



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



LA DIFUSIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA: EL CASO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA



28 DE JUNIO DE 2018

JAVIER ORTIZ GUERRERO

DIRECTORA: INMACULADA GUAITA

4º Curso

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Sectores de energías renovables fuente: índice plan de acción nacional de energías renovables. IDAE</i>	<u>14</u>
<i>Figura 2 Evolución de la potencia instalada renovable. Fuente: Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2016. Red eléctrica España.</i>	<u>15</u>
<i>Figura 3 Estructura de generación de energía eléctrica fuente: Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2016. Red eléctrica España.</i>	<u>16</u>
<i>Figura 4 Potencia solar fotovoltaica instalada. Fuente: Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2016. Red eléctrica España.</i>	<u>17</u>
<i>Figura 5 Generación solar fotovoltaica. Fuente: Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2016. Red eléctrica España.</i>	<u>18</u>
<i>Figura 6 Potencia solar fotovoltaica instalada. Fuente: Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2016. Red eléctrica España.</i>	<u>19</u>
<i>Figura 7 La crisis del sector fotovoltaico Fuente: UNEF</i>	<u>20</u>
<i>Figura 8 Altas radiación solar España 2008 Fuente: AEMET</i>	<u>25</u>

INDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Imagen 1 Esquema de una central fotovoltaica. Fuente: http://www.unesa.es</i>	<i>22</i>
<i>Imagen 2 Parcela 49 Fuente: Sede electrónica del catastro.....</i>	<i>26</i>
<i>Imagen 3 Datos descriptivos del inmueble fuente: Sede electrónica del catastro.</i>	<i>27</i>
<i>Imagen 4 Relieve del solar Fuente: Google maps.....</i>	<i>29</i>
<i>Imagen 5 Diseño instalación Fuente: elaboración propia.....</i>	<i>30</i>
<i>Imagen 6 Inclinación placas solares fuente: Solar energía.</i>	<i>32</i>

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Intereses fuente: Elaboración propia</i>	28
<i>Tabla 2 Coste instalación Fuente: elaboración propia</i>	36
<i>Tabla 3 Gastos de mantenimiento. Fuente: elaboración propia.</i>	37
<i>Tabla 4 Gastos de seguro. Fuente: elaboración propia</i>	38
<i>Tabla 5 Gastos de alquiler. Fuente: elaboración propia</i>	39
<i>Tabla 6 Gastos de intereses. Fuente: elaboración propia</i>	40
<i>Tabla 7 Amortización técnica anual. Fuente: elaboración propia</i>	41
<i>Tabla 8 Cobros producción Fuente: elaboración propia</i>	42
<i>Tabla 9 Amortización préstamo Fuente: elaboración propia</i>	43
<i>Tabla 10 Beneficios del proyecto. Fuente. Elaboración propia</i>	45
<i>Tabla 11 Flujos de caja. Fuente: elaboración propia</i>	47
<i>Tabla 12 Rentabilidad anual y rentabilidad neta Fuente: elaboración propia</i>	47

INDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	8
Resumen:	9
Objetivos:.....	9
Metodología:.....	10
Presentación trabajo final de grado:	10
CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE.....	12
Antecedentes, introducción a las energías renovables:	13
Energías renovables: Energía solar fotovoltaica.....	20
Marco jurídico.....	22
CAPÍTULO III: Descripción del proyecto	24
Descripción del terreno.	25
Diseño de la instalación:	28
Características de la instalación fotovoltaica:	31
Capítulo IV: Análisis económico-financiero	34
Coste de la instalación:	35
Coste de generación eléctrica:.....	35
Gastos de mantenimiento:	37
Seguro:	38
Alquiler:.....	38
Intereses:	39
Amortización técnica:	40
Cobros de la instalación:.....	41

LA DIFUSIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA: EL CASO DE LA ENERGÍA SOLAR
FOTOVOLTAICA

Financiación y Préstamo:	43
Beneficio: análisis rentabilidad TIR:	44
Flujos de caja: rentabilidad neta anual.....	46
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	49
Bibliografía	51

ANEXO

-Photovoltaic Geographical Information System

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Resumen:

Hoy en día en España vivimos una situación en la que nos cuesta muy cara la generación de electricidad, algo que no debería de pasar ya que nos tenemos que basar en que sea económico además de limpio, bajo en emisiones, fiable y con garantía de suministro.

De aquí parte la idea del trabajo, que es intentar averiguar si sale rentable la creación de una planta fotovoltaica, ya que en un país como en el que vivimos que podríamos autoabastecernos mediante la energía solar gracias a nuestra situación geográfica, seguimos sin ser un país limpio en energía.

Partiremos explicando y adentrándonos dentro del mundo de las energías renovables, para acabar centrándonos en la energía fotovoltaica. Crearemos un proyecto real de una planta fotovoltaica, a la cual realizaremos un plan de rentabilidad y obtendremos los resultados para saber si nuestro proyecto es rentable o no.

Objetivos:

El objetivo de este trabajo es conseguir difundir el uso de la energía fotovoltaica a través del cálculo de la rentabilidad de un proyecto de creación de una planta fotovoltaica.

Hoy en día la energía fotovoltaica está en auge, de ella se puede obtener grandes cantidades de energía, sin hacer daño al planeta, no como ocurre con las energías fósiles.

Todo el mundo debería ser consciente del uso de la energía solar para uso doméstico y el uso en general ya que es la mejor forma para no dañar este gran planeta que nos ha dado la vida.

Metodología:

El proceso de creación del trabajo ha sido bastante complejo ya que no poseía los conocimientos necesarios para poder empezar a describir mi proyecto.

El primer paso fue contactar con mi profesora para empezar a introducirme en el mundo de las energías renovables, y empezar a leer información sobre ellas, haciendo hincapié a la energía solar fotovoltaica.

Una vez adquirí los conocimientos básicos pude empezar a organizar la forma en que iba a enfocar el proyecto. Así que lo primero es hacer una pequeña explicación de la situación de las energías renovables en España. Realizada la introducción hay que describir la energía solar fotovoltaica, su definición, proceso de obtención de electricidad y situación actual.

Ahora ya es hora de meternos en el trabajo de campo, en el cual realice una investigación para obtener un buen lugar donde implantar la planta de placas solares, para poder tener un buen rendimiento de mi proyecto.

Después de saber dónde se va a localizar nuestro proyecto, tenemos que definir la cantidad potencia que vamos a instalar y calcular el coste que nos producirá todo el proyecto.

Cuando tenemos todos los gastos, ya podemos empezar a calcular la tasa interna de rentabilidad y así poder saber si nuestro proyecto es factible teniendo en cuenta la normativa actual vigente y todos los factores que nos pueden afectar, y así poder hacer una conclusión-valoración de nuestro proyecto.

Presentación trabajo final de grado:

El presente trabajo de fin de grado está dirigido a la obtención y finalización del grado en Gestión y administración pública cursado en la Universidad Politécnica de Valencia.

Durante los años cursados me han servido muchos conocimientos que me han ido inculcando las diferentes asignaturas y sus respectivos profesores. Algunas de ellas son:

-Gestión financiera: esta asignatura me ha servido para analizar todos los aspectos del proyecto para analizar costes e ingresos y calcular su rentabilidad.

-Gestión jurídico-administrativa I y II, derecho administrativo y derecho constitucional: gracias a estas asignaturas he podido localizar y analizar el marco legal sobre el tema de nuestro proyecto.

-Informática aplicada: la realización de esta asignatura me hizo interiorizar el funcionamiento del Microsoft Word y programas esenciales para la vida laboral de hoy en día.

CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE

Antecedentes, introducción a las energías renovables:

En este punto entraremos en el mundo de las energías renovables, como modo de introducción para poder entender el proceso y objetivo del trabajo. La idea es llegar a entender la importancia de su uso y sobre todo si nos será rentable o no realizar una inversión para crear una instalación de energía fotovoltaica.

La energía renovable es aquella que produce trabajo en forma de movimiento utilizando los recursos naturales inagotables (Perales Benito, 2012).

Dentro de las energías renovables podemos encontrar diferentes tipos: eólica, solar, biomasa, hidroeléctrica, geotérmica, etc. Todas estas fuentes de energía tienen lo mismo en común, son inagotables, ya sea porque se regeneran ellas solas (las olas, mareas, etc.) o por la gran cantidad de energía que contienen (Sol, viento, etc.). Como se puede apreciar en la Figura 1 las energías renovables se clasifican en once sectores distintos y veintidós sistemas de energías renovables.

LA DIFUSIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA: EL CASO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

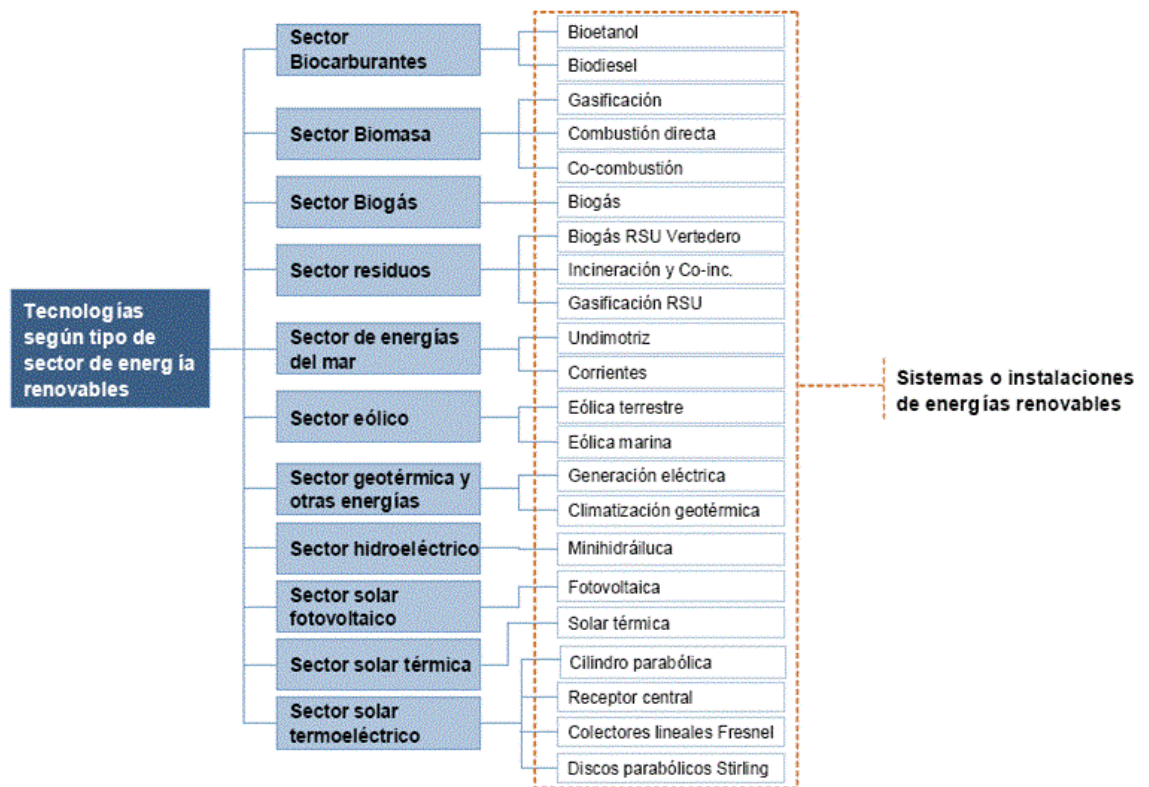


Figura 1 Sectores de energías renovables fuente: índice plan de acción nacional de energías renovables. IDAE

Desde hace unos años estamos viendo un aumento claro del uso de las energías renovables en contra del uso de energías convencionales como el petróleo, gas natural, etc. Esto se debe a la concienciación de la sociedad de la contaminación medioambiental, además de que son inagotables y cada vez más eficientes. En la siguiente gráfica se puede ver el aumento continuo año tras año del uso de las energías renovables.

LA DIFUSIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA: EL CASO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTVOLTAICA

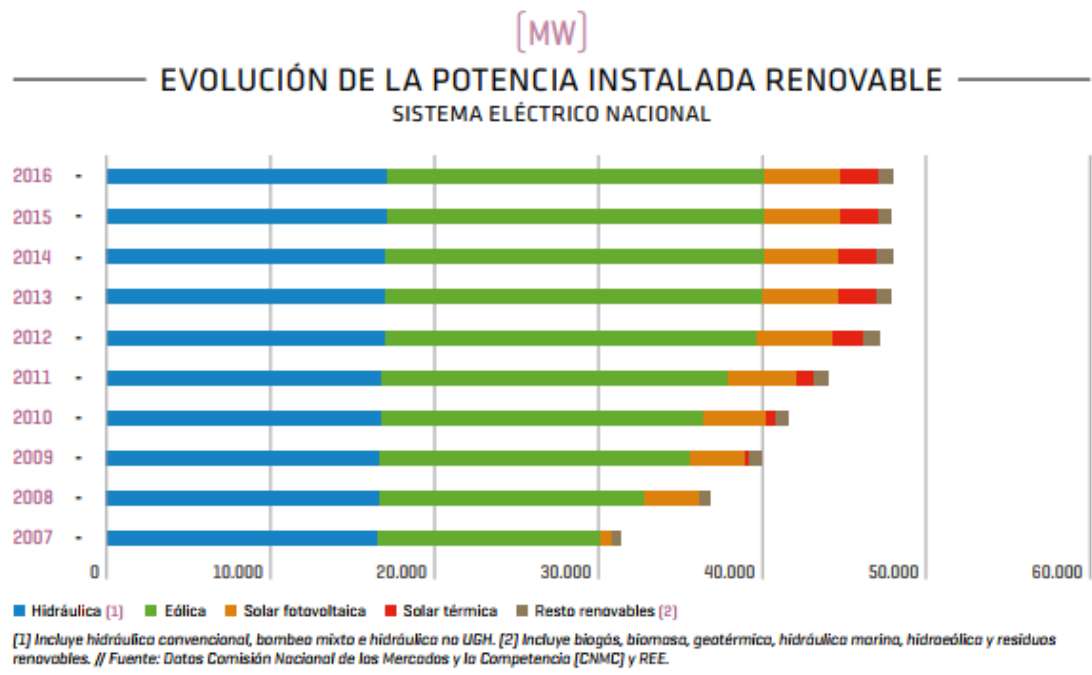


Figura 2 Evolución de la potencia instalada renovable. Fuente: Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2016. Red eléctrica España.

También se puede decir que dicho crecimiento de las energías renovables es por las grandes ventajas que tiene su utilización, tanto económicas como medioambientales.

Gracias a que no generan ningún tipo de gas que afecte al efecto invernadero son imprescindibles para combatir el cambio climático. Es la solución más limpia y más viable frente a la contaminación y degradación medioambiental.

Las energías renovables son inagotables: a diferencia de las fuentes tradicionales de energía como el carbón, el gas, la energía nuclear o el petróleo, cuyas reservas son finitas.

Reducen la dependencia energética. En todos los sitios del planeta existe algún recurso renovable del cual puede obtener energía de forma limpia y sostenible.

Competitivas. Cada año que pasa la tecnología consigue reducir los costes para producir energía mediante recursos renovables, con lo que conseguimos que puedan competir contra las fuentes tradicionales.

Políticamente favorable. Las nuevas decisiones tomadas para reducir las emisiones de CO₂, hacen posible un futuro próspero a las energías renovables. (Comisión Europea, 2014).

Pese al aumento del uso de las energías renovables, hoy en día en España se obtiene un 38,9% del total de electricidad a través de estas energías, y de ese 38,9% un 3,1% pertenece a la energía fotovoltaica. La energía fotovoltaica es la más conocida dentro de las energías renovables y en España por su situación geográfica la incidencia de los rayos del sol es muy elevada lo cual nos permite aprovechar esa energía en mayor medida. Aun así, aquí en España la energía fotovoltaica no es la más utilizada. Todo esto lo podemos ver en la figura 2 y en la 3.

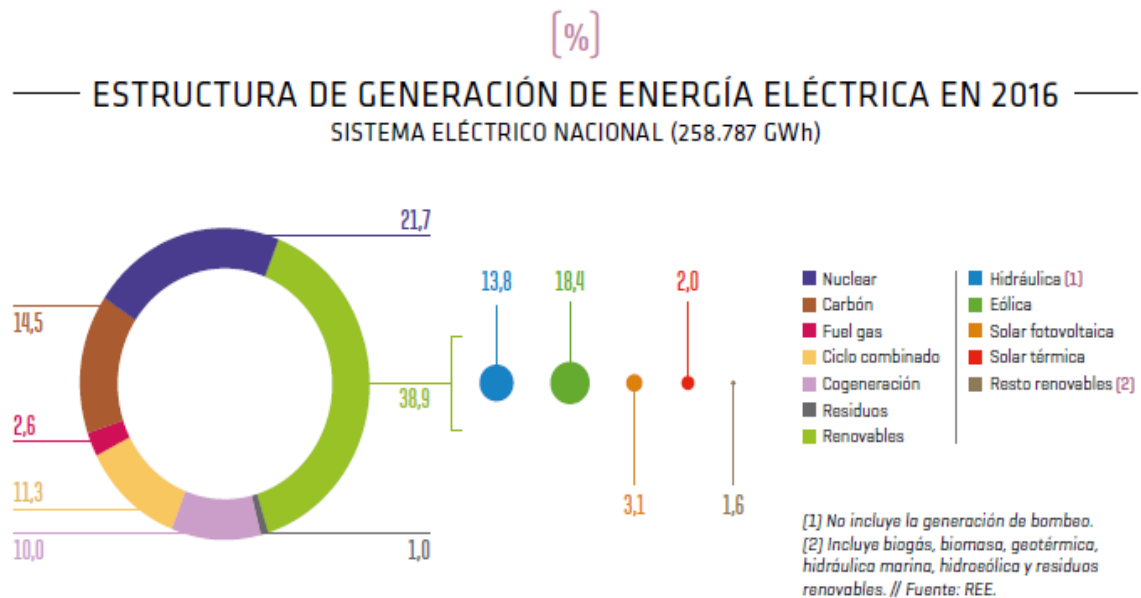


Figura 3 Estructura de generación de energía eléctrica fuente: Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2016. Red eléctrica España.

Como el estudio se centra en la energía solar fotovoltaica haremos una pequeña introducción sobre el estado actual en nuestro país. En España las energías renovables predominantes son la hidráulica y la eólica, en cuanto a la energía fotovoltaica genera un 3,1% de un 38,9% que representan las energías renovables, como hemos visto en la figura 2 y en la 3. Es un porcentaje realmente bajo ya que en España la radiación solar es muy alta y podríamos obtener una gran cantidad de energía limpia a través del sistema fotovoltaico.

LA DIFUSIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA: EL CASO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La utilización de la energía fotovoltaica ha ido en aumento durante todos estos años, como hemos visto antes con el uso en general de todas las energías renovables, desde 2006 no ha parado de incrementar (figura 2).

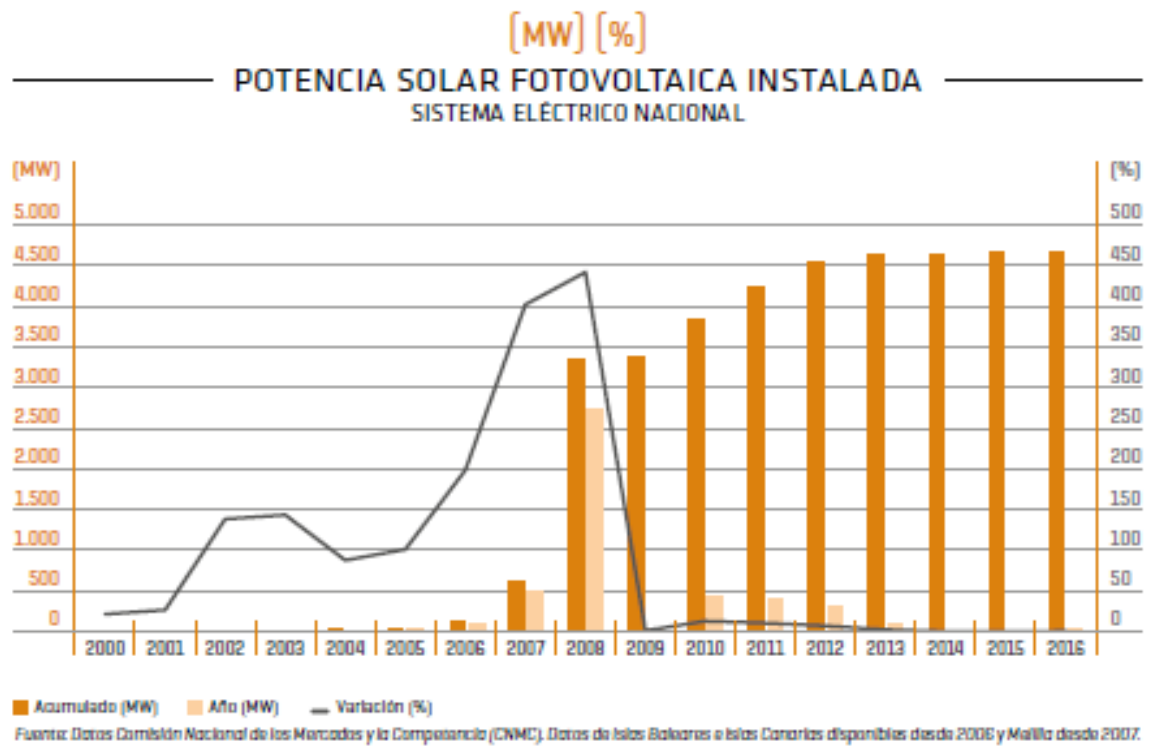


Figura 4 Potencia solar fotovoltaica instalada. Fuente: Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2016. Red eléctrica España.

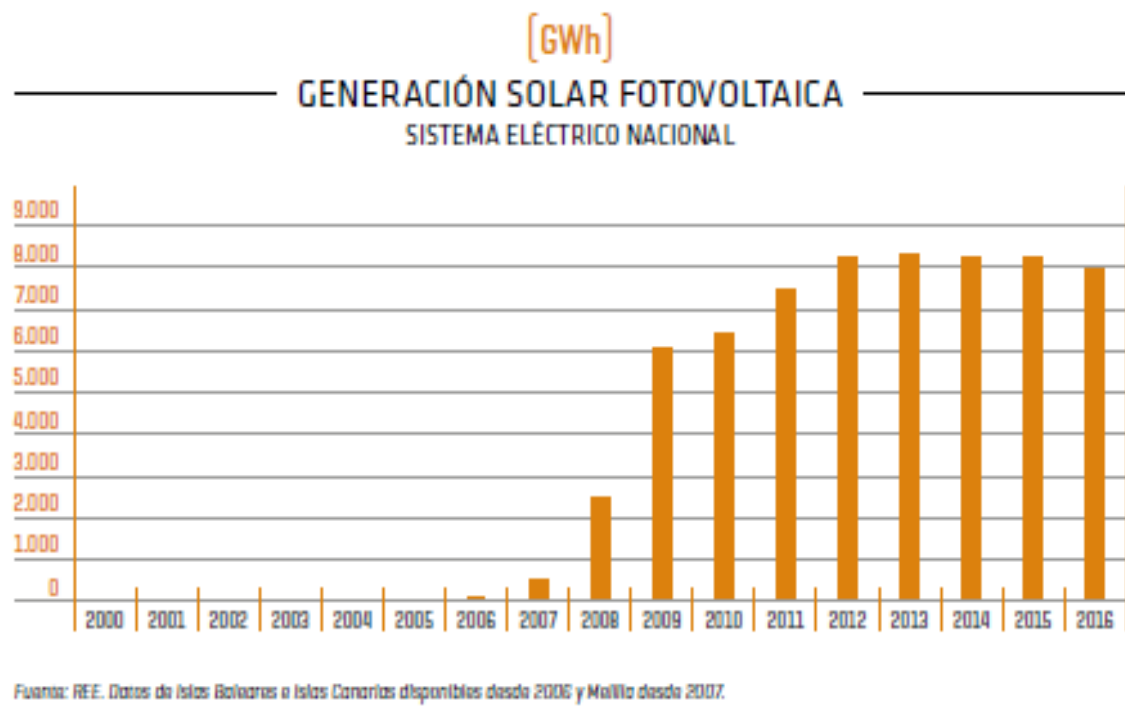


Figura 5 Generación solar fotovoltaica. Fuente: Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2016. Red eléctrica España.

En cuanto a la potencia solar instalada (figura 4) y la generación solar fotovoltaica (figura 5), desde 2006 han ido en aumento hasta mantenerse sobre las mismas cifras. En 2016 se ha producido un decremento de generación solar, pero esto puede ser por factores como la meteorología. Al comparar las dos gráficas desde 2012 no se produce un incremento de generación solar fotovoltaica, pero a su vez tampoco aumenta la potencia solar fotovoltaica instalada.

En España, según la comunidad autónoma, es muy alta la diferencia de obtención de energía fotovoltaica. Castilla la Mancha es la líder en potencia instalada con casi un 20% de la producción nacional de energía fotovoltaica, se debe en gran parte a la diferente radiación que recibe cada comunidad, factores que influyen a la hora de realizar una planta de energía fotovoltaica.

LA DIFUSIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA: EL CASO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

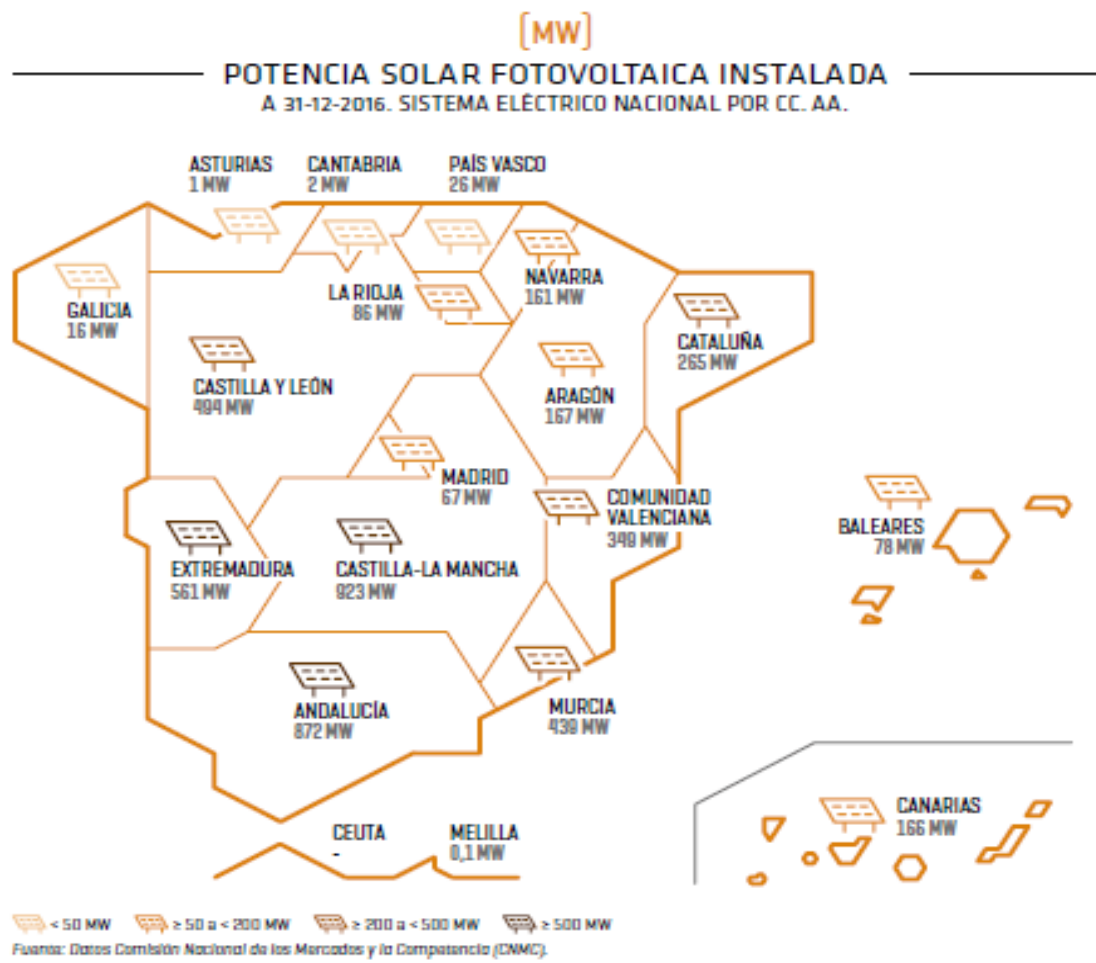


Figura 6 Potencia solar fotovoltaica instalada. Fuente: Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2016. Red eléctrica España.

Pese a todos los datos buenos citados anteriormente, hay que hablar de la crisis del sector fotovoltaico. En la siguiente figura se puede apreciar como mucha gente de este país intentó invertir en este sector, y les salió mal la inversión.



Figura 7 La crisis del sector fotovoltaico Fuente: UNEF

Energías renovables: Energía solar fotovoltaica.

Lo primero que debemos hacer es definir y explicar lo que es la energía solar fotovoltaica y su obtención, así podremos seguir entendiendo el proceso de este trabajo.

La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene gracias a la incidencia de los rayos solares sobre una célula solar fotovoltaica generando electricidad.

(Pareja Aparicio, 2009) *Las células fotovoltaicas están formadas fundamentalmente por silicio. Este material es modificado químicamente para dar lugar a dos estructuras eléctricamente distintas entre sí, semiconductor tipo p y semiconductor tipo n. Una vez que estos elementos se ponen en contacto, y se expone a la radiación solar, los fotones que transportan la energía de la luz solar, al incidir sobre ellos, hacen que generen una corriente eléctrica, convirtiendo así la célula fotovoltaica en una pequeña pila generadora de energía eléctrica. El conjunto de células conectadas entre sí es a lo que denominamos módulo o paneles fotovoltaicos.*

Según Schallenberg Rodríguez , y otros, (2008), las instalaciones fotovoltaicas se caracterizan por:

- *Su simplicidad y fácil instalación.*
- *Ser modulares.*
- *Tener una larga duración (la vida útil de los módulos fotovoltaicos es superior a 30 años).*
- *No requerir apenas mantenimiento.*
- *Tener una elevada fiabilidad.*
- *No producir ningún tipo de contaminación ambiental.*
- *Tener un funcionamiento totalmente silencioso.*

Toda instalación se compone de diversos componentes con los cuales se puede transformar esos rayos solares que inciden en las células fotovoltaicas en electricidad para su posterior utilización. Los componentes básicos de una central fotovoltaica son:

Células fotovoltaicas: Suelen ser de silicio. Como hemos explicado antes son las encargadas de transformar la energía solar en electricidad.

Torre meteorológica: Lugar donde se analizan las condiciones meteorológicas para averiguar la radiación solar que emite el sol, tanto para el presente como para el futuro.

Armario de corriente continua: Sitio donde se acumula la electricidad producida por las células fotovoltaicas.

Inversor: Elemento mediante el cual se transforma la corriente continua en corriente alterna.

Armario de corriente alterna: Almacena la electricidad que ha transformado el inversor en corriente alterna.

Centro de transportación: Espacio para modificar el voltaje y la intensidad de la electricidad generada para su posterior transporte.

Líneas de transporte: Elementos por donde se puede transportar la energía.

Sala de control: lugar para poder controlar y supervisar todos los componentes de la planta fotovoltaica.

Y así es como funciona la planta de energía fotovoltaica, gracias a todos los componentes conectados entre sí, ya que sigue siempre el mismo proceso.

En la siguiente imagen se pueden observar todos los componentes citados anteriormente.

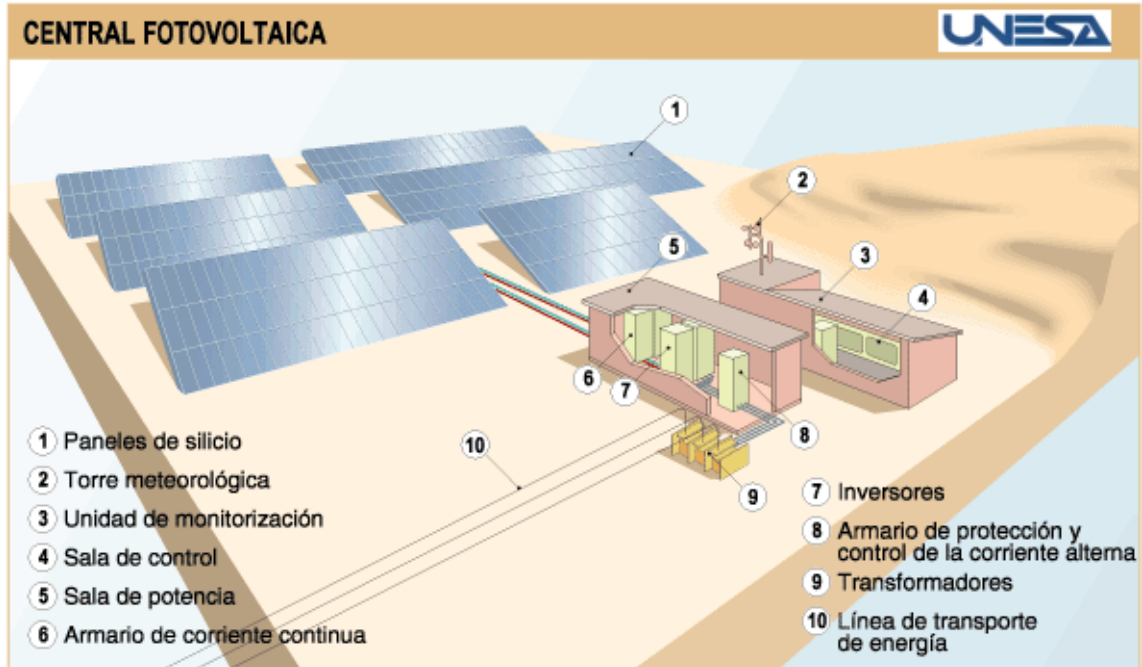


Imagen 1 Esquema de una central fotovoltaica. Fuente: <http://www.unesa.es>

Marco jurídico

Las principales leyes que regulan la generación de energía fotovoltaica en nuestro país son las siguientes:

- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero.
- Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.
- Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

La ley que nos afecta directamente a nuestro proyecto es el real decreto 413/2014 con el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

CAPÍTULO III: Descripción del proyecto

Descripción del terreno.

El objetivo del proyecto es obtener la máxima rentabilidad, para ello se comienza con el análisis del factor geográfico. La generación de electricidad depende de la incidencia de los rayos solares en los paneles solares. La figura 7 representa la radiación solar que incide en España.

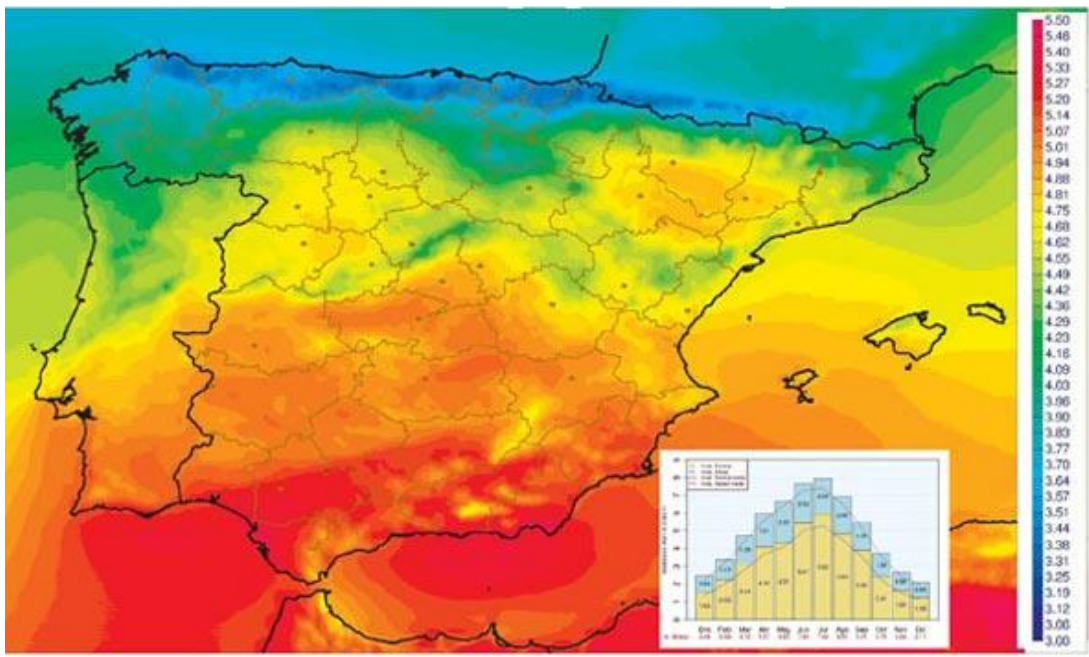


Figura 8 Altas radiación solar España 2008 Fuente: AEMET

Se observa en la figura 8 que la zona más al sur de España es donde más radiación existe. En los anteriores puntos hemos visto como las comunidades de Andalucía y Castilla la mancha eran las que más energía solar obtenían, y en gran parte se debe a la incidencia solar.

Pese a que estemos en Valencia, mi proyecto se situará en Castilla la Mancha. Mi familia es de Socuéllamos, Ciudad real, y la radiación es bastante alta en aquella zona como se puede apreciar en la figura 8. Por esta zona ya existe un productor de electricidad a través de placas solares, el cual me ha servido de referencia a la hora de realizar mi proyecto.


El terreno elegido está en la entrada de dicha localidad, es un terreno rústico de uso agrario. Presenta las cualidades idóneas para poder implantar una instalación de energía fotovoltaica. En la imagen 2 podemos comprobar la localización de la parcela.





Imagen 2 Parcela 49 Fuente: Sede electrónica del catastro.

Se aprecia en la imagen como una de las parcelas colindantes es la planta fotovoltaica que nos ha servido de referencia para situar nuestro proyecto en este lugar, además de las condiciones geográficas y climatológicas, ya que es un terreno totalmente llano al encontrarse en la meseta. En cuanto a las dimensiones y las características del suelo y datos importantes los podemos observar en la imagen 3 sacada de la página web de la sede del catastro.

LA DIFUSIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA: EL CASO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE	
Referencia catastral	13078A025000490000RB 
Localización	Polígono 25 Parcela 49 LA LOSILLA. SOCUELLAMOS (CIUDAD REAL)
Clase	Rústico
Uso principal	Agrario

PARCELA CATASTRAL	
	Localización Polígono 25 Parcela 49 LA LOSILLA. SOCUELLAMOS (CIUDAD REAL)
Superficie gráfica	176.063 m ²

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE	
Referencia catastral	13078A025000490000RB 


DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE	
Referencia catastral	13078A025000490000RB 
Localización	Polígono 25 Parcela 49 LA LOSILLA. SOCUELLAMOS (CIUDAD REAL)

Imagen 3 Datos descriptivos del inmueble fuente: Sede electrónica del catastro.

Como hemos mencionado antes es un terreno rústico de uso agrario, se encuentra en el polígono 25 en la parcela 49, la Losilla, Socuéllamos (Ciudad Real). Tiene una superficie gráfica de 176.063 m². Es un terreno bastante extenso del cual tenemos que calcular la cantidad de kW idónea que debemos instalar para obtener la mayor rentabilidad posible.

Pensando en los 25 años de vida útil del proyecto, me he propuesto a alquilarlo durante esos años. Al poder ir a Socuéllamos por ser el pueblo donde nació mi madre, he podido realizar una comparación de precios y poder averiguar el valor de mercado del terreno y saber el gasto que me producirá dicho alquiler. Al igual que también pude contactar con el dueño del terreno, el cual estaba dispuesto a venderlo o alquilarlo. Después de todo pude acordar un precio anual de 50.000 euros. En la imagen 4 podemos apreciar el coste del alquiler durante los 25 años de la vida útil de la instalación, siempre y cuando teniendo en cuenta la subida del IPC cada año en un 2,20%, tras estudiar su evolución en el INE.

Alquiler
50.000,00 €
51.100,00 €
52.224,20 €
53.373,13 €
54.547,34 €
55.747,38 €
56.973,83 €
58.227,25 €
59.508,25 €
60.817,43 €
62.155,41 €
63.522,83 €
64.920,34 €
66.348,58 €
67.808,25 €
69.300,03 €
70.824,63 €
72.382,78 €
73.975,20 €
75.602,65 €
77.265,91 €
78.965,76 €
80.703,01 €
82.478,47 €
84.293,00 €

Tabla 1 Intereses fuente: Elaboración propia

Todos estos datos están introducidos en los cálculos de rentabilidad del proyecto que se irán explicando a lo largo del trabajo.

Diseño de la instalación:

Una vez definido el terreno pasamos a describir cómo será la instalación fotovoltaica. Para ello hay que investigar e informarse mucho sobre el tema ya que existen muchos factores a la hora de diseñar la instalación.

LA DIFUSIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA: EL CASO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTVOLTAICA

En primer lugar, la instalación poseerá de todos los elementos necesarios para un funcionamiento óptimo, todos los elementos los encontramos en la imagen 1. Lo primero que se debe hacer es decidir la cantidad de potencia que se deberá instalar según el espacio del terreno para poder introducir todos los elementos de nuestra instalación. El terreno tiene que tener espacio para poder implantar la torre meteorológica, el armario de corriente continua, el inversor, el armario de corriente alterna, el centro de transportación y la sala de control. En cuanto a las células fotovoltaicas tenemos que pensar como instalarlas de la forma más eficaz y eficiente posible.

La cantidad de células fotovoltaicas serán las necesarias para obtener 8000 kW que es lo estudiado para obtener la mayor rentabilidad del proyecto.

Se toma la decisión de instalar 8000 kW de potencia con el asesoramiento de técnicos-instaladores y especialistas. El terreno disponible permite la instalación de 8000 kW y los elementos adyacentes necesarios (caseta electricidad, etc).

El primer factor que ha influido en el diseño de la instalación es la dimensión del terreno. Una vez estudiado el terreno se toma la decisión de instalar 8000 kW de potencia.

El segundo factor es el relieve del terreno, este relieve es completamente llano, un lugar idóneo para hacer la instalación. El relieve se puede apreciar en esta imagen sacada de Google maps.



Imagen 4 Relieve del solar Fuente: Google maps.

Otro factor que influye a la hora de estimar los 8000 kW es la temperatura que pueden llegar a alcanzar las placas solares, que a su vez tiene que ver con el factor de la dimensión del terreno por la distancia a la que estarán situadas las células fotovoltaicas. Las células fotovoltaicas para obtener un buen rendimiento deben de permanecer en una franja de temperatura de 0 a 35 grados, cuanto más cerca este de los extremos de esta franja, el rendimiento de las placas será menor. Por ello la distancia a la que las células están situadas afecta a la temperatura, ya que cuanto mayor es la distancia, mayor es la corriente de aire que se puede generar para el enfriamiento de las células fotovoltaicas.

Una vez estudiado todos estos factores, conseguiremos diseñar la instalación. En la siguiente imagen se puede apreciar de manera ficticia como sería la instalación diseñada.



Imagen 5 Diseño instalación Fuente: elaboración propia.

En el diseño de la instalación las obras de construcción se encuentran apartadas de la zona de los módulos para impedir que molesten en la incidencia solar. Al igual que hemos diseñado unos caminos dividiendo en 4 zonas todos los módulos solares, y así conseguir que en épocas de verano donde se alcanzan temperaturas muy altas, podamos tener todos los módulos más controlados y conseguir una gran eficiencia.

Características de la instalación fotovoltaica:

La instalación, como hemos explicado en el anterior punto, está diseñada en función de los factores que nos pueden afectar en la rentabilidad de la producción eléctrica (Rehman, A. Bader, & A. Al-Moallem, 2006). Las características de nuestra instalación tienen que ver con la forma de optimizar el rendimiento:

1. Módulos solares monocristalinos de celdas de silicio. El tiempo ha demostrado que aguantan normalmente 30 años sin ningún tipo de mantenimiento. Garantizan un rendimiento de un 80% durante 20 años. Por ello la instalación estará compuesta por este tipo de módulos solares, a diferencia de otros que tienen un coste de mantenimiento más elevado.
2. La inclinación de los módulos solares es una característica muy importante para tener en cuenta, en función de su inclinación, los rayos solares producirán una mayor o menor radiación sobre las placas. El objetivo es colocarlos de la forma que obtengamos mayor rendimiento. Teniendo en cuenta todos los factores, las placas solares no serán motorizadas, eso supondría un mayor coste inicial y un elevado coste de mantenimiento, sabiendo que, estando estáticas, pero con una inclinación en la que la incidencia del sol sea lo mayor perpendicular a los módulos, la rentabilidad de los módulos solares será elevada. También hay que tener en cuenta que la posición del sol no es la misma en las diferentes estaciones del año, y por

ello la inclinación de las placas solares es la con que se obtiene mayor rendimiento anual, una inclinación de 45° mirando al sur.

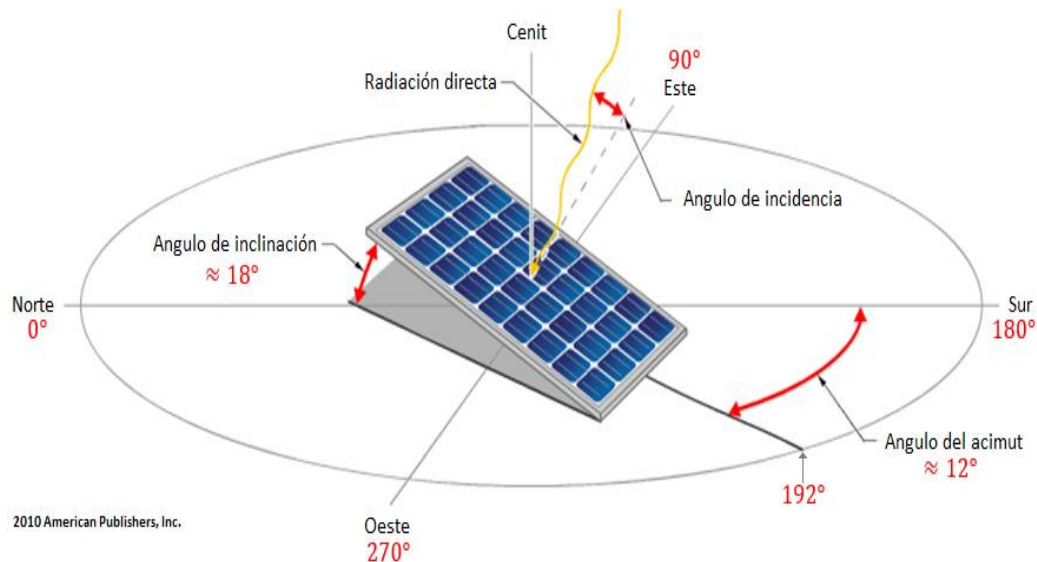


Imagen 6 Inclinación placas solares fuente: Solar energía.

3. Zona de alta radiación solar. Una característica muy importante de nuestra instalación es su localización en una zona de gran radiación solar. Gracias a ello es más fácil que el objetivo del proyecto se pueda cumplir, que sea rentable la instalación.
4. Zona geográficamente idónea. Consiste en una zona completamente llana y sin ninguna edificación que pudiera impedir o dificultar la incidencia de los rayos solares.
5. La separación entre módulos fotovoltaicos. Otra característica importante de la instalación es la separación entre los módulos solares ya que, si no tuvieran separación, dependiendo de la posición del sol, unas impedirían la incidencia solar en otras, a su vez, mediante la separación impedimos que se calienten más y no podamos obtener la rentabilidad deseada de los módulos. Esta separación logra que no alcancen temperaturas muy elevadas, gracias a las corrientes de aire generadas por estas separaciones.
6. Como última característica mencionar la extensión del terreno que tiene que ver con la potencia instalada. Al ser un terreno muy extenso se presenta la oportunidad de realizar un proyecto a lo grande con el que se necesitará una gran inversión, pero mediante el cual se puede sacar un alto rendimiento. Por

ello tras realizar unas consultas a técnicos, especialistas e instaladores, la potencia idónea a instalar son 8000 kW.

Una vez definido el terreno y la instalación del proyecto, debemos realizar el análisis económico-financiero, empezando por explicar y definir todos los ingresos y los gastos que supondrá la instalación, y una vez hecho, sabremos si se puede llevar a cabo el proyecto y poder difundir las energías renovables para garantizar un mundo mejor a las generaciones futuras e incluso a la mía.

Capítulo IV: Análisis económico-financiero

En este punto comenzamos con la parte más importante del proyecto, es la parte que nos acabará dando el objetivo del trabajo, la difusión de la energía fotovoltaica. Durante todo el punto hablaremos sobre los gastos e ingresos que nos producirá hoy en día en España, teniendo en cuenta una vida útil del proyecto de 25 años, y lo que es más importante teniendo en cuenta los mercados, las subidas de precios, el IPC, durante los años siguientes. En cada apartado explicaremos uno a uno todos los datos obtenidos en el análisis económico-financiero.

Coste de la instalación:

En este punto se analizan de forma detallada los componentes del coste de la instalación. El coste de la instalación incluye el desembolso necesario para comenzar la producción de la electricidad, incluyendo el coste de generación eléctrica, los gastos de mantenimiento, el seguro, los intereses, el alquiler y la amortización técnica (Candelise, Winskel, & Gross, 2013).

Coste de generación eléctrica:

En primer lugar, inclusive del diseño, hay que averiguar la potencia que la extensión de nuestro terreno nos permitirá instalar, algo que ya explicamos en puntos anteriores. La potencia idónea total son 8000 kW. Con este dato se puede calcular el precio que cuesta todos los elementos necesarios para empezar a generar electricidad. Para poder calcularlo utilizaremos la fórmula utilizada según el criterio de mercado y utilizando la página web de pvcalc.

El coste de la instalación diseñada de 8000 kW será de 7.646.518,17 € (tabla 2). Estos datos se pueden apreciar en la tabla 2 sacada del Excel realizado para su cálculo.

		Socuellamos
Potencia instalacion (kW)	coste (€)	produccion (kWh)
8000	7.646.518,17 €	12.300.000
1000	955.815 €	1.537.500
		produccion por KWp
		1537,5
		1537,5

Tabla 2 Coste instalación Fuente: elaboración propia

Esta tabla representa la potencia instalada que ya habíamos definido antes. Muestra el coste total para poder instalar los 8000 kW. El Coste de los elementos necesarios para generar electricidad lo obtenemos mediante el estudio realizado y la fórmula obtenida gracias al pvcalc.

El dato que destacar de la tabla 2 es la cantidad de producción (kWh) de nuestra instalación. Este dato no lo sabíamos hasta llegar a este punto del proyecto.

Introduciendo las coordenadas de nuestra instalación y la potencia que queremos instalar, el PVGIS proporciona un documento donde realiza un análisis de todos los factores medioambientales, teniendo en cuenta todas las épocas del año. En este documento, incluido en el anexo del trabajo, aparece la cantidad de kW que nuestra instalación obtendrá durante el año, por ello en la tabla 2 aparece una producción de 12.300.000 millones de kW.

En el documento del PVGIS aparecen todas las características del terreno y del clima para poder calcular la radiación. El documento otorga todos los datos medioambientales de la localización de nuestra parcela.

En dicho documento aparecen los datos de nuestra instalación, también aparece en forma de tabla toda la producción de kW mes a mes, acabando con la producción anual, los 12.300.000 millones de kW. También aparece una pequeña explicación de los datos de radiación que afecta al terreno de la instalación. Podemos apreciar la radiación recibida tanto en verano como en invierno.

Gastos de mantenimiento:

El segundo gasto por tratar es el gasto de mantenimiento. Dicho gasto se valora por la producción obtenida cada año. Como veremos la instalación desde su primera puesta en marcha pierde rendimiento, por ello cada año el gasto en mantenimiento será menor.

Tras diseñar la instalación y estudiar todos los factores que nos influyen en la misma, la cuota de mantenimiento anual es de un 10% sobre los cobros obtenidos cada año. El gasto de mantenimiento anual lo podemos ver en la imagen siguiente sacada del análisis económico-financiero de elaboración propia.

Mantenimiento
10%
Gastos de mantenimiento
154.980,00 €
150.470,08 €
146.091,40 €
141.840,14 €
137.712,59 €
133.705,16 €
129.814,34 €
126.036,74 €
122.369,07 €
118.808,13 €
115.350,82 €
111.994,11 €
108.735,08 €
105.570,89 €
102.498,77 €
99.516,06 €
96.620,14 €
93.808,50 €
91.078,67 €
88.428,28 €
85.855,02 €
83.356,64 €
80.930,96 €
78.575,87 €
76.289,31 €

Tabla 3 Gastos de mantenimiento. Fuente: elaboración propia.

Seguro:

Con cualquier proyecto es necesario tener un seguro, pero al ser de esta envergadura es aún más necesario por la gran cantidad de dinero a invertir. La cuota de este seguro será de un 7% sobre los cobros obtenidos de la producción.

Seguro
7%
Seguro
108.486,00 €
105.329,06 €
102.263,98 €
99.288,10 €
96.398,82 €
93.593,61 €
90.870,04 €
88.225,72 €
85.658,35 €
83.165,69 €
80.745,57 €
78.395,87 €
76.114,55 €
73.899,62 €
71.749,14 €
69.661,24 €
67.634,10 €
65.665,95 €
63.755,07 €
61.899,80 €
60.098,51 €
58.349,65 €
56.651,67 €
55.003,11 €
53.402,52 €

Tabla 4 Gastos de seguro. Fuente: elaboración propia

Alquiler:

En cuanto al gasto en alquiler, en el apartado de suelo ya dijimos que, mediante un estudio de mercado elaborado en la localidad de Socuéllamos, y tras haber hablado con el propietario de dicho terreno, el alquiler oscilaría en 50.000 € al año. Una vez sabemos lo que nos ocasionaría de gasto el primer año, los siguientes años habría que sumarles las subidas que pudiera tener el IPC, por

ello también se ha tenido en cuenta en la siguiente imagen. Según el INE¹ las expectativas de la tasa de inflación están en torno al 2,20% anual.

Alquiler
50.000,00 €
51.100,00 €
52.224,20 €
53.373,13 €
54.547,34 €
55.747,38 €
56.973,83 €
58.227,25 €
59.508,25 €
60.817,43 €
62.155,41 €
63.522,83 €
64.920,34 €
66.348,58 €
67.808,25 €
69.300,03 €
70.824,63 €
72.382,78 €
73.975,20 €
75.602,65 €
77.265,91 €
78.965,76 €
80.703,01 €
82.478,47 €
84.293,00 €

Tabla 5 Gastos de alquiler. Fuente: elaboración propia

Intereses:

El préstamo y su financiación se explican en el siguiente punto, pero debemos mencionar que dicha financiación nos supondrá pagar unos intereses que debemos introducirlos como gastos de nuestra instalación.

¹ <http://www.ine.es/>

Intereses
74.377,27 €
378.502,65 €
370.517,26 €
362.136,60 €
353.341,09 €
344.110,21 €
334.422,39 €
324.255,03 €
313.584,39 €
302.385,55 €
290.632,36 €
278.297,39 €
265.351,85 €
251.765,49 €
237.506,62 €
222.541,93 €
206.836,48 €
190.353,62 €
173.054,85 €
154.899,80 €
135.846,07 €
115.849,18 €
94.862,45 €
72.836,87 €
49.721,03 €
25.460,95 €

Tabla 6 Gastos de intereses. Fuente: elaboración propia

Amortización técnica:

Como toda instalación o maquinaria, nuestro proyecto tiene una vida útil de 25 años. Al saber el coste de producción y su vida útil podemos obtener la amortización anual de nuestra instalación.

LA DIFUSIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA: EL CASO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTVOLTAICA

Perdidas anuales	5%			
IPC a partir de 2018		2,20%		
	Inversión necesaria	Tarifa regulada c€/kWh	Producción	Cobros (Tarifa x Producción)
2018	7.646.518,17 €			
2019		0,126	12300000	1.549.800,00 €
2020		0,128772	11685000	1.504.700,82 €
2021		0,13160498	11100750	1.460.914,03 €
2022		0,13450029	10545713	1.418.401,43 €
2023		0,1374593	10018427	1.377.125,95 €
2024		0,1404834	9517506	1.337.051,58 €
2025		0,14357404	9041630	1.298.143,38 €
2026		0,14673267	8589549	1.260.367,41 €
2027		0,14996079	8160071	1.223.690,72 €
2028		0,15325992	7752068	1.188.081,32 €
2029		0,15663164	7364464	1.153.508,15 €
2030		0,16007754	6996241	1.119.941,06 €
2031		0,16359924	6646429	1.087.350,78 €
2032		0,16719843	6314108	1.055.708,87 €
2033		0,17087679	5998402	1.024.987,74 €
2034		0,17463608	5698482	995.160,60 €
2035		0,17847808	5413558	966.201,43 €
2036		0,18240459	5142880	938.084,96 €
2037		0,1864175	4885736	910.786,69 €
2038		0,19051868	4641449	884.282,80 €
2039		0,19471009	4409377	858.550,17 €
2040		0,19899371	4188908	833.566,36 €
2041		0,20337158	3979463	809.309,58 €
2042		0,20784575	3780489	785.758,67 €
2043		0,21241836	3591465	762.893,09 €

Tabla 8 Cobros producción Fuente: elaboración propia

Comprobamos que los cobros cada vez van disminuyendo, tiene unas pérdidas anuales de un 5%. La tarifa regulada va en incremento, pero en un 2,20%, como pasaba en los gastos del alquiler. Pese a su disminución los cobros son muy elevados, ya que la instalación genera una gran producción eléctrica. Un dato magnifico para conseguir que la instalación sea rentable.

Financiación y Préstamo:

Una vez obtenida la forma de financiarnos para obtener un crédito de 7.646.518,17 €, podemos realizar la amortización de dicho préstamo y así obtener los datos necesarios para conseguir calcular la rentabilidad del proyecto.

Para el préstamo, se realiza un cálculo real de sus años de duración, desde la comisión de apertura hasta su completa amortización. Realizando una amortización de tipo francés, donde cada año pagamos la misma cuota periódica. En este tipo de amortizaciones el interés se realiza por el capital pendiente de amortizar, y el restante de la cuota periódica es el capital amortizado de ese año. Se puede apreciar esa evolución del interés en la tabla de la amortización de préstamo.

Principal	7.646.518,17 €					
Interes anual	4,95%					
Interés efectivo						
Nº cuotas/año	1					
Comisión apertura	0,94%					
Gastos de estudio	2.500,00 €			TAE	5,05%	
Duración (años)	25					
Nº periodos amort.						
Percepción neta	7.572.140,90 €					
Años	Cuota Periodica	Intereses	Amortizacion Capital	Capital Amortizado	Capital Pendiente	Flujos de Caja Empr
0					7.646.518,17 €	7.572.140,90 €
1	539.823,61 €	378.502,65 €	161.320,96 €	161.320,96 €	7.485.197,21 €	-539.823,61 €
2	539.823,61 €	370.517,26 €	169.306,35 €	330.627,31 €	7.315.890,86 €	-539.823,61 €
3	539.823,61 €	362.136,60 €	177.687,01 €	508.314,33 €	7.138.203,84 €	-539.823,61 €
4	539.823,61 €	353.341,09 €	186.482,52 €	694.796,85 €	6.951.721,32 €	-539.823,61 €
5	539.823,61 €	344.110,21 €	195.713,41 €	890.510,25 €	6.756.007,92 €	-539.823,61 €
6	539.823,61 €	334.422,39 €	205.401,22 €	1.095.911,47 €	6.550.606,70 €	-539.823,61 €
7	539.823,61 €	324.255,03 €	215.568,58 €	1.311.480,05 €	6.335.038,12 €	-539.823,61 €
8	539.823,61 €	313.584,39 €	226.239,22 €	1.537.719,28 €	6.108.798,89 €	-539.823,61 €
9	539.823,61 €	302.385,55 €	237.438,07 €	1.775.157,34 €	5.871.360,83 €	-539.823,61 €
10	539.823,61 €	290.632,36 €	249.191,25 €	2.024.348,59 €	5.622.169,58 €	-539.823,61 €
11	539.823,61 €	278.297,39 €	261.526,22 €	2.285.874,81 €	5.360.643,36 €	-539.823,61 €
12	539.823,61 €	265.351,85 €	274.471,77 €	2.560.346,58 €	5.086.171,59 €	-539.823,61 €
13	539.823,61 €	251.765,49 €	288.058,12 €	2.848.404,69 €	4.798.113,48 €	-539.823,61 €
14	539.823,61 €	237.506,62 €	302.316,99 €	3.150.721,69 €	4.495.796,48 €	-539.823,61 €
15	539.823,61 €	222.541,93 €	317.281,69 €	3.468.003,38 €	4.178.514,80 €	-539.823,61 €
16	539.823,61 €	206.836,48 €	332.987,13 €	3.800.990,50 €	3.845.527,67 €	-539.823,61 €
17	539.823,61 €	190.353,62 €	349.469,99 €	4.150.460,50 €	3.496.057,67 €	-539.823,61 €
18	539.823,61 €	173.054,85 €	366.768,76 €	4.517.229,25 €	3.129.288,92 €	-539.823,61 €
19	539.823,61 €	154.899,80 €	384.923,81 €	4.902.153,06 €	2.744.365,11 €	-539.823,61 €
20	539.823,61 €	135.846,07 €	403.977,54 €	5.306.130,60 €	2.340.387,57 €	-539.823,61 €
21	539.823,61 €	115.849,18 €	423.974,43 €	5.730.105,03 €	1.916.413,14 €	-539.823,61 €
22	539.823,61 €	94.862,45 €	444.961,16 €	6.175.066,19 €	1.471.451,98 €	-539.823,61 €
23	539.823,61 €	72.836,87 €	466.986,74 €	6.642.052,93 €	1.004.465,24 €	-539.823,61 €
24	539.823,61 €	49.721,03 €	490.102,58 €	7.132.155,51 €	514.362,66 €	-539.823,61 €
25	539.823,61 €	25.460,95 €	514.362,66 €	7.646.518,17 €	0,00 €	-539.823,61 €

Tabla 9 Amortización préstamo Fuente: elaboración propia

De este análisis es de donde podemos extraer los gastos en intereses que nos produce el préstamo, y que son necesarios para obtener la rentabilidad final.

Lo primero es definir los datos iniciales del préstamo, el capital inicial, la duración, la cuota de los intereses, la comisión de apertura, el número de cuotas, los gastos iniciales y la percepción neta. Una vez aclarado esto ya pasamos a su amortización.

La cantidad de pérdidas que nos produce el préstamo es la cantidad de intereses que acabamos pagando año tras año. El pago de intereses del préstamo, como aparece en la tabla, va disminuyendo cada año, esto se debe al aplicar el 4.95% al capital pendiente de amortizar.

Una vez pasados los 25 años de vida útil de nuestra instalación el préstamo quedará liquidado.

Un dato importante a extraer de esta tabla es la tasa anual equivalente (TAE), que luego se utilizará para obtener la rentabilidad neta.

Beneficio: análisis rentabilidad TIR:

Por fin pasamos a los beneficios. Una vez explicado todo el proceso de creación de la instalación fotovoltaica y todos los gastos e ingresos que nos producirá, podemos realizar el análisis de los beneficios y calcular la TIR.

Después de haber analizado todos los gastos por un lado y todos los ingresos, podemos darnos cuenta de que nuestro proyecto saldrá rentable. La diferencia de los cobros a los pagos es muy grande.

LA DIFUSIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA: EL CASO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTVOLTAICA

	Inversión necesaria	Cobros (Tarifa x Producción)	Pagos	Intereses	Amortización Técnica	BAI	Impuesto	BDI	
2018	7.646.518,17 €			74.377,27 €		-74.377,27 €	25,00%	-74.377,27 €	0
2019		1.549.800,00 €	313.466,00 €	378.502,65 €	305.860,72 €	551.970,62 €	137.992,66 €	413.977,97 €	1
2020		1.504.700,82 €	306.899,14 €	370.517,26 €	305.860,72 €	521.423,69 €	130.355,92 €	391.067,77 €	2
2021		1.460.914,03 €	300.579,58 €	362.136,60 €	305.860,72 €	492.337,12 €	123.084,28 €	369.252,84 €	3
2022		1.418.401,43 €	294.501,38 €	353.341,09 €	305.860,72 €	464.698,24 €	116.174,56 €	348.523,68 €	4
2023		1.377.125,95 €	288.658,75 €	344.110,21 €	305.860,72 €	438.496,26 €	109.624,07 €	328.872,20 €	5
2024		1.337.051,58 €	283.046,15 €	334.422,39 €	305.860,72 €	413.722,31 €	103.430,58 €	310.291,73 €	6
2025		1.298.143,38 €	277.658,20 €	324.255,03 €	305.860,72 €	390.369,42 €	97.592,36 €	292.777,07 €	7
2026		1.260.367,41 €	272.489,71 €	313.584,39 €	305.860,72 €	368.432,59 €	92.108,15 €	276.324,44 €	8
2027		1.223.690,72 €	267.535,67 €	302.385,55 €	305.860,72 €	347.908,77 €	86.977,19 €	260.931,58 €	9
2028		1.188.081,32 €	262.791,25 €	290.632,36 €	305.860,72 €	328.796,97 €	82.199,24 €	246.597,73 €	10
2029		1.153.508,15 €	258.251,80 €	278.297,39 €	305.860,72 €	311.098,23 €	77.774,56 €	233.323,67 €	11
2030		1.119.941,06 €	253.912,81 €	265.351,85 €	305.860,72 €	294.815,68 €	73.703,92 €	221.111,76 €	12
2031		1.087.350,78 €	249.769,97 €	251.765,49 €	305.860,72 €	279.954,59 €	69.988,65 €	209.965,94 €	13
2032		1.055.708,87 €	245.819,09 €	237.506,62 €	305.860,72 €	266.522,44 €	66.630,61 €	199.891,83 €	14
2033		1.024.987,74 €	242.056,17 €	222.541,93 €	305.860,72 €	254.528,92 €	63.632,23 €	190.896,69 €	15
2034		995.160,60 €	238.477,33 €	206.836,48 €	305.860,72 €	243.986,06 €	60.996,51 €	182.989,54 €	16
2035		966.201,43 €	235.078,88 €	190.353,62 €	305.860,72 €	234.908,20 €	58.727,05 €	176.181,15 €	17
2036		938.084,96 €	231.857,22 €	173.054,85 €	305.860,72 €	227.312,16 €	56.828,04 €	170.484,12 €	18
2037		910.786,69 €	228.808,93 €	154.899,80 €	305.860,72 €	221.217,23 €	55.304,31 €	165.912,92 €	19
2038		884.282,80 €	225.930,73 €	135.846,07 €	305.860,72 €	216.645,27 €	54.161,32 €	162.483,95 €	20
2039		858.550,17 €	223.219,44 €	115.849,18 €	305.860,72 €	213.620,82 €	53.405,20 €	160.215,61 €	21
2040		833.566,36 €	220.672,04 €	94.862,45 €	305.860,72 €	212.171,14 €	53.042,79 €	159.128,36 €	22
2041		809.309,58 €	218.285,63 €	72.836,87 €	305.860,72 €	212.326,34 €	53.081,59 €	159.244,76 €	23
2042		785.758,67 €	216.057,45 €	49.721,03 €	305.860,72 €	214.119,47 €	53.529,87 €	160.589,60 €	24
2043		762.893,09 €	213.984,82 €	25.460,95 €	305.860,72 €	217.586,59 €	54.396,65 €	163.189,94 €	25
						Rentabilidad anual TIR	736,58%		

Tabla 10 Beneficios del proyecto. Fuente. Elaboración propia.

En la tabla de beneficios se puede apreciar la rentabilidad de nuestro proyecto. Dentro de los pagos están los gastos de mantenimiento, seguro y alquiler. En los beneficios hay que tener en cuenta el interés del préstamo y la amortización de la instalación.

Desde su puesta en marcha, la instalación nos otorga beneficios. La suma de todos los beneficios anuales asciende a la cantidad de 5.954.226,85 millones de euros. La tasa interna de rentabilidad es de un 736,58%, antes de aplicar el impuesto, y una vez aplicado, obtenemos una rentabilidad de 551,05%.

Los datos de todas las tablas del proyecto nos estaban revelando una alta rentabilidad en el proyecto. El lugar de la instalación tiene las perfectas características para que una instalación como la diseñada en este trabajo sea rentable. Incluso cabe la posibilidad de que ocurriera algún gasto imprevisto, y se podría solventar mediante los beneficios obtenidos cada año.

Flujos de caja: rentabilidad neta anual.

Este último apartado es el más importante, en él podemos analizar el rendimiento anual y la rentabilidad neta de nuestro proyecto.

Para los flujos de caja, lo primero que hay que tener en cuenta son los cobros y los pagos. Los cobros son las entradas de dinero, y se calculan con la producción por el precio (Guaita-Pradas, Marques-Perez, & Mari-Soucase, 2015).

Una vez sabemos los cobros, pasamos a los pagos. Los pagos son las salidas de dinero. Dentro de los pagos están los gastos de mantenimiento, seguro y alquiler. No aparecen ni los intereses ni la amortización.

Por último, tras comparar los ingresos con los gastos, habrá que aplicarle el impuesto sobre el beneficio, el cual ha sido sacado del resultado del beneficio y no de los flujos de caja. Con lo que al final obtendremos los flujos de caja después de impuesto.

Una vez analizado todas las tablas en su conjunto, el proyecto queda claro que es rentable desde su implantación. El único punto fuerte del proyecto es la alta financiación necesaria para llevarlo a cabo. Pese a esa alta inversión inicial, están los resultados obtenidos, que son altamente favorables para la creación de la instalación fotovoltaica.

LA DIFUSIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA: EL CASO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTVOLTAICA

					Impuesto			
					25%			
	Inversión necesaria	Cobros (Tarifa x Producción)	Pagos	FC antes de impuestos	Impuesto	FC después de impuestos	FC acumulados	
2018	7.646.518,17 €			-7.646.518,17 €		-7.646.518,17 €	7.646.518,17 €	0
2019		1.549.800,00 €	313.466,00 €	1.236.334,00 €	137.992,66 €	1.098.341,34 €	6.548.176,83 €	1
2020		1.504.700,82 €	306.899,14 €	1.197.801,68 €	130.355,92 €	1.067.445,76 €	5.480.731,07 €	2
2021		1.460.914,03 €	300.579,58 €	1.160.334,44 €	123.084,28 €	1.037.250,16 €	4.443.480,91 €	3
2022		1.418.401,43 €	294.501,38 €	1.123.900,05 €	116.174,56 €	1.007.725,49 €	3.435.755,41 €	4
2023		1.377.125,95 €	288.658,75 €	1.088.467,19 €	109.624,07 €	978.843,13 €	2.456.912,28 €	5
2024		1.337.051,58 €	283.046,15 €	1.054.005,43 €	103.430,58 €	950.574,85 €	1.506.337,43 €	6
2025		1.298.143,38 €	277.658,20 €	1.020.485,18 €	97.592,36 €	922.892,82 €	583.444,61 €	7
2026		1.260.367,41 €	272.489,71 €	987.877,70 €	92.108,15 €	895.769,55 €	-312.324,95 €	8
2027		1.223.690,72 €	267.535,67 €	956.155,05 €	86.977,19 €	869.177,85 €		
2028		1.188.081,32 €	262.791,25 €	925.290,06 €	82.199,24 €	843.090,82 €		
2029		1.153.508,15 €	258.251,80 €	895.256,35 €	77.774,56 €	817.481,79 €		
2030		1.119.941,06 €	253.912,81 €	866.028,25 €	73.703,92 €	792.324,33 €		
2031		1.087.350,78 €	249.769,97 €	837.580,81 €	69.988,65 €	767.592,16 €		
2032		1.055.708,87 €	245.819,09 €	809.889,78 €	66.630,61 €	743.259,17 €		
2033		1.024.987,74 €	242.056,17 €	782.931,57 €	63.632,23 €	719.299,34 €		
2034		995.160,60 €	238.477,33 €	756.683,26 €	60.996,51 €	695.686,75 €		
2035		966.201,43 €	235.078,88 €	731.122,55 €	58.727,05 €	672.395,50 €		
2036		938.084,96 €	231.857,22 €	706.227,74 €	56.828,04 €	649.399,70 €		
2037		910.786,69 €	228.808,93 €	681.977,76 €	55.304,31 €	626.673,45 €		
2038		884.282,80 €	225.930,73 €	658.352,07 €	54.161,32 €	604.190,75 €		
2039		858.550,17 €	223.219,44 €	635.330,73 €	53.405,20 €	581.925,53 €		
2040		833.566,36 €	220.672,04 €	612.894,32 €	53.042,79 €	559.851,53 €		
2041		809.309,58 €	218.285,63 €	591.023,94 €	53.081,59 €	537.942,36 €		
2042		785.758,67 €	216.057,45 €	569.701,22 €	53.529,87 €	516.171,36 €		
2043		762.893,09 €	213.984,82 €	548.908,27 €	54.396,65 €	494.511,62 €		

Tabla 11 Flujos de caja. Fuente: elaboración propia.

Tras analizar los flujos de caja, en el octavo año la inversión ya se recupera. Los cobros superan los pagos en unas cantidades muy grandes, un dato por el que podríamos decir que el proyecto es rentable, pese a que nos falte analizar la rentabilidad. La rentabilidad aparece en la siguiente tabla.

Rentabilidad anual	10,89884%
Rentab Neta	5,85%

Tabla 12 Rentabilidad anual y rentabilidad neta Fuente: elaboración propia.

La rentabilidad anual es la Tasa interna de rentabilidad (TIR), se obtiene mediante los flujos de caja después de impuesto. Pero el dato más importante de todos es la rentabilidad neta. Dicha rentabilidad se calcula teniendo en cuenta la tasa anual equivalente del préstamo. La TAE del préstamo es de 5,05%, la cual se resta a la TIR de los flujos de caja, y de esta operación se obtiene la rentabilidad neta.

La rentabilidad sacada de los flujos de caja nos da un resultado positivo. Tenemos una rentabilidad neta de un 5,85%, en la cual se tiene en cuenta el 5,05 TAE del préstamo, y una tasa interna de rentabilidad de un 10,89%. Estos dos datos nos aseguran una gran rentabilidad del proyecto. Ya que dentro de la rentabilidad neta se tienen en cuenta las pérdidas por la financiación.

Después de realizar el análisis económico-financiero queda claro que la instalación sería rentable, siempre y cuando se cumplan las circunstancias expuestas en el proyecto, pero no cabe duda de que es un lugar idóneo para arriesgarse y realizar un proyecto como este, ya que sin duda los datos por muy negativos que sean, difícilmente la instalación no llegue a ser rentable.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

Una vez llegados a este punto, ya poseemos los conocimientos básicos de las energías renovables. Desde un primer momento me gustaba este tema y por ello lo elegí para acabar mi grado universitario. Pero después de haber realizado el proyecto creo que seguiré el camino para la difusión de la utilización de las energías renovables.

En este proyecto he querido plasmar el gran problema que vamos a tener las generaciones futuras, el cambio climático. Por este gran problema, me inicié en la creación de una planta fotovoltaica de gran dimensión, para ver si pueden ser rentables y generar electricidad sin ningún tipo de contaminación, a través de una energía limpia.

Como hemos podido comprobar la elaboración de una instalación fotovoltaica en la localización citada, y diseñada con las mismas características, sería de gran rentabilidad. Por ello el objetivo de nuestro trabajo se cumple. En España, realizando una inversión de este tipo obtienes grandes beneficios. Mirando como empresario, el mayor beneficio es la rentabilidad, pero mirando como persona del mundo el mayor beneficio es poder tener electricidad limpia, baja en emisiones, fiable y con garantía de suministro.

Después de valorar todo el trabajo y todo el tema de las energías renovables, en España podríamos estar abasteciéndonos a través de energía fotovoltaica. Somos un país con una gran incidencia solar con la cual se podría obtener una gran cantidad de kW para abastecer a la mayoría de la población.

Pero tras haber analizado todo el tema, veo que existen errores en el mercado de la electricidad apreciados en la figura 7. Si un simple alumno recién graduado se puede dar cuenta que un proyecto así es rentable, no entiendo porque en este país el cual se caracteriza por su clima, no existen tantas instalaciones de energías renovables.

Pese a todo, hemos podido demostrar que una instalación fotovoltaica con las características citadas en el proyecto sería rentable, con la que podemos difundir las energías renovables en España, y así convertir un país limpio y sostenible en lo que a la generación eléctrica respecta.

Bibliografía

- Candelise, C., Winskel, M., & Gross, R. J. (2013). The dynamics of solar PV costs and prices as a challenge for technology forecasting. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(26), 96-107. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.012>
- Comisión Europea. (2014). *Horizon 2020 programa marco de investigación e innovación de la unión europea*. Luxemburgo: Unión Europea.
- Guaita-Pradas, I., Marques-Perez, I., & Mari-Soucase, B. (2015). Economical and Financial Study of Photovoltaic Energy Production in Africa. *Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC 2015)*.
- Pareja Aparicio, M. (2009). *Energía solar fotovoltaica, cálculo de una instalación aislada*. marcombo.
- Perales Benito, T. (2012). *El universo de las energías renovables*. S.A. Marcombo.
- Rehman, S., A. Bader, M., & A. Al-Moallem, S. (2006). *Cost of solar energy generated using PV panels*. Saudi Arabia: Elsevier Ltd.
- Schallenberg Rodríguez , J., Piernavieja Izquierdo, G., Hernández Rodríguez, C., Unamunzaga Falcón, P., García Déniz, R., Díaz Torres, M., . . . Subiela Ortin , V. (2008). *Energías Renovables y eficiencia energética*. Instituto tecnológico de Canarias.
- Suárez Suárez, A. (2005). *Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa*. Madrid: Ediciones Pirámide.

ANEXO



Photovoltaic Geographical Information System

European Commission
Joint Research Centre
Ispra, Italy

Performance of Grid-connected PV

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 39°13'50" North, 2°44'47" West, Elevation: 698 m a.s.l.,
Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 8000.0 kW (crystalline silicon)
Estimated losses due to temperature and low irradiance: 10.4% (using local ambient temperature)
Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.6%
Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
Combined PV system losses: 25.0%

Fixed system: inclination=35 deg., orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	23600.00	732000	3.67	114
Feb	30700.00	859000	4.82	135
Mar	35600.00	1100000	5.78	179
Apr	36100.00	1080000	6.01	180
May	37200.00	1150000	6.31	196
Jun	40300.00	1210000	6.97	209
Jul	42100.00	1310000	7.45	231
Aug	40900.00	1270000	7.20	223
Sep	37200.00	1120000	6.37	191
Oct	32900.00	1020000	5.46	169
Nov	25700.00	772000	4.08	123
Dec	23000.00	713000	3.58	111
Year	33800.00	1030000	5.65	172
Total for year		12300000		2060

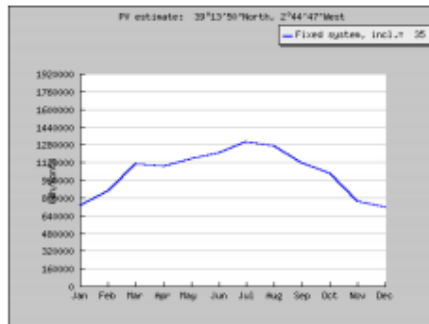
Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)
Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)
Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m2)
Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m2)

LA DIFUSIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA: EL CASO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

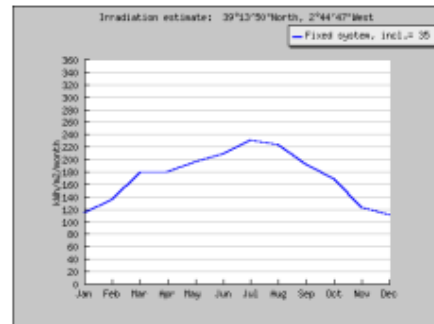


Photovoltaic Geographical Information System

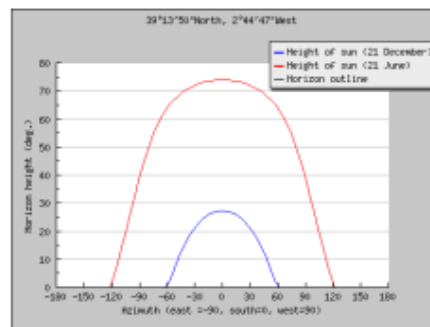
European Commission
Joint Research Centre
Ispra, Italy



Monthly energy output from fixed-angle PV system



Monthly in-plane irradiation for fixed angle



Outline of horizon with sun path for winter and summer solstice

PVGIS (c) European Communities, 2001-2012

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Disclaimer:

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.