a la costa.



La parte más ventosa del año dura 6,2 meses, del 30 de octubre al 6 de mayo, con velocidades promedio del viento de más de 15,8 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 21 de febrero, con una velocidad promedio del viento de 18,3 kilómetros por hora.

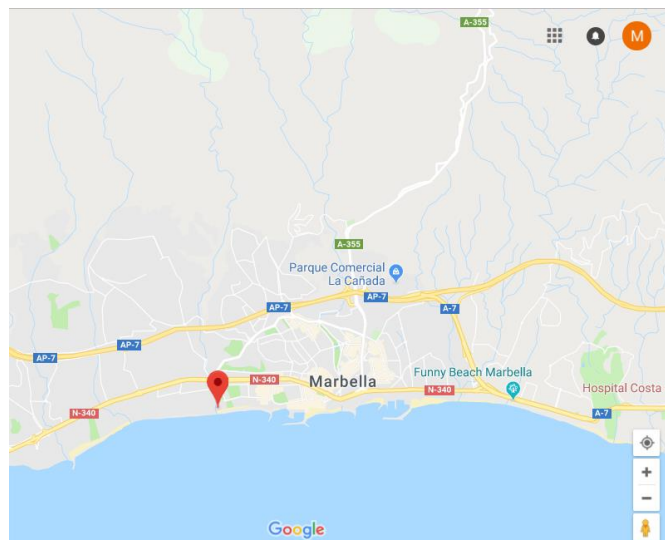
El tiempo más calmado del año dura 5,8 meses, del 6 de mayo al 30 de octubre. El día más calmado del año es el 13 de agosto, con una velocidad promedio del viento de 13,2 kilómetros por hora.

La dirección del viento la trataremos más adelante en el estudio detallado de las instalaciones correspondientes a la energía eólica.

Con vistas a urbanizar, hemos elegido como localización una zona cuyas coordenadas son:

Latitud: 36.505

Longitud: -4.916



La urbanización estará dirigida al ocio y disfrute de sus ocupantes, por lo que contará con un campo de golf, un gimnasio, una piscina y un club social. Además, será integrada por 50 viviendas (Chalets), cada uno con su propio terreno particular, como podemos ver en el mapa:

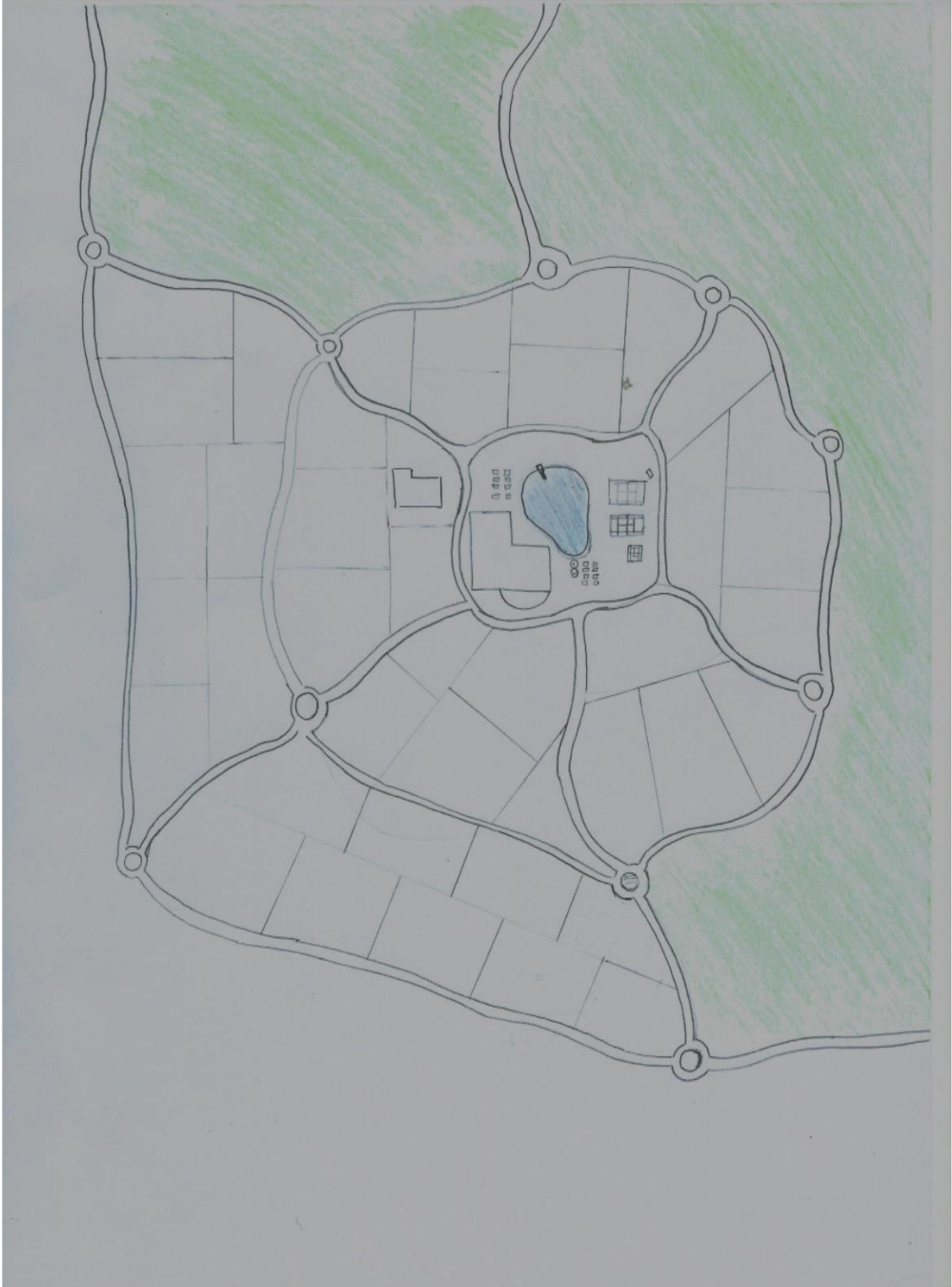


fig-Plano de la Urbanización

La piscina será comunitaria y tendrá un volumen de 750m^3 , así como una superficie de 200m^2 . No estará climatizada dadas las buenas condiciones meteorológicas de Marbella.

El club social integrará en su edificio un gimnasio de 100m^2 , provisto de máquinas deportivas eléctricas y de televisores, un hall-terraza en contacto directo con la piscina y un comedor-sala de baile de 150m^2 de superficie. Estará enfocado al ocio de los residentes del complejo, por lo que contará también con un restaurante que haga su vez de bar durante las horas de ausencia de comensales.

En el exterior habrá también dos pistas de tenis y una de pádel, así como una zona verde provista de tumbonas y de sombrillas en contacto con la piscina.

Por último, anexo al club social habrá un campo de golf de 9 hoyos y 30 hectáreas, donde los residentes puedan pasar horas ejercitándose y practicando este deporte.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS DEL COMPLEJO:

En este apartado abordaremos los cálculos pertinentes previos al dimensionado de los equipos. Es decir, trataremos de calcular las necesidades energéticas estimadas en cada uno de los elementos integrantes de la urbanización de manera que posteriormente seamos capaces de hacerlas frente.

Resulta básico diferenciar en primera instancia las necesidades en dos principales tipos: Energía eléctrica y energía térmica. La primera la utilizaremos para dar cobertura a los equipos eléctricos de las viviendas y de las partes comunes del complejo. La segunda, en cambio, servirá para calentar el agua caliente sanitaria que se usa cotidianamente.

Empezaremos primero con las necesidades de energía eléctrica en viviendas, ya que son el núcleo de toda urbanización. Para ello, se ha tomado una casa tipo equipada con los electrodomésticos habituales, lo que resultaba un promedio de alrededor de 6018,85kWh/año de necesidades por casa. Teniendo en cuenta que contamos con 50 de las mismas, ascenderán a 300942,5kWh/año, que necesitaremos cubrir con energía fotovoltaica, aerogenerador y Red Eléctrica, como veremos más adelante. A esa cifra, veremos que le añadiremos también el consumo de la bomba de calor reversible, la iluminación vial y los consumos de restaurante y gimnasio.

Las zonas comunes, aunque en menor medida, también demandarán energía eléctrica. En ellas contaremos con las farolas que iluminan las calles de la urbanización, la iluminación del club social y sus respectivas partes, los aportes eléctricos a los diferentes aparatos del bar, gimnasio, comedor...Su consumo ascenderá a aproximadamente 8445 kWh/año el gimnasio y 48000kWh/año el club social. También serán cubiertos gracias a la energía fotovoltaica, la obtenida por los aerogeneradores o la proveída por la Red Eléctrica.

Además, toda calefacción (aporte de calor) o refrigeración (absorción de calor) se hará por medio de una bomba de calor reversible, que al funcionar mediante energía eléctrica necesitará también un aporte anual. Lo aproximamos a unos 121500kWh/año teniendo en cuenta las dimensiones de las viviendas y del club social y que en verano en Marbella las temperaturas son elevadas.

Por otro lado, se estimará que la potencia a instalar para el agua caliente sanitaria serán 113,1 kW para las 50 viviendas, añadiendo un poco más para el club social estimaremos en 120 kW para todo el complejo, tal y como veremos más adelante.

La necesidad energética ascenderá como veremos a $34812 \frac{kWh}{año}$

Este cálculo lo veremos detalladamente más adelante, cuando abordemos el procedimiento de estimación de necesidades de ACS propuesto por el IDAE (Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía), dependiente del Ministerio de Industria.

3. ALTERNATIVAS ANALIZADAS

Para proveer de estas necesidades a los diferentes elementos, dispondremos de una amplia variedad de opciones. Partiendo de la base de que la urbanización se nutre de energías renovables en la mayor medida posible, se intentará no recurrir a los combustibles fósiles.

Se presentan ahora las diferentes opciones, con sus respectivas ventajas e inconvenientes.

3.1. La energía solar fotovoltaica:

Se trata de la energía obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitidos por el Sol, en forma de ondas electromagnéticas.

Puede aprovecharse de manera directa, por medio del calor que producido, así como a través de la absorción de la radiación solar incidente, por medio de dispositivos específicos: los paneles fotovoltaicos, que transforman la energía solar en energía eléctrica.

Ventajas y desventajas de la energía solar fotovoltaica

La energía solar, es una de las llamadas energías renovables, concretamente del grupo no contaminante (energía limpia o energía verde). No obstante, los paneles fotovoltaicos, al final de su vida útil, resultan un residuo contaminante difícilmente reciclable. Se trata de un sistema de aprovechamiento de energía perfecto para zonas donde el tendido eléctrico no llega (zonas rurales, montañosas, islas); aunque el nivel de radiación de esta energía presenta fluctuaciones de una zona a otra, y lo mismo ocurre entre una estación del año y otra, lo que puede resultar una desventaja para el consumidor. En pequeñas instalaciones domésticas, la energía solar fotovoltaica no demanda ningún espacio adicional, ya que puede instalarse en tejados y edificios. No obstante, de utilizarse para una parte importante de la población, necesitaría grandes extensiones de terreno, lo que dificultaría que su aplicación. La única inversión, es el coste inicial de la infraestructura, debido a que no utiliza ningún combustible para su funcionamiento, y se amortiza a los 5 años de su implantación; además son instalaciones de fácil mantenimiento. Sin embargo, en instalaciones de dimensión media alta, el elevado coste inicial puede retraer al inversor.

Otro inconveniente claro es la baja eficiencia de los módulos, tal y como se puede ver en la tabla siguiente:

Tecnología	Símbolo	Características	Eficiencia en laboratorio (%)	Eficiencia típica en módulos (%)
Silicio monocristalino	sc – Si	Tipo oblea	24	13 – 15
Silicio policristalino	mc – Si	Tipo oblea	19	12 – 14
Película de silicio cristalino sobre cerámica	f – Si	Tipo oblea	17	8 – 11
Película de silicio cristalino sobre vidrio		Película delgada	9	
Silicio amorfo (silicio – germanio)	a – Si	Película delgada	13	6 – 9
Diseleniuro de cobre – indio/galio	CIGS	Película delgada	18	8 – 11
Telurio de cadmio	CdTe	Película delgada	18	7 – 10
Celdas orgánicas (incluye celdas de TiO ₂ sensibles a la humedad)	-	Película delgada	11	-
Celdas tándem de alta eficiencia	III – V	Tipo oblea y película delgada	30	-
Celdas concentradoras de alta eficiencia	III – V	Tipo oblea y película delgada	33 – 28	-

La conversión de energía solar a energía eléctrica es directa, no habrá necesidad por tanto de aplicar ninguna tensión auxiliar.

La corriente creada es continua. Al incidir los fotones sobre la célula fotovoltaica, los electrones de la zona 'n' del semiconductor tendrán energía suficiente para saltar a la zona 'p' del semiconductor. Para volver a su zona de origen, se verán forzados a transitar el circuito exterior, resultando así la corriente continua.

Los sistemas fotovoltaicos, a su vez, pueden estar aislados o conectados a la red. Los primeros sirven para el autoabastecimiento. Los segundos, en cambio solamente apoyan el consumo doméstico de electricidad, pero en ningún caso son el único recurso.

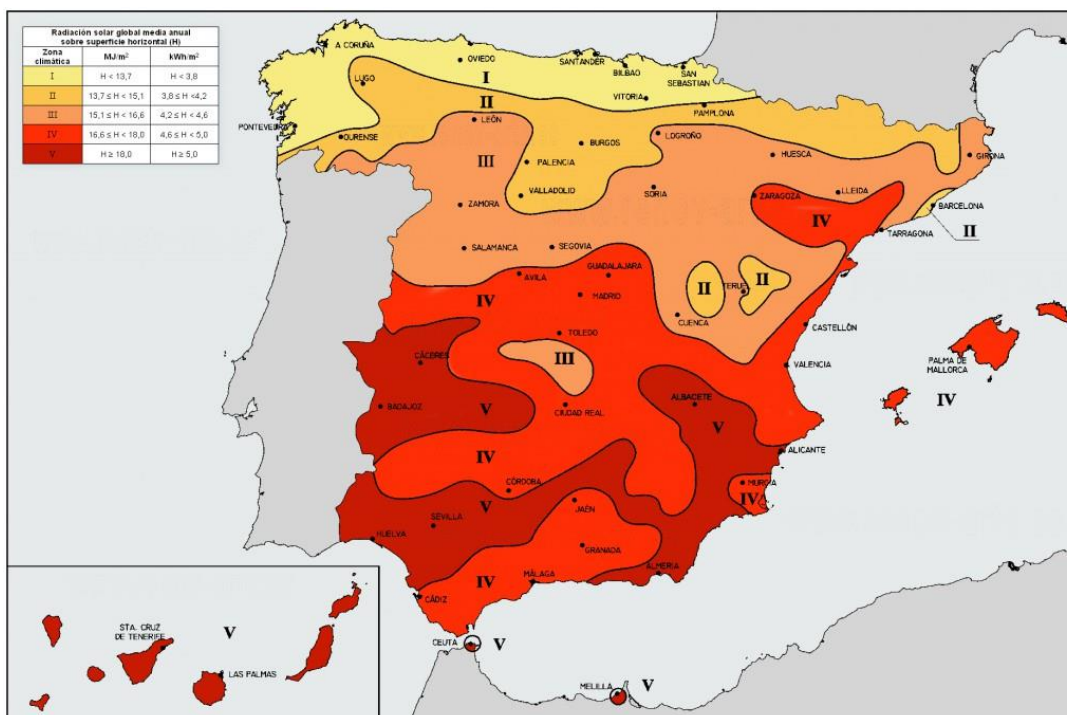


fig-Mapa solar de España

3.2. La energía solar térmica

La energía solar térmica, también llamada termosolar, se basa en el aprovechamiento de la energía del Sol con el fin de producir calor aprovechable para cocinar alimentos o para la obtención de agua caliente destinada al uso doméstico (calefacción o ACS). Además, puede utilizarse también como alimentación de una máquina de refrigeración por absorción, y que ésta produzca el frío necesario para acondicionar un local

Podemos clasificar los colectores de energía termosolar como colectores de baja, media y alta temperatura. Los primeros son normalmente placas planas utilizadas para calentar agua. Los colectores de media temperatura generalmente también se usan con el fin de calentar bien sea agua o aire en usos residenciales o comerciales si cabe. Los de alta temperatura, finalmente, suelen valerse de lentes o espejos que concentran la luz solar y con el fin de obtener energía eléctrica.

La energía solar térmica es diversa y mucho más eficiente que la fotovoltaica.

VENTAJAS

- Energía autónoma de una fuente inagotable y gratuita
- Reducción de la emisión de los gases invernadero
- Ahorro económico
- Independiente de los altos costos de la electricidad o del gas
- Coste de instalación amortizable

DESVENTAJAS

- La instalación puede llevar varios meses
- Para el mayor aprovechamiento se necesitan instalar en terrenos amplios
- Dependencia severa en la meteorología
- Cuando se usa para el calentamiento de agua en su uso doméstico, se da que en las épocas de más sol coincide con las que menos precisamos de este recurso.

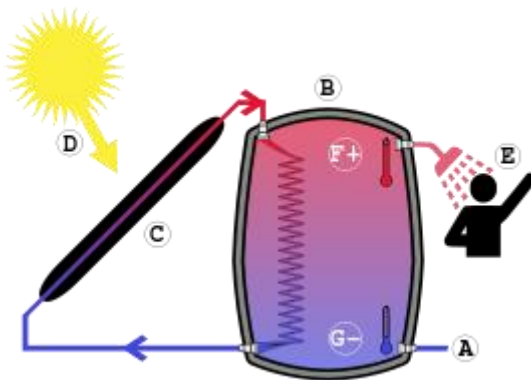


fig-Uso posible de la energía termosolar

3.3. La energía eólica

Podría ser considerada como un derivado de la energía solar (alrededor del 2% de se transforma en eólica). El planeta está expuesto al calor del sol, aunque no es calentado de manera uniforme debido a su forma esférica. Esta diferencia térmica produce una transferencia de energía de los puntos más calientes a los más fríos; dicha transmisión nunca termina y es la razón por la cual, se genera el viento, es decir, aire atmosférico en movimiento con masa y con energía cinética. Una parte de ésta energía cinética, será transformada, por medio de turbinas de viento, en energía eléctrica. De hecho, ya se cuenta con tecnología desarrollada, y en evolución permanente, que permite obtener energía eléctrica buscando el máximo aprovechamiento del viento.

Ventajas y desventajas de la energía eólica es una energía renovable, no emite gases contaminantes, autóctona, distribuida, sin costo del recurso y ha demostrado su viabilidad técnica y económica, que compite con otras fuentes de energía, generando electricidad con un bajo impacto medioambiental. Por contra, se trata de una fuente de energía aleatoria y variable; por lo tanto, no todos los lugares son apropiados para la explotación técnica y económicamente viable de la energía eólica. La potencia generada cae rápidamente cuando la velocidad del viento disminuye por debajo de los 2-3 m/s, hecho que nos exige una correcta estimación previa del recurso eólico en la zona donde se pretenda instalar una planta de generación eólica. Su empleo no conlleva riesgos ambientales excesivos (a parte del impacto visual, ruido, ocupación del suelo y riesgos para las aves), y reduce las emisiones de CO₂. Además, resulta rápida la recuperación de la energía empleada en su montaje y fabricación.

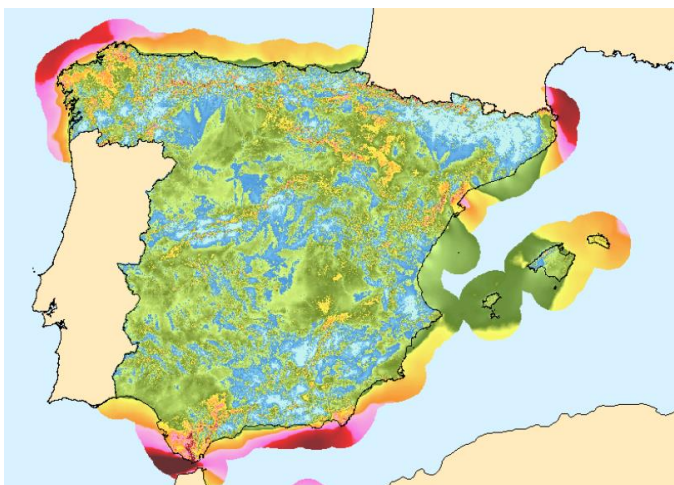


fig-Atlas eólico de España

3.4 Energía Geotérmica

La energía geotérmica es una energía renovable que se basa en el aprovechamiento del calor natural del interior de la tierra. Este calor es transmitido mediante los cuerpos de roca caliente por medio de la convección y la conducción, dándose así procesos de integración de fluidos y rocas y resultando así sistemas geotérmicos.

Dicho interior de la Tierra mencionado está caliente y su temperatura aumenta con la profundidad.

En la actualidad, los progresos en las técnicas de perforación y de bombeo nos hacen viable explotar la energía geotérmica en numerosos lugares del planeta.

VENTAJAS:

- Disminuye la dependencia energética de otros recursos no renovables como los combustibles fósiles.
- Produce residuos mínimos, que no son comparables con el impacto ambiental que producen el petróleo y el carbón
- Ahorro económico y energético
- No genera ruidos exteriores
- Recursos prácticamente inagotables
- No está sujeta a precios internacionales, como pudiera pasar con otros recursos.
- El terreno requerido por megavatio es mucho menor que en otro tipo de plantas.
- La emisión de CO₂ es muy inferior a la emitida para obtener una misma energía por combustión. Además, podemos lograr que sea nula si se reinyecta agua y se la hace circular por el circuito exterior.

DESVENTAJAS

- A veces se han dado microsismos que vienen ocasionados por el enfriamiento brusco de piedras calientes y su posterior fisura.

(En las plantas sin reinyección, las desventajas también serán:)

- Emisión de ácido sulfhídrico (letal)
- Contaminación de aguas próximas
- Contaminación térmica
- No se puede transportar
- No está disponible más que en determinados lugares(salvo la que se utiliza en la bomba de climatización geotérmica, que esa sí)

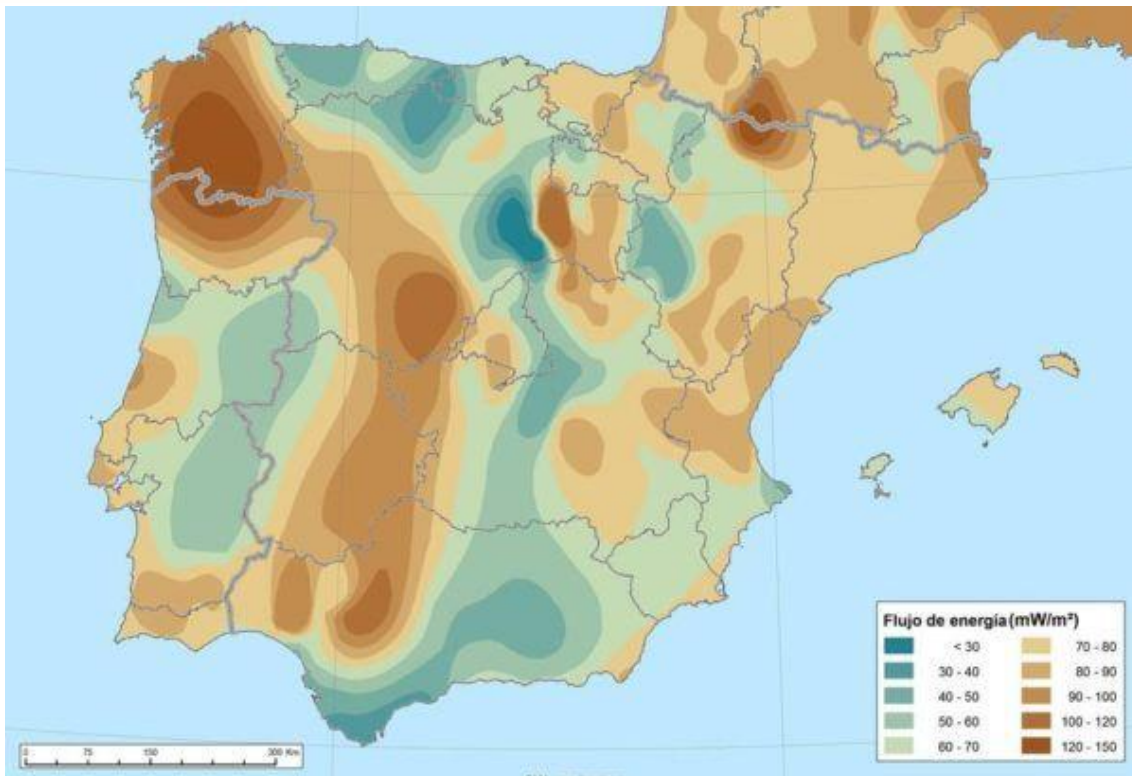


fig-Mapa geotérmico de España

3.5 Biomasa

La biomasa es la utilización de la materia orgánica como fuente energética. Abarca un amplio conjunto de materias orgánicas que se caracteriza por su heterogeneidad, tanto por su origen como por su naturaleza. La valoración de la biomasa puede hacerse a través de cuatro procesos básicos mediante los que puede transformarse en calor y electricidad: combustión, digestión anaerobia, gasificación y pirolisis.

VENTAJAS

- Es una energía renovable ya que es ilimitada; se utilizan como fuente primaria para su consecución los desechos orgánicos de las actividades agropecuarias o basura de las ciudades, y los seres vivos jamás podrán dejar de producir estos desechos.
- Tiene emisiones neutras de CO₂. Consideraremos que, como se aprovecha del carbono que inicialmente estaba en las plantas, se estará llevando a cabo el ciclo natural del CO₂. Una vez estos combustibles sean quemados, ese CO₂ producido volverá a los bosques o a los sitios de vegetación abundante y será aprovechado en la fotosíntesis continuando así su ciclo normal.
- Tiene un gran potencial de aprovechamiento en sectores rurales, lo cual resulta un beneficio social claro.

- Aprovechamiento de los desechos; resulta una manera muy válida de aprovechar los desechos de la actividad humana

DESVENTAJAS:

- Cultivos destinados a biomasa: se ha visto que en algunos lugares donde la biomasa ha cogido fuerza como industria energética que algunos agricultores empiezan a cultivar especies dedicadas expresamente a la biomasa. Esto nos ocasionaría, en caso de proliferación, una disminución de la producción agrícola de alimentos para el consumo humano, llevando a la escasez de los mismos.
- Dificultad en el procesamiento y manejo. Ciertos combustibles como el biogás o biodiesel tienen procesos de obtención que resultan realmente complejos e incluso peligrosos de manejar, ya que ambos son inflamables. Además, si por error se liberasen a la atmósfera, los niveles de contaminación aumentarían bruscamente ya que el metano, componente básico de ellos, es 20 veces más poderoso en el efecto invernadero que lo que lo es el carbono dióxido
- Baja densidad energética. Ésta será menor que la de los combustibles fósiles, y por tanto, demandará más espacio para almacenar una misma cantidad de energía.

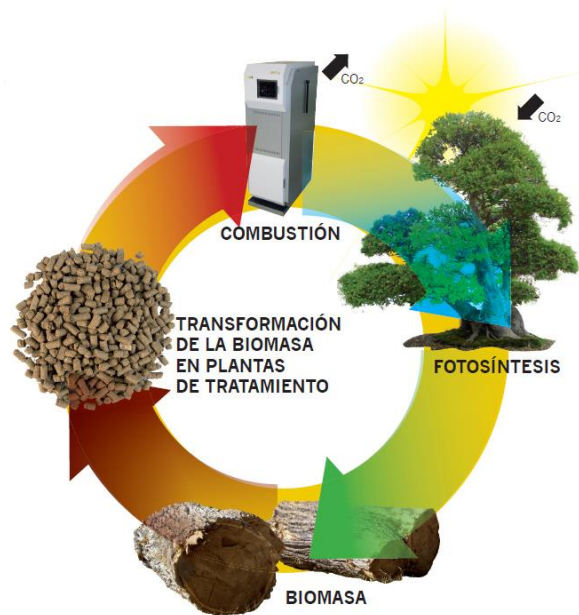


fig-Ciclo de la Biomasa

4. SISTEMAS SELECCIONADOS

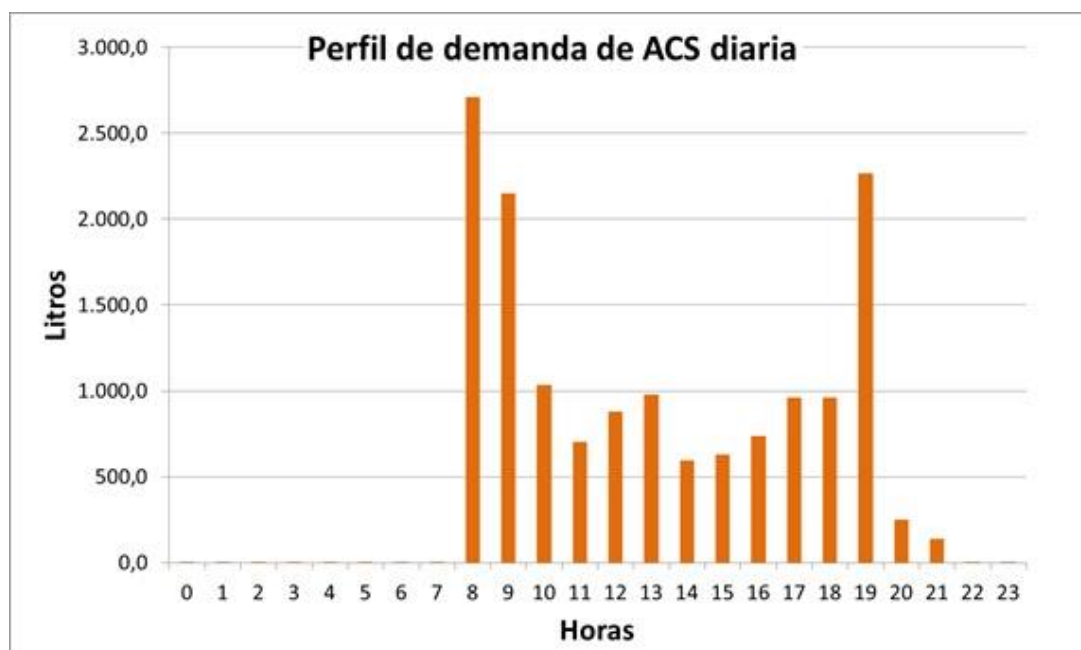
Una vez presentadas las alternativas energéticas disponibles, debemos ciertamente decantarnos por cuáles adoptar para nuestro proyecto.

En primera instancia deberemos decantarnos entre energía solar térmica o energía solar fotovoltaica.

Recordemos, antes de empezar la argumentación, que la climatización de las viviendas se hará por medio de una bomba de calor reversible y que por tanto, la única necesidad térmica a paliar es la de calentar el ACS.

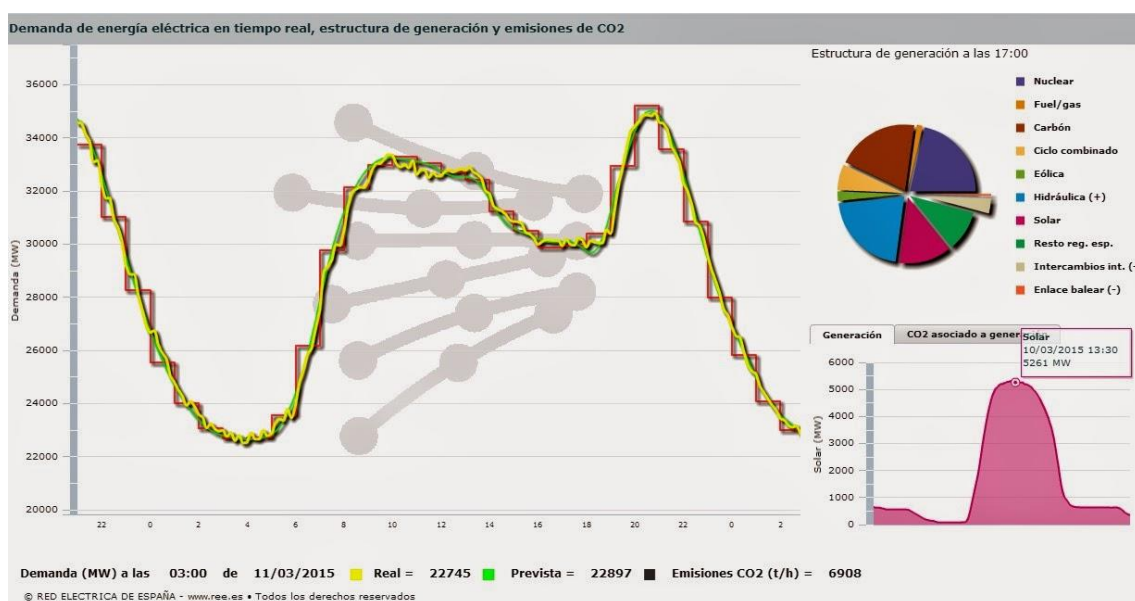
Dado que la energía solar tiene el inconveniente de depender directamente de la meteorología, concluimos que va a necesitar apoyo de algún otro equipo con el fin de sustentar toda la demanda siempre que se desee. Debemos pues, elegir si poner fotovoltaica o térmica en función de esos equipos de apoyo.

Las necesidades térmicas no podrían ser solamente afrontadas mediante termosolar-y por tanto necesitarían de una caldera de biomasa (dado que nuestro objetivo es utilizar renovables de ser posible). La caldera de biomasa está sustentada a base de pellets y sus demandas se rigen por curvas que son muy repetidas debidas a las costumbres cotidianas y que se repiten diariamente. Por ello, deduciremos que no merece la pena usar las placas de energía solar térmica, con variabilidad marcada, para un consumo tan regularizado y predecible-fácilmente abordable con Pellets. De haber metido la variable de lo aportado por termosolar en el balance energético, su aleatoriedad nos haría sumamente difícil calcular la cantidad de pellets necesarios.



Si, por lo tanto, descartamos la termosolar, nos encontramos con que elegiremos la fotovoltaica. Tampoco ésta será capaz de producirnos la totalidad de la demanda y dependerá, como ya hemos mencionado, de la meteorología. Por tanto, estaremos obligados a conectarnos a la Red Eléctrica para que nos aporte la demanda no cubierta a base de renovables. No obstante, este paso era obligado ya que no podríamos dejar el suministro de una urbanización a merced del tiempo que haya.

Cierto es que la demanda eléctrica también se rige por unos patrones y curvas muy parecidas día tras día, y que por tanto el mismo argumento mencionado para el ACS nos podría venir en mente. No obstante, a diferencia de en el anterior caso, la REE sabe perfectamente cuánto aportarnos, mientras que en una caldera de biomasa sería el encargado de la misma (y no alguien del exterior de la urbanización) el encargado de afrontar la demanda, siendo esta tarea harto difícil.



Abordaremos en apartados posteriores el cálculo de las necesidades energéticas de cada una de las viviendas y el aporte de las renovables seleccionadas.

Decantados pues por la energía solar fotovoltaica, decidimos usar los tejados de nuestras casas con vistas a poner en ellos las placas fotovoltaicas. Si bien por causa de su bajo rendimiento no resultarán suficientes para hacer frente a toda la carga, servirán de apoyo y serán fácilmente amortizadas casi sin mantenimiento necesario.

Con vistas también a aprovechar los recursos naturales, nos decidiremos por aprovechar el viento de la zona por medio de un aerogenerador. Existe la posibilidad de usar más de uno de menores dimensiones (los llamados miniaerogeneradores), pero resultan más perjudiciales estéticamente, así como requerir mucho más mantenimiento (ya que aumenta el número de ellos) y disminuir el aprovechamiento energético del recurso. Sabiendo que se trata de una urbanización con terreno abundante, como es obvio

debida la existencia de un campo de golf, existirá la posibilidad de posicionar un aerogenerador de dimensiones considerables (una altura de unos 20m, para un aprovechamiento energético acorde con la demanda) sin apenas problemas de contaminación visual excesiva ni riesgos de que edificios o estructuras colindantes puedan entorpecer el libre flujo de aire por las paletas.

El aporte de energía eólica se unirá, pues, al de fotovoltaica, y estos estarán apoyados, como ya hemos indicado, por la conexión a la Red Eléctrica Española.

5. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS PRINCIPALES

Propondremos la creación de lo que denominaremos ‘isla de potencia’, una zona aislada del núcleo de viviendas donde situaremos las alternativas seleccionadas; un aerogenerador y una caldera para la combustión de la biomasa, además de recibir los tres cables de la electricidad recibidas de REE(Recordemos que las placas están en los tejados)

Cara a equiparla, valoraremos los diferentes modelos, materiales y alternativas que tenemos a mano en el mercado.

Empezaremos por los **paneles fotovoltaicos**, y sus correspondientes **baterías, inversor y regulador de carga**:

Antes de nada, veremos algunas de las posibilidades existentes para las **placas**:

Tecnología	Símbolo	Características	Eficiencia en laboratorio (%)	Eficiencia típica en módulos (%)
Silicio monocristalino	sc – Si	Tipo oblea	24	13 – 15
Silicio policristalino	mc – Si	Tipo oblea	19	12 – 14
Película de silicio cristalino sobre cerámica	f – Si	Tipo oblea	17	8 – 11
Película de silicio cristalino sobre vidrio		Película delgada	9	
Silicio amorfo (silicio – germanio)	a – Si	Película delgada	13	6 – 9
Diseleniuro de cobre – indio/galio	CIGS	Película delgada	18	8 – 11
Telurio de cadmio	CdTe	Película delgada	18	7 – 10
Celdas orgánicas (incluye celdas de TiO ₂ sensibles a la humedad)	-	Película delgada	11	-
Celdas tándem de alta eficiencia	III – V	Tipo oblea y película delgada	30	-
Celdas concentradoras de alta eficiencia	III – V	Tipo oblea y película delgada	33 – 28	-

Con vista a lograr la mayor eficiencia posible, optaremos por usar las de Silicio monocristalino. Recordemos que la inversión se rentabiliza rápidamente y, por tanto, merece la pena optar por las más costosas porque a largo plazo serán más rentables.

Con ese razonamiento, optaremos por las placas ATERSA A-315M, cuya ficha técnica podemos ver a continuación:

Características eléctricas (STC: 1kW/m², 25°C±2°C y AM 1,5)*

	A-305M	A-310M	A-315M
Potencia Nominal (0/+5 W)	305 W	310 W	315 W
Eficiencia del módulo	15,68%	15,94%	16,19%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,31 A	8,40 A	8,45 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	36,71 V	36,91 V	37,30 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,84 A	8,92 A	8,94 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	44,89 V	45,15 V	45,72 V

Parámetros térmicos

Coefficiente de Temperatura de Isc (α)	0,03% /°C
Coefficiente de Temperatura de Voc (β)	-0,34% /°C
Coefficiente de Temperatura de P (γ)	-0,43% /°C

Características físicas

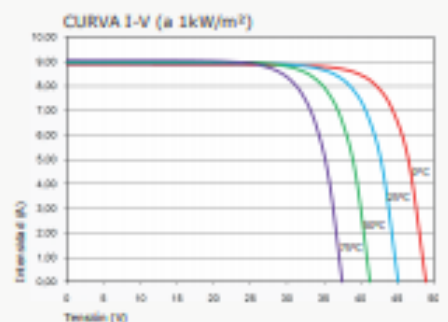
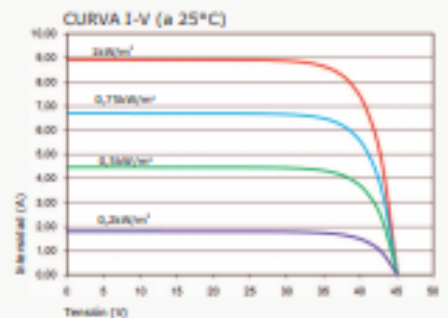
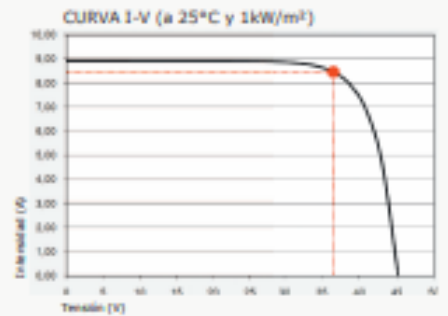
Dimensiones (± 2 mm)	1965x990x40
Peso (± 0,5 kg)	22,5
Área (m ²)	1,95
Tipo de célula (± 1 mm)	Monocristalina 156x156 mm (6 pulgadas)
Células en serie	72 (6x12)
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 3,2 mm
Marco	Aleación de aluminio anodizado o pintado en poliéster
Caja de conexiones	TYCO IP67
Cables	Cable Solar 4 mm ² 1200 mm
Conectores	TYCO PV4

Rango de funcionamiento

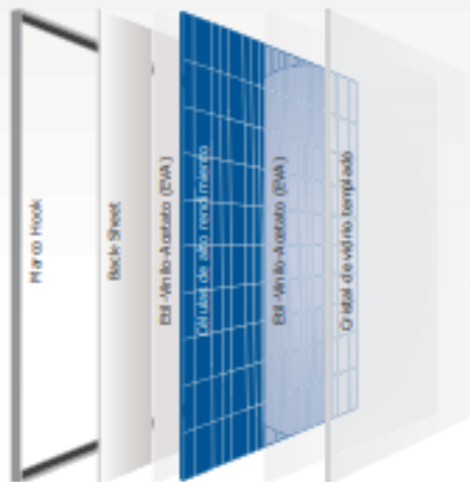
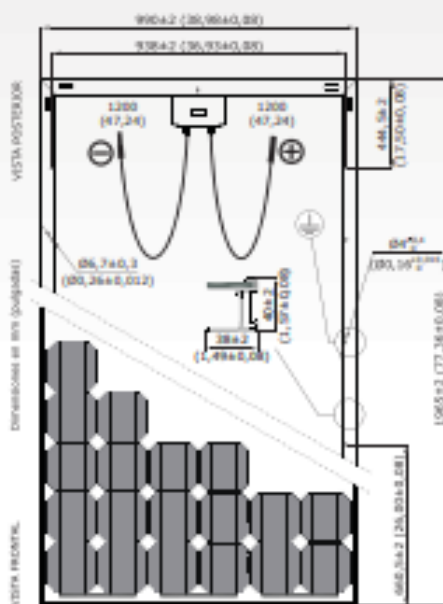
Temperatura	-40°C a +85°C
Máxima Tensión del Sistema / Protección	1000 V / CLASS II
Carga Máxima Viento / Nieve	2400 Pa (130 km/h)
Máxima Corriente Inversa (IR)	15,1 A

*Especificaciones eléctricas medidas en STC. NOCT: 47±2°C.
Tolerancias medida STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).

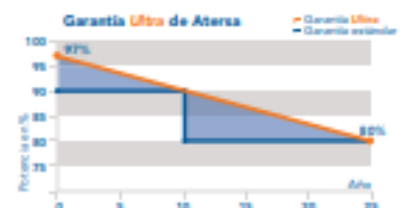
Curvas modelo A-310M



Vista genérica de la construcción de un módulo fotovoltaico



- Módulos por caja: **25 uds**
- Peso por palet: **595 kg**
- En un contenedor de 40 pies entran **21 cajas: 525 paneles**
- En un contenedor de 40 pies HC entran **22 cajas: 550 paneles**
- En un contenedor de 20 pies entran **9 cajas: 225 paneles**
- En un camión TAUTLINER entran **26 cajas: 650 paneles**



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

fig-características técnicas de las placas seleccionadas

Optaremos por las A-315M ya que, dentro de los tres modelos de la ficha técnica, es la que mejores condiciones presenta (rendimiento, potencia nominal...)

Las baterías serán una forma de acumular la energía que se obtenga de las placas, evitando así el desperdicio de energía cuando no nos haga falta tanta, o la posibilidad de recurrir a ella en primera instancia los días que no haya sol, anteponiéndola así a la de la Red. Existen diversos tipos de baterías solares, siendo las más utilizadas las siguientes:

- Baterías Monobloque
- Baterías Estacionarias
- Baterías de Litio

Optaremos, ya que serán las que mejor se adapten a nuestras necesidades, las **baterías** “ABSOLYTE GP 1-100G99 FLATPLATE” .Se trata de baterías de 2V de Tensión por unidad. En el dimensionamiento posterior se especificará el número de unidades que necesitaremos tener.

Necesitaremos también un **regulador de carga**, que se ocupará de controlar constantemente el estado de carga de las baterías así como de regular la intensidad de carga con el fin de alargar la vida útil de las baterías. Controla la entrada de corriente proveniente del panel solar y evita que se produzcan sobrecargas y sobredescargas profundas en la batería. Usaremos, ya que es el que más se amolda a nuestros requerimientos, el “MORNINGSTAR TRISTAR 60S PWM”. Tiene una corriente de carga nominal de 60A y tensión de 48V.

Por último, el **inversor** es un elemento clave de la instalación fotovoltaica. Un inversor fotovoltaico es un convertidor que transforma la energía de corriente continua procedente del generador fotovoltaico en corriente alterna. Estos se subdividen en: inversores aislados e inversores conectados a la red. A día de hoy, en España, prácticamente todos los inversores que se instalan son inversores conectados a la red. Así lo serán los nuestros también, como ya se ha explicado anteriormente. Si bien pueden ser monofásicos o trifásicos, los nuestros decididamente serán trifásicos debidas las amplias ventajas que esto aporta a la hora de transporte de energía y rendimiento de los receptores. Además, la ya mencionada red eléctrica entrega electricidad trifásica.

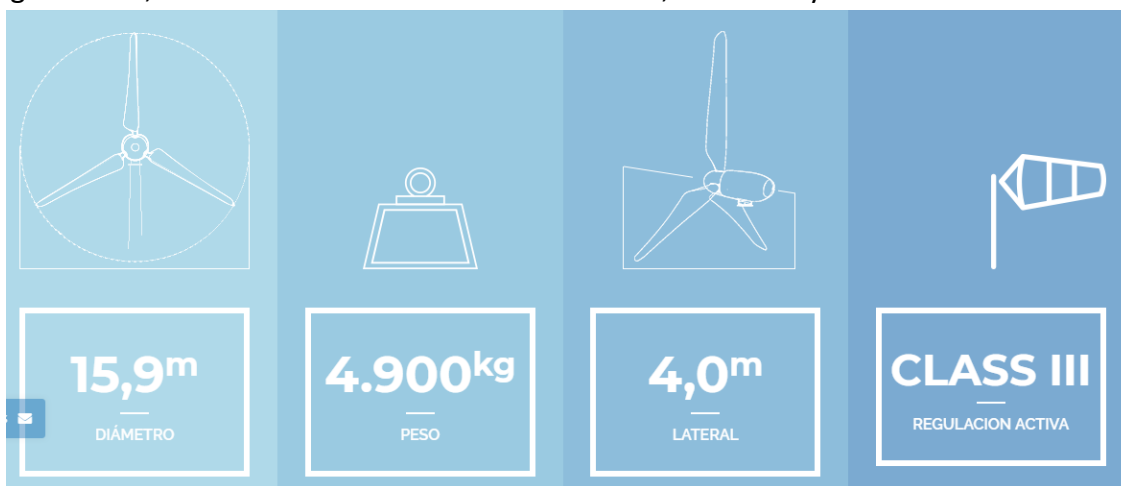
El inversor por el que nos decantaremos será el “VICTRON MULTIPLUS 48/3000/35-16”.

Decididos los componentes necesarios para la obtención de energía fotovoltaica, nos disponemos a valorar los necesarios para la eólica.

Indudablemente, resulta crítica la elección del **aerogenerador**. Dada la gran disponibilidad de viento en esta zona, propondremos uno que sea de gran aprovechamiento, como se verá más adelante en los cálculos de dimensionamiento y de la porción de necesidades cubiertas con el suministro de origen eólico.

Nos decantaremos por implementar el aerogenerador “ENAIR 800”, cuyas dimensiones son considerables; un diámetro de 15,9m y por tanto una altura de alrededor de 30m. Su potencia nominal es de 60kW, es decir bastante elevada en relación a las necesidades de la urbanización. Abarcaremos así el rango de viento desde 1,85m/s que empezará a funcionar hasta 25m/s, siendo su funcionamiento nominal a 60rpm.

Su generador, estará dotado de tres fases también, de 500V y transmisión directa.



Además, una gran ventaja es que contará con el paso variable regulado mediante un control activo, de manera que se ajuste a las situaciones, por regulación electrónica.

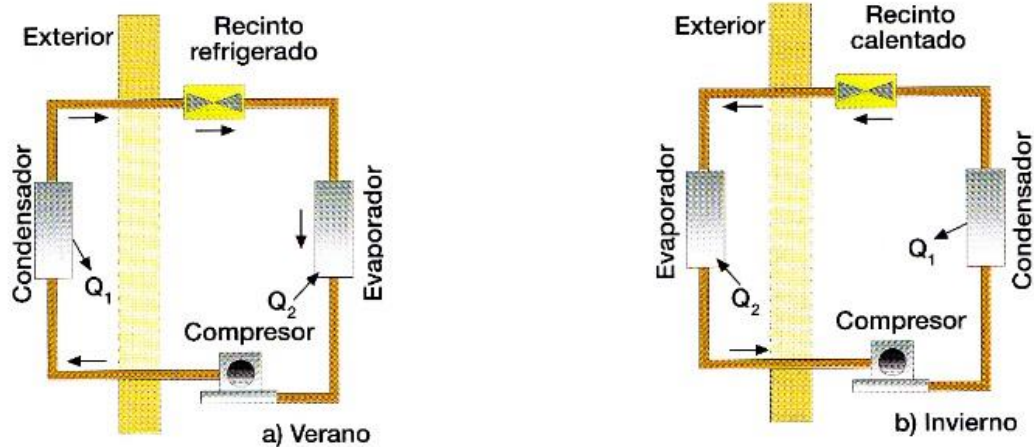
Vendrá también dotado de freno hidráulico de seguridad para evitar situaciones de embalamiento o en caso de fallo de los componentes.

Contará también con un inversor, idéntico al inversor solar que usamos en la anterior instalación, de tensión 500V.

La **bomba de calor reversible** será también introducida en este apartado:

En las bombas de calor el ciclo que más se emplee será el de la compresión del vapor, tal y como pasa en la máquina frigorífica, con los mismos refrigerantes, etapas y elementos. Concluimos pues que, como la misma máquina puede producir frío y calor, lo más lógico es sólo utilizar un aparato para ambas funciones.

Esto se conseguirá con las llamadas bombas de calor reversibles.



Esquema de una bomba de calor reversible.

El elemento significativo de éstas será la válvula inversora de cuatro vías. Esa válvula es eléctrica, y por tanto, accionada mediante un solenoide. La válvula se intercala en el circuito frigorífico y se suele enviar a un conmutador invierno-verano. Cuando la válvula es accionada, se cambia el sentido de circulación del fluido frigorífico, transformándose el evaporador en condensador y en condensador en evaporador.

En época de verano, el intercambiador de calor que está localizado en el interior de la casa actuará como evaporador, mientras que el intercambiador que esté en la calle será un condensador. En invierno, no obstante, será al contrario. Como no tienen una función fija, los llamaremos, para diferenciarlas, unidad exterior y unidad interior.

El hecho de que la máquina sea reversible sólo va a repercutir en que el número de horas de funcionamiento sea más elevado. No obstante, se requerirá un dimensionado muy bueno para la unidad exterior debido a que, según la zona climática, deberá evaporar con temperaturas exteriores que pueden llegar a los 10°C en invierno o condensar con temperaturas cercanas a los 40°C .

Los refrigerantes más usados son, generalmente: 407C, 410A, 134A

Por último, se integrará también en el concepto "isla de potencia" la caldera y el almacén de biomasa, que serán los encargados de hacer frente a toda necesidad de ACS de la urbanización. Podemos apreciar un detalle de dicha construcción a continuación:



fig-representación del concepto “isla de potencia”

Ésta, estará localizada en el campo de golf con vistas a no molestar en exceso a los habitantes de la urbanización. Estará además comunicada con los accesos a la urbanización de manera que sea viable el suministro de Pellets por medio de camiones a la misma.

La caldera será a base de Pellets y será del modelo Caldera de Biomasa Ferroli BEMUS 180, como será explicado más adelante.

6. DIMENSIONAMIENTO DE LAS INTALACIONES

Este apartado será crítico en relación a elegir el número de placas necesarias, así como decidir si se necesitará una segunda unidad de aerogenerador o para determinar la cantidad de biomasa se necesitará pedir, y las dimensiones de su caldera (justificando así la decisión tomada en el apartado precedente).

Dadas las dificultades y las abundantes variables que entran en el cálculo, se va a tratar de abordarlo de manera simplificada y diferenciada entre los diferentes orígenes de la energía. Siguiendo pues esa lógica, en primera instancia determinaremos las necesidades y lo que aportaremos de energía térmica cara a conseguir el ACS por medio de biomasa. Recordemos que, tal y como decidimos anteriormente nos bastará este método exclusivamente para hacer frente a todo lo requerido.

Los cálculos seguirán el procedimiento propuesto por IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) y que, si bien están enfocados a una comunidad vecinal en un edificio de 60 apartamentos, son adaptables para nuestro caso con un par de modificaciones que ahora veremos.

Con el ya mencionado interés de simplificarlo al máximo, nos centramos en primer lugar en las 50 viviendas (Chalets), y más adelante estimaremos las necesidades de ACS del club social.

Es importante puntualizar en un detalle de la instalación que influye altamente en las cifras de consumo de energía. Dicho elemento es el llamado “depósito de inercia”. Un depósito de inercia es un dispositivo que se emplea para almacenar energía que ya ha sido producida y así poder suministrarla cuando se necesite. En otras palabras, se encarga de acumular una cantidad determinada de calor para abastecer en momentos de alta demanda térmica.

El hecho de no tener que calentar otra vez el agua y guardarla en un acumulador de ese tipo nos ofrece grandes ventajas. Eso sí, como ya se verá a continuación, el agua allí acumulada ha de mantenerse por encima de los 50-60 °C de manera que se descarten completamente problemas de legionelosis.

La producción de ACS está determinada por el binomio potencia/capacidad de la acumulación. Se denominan sistemas de acumulación a aquellos cuyo volumen cubre la hora punta.

En primer lugar, calculamos el caudal simultáneo según el procedimiento ya mencionado.

Caudal simultáneo :

$$Q_c = A(Q_t)^B + C$$

Siendo: Q_c =caudal simultáneo de cálculo

Q_t =caudal total

A,B,C=coeficientes que dependen del tipo de edificio y caudales

Cálculo de los caudales (l/s) y aparatos							
Zonas y locales		AFCH			ACS		
		Aparatos	Unitario	Total	Aparatos	Unitario	Total
Cocina	Fregadero	1	0,2	0,2	1	0,1	0,1
	Lavadora	1	0,2	0,2	1	0,15	0,15
	Lavavajillas	1	0,15	0,15	1	0,1	0,1
	Total cocina	3	-	0,55	3	-	0,35
Baño	Bañera >1,40 m	1	0,3	0,3	1	0,2	0,2
	Lavabo	1	0,1	0,1	1	0,065	0,065
	Bidé	1	0,1	0,1	1	0,065	0,06
	Inodoro con cisterna	1	0,1	0,1	-	-	-
	Total baño	4	-	0,6	3	-	0,33
Aseo	Ducha	1	0,2	0,2	1	0,1	0,1
	Lavabo	1	0,1	0,1	1	0,065	0,065
	Inodoro con cisterna	1	0,1	0,1	-	-	-
	Total aseo	3	-	0,4	2	-	0,165
Total vivienda		10	-	1,55	8	-	0,845

Si en cada vivienda nuestra se tienen 8 aparatos consumidores de ACS con un total de 0.845l/s, el caudal total para el conjunto de los 50 chalets sería:

$$Q_t = 50 \times 0.845 = 42,25l/s$$

El caudal simultáneo se obtendrá tomando los coeficientes A B y C de la siguiente tabla:

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q_u	Q_t	A	B	C
Viviendas	<0,5	≤20	0,682	0,450	-0,140
	≥0,5	≤1	1,000	1,000	0,000
	≥0,5	≤20	1,700	0,210	-0,700
	→ Sin límite	>20	1,700	0,210	-0,700

De esta forma: $A = 1,7$ $B = 0,21$ $C = -0,7$

$$\text{caudal simultáneo} = Q_c = 1,7 \times (42,25)^{0,21} - 0,7 = 3,03l/s$$

Conocido este, vamos a determinar la potencia de la instalación si no contase con un depósito de inercia.

La potencia se calcula:

$$P(W) = Qc\left(\frac{l}{s}\right) \times 3600\left(\frac{s}{h}\right) \times (T_{ACS} - T_{AF})^{\circ}\text{C} \times 1,16 \frac{Wh}{l^{\circ}\text{C}}$$

Siendo:

T_{ACS} : *Temperatura en el punto mas alejado de la produccion* (según las especificaciones para la prevención de la legionelosis, la temperatura en el punto más alejado de la producción ha de ser de 50°C

T_{AF} : *temperatura de agua fría de la red* (dependerá de la localidad y del mes del año, tomándose siempre el valor más desfavorable. En el caso de Marbella, el valor más desfavorable corresponde al mes de Enero, siendo $T_{AF} = 12^{\circ}\text{C}$, como se puede apreciar en la siguiente tabla

Qc : Caudal simultáneo ya calculado anteriormente (3,03l/s)

$$P(W) = 3,03 \times 3600 \times (50 - 12)^{\circ}\text{C} \times 1,16 \frac{Wh}{l^{\circ}\text{C}} = 480824,6W = 480,82kW$$

Lo que supondrá, $\frac{9,62kW}{vivienda}$

Calculamos ahora la potencia para el caso en el que tenemos un depósito de inercia. Si bien existen del 50% o del 30%, tomaremos este último ya que es el más habitual. Éste será, finalmente, el sistema elegido, y los cálculos de sin depósito servirán sólo de apoyo en su cálculo.

La energía útil que proporcione el sistema debe de ser capaz de cubrir la demanda punta que es:

$$E_{hp}(Wh) = Q_{punta}(l) \times (T_{ACS} - T_{AF})^{\circ}\text{C} \times 1,16\left(\frac{Wh}{L^{\circ}\text{C}}\right)$$

(1)

T_{ACS} : Temperatura en el punto mas alejado de la produccion (según las especificaciones para la prevención de la legionelosis, la temperatura en el punto más alejado de la producción ha de ser de 50°C
 T_{AF} : temperatura de agua fría de la red (dependerá de la localidad y del mes del año, tomándose siempre el valor más desfavorable. En el caso de Marbella, el valor más desfavorable corresponde al mes de Enero, siendo $T_{AF} = 12^{\circ}\text{C}$, como se puede apreciar en la siguiente tabla

Temperatura del agua de la red (°C)													Media
Mínimas	5	6	7	9	11	13	15	2	14	11	7	6	10
Máximas	15	15	16	16	17	19	21	21	20	18	17	16	17
Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Lérida	7	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	7	13
Logroño	7	8	10	11	13	16	18	18	16	13	10	8	12
Lugo	7	8	9	10	11	13	15	15	14	12	9	8	11
Madrid	8	8	10	12	14	17	20	19	17	13	10	8	13
Málaga	12	12	13	14	16	18	20	20	19	16	14	12	16
Murcia	11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11	15
Orense	8	10	11	12	14	16	18	18	17	13	11	9	13
Oviedo	9	9	10	10	12	14	15	16	15	13	10	9	12
Palencia	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	9	6	11
P. de Mallorca	11	11	12	13	15	18	20	20	19	17	14	12	15
Pamplona	7	8	9	10	12	15	17	17	16	13	9	7	12

La energía proporcionada por el sistema es la suma de la que aporta la producción (intercambiador) mas la almacenada en los depósitos de acumulación.

La energía que aporta la producción referida a 1 hora resulta:

$$E_{producción} (Wh) = P_{calderas}(W) \times 1h \times \eta_{producción ACS} \quad (2)$$

Siendo, $P_{calderas}$: potencia útil de las calderas
 $\eta_{producción ACS}$: rendimiento del sistema de producción de ACS (incluyendo pérdidas por intercambio, acumulación, distribución y recirculación)

La energía acumulada en los depósitos, que puede ser utilizada durante la punta de consumo es:

$$E_{acumulación} (Wh) = V_{acumulación} (l) \times (T_{acumul} - T_{AF})(^{\circ}\text{C}) \times 1,16 \left(\frac{Wh}{L^{\circ}\text{C}}\right) \times F_{uso acum} \quad (3)$$

Siendo,

$V_{acumulación}$: volumen total de los depósitos
 T_{acumul} : Temperatura de acumulación (que puede ser igual o superior a la de uso de T_{ACS})
 $F_{uso\ acum}$: Factor uso del volumen acumulado (depende de la geometría y del número de depósitos de acumulación). Viene dado por la fórmula siguiente:

$$F_{uso\ acum} = 0,63 + 0,14 \times \left(\frac{H}{D}\right) \quad (4)$$

(H y D son la altura y diámetro del depósito respectivamente)

La potencia a instalar resulta:

$$P_{calderas} = [Q_{punta} \times (T_{ACS} - T_{AF}) - V_{acumulación} \times (T_{acumul} - T_{AF}) \times F_{uso\ acum}] \times \frac{1,16}{\eta_{producción\ ACS}} \quad (5)$$

Se tiene una ecuación con tres incógnitas: el caudal en hora punta, el volumen de acumulación y la potencia a instalar. La potencia será mayor cuanto mayor sea el consumo en hora punta y cuanto menor sea el volumen de acumulación.

El problema fundamental es conocer el caudal en hora punta, para lo cual no existen datos oficiales publicados ni normas establecidas. Por ello, se recurre a métodos empíricos basados en estimaciones que determinan la punta y la duración de la misma.

De esta forma, se adoptarán las hipótesis conservadoras de tomar como consumo a la hora punta el 50% del consumo medio diario en viviendas, y el 30% en polideportivos, garantizando así sistemas exentos de problemas de funcionamiento.

Con esta estimación conservadora y teniendo en cuenta que el consumo diario calculado era de 4400 litros por día a 60°C, se tendrá un consumo en la hora punta de 2200 litros, a 60°C.

Este consumo solo se dará en la hora punta pero el sistema ha de ser capaz de hacer frente a la misma.

La acumulación más habitual es del 30% del consumo en la hora punta. Por lo tanto, si determinamos nuestro valor de acumulación:

$$2200 \times 0,3 = 660l$$

Consecuentemente, optaremos por un depósito de 700litros: 900 mm de diámetro y 1100 de altura.

Conocidas ya las dimensiones, somos capaces de calcular el ya introducido $F_{uso\ acum}$

$$F_{uso\ acum} = 0,63 + 0,14 \times \left(\frac{H}{D}\right) = 0,63 + 0,14 \times \left(\frac{1100}{900}\right) = 0,80$$

(Es decir, de un 80%)

$\eta_{producción\ ACS}$: Lo estimaremos del 75% por medio de métodos empíricos.

Determinados todos los parámetros involucrados, podemos entrar en la ecuación (5) introduciendo:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_{ACS} = 60^{\circ}\text{C} \\ T_{AF} = 12^{\circ}\text{C} \\ T_{acumul} = 70^{\circ}\text{C} \end{array} \right.$$

$$P_{calderas} = \frac{[Q_{punta} \times (T_{ACS} - T_{AF}) - V_{acumulación} \times (T_{acumul} - T_{AF}) \times F_{uso\ acum}] \times 1,16}{\eta_{producción\ ACS}} =$$

$$= [2200 \times (60 - 12) - 700 \times (70 - 12) \times 0,8] \times \frac{1,16}{0,75} = 113092W = 113,092kW$$



$$\text{Que, supondrían por cada vivienda: } \frac{113,092}{50} = 2,26 \frac{kW}{vivienda}$$

Concluimos de esta manera que habremos de tener una caldera de 113,092 kW a base de biomasa. Dado que no se ha tenido en cuenta la demanda de ACS del club social (duchas del gimnasio, agua caliente del bar y restaurante del mismo), redondearemos la cifra a 120 kW en una estimación conservadora).

Por ello, mirando en el mercado, elegiremos la caldera caldera de Biomasa Ferroli BEMUS 180, que tiene una potencia de 180 kW y por tanto cubre de sobra lo requerido con un margen de seguridad.

Visto que la potencia al contar con un depósito de inercia se reduce en un $\frac{9,62}{2,26} = 4,25$, y que la energía es directamente proporcional a la potencia ya que sólo implica multiplicarla por las horas de uso, de tener la energía sin depósito, podremos sacar la energía con él. Este es, de hecho nuestro caso. Nos seguimos apoyando en los cálculos propuestos por la IDAE, que para el cálculo de las necesidades energéticas sin contar con depósitos de inercia nos proponen:

Vamos a calcular ahora el consumo energético debido al ACS sin depósito de inercia.

Si suponemos un número de ocupantes por casa medio de 4 personas por casa, esto nos llevará a 200 personas por vivienda.

Además, según datos de IDAE en el documento “Guía Técnica Agua Caliente Sanitaria Central”, según referido en la tabla de la página 72, una estimación válida del consumo medio diario de ACS será de $22 \frac{l}{persona \times día}$

Del mismo modo, para un restaurante el consumo es de $\frac{8l}{días \times persona}$ y en un gimnasio es de $\frac{21l}{días \times persona}$

Por medio de sencillas operaciones, determinamos los litros por día:

$$200 \times 22 = 4400 \frac{l}{día}$$

Si en el restaurante contabilizamos unos 150 clientes al día:

$$150 personas \times \frac{8l}{días \times persona} = 1200 \frac{l}{día}$$

Si en el gimnasio promediamos unas 80 personas por día:

$$80 personas \times \frac{21l}{días \times persona} = 1620 \frac{l}{día}$$

Por tanto, en total,

$$4400 + 1200 + 1620 = 7280 \frac{l}{día}$$

De esta forma, la demanda de energía para el calentamiento de ACS sería:

$$E = m \times Ce \times \Delta T$$

$$\text{Siendo: } Ce = 4,18 \frac{J}{g^{\circ}C} \frac{1W}{1\frac{J}{s}} \frac{1h}{3600s} \frac{1000g}{1kg} = 1,16 \frac{W \times h}{^{\circ}C \times l}$$

$$E = 7280 \frac{l}{día} \times 1,16 \frac{Wh}{°C \times l} \times (60 - 12)°C = 405350,4 \frac{Wh}{día}$$

$$405,3504 \frac{kWh}{día} \times \frac{365 días}{1 año} = \frac{147953 kWh}{año}$$

Sabida esta cifra, y que se reducirá en base al ya introducido factor de 4,25, podemos concluir que el consumo energético en ACS contando con un depósito de inercia será de:

$$\frac{147953}{4,25} = 34812 \frac{kWh}{año} ACS$$

Por lo tanto, sabidas estas necesidades, la cantidad de pellets de biomasa que usaremos con vista a hacer frente a la demanda se obtendrá teniendo en cuenta el poder calorífico de los mismos. He aquí una tabla representativa de los poderes caloríficos inferior y superior, respectivamente:

Combustible	PCI	PCS
Gasóleo	9,98 kWh/l	10,18 kWh/l
Gas natural	8,18 kWh/m ³	9,02 kWh/m ³
Butano	12,78 kWh/kg	13,86 kWh/kg
Propano	12,93 kWh/kg	14,08 kWh/kg
Pellets	5,23 kWh/kg	5,81 kWh/kg

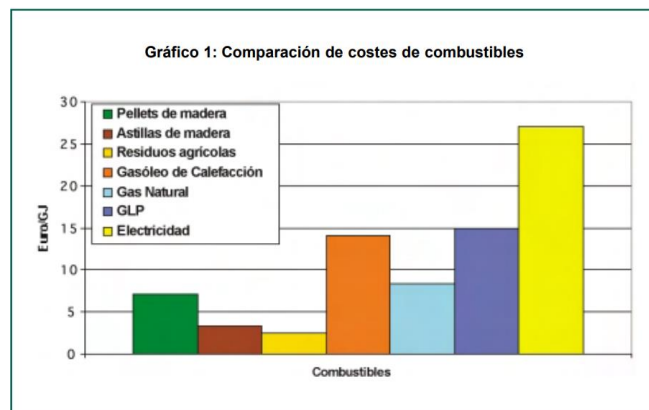
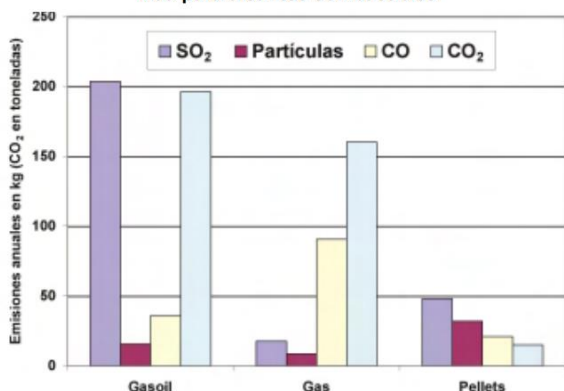
Nosotros echaremos mano del PCI para hacer los cálculos, ya que, como es lógico, nos situaremos en el caso más desfavorable en vista de asegurar en todo momento el suministro demandado.

Así, con una sencilla cuenta, calculamos los kg de Pellet anuales:

$$\frac{34812 \frac{kWh}{año}}{5,23 \frac{kWh}{kg}} = 6656 \frac{kg}{año} pellets$$

La elección de Pellets en lugar de otros combustibles de biomasa se debe a que, aunque las astillas de madera y los residuos agrícolas son algo más económicos, presentan otros inconvenientes como son: la necesidad de mayor espacio de almacenamiento y una mayor demanda de personal para las operaciones y mantenimiento de la caldera.

Gráfico 3: Comparación de las emisiones del ciclo de vida para distintos combustibles



Siguiendo con lo relacionado con energía térmica, aunque en nuestro caso vaya a ser aportada por medio de una bomba de calor reversible (y por tanto a base de energía eléctrica), vamos a calcular la energía eléctrica a aportarle a la misma:

Tras haber revisado equipos similares en documentación on-line, hemos concluido que nos sería suficiente con instalar por cada casa una bomba de 3kW, cuyo coste económico vendrá calculado en próximos apartados.

De esta manera, y después de haber reparado en datos de un normal funcionamiento de las bombas de calor reversibles en la zona de Andalucía, haremos nuestra suposición:

Si, para refrigeración, usamos la bomba a plena carga (3kW) durante tres meses y 6 horas por día:

$$3\text{meses} \times \frac{30\text{días}}{1\text{mes}} \times \frac{6\text{h}}{1\text{día}} = \frac{540\text{h}}{\text{año}}$$

Por tanto, si queremos la energía a aportarle, será de:

$$E = P \times t = 3\text{kW} \times \frac{540\text{h}}{\text{año}} = 1620 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \text{ para refrigeración}$$

Para el caso de calefacción, por otro lado, se necesitará tenerlo tres meses a plena carga, tres horas al día:

$$3\text{meses} \times \frac{30\text{días}}{1\text{mes}} \times \frac{3\text{h}}{1\text{día}} = \frac{270\text{h}}{\text{año}}$$

Obteniendo así un aporte de energía necesario de:

$$E = P \times t = 3\text{kW} \times \frac{270\text{h}}{\text{año}} = 810 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \text{ para calefacción}$$

El total anual, entonces, nos resulta:

$$1620 + 810 = 2430 \frac{kWh}{\text{año} \times \text{chalet}}$$

Como ese resultado está referido a un solo chalet y nosotros debemos de aportar las necesidades de los 50, éstas serán, finalmente:

$$2430 \frac{kWh}{\text{año} \times \text{chalet}} \times 50 \text{ chalets} = 121500 \frac{kWh}{\text{año}}$$

A continuación, nos dispondremos a calcular lo que tanto la energía eólica como la fotovoltaica nos aportarán, y cuánto será demandado por los chalets. Empezaremos determinando las necesidades eléctricas de cada una de las casas.

Nos vamos a valer para el cálculo de una herramienta online hallada en la página <http://calculationsolar.com> para conocer los Wh por día que se consumen en un chalet nuestro promedio. Para calcularlos, se ha cogido una casa tipo de una urbanización singular tipo, y se han listado los diferentes aparatos eléctricos presentes. Echando mano de la potencia de los mismos, y de el registro de horas promedio que son utilizados en esa zona geográfica, tendremos un promedio de 14520 Wh por día usados en los electrodomésticos y 1970 en iluminación por cada vivienda.

Si calculamos, por tanto, esto resultaría unos 6018,85 kWh/año por cada chalet, lo que nos resulta un dato lógico y ajustado a otros vistos por internet.

Haciendo uso ahora de la herramienta PVGIS de la comunidad europea, y señalando la localización, recibimos la información sobre la radiación en ese punto geográfico:

Rendimiento del sistema FV conectado a red

PVGIS estimación de la producción de electricidad solar

Lugar: 36°30'18" Norte, 4°54'57" Oeste, Elevación: 0 m.s.n.m.

Base de datos de radiación solar empleada: PVGIS-CMSAF

Potencia nominal del sistema FV: 1.0 kW (silicio cristalino)

Pérdidas estimadas debido a la temperatura y niveles bajos de irradiancia: 10.7% (utilizando la temperatura ambiente)

Pérdidas estimadas debido a los efectos de la reflectancia angular: 2.6%

Otras pérdidas (cables, inversor, etc.): 14.0%

Pérdidas combinadas del sistema FV: 25.2%

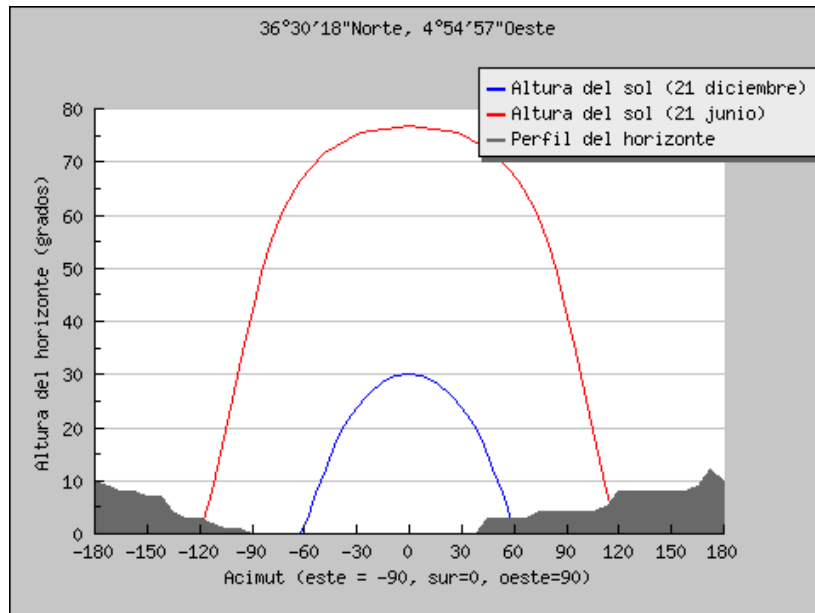
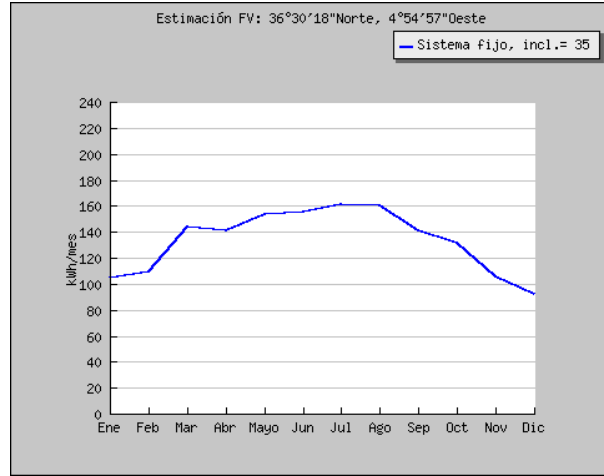
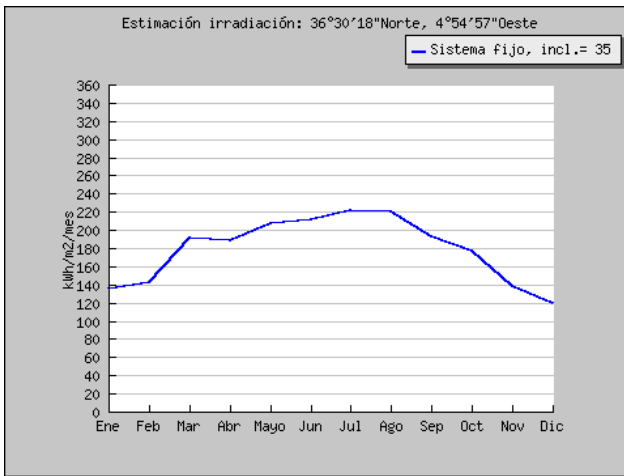
Sistema fijo: inclinación=35 grados, orientación=0 grados					
Mes	Ed	Em	Hd	Hm	
Ene	3.36	104	4.35	135	
Feb	3.91	109	5.09	142	
Mar	4.65	144	6.17	191	
Abr	4.71	141	6.29	189	
Mayo	4.95	154	6.68	207	
Jun	5.19	156	7.04	211	
Jul	5.22	162	7.15	222	
Agó	5.17	160	7.12	221	
Sep	4.75	141	6.42	193	
Oct	4.25	132	5.72	177	
Nov	3.51	105	4.61	138	
Dic	2.98	92.5	3.87	120	
Año	4.39	133	5.68	179	
Total para el año		1600		2150	

Ed: Producción de electricidad media diaria por el sistema dado (kWh)

Em: Producción de electricidad media mensual por el sistema dado (kWh)

Hd: Media diaria de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado (kWh/m2)

Hm: Suma media de la irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh/m2)



Visto que las placas antes mencionadas (ATERSA A315M) tienen unas dimensiones de $2 \times 1 \text{ m}^2$, y observando el sitio libre restante en los tejados (quitando chimeneas tuberías etc...) concluimos que podremos poner 6 placas de esas características por cada chalet.

Si utilizamos el dato hallado de energía fotovoltaica en Marbella que es de 1510 kWh/año, tenidas en cuenta las pérdidas, por casa 1kW de potencia nominal de módulo FV, concluimos que:

$$6 \text{modulos ATERSA} \times \frac{0,315 \text{kW potencia nominal}}{1 \text{modulo ATERSA}} \frac{1510 \text{kWh/año}}{1 \text{kW potencia nominal}} = 2853,9 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

Teniendo en cuenta que habíamos calculado un consumo anual para cada chalet (electrodomésticos + iluminación) de 6018,85 kWh/año, la contribución de los módulos de energía FV al total del consumo de las viviendas sería:

$$\frac{2853,9 \frac{kWh}{año}}{6018,85 \frac{kWh}{año} (electrodom.) + 2430 \frac{kWh}{año} (bomba\ de\ calor\ rev)} \times 100 = 33,77\%$$

Añadimos, además, el cálculo de necesidades de iluminación en las vías, es decir, el consumo de las farolas a instalar en nuestra urbanización.

Para ello, nos valemos otra vez de documentación de la IDAE, ya que nos ofrece la regulación vigente en la publicación “Inventario, consumo de energía y potencial de ahorro del alumbrado exterior municipal en España (2017)”.

En dicho documento, hallamos que, como vemos en la siguiente tabla, para localidades de menos de 5000 habitantes, serán necesarios 187 kWh/habitante y año.

Tamaño municipio	RATIOS IDAE 2017			CENSO DE ESPAÑA 2016		RESULTADOS	
	kWh/hab/a	W/PL	PL/1000 hab	Municipios	Población	GWh/a	PL
> 75.000 habitantes	82	179	120	98	21.525.605	1.760	2.588.324
40.001 a 75.000 hab	112	172	153	77	4.204.804	471	642.952
20.001 a 40.000 hab	114	161	189	227	6.248.522	713	1.183.382
10.001 a 20.000 hab	139	155	229	347	4.914.991	682	1.124.529
5.000 a 10.000 hab	151	137	280	551	3.869.029	586	1.084.126
< 5.000 habitantes	187	131	384	6.825	5.794.057	1.085	2.226.526
Conjunto España	114	156	190	8.125	46.557.008	5.296	8.849.839

Podremos concluir, por tanto, que si en nuestra urbanización promediamos, en una aproximación ligeramente conservadora, cuatro personas por casa, tendríamos pues 200 personas en el complejo, es decir, nos encontraremos en ese rango previamente mencionado de menos de 5000.

Así,

$$200 \text{ personas} \times \frac{187 \text{ kWh}}{\text{persona} \times \text{año}} = 37400 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

Si ahora reparamos en el documento, también de la IDAE , de nombre “ Guía técnica de eficiencia energética en iluminación” , y reparamos a la siguiente tabla:

D 3 - D 4	• Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada		
	• Zonas de velocidad muy limitada		
	- Parámetros específicos dominantes		
	Flujo de tráfico de peatones y ciclistas	Alto	CE2 S 1
		Normal	S 2 S 3
			S 4
	- Parámetros específicos complementarios (Nota 2)		
	Complejidad del campo visual		
	Riesgo de criminalidad		
	Reconocimiento facial		
	Niveles de luminosidad ambiental		

Se deduce que utilizaremos una clase de alumbrado S3, lo que implica:

Clase de Alumbrado	Iluminancia horizontal en el área de la calzada		
	Iluminancia Media Em (lux)	Iluminancia mínima Emin (lux)	Uniformidad Media Um (%)
S1	15	5	33
S2	10	3	30
S3	7,5	1,9	25
S4	5	1	20

En vías de tráfico rodado de baja y muy baja velocidad de 6 m de anchura, con flujo de tráfico de peatones normal (clase de alumbrado S3 según tabla 5.7, equivalente a CE5 según tabla 5.12) con las siguientes características:

- Sistema de Iluminación: unilateral con puntos de luz a 8m de altura y 25m de interdistancia.
- Luminaria abierta Tipo III - P según tabla 9.3 (P=pequeña), con IP 23, factor depreciación 0,5 y flujo hemisférico superior



Tipo III-P

Se podría elegir, por tanto, la de 100 W de S.A.P. , cuyas características vienen desarrolladas a continuación, así como una comparación con otras:

TIPO DE LÁMPARA	Flujo luminoso (lm)	Lámpara (W)	Balasto (W)	Total (W)
V.M. de 125 W	6.200	125	13	138
V.M. de 250 W	12.700	250	20	270
S.A.P. de 70 W	6.600	70	11	81
S.A.P. de 100 W	10.500	100	13	113
S.A.P. de 150 W	17.000	150	20	170
S.A.P. de 250 W	31.500	250	29	279

Y, cuyo nivel de iluminación se especifica en la siguiente tabla:


Clase de Alumbrado	Em (lux)	Emin (lux)	Um (%)
CE 2	20	8	40
CE 3 / S 1	15	6	40
CE 4 / S 2	10	4	40
CE 5 / S 3	7,5	3	40
S 4	5	1,5	30

Resta pues, hacer el cálculo del aporte del aerogenerador y cuantificar las necesidades del club social, aunque estas serán comparativamente insignificantes con las ya introducidas.

Vayamos pues con el aerogenerador, que resultará de gran sustento de la generación eléctrica.

Para ello, nos vamos a valer de otra herramienta on-line, en este caso de la ya mencionada IDAE, que dispone de un atlas eólico del territorio español, y que nos permite acceder a la información almacenada. Así, si introducimos en ella la producción de nuestro aerogenerador en función de la velocidad del viento, nos proporciona la energía anual que obtendremos.

Esto se ve de manera muy clara en la siguiente captura de pantalla:


 IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

Mallado espacial: 2,5 km - rosa de viento a 80 m | Generación eólica: feo

Localizador

Municipio:

Coord UTM:


Coord GEO:

Longitud:

Latitud:

Península - 6.06127,42.66371
 Baleares - 2.64991,39.56950
 Ceuta y Melilla - 5.32798,35.89287
 Canarias - 16.25485,28.16980

Mapa de situación



Cartografía

- RECURSO EÓLICO
- DIVISIONES ADMINISTRATIVAS
- ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS (C)
- ZONIFICACIÓN EEAL - PARQUES MARIN
- FIGURAS AMBIENTALES
- INFO CATASTRAL - MEH
- MAPAS EÓLICOS
- MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL

Información

Cálculo horas equivalentes

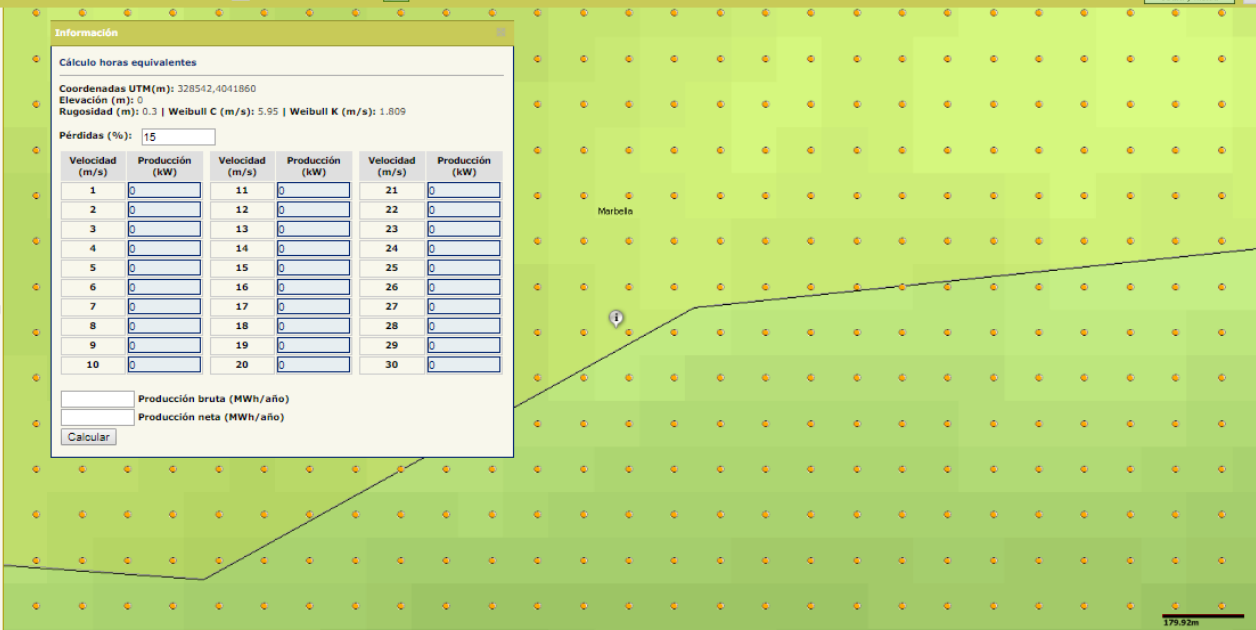
Coordenadas UTM(m): 328542,4041860
 Elevación (m): 0
 Rugosidad (m): 0.3 | Weibull C (m/s): 5.95 | Weibull K (m/s): 1.809

Pérdidas (%):

Velocidad (m/s)	Producción (kW)	Velocidad (m/s)	Producción (kW)	Velocidad (m/s)	Producción (kW)
1	<input type="text"/>	11	<input type="text"/>	21	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	12	<input type="text"/>	22	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	13	<input type="text"/>	23	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	14	<input type="text"/>	24	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>	15	<input type="text"/>	25	<input type="text"/>
6	<input type="text"/>	16	<input type="text"/>	26	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>	17	<input type="text"/>	27	<input type="text"/>
8	<input type="text"/>	18	<input type="text"/>	28	<input type="text"/>
9	<input type="text"/>	19	<input type="text"/>	29	<input type="text"/>
10	<input type="text"/>	20	<input type="text"/>	30	<input type="text"/>

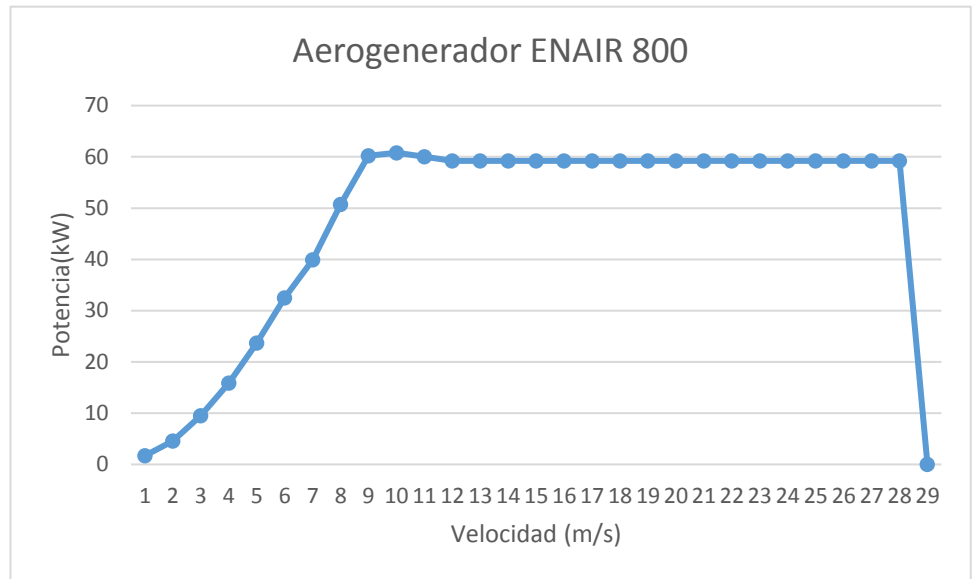
Producción bruta (MWh/año)
 Producción neta (MWh/año)

Península, Baleares, Ceuta y Melilla




En ella, se distingue un mallado del territorio en forma de puntos rojos. En cada uno de ellos está la información antes mencionada. Necesitaremos, entonces, la producción del aerogenerador para cada rango de velocidades. Para ello, iremos a las características técnicas del ENAIR 800:

3	1.7
4	4.56
5	9.5
6	15.9
7	23.68
8	32.47
9	39.9
10	50.7
11	60.2
12	60.8
13	60
14	59.2
15	59.2
16	59.2
17	59.2
18	59.2
19	59.2
20	59.2
21	59.2
22	59.2
23	59.2
24	59.2
25	59.2
26	59.2
27	59.2
28	59.2
29	59.2
30	59.2
31	0



Rellenando los datos, entonces, el propio instrumento nos calculará la producción tal y como vemos:


 IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

Malla espacial: 2,5 km - rosa de viento a 80 m | Generación gráfica: fed

Localizador

Municipio:

Coord UTM:


Coord GEO:

Longitud:

Latitud:

Península - 6.06127,42.66571
 Baleares 2.61991,39.56950
 Ceuta y Melilla - 5.32798,35.89287
 Canarias - 18.29585,28.16980

Mapa de situación



Cartografía

- RECURSO EÓLICO
- DIVISIONES ADMINISTRATIVAS
- ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS (O)
- ZONIFICACIÓN EOL - PARQUES MARIN
- FIGURAS AMBIENTALES
- INFO CATASTRAL - MEH
- MAPAS EÓLICOS
- MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL

Información

Cálculo horas equivalentes

Coordenadas UTM(m): 328542,4041860
 Elevación (m): 0
 Rugosidad (m): 0.3 | Weibull C (m/s): 5.95 | Weibull K (m/s): 1.809

Pérdidas (%):

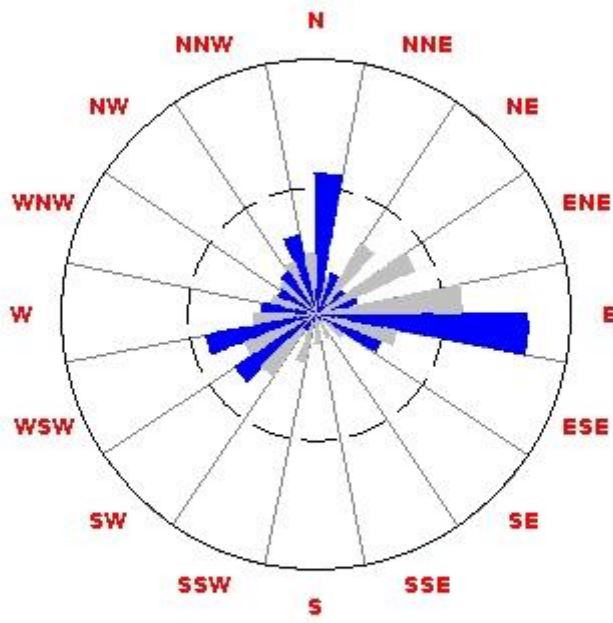
Velocidad (m/s)	Producción (kW)	Velocidad (m/s)	Producción (kW)	Velocidad (m/s)	Producción (kW)
1	0	11	50.21	21	50.2
2	0	12	50.8	22	50.2
3	1.7	13	50	23	50.2
4	4.56	14	50.2	24	50.2
5	9.5	15	50.2	25	50.2
6	15.9	16	50.2	26	50.2
7	23.08	17	50.2	27	50.2
8	32.47	18	50.2	28	50.2
9	39.9	19	50.2	29	50.2
10	50.75	20	50.2	30	50.2

139.17902547 Producción bruta (MWh/año)
 118.30217185 Producción neta (MWh/año)

Calcular

Rosa de viento
 Longitud -4.861, Latitud 36.518

fig-menú de la herramienta on-line



% de la Energía Eólica Total (Azul) y Tiempo (Gris):
 Centro = 0.0%
 Círculo Interior = 12.5%
 Círculo Exterior = 25.0%

fig-Rosa de los vientos en la zona estudiada

Nos resultan, de esta manera, 118,302MWh/año netos, o lo que es lo mismo, 118302kWh/año.

A continuación haremos un balance energético para así cuantificar el aporte de cada uno de los recursos utilizados. Para realizarlo, vamos a calcular las necesidades totales de energía al cabo de un año. Como ya se ha deducido antes, cada chalet gastará por año $6018,85 \frac{kWh}{año}$, lo que multiplicado por los 50 chalets existentes resultan $300942,5 \frac{kWh}{año}$.

A esta cifra cabe sumarle el consumo anual en la iluminación, y el consumo anual en el club social y gimnasio, y el consumo ya calculado de la bomba de calor reversible ($121500 \frac{kWh}{año}$).

Como ya se ha deducido, la regulación de la IDAE nos ha llevado a concluir que $37400 \frac{kWh}{año}$ son utilizados en la iluminación vial.

Por otra parte, en un edificio de gimnasio de referencia se estipula el consumo en $84,45 \frac{kWh}{m^2 año}$ (dato hallado en una auditoría energética), como nuestro gimnasio será de $100m^2$, en total serían unos $8445 \frac{kWh}{año}$

Por último, el club social, se puede asemejar sin incurrir en un grave error como si de un restaurante se tratase-ya que de hecho contará con un restaurante, si bien también tiene una sala de baile o sillones enfocados a la socialización vecinal.

Valiéndonos de un dato obtenido de la ya introducida IDAE, los restaurantes consumen de media $240 \frac{kWh}{m^2 año}$, de los cuales 20% (es decir, $48 \frac{kWh}{m^2 año}$) son energía térmica, y el resto, ($192 \frac{kWh}{m^2 año}$) son eléctricos.

Si nuestro restaurante-club social-tiene una superficie de 250 metros cuadrados, esto finalmente supondrá $192 \frac{kWh}{m^2 año} \times 250m^2 = 48000 \frac{kWh}{año}$ en energía eléctrica.

Combinando todas las necesidades, pues, nos resulta:

$$\begin{aligned}
 &300942,5 \frac{kWh}{año} \text{ chalets} + 121500 \frac{kWh}{año} \text{ bomba reversible} \\
 &+ 37400 \frac{kWh}{año} \text{ iluminación} + 8445 \frac{kWh}{año} \text{ gimnasio} \\
 &+ 48000 \frac{kWh}{año} \text{ club social} = 516287,5 \frac{kWh}{año}
 \end{aligned}$$

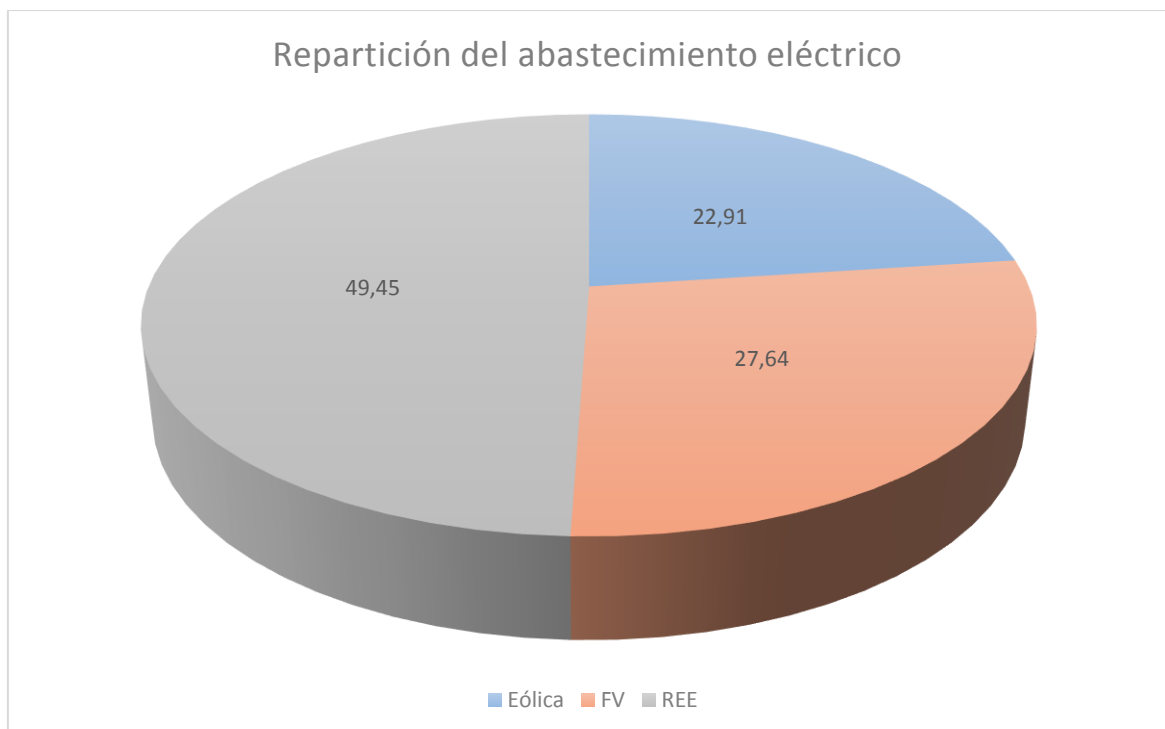
De estos $516287,5 \frac{kWh}{año}$, vamos a ver cómo y en qué proporción van a ser suministrados por los diferentes medios que hemos incluido en la “isla de potencia” y por las placas localizadas en los tejados.

El aerogenerador elegido nos aportará:

$$\frac{118302 \frac{kWh}{año}}{516287,5 \frac{kWh}{año}} \times 100 = 22,91\% \text{ de las necesidades anuales}$$

Las placas fotovoltaicas:

$$\frac{2853,9 \frac{kWh}{año \times casa} \times 50 \text{ casas}}{516287,5 \frac{kWh}{año}} \times 100 = 27,64\% \text{ de las necesidades anuales}$$



7. ESTUDIO ECONÓMICO

Nos disponemos en este apartado a cuantificar el coste global de toda la instalación, de manera que se pueda de alguna manera incluir en el presupuesto de la urbanización. Este apartado nos facilitará además poder calcular la diferencia de precio que existe con una instalación convencional, e incluso calcular el tiempo necesario para poder amortizar dichas instalaciones.

En primera instancia, calcularemos el precio de la instalación fotovoltaica en su totalidad. Esto implica, por tanto, 300 placas ATERSA A315M por valor de 248,91€, lo que daría un total de 74673€.



Además, en la instalación fotovoltaica necesitábamos también usar baterías, un regulador de carga y un inversor por cada casa.



Las baterías eran de modelo “ABSOLYTE GP 1-100G99 FLAGPLATE” y cuesta 2530,97€ la unidad. Al tener que adquirir cincuenta de las mismas el precio asciende a: 126548,57€.

El regulador de carga lo habíamos elegido del modelo “MORNINGSTAR TRISTAR 60S PWM”, cuyo precio de venta son los 196,65€. Teniendo en cuenta de nuevo que precisaríamos 50 modelos de estos, el montante asciende a 9832,38€.





Por último, también necesitábamos inversores en las instalaciones. Como ya ha sido explicado previamente, elegimos el inversor “VICTRON MULTIPLUS 48/3000/35-16”, con un precio de venta de 1210€.

Multiplicando esta cantidad por 50 viviendas donde instalarlo, nos resultarán en total 60500€.

de:

Por tanto, la instalación fotovoltaica ascenderá a un total

$$74673€ + 126548,57€ + 9832,38€ + 60500€ = 271553,95€$$

A día de hoy, el precio de la electricidad es muy variable y depende de varios aspectos, como de la potencia que tengamos instalada, por ejemplo. No obstante, podemos promediarlo a unos $0,12692 \frac{€}{kWh}$ según las compañías energéticas.

$$\frac{271553,95€}{0,12692 \frac{€}{kWh}} = 2139567,838kWh$$

Esta cuenta determina la energía total que debemos de producir con las placas solares para que nuestra inversión en ellas se vea recuperada.

Si retomamos el dato de $142695 \frac{kWh}{año}$ que nos aportan las placas fotovoltaicas, podremos concluir con una sencilla cuenta los años en los que veremos nuestra inversión amortizada:

$$\frac{2139567,838kWh}{142695 \frac{kWh}{año}} = 15 \text{ años}$$

Por tanto, en 15 años habríamos visto recuperada nuestra inversión en energía solar fotovoltaica y a partir de ahí, estaríamos ahorrando gasto en energía de la red, además de contaminación al planeta (ya que la mayoría de la energía de la REE ha sido obtenida por métodos no verdes)

Al año ahorraremos, una vez pasados esos 15 años:

$$0,12692 \frac{€}{kWh} \times 142695 \frac{kWh}{año} = 18110,85 \frac{€}{año}$$

Lo que suponen, por vivienda, 362,22€ anuales.

Haremos ahora un procedimiento análogo para la energía eólica:

El aerogenerador elegido, el ENAIR 800 costaría unos 95221€, precio que ya incluye la torre, puntera, inversor y sistemas de control. Cabría añadirle 1000€ además por un sistema de gestión remota.

En total esto resulta, por tanto, 96221€.

Retomando el dato del precio medio del kilovatio-hora, $0,12692 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$:

$$\frac{96221\text{€}}{0,12692 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}} = 758123,23\text{kWh}$$

En esta cuenta precedente hemos determinado la cantidad de energía que habremos de generar por medio del aerogenerador para que nuestra inversión inicial se vea recuperada.

Y, recordando que nuestro generador nos aporta anualmente $118302 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$:

$$\frac{758123,23}{118302 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}} = 6,4 \text{ años}$$

A partir de esos 6,4 años, habríamos visto nuestra inversión amortizada, permitiendo así empezar a ahorrar. El ahorro en los siguientes años sería, siguiendo el procedimiento utilizado en las placas fotovoltaicas:

$$0,12692 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \times 118302 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} = 15014,89 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

Es decir, unos 300,3€ anuales ahorrados.

Por último, nos vamos a centrar en el ACS, o lo que es lo mismo, en el coste de la caldera y del suministro de pellets.

Como ya ha sido previamente mencionado, la caldera que elegimos para nuestro acometido es la Caldera de Biomasa Ferroli BEMUS 180, con coste de 16339,76€.

Los pellets, a día de hoy cuestan $0,17986 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$. Retomando el dato de apartados previos en los que concluimos que necesitaríamos 6656 kg de Pellets anuales para hacer frente al consumo de ACS de toda la urbanización, concluimos que anualmente gastaremos en pellets:

$$0,17986 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \times 6656 \frac{\text{kg}}{\text{año}} = 1197,15 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

Si recordamos, esos pellets se utilizaban para abastecer los 34812kWh anuales requeridos.

De haberse usado un combustible convencional, póngase por ejemplo el gas natural, el precio hubiera sido, en cambio:



$$0,05 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \times 34812 \text{kWh} = 1740,6 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

Comprobamos de esa manera que, a diferencia de los otros casos, con la elección de biomasa en vez de Gas Natural, no solo estamos ahorrando(543,45€ anuales) y por tanto amortizaremos gastos de la caldera, sino que obtendremos un ahorro de CO_2 y de contaminación que ha de tenerse en consideración.




Utilizando la calculadora on-line que dispone la página web <http://www.clickrenovables.com>, e introduciendo los datos de nuestra instalación, nos determina que ahorraríamos emitir a la atmósfera un total de kg de CO_2 al año

Calcula tu ahorro usando energías renovables

Energías eléctricas

 
Fotovoltaica Mini eólica

Energías térmicas

  
Biomasa Solar térmica Geotérmica

Introduce tu municipio

Introduce tu consumo i
 kWh

Potencia de instalación

Combustible actual: Nuevo combustible:

Personalizar intensidad de uso:
295 h/año i

¿Ya dispones de un presupuesto?

Introduce el coste estimado de la instalación: € Producción de la caldera de biomasa verificada por el instalador: kWh/Año

! Verifica que tu tipo de edificación sea apta para la tecnología seleccionada.

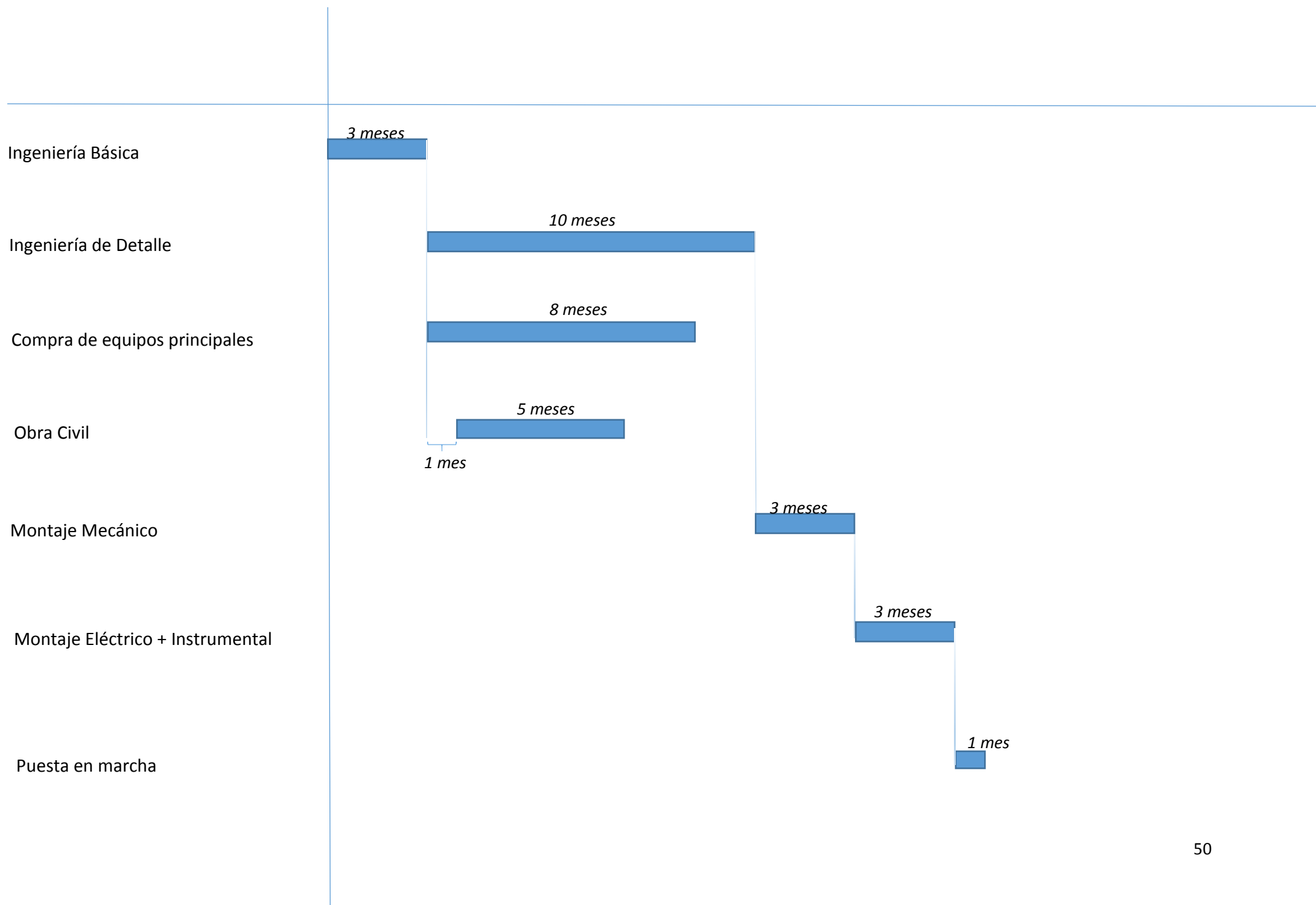


Evitarás expulsar a la atmósfera **13.242** kg al año de CO₂ gracias a tu instalación renovable

Usando esa misma aplicación, se resuelve que también se ahorrarán 5948kg de CO₂ con las placas fotovoltaicas y otro ahorro significativo con la eólica.

8. CRONOGRAMA

En este apartado vamos a hacer un diagrama de Gantt, una herramienta muy valiosa para gestionar las actividades de un proyecto. Se trata de una representación muy visual donde vienen recogidos los tiempos de cada parte.



9. **BIBLIOGRAFÍA:**

Documentos técnicos

- Atlas eólico de España (IDAE, Instituto para la diversificación y ahorro de la energía) : <http://atlaseolico.idae.es/>
- Guía técnica eólica de la Agencia andaluza de energía:
https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/documentos/guia_tecnica_energia_minieolica.pdf
- Gráficos de la Agencia andaluza de energía:
<https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/es/documentacion/tematica/energias-renovables/energia-eolica>
- Guía técnica de la Comunidad de Madrid sobre energía eólica:
<https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-sobre-tecnologia-minieolica-fenercom-2012.pdf>
- Datos OCU sobre consumo de energía en España:
<https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/gas-luz/noticias/cuanta-energia-consume-una-casa-571584>
- Fundación Málaga, desarrollo y energía:
http://212.227.102.53/navegador_web_diputacionmalaga/fichas/1/29069.pdf
- Guía técnica IDAE sobre Biomasa y distribución térmica:
http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10980_Biomasa_redes_distrib_termica_A2008_A_6d9bb3a1.pdf
- Documento IDAE sobre Biomasa:
http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_2.1.4_Usos_Renovables_BIOMASA_af995cb8.pdf
- Documento de la Comunidad de Navarra sobre instalaciones térmicas de Biomasa:
<https://www.diba.cat/documents/7294824/11613773/E07Casos+exito+instalaciones+biomasa+Navarra.pdf/47ef34f4-7b27-49fe-9a79-8904dcf4ab42>
- Guía técnica IDAE sobre instalaciones de Biomasa en edificios:
http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Gu%C3%ADas%20t%C3%A9cnicas/Guia_Instalaciones_Biomasa.pdf

- Guía técnica IDAE sobre ACS central:
[file:///C:/Users/Usuario/Downloads/documentos 08 Guia tecnica agua caliente sanitaria central 906c75b2.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/documentos%2008%20Guia%20tecnica%20agua%20caliente%20sanitaria%20central%20906c75b2.pdf)
- Guía técnica IDAE sobre instalaciones centralizadas de ACS en edificios y viviendas:
[http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Gu%C3%ADas%20t%C3%A9cnicas/Guia Instalaciones Calefaccion.pdf](http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Gu%C3%ADas%20t%C3%A9cnicas/Guia%20Instalaciones%20Calefaccion.pdf)
- Guía SPRILUR (Gobierno Vasco) sobre instalaciones centralizadas de ACS en viviendas: http://www.guiaurbanizacionsprilur.com/pdf/Guia_completa_v2.pdf
- Reglamento (legislación) de instalaciones térmicas en edificios:
<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/9183/387016.pdf?sequence=1>
- Guía técnica IDAE sobre alumbrado exterior:
<http://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/servicios/alumbrado-exterior>

Otras páginas web

- [http://www.certificadosenergeticos.com/biomasa-acscalefaccion-refrigeracion-viviendas](http://www.certificadosenergeticos.com/biomasa-acscalefaccionrefrigeracionviviendas)
- <http://www.seccion.es/renovables/instalaciones-de-biomasa-todo-lo-que-debes-saber-para-proyectarlas/>
- <https://www.ecopellets.es/calculadora-potencia-caldera-biomasa>
- <http://clickrenovables.com/blog/como-calcular-la-potencia-las-necesidades-de-combustible-y-el-ahorro-que-obtienes-con-una-instalacion-de-biomasa-caso-practico-y-comparativa/>
- <http://www.certificadosenergeticos.com/consumo-diario-acscertificado-energetico>
- <http://clickrenovables.com/blog/guia-para-instalar-una-caldera-de-biomasa/>
- https://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home_main_frame/4_mapa.htm

