

Estudio de viabilidad de una instalación fotovoltaica de coste 50.000 euros en España

Fernando Blanco Silva

oxestin@usc.es

Universidad de Santiago de Compostela

Unidad de Energía y Sostenibilidad

Avda. de las Ciencias, 4

15782 Campus Sur - Santiago de Compostela (España)

Alfonso López Díaz

alfonso.lopez@ucavila.es

Universidad Católica de Ávila

Fac. de Ciencias y Artes

Calle Canteros, s/n

05005 Ávila (España)

Recibido: Noviembre 2009

Aceptado: Febrero 2010

La energía fotovoltaica ha experimentado un importante ascenso a lo largo de los últimos años en España, convirtiéndose en una inversión muy interesante para un inversor medio. En este artículo se hace un análisis de la viabilidad de una instalación solar fotovoltaica de coste unos 50.000 euros instalada en España hace unos dos años. Esta instalación tiene una producción de 10.000 kWh anuales y unos ingresos actuales en torno a los 4.000 €/año; su rentabilidad económica está en torno al 8% anual, y el periodo de retorno de unos doce años.

The photovoltaic energy has experienced an important summit for the last years in Spain, today it is a interesting investment for an average investor. In this article we make an analysis of the viability of a solar photovoltaic installation of cost approximately 50.000 Euros installed in Spain approximately two years ago. This photovoltaic has a production of 10.000 kWh per year and a few current income around the 4.000 €/year; his economic profitability is around 8% per year, and the return period of approximately twelve years.

Palabras clave: Fotovoltaica, rentabilidad, periodo de retorno, producción eléctrica y kWh.

Key words: Photovoltaic, profitability, return period, electrical production and kWh.

1. INTRODUCCIÓN: EL AVANCE DE LA ENERGÍA SOLAR EN ESPAÑA

Durante los últimos años en España las fuentes de energía renovable han experimentado un crecimiento importante, centrándose éste en la producción de electricidad a partir del sol (energía fotovoltaica) y del viento (eólica). Los motivos de este aumento son:

- **Estratégicos:** Necesidad de disminuir la dependencia del petróleo como recurso energético más importante. Las Crisis del Petróleo de 1973 y 1979 tuvieron unas consecuencias desastrosas para la economía española, a partir de éstas todos los planes energéticos tuvieron como objetivo recortar el consumo del hidrocarburo para blindarse ante una nueva subida de los precios del petróleo.
- **Económicos:** El petróleo y el gas natural son las dos fuentes de energía más importantes, no existiendo en España yacimientos de estos hidrocarburos. El fomento de fuentes propias (en particular de las renovables) supone la creación de miles de empleos y un avance importante para la economía nacional; en otros casos como el carbón nacional se mantiene la producción siendo menos eficiente que el de importación para mantener los empleos en las zonas mineras.
- **Ambientales:** La firma del Protocolo de Kioto obliga a reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, en particular de CO₂. Este gas se produce fundamentalmente en la combustión de materias fósiles para la producción de energía eléctrica en centrales termoeléctricas que usan carbón y gas natural. La Unión Europea ha publicado el *Libro Blanco de las Energías Renovables* que impone como objetivo a que en el año 2010 un 22% de la energía eléctrica producida sea de origen renovable; debido a que España dispone de mayores recursos que los otros Estados Miembros el Plan de Fomento de las Energías Renovables 1999-2010 eleva este objetivo hasta un 29%, el Plan marcaba como objetivo que en 2010 la potencia fotovoltaica instalada alcanzase los 135 MW mientras que en 1998 eran unos 8 MW.

Pese a estas tres poderosas razones nos encontramos con un impedimento importante, la producción de energía eléctrica de origen renovable no era tan rentable para un inversor como la que proviene de fuentes tradicionales¹. Con el fin de aumentar la importancia de las renovables en la producción eléctrica la legislación española ha desarrollado múltiples herramientas, en particular la *Ley 54/1997 del Sector Eléctrico* distingue entre el *Régimen Ordinario* (energías fósiles y nuclear) y el *Régimen Especial* (renovables y cogeneración) marcando la preferencia del segundo sobre el primero y la existencia de la prima a producción de electricidad *verde*². La evolución de la electricidad fotovoltaica ha sido espectacular porque ya en 2005 se superaban ampliamente los 135 MW. En los Anexos I y II se puede ver la tabla de cálculo de los periodos de retorno y del V.A.N. en cada uno de los casos, considerando impuestos y sin considerarlos.

Con posterioridad a la Ley 54/1997 se aprobaron otras normas que tienen el mismo objetivo entre las que citamos el *Real Decreto 436/2004*, el *Real Decreto 314/2006* y el *Real Decreto 661/2007*³. El primero eleva la potencia nominal con derecho a percibir la prima máxima desde 5 kW hasta 100 kW, lo que provoca una caída en el precio de las instalaciones y la aparición de un incentivo para realizar grandes instalaciones. El R.D. 314/2006, de 17 de marzo, aprueba el *Código Técnico de la Edificación* (C.T.E.) que obliga a colocar instalaciones fotovoltaicas en grandes edificios (Hipermercados, Centros comerciales, naves industriales, almacenes...) mientras que el *Real Decreto 661/2007* asegura la existencia de un precio para las instalaciones fotovoltaicas con potencia nominal menor a 100 kW de 44,038 céntimos de euro durante los primeros veinticinco años de vida de la instalación y de 35,23 céntimos de euro por cada kWh a partir del vigésimo sexto año siempre que las instalaciones se realizasen antes de llegar al 85% de la potencia objetivo que marca el Real Decreto (371 MW), debido a que en el momento de la publicación ya casi se alcanzaban el

¹ Este es un punto de vista del inversor, si lo estudiamos desde el punto de vista del país la situación cambia porque las fuentes fósiles degradan al medio ambiente mucho más que las renovables.

² La prima a las fuentes renovables supone que el precio de venta a la red de cada kWh es superior cuando proviene del Régimen Especial, denominándose prima a la diferencia entre ambos. En España el precio medio de cada kWh generado está en torno a los 5c€/kWh mientras que el precio de compra de la electricidad fotovoltaica para una instalación como la propuesta está alrededor de los 45 c€, siendo la diferencia entre ambos (40 c€) la prima.

³ En el apartado *NORMATIVA DE APLICACIÓN* se reproducen los nombres completos de los Reales Decretos, que no reproducimos aquí por ser muy extensos.

Gobierno de España amplió el plazo hasta el mes de septiembre de 2008⁴ para aprovechar la prima más favorable. En el apartado 3. HIPÓTESIS PREVIAS AL ESTUDIO DE VIABILIDAD se amplían las explicaciones sobre las cláusulas del Real Decreto 661/2007, en particular la actualización del I.P.C. para los precios de las primas.

En España la potencia fotovoltaica se acerca a los 1.000 MW y se prevé que siga aumentando durante los próximos años. El *Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de regulación de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología* cambia la situación rebajando las primas a la producción; esta rebaja del precio del kWh frenó inicialmente la demanda de nuevas instalaciones aunque unos meses después se vio acompañada por una disminución de los precios de las instalaciones y el mercado se está reequilibrando.

2. DATOS DE LA INSTALACIÓN PROPUESTA

Debido a que este artículo estudia la instalación fotovoltaica desde un punto de vista económico no vamos a profundizar en detalles técnicos, aunque sí citaremos los más importantes. Esta instalación se localiza en la provincia de Ourense aunque en España hay muchos puntos con una radiación solar similar; la radiación solar media es de unos 4 kWh/m²-día, lo que supone unos 1.440 kWh/m² cada año.

Para que la instalación sea rentable es necesario que se cumplan los siguientes parámetros previos:

- Orientación Sur sin presencia de sombras en esta dirección.
- Proximidad de la línea eléctrica de la empresa suministradora en la zona para evacuar la energía vendida a la red con el fin de minimizar los costes de conexión a la red.
- Disposición de la empresa suministradora a facilitar la conexión de las instalaciones fotovoltaicas.

⁴ Hasta la publicación del R.D. 661/2007 el problema que se presentaba era que aunque para un inversor una instalación fotovoltaica era aparentemente atractiva no existía un marco jurídico que garantizase estos precios tan atractivos en el futuro.

- Asegurar la integración arquitectónica de los paneles y el mínimo impacto visual.
- Carácter de inversión económica no prevista, el inversor debe tener los recursos disponibles y que esto no suponga un endeudamiento muy importante para éste.
- Necesidad de ubicaciones poco accesibles y vigiladas contra robos o vandalismo.
- Las instalaciones irán dotadas de componentes homologados por la normativa española.
- El terreno debe ser propiedad del inversor o suponer un coste mínimo en relación a la inversión.
- Inexistencia de trabas burocráticas y figuras de protección arquitectónica o urbanística que impidan estas instalaciones.

Esta inversión la estudiamos desde el punto de vista de un inversor que en el año 2007 deseaba desembolsar una cantidad de unos 50.000 euros más I.V.A. (Impuesto del Valor Añadido⁵). Para esto existían dos soluciones alternativas, una instalación fija o una instalación dotada de un seguidor solar. Analizando los costes de ambas posibilidades obtenemos que por esta cantidad podemos instalar una fotovoltaica fija de potencia nominal 6,6 kW o una dotada de seguidor de 5 kW siendo en ambos casos la energía producida al final de año de unos 10.000 kWh. Se ha optado por la instalación fija aunque en la práctica con ambas tecnologías se obtendría un resultado económico muy similar, ya que los parámetros fundamentales (coste y producción eléctrica) son prácticamente iguales.

Esta propuesta incluye únicamente un Estudio de Viabilidad y Producción por lo que no detallamos los componentes a usar (marcas comerciales) sino únicamente las características generales de la instalación elegida. La instalación propuesta está dotada de dos inversores⁶ de potencia

⁵ El I.V.A. es el impuesto indirecto más común en la Unión Europea. Se trata de un impuesto que grabe los consumos finales, y no los intermedios, por lo que son las familias las que lo deben abonar mientras que las empresas y autónomos únicamente lo deben adelantar aunque posteriormente se hace la compensación entre la cantidad desembolsada y pagada por éste. En este caso el inversor debe adelantar el 16% pero al año siguiente el Ministerio de Economía le devuelve dicho desembolso.

⁶ Un inversor es un aparato que convierte la energía eléctrica en corriente continua en energía en corriente alterna. Las placas fotovoltaicas producen electricidad en corriente continua, que debe ser convertida en alterna en el inversor.

unitaria 3,3 kW (potencia nominal total 6.6 kW) y una potencia pico un 10%, superior a ésta (unos 7,26 kWp). La superficie neta de los paneles son unos 55 m² y la necesaria para ubicar esta instalación es de unos 100 m². En la página siguiente podemos ver el presupuesto aproximado de la instalación propuesta⁷.

Tabla 1: Presupuesto aproximado de instalación fija de potencia nominal 6,6 kW y 7,32 kWp

| | Euros | €/kWpico | €/kWnominal | % en presupuesto total sin I.V.A. | % en presupuesto de ejecución material |
|---|--------|----------|-------------|-----------------------------------|--|
| Placas fotovoltaicas | 27.000 | 3.689 | 4.091 | 54,28% | 64,59% |
| Inversor | 4.400 | 601 | 667 | 8,85% | 10,53% |
| Ingeniería y estudios previos | 1.400 | 191 | 212 | 2,81% | 3,35% |
| Permisos y trámites administrativos | 300 | 41 | 45 | 0,60% | 0,72% |
| Línea interconexión e infraestructura eléctrica | 2.500 | 342 | 379 | 5,03% | 5,98% |
| Dirección de obra | 1.300 | 178 | 197 | 2,61% | 3,11% |
| Seguridad y salud | 400 | 55 | 61 | 0,80% | 0,96% |
| Cableado, protecciones eléctricas y red de distribución | 1.500 | 205 | 227 | 3,02% | 3,59% |
| Seguidor solar | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00% |
| Estructura soporte | 3.000 | 410 | 455 | 6,03% | 7,18% |
| Total presupuesto de ejecución material | 41.800 | 5.710 | 6.333 | 84,03% | 100,00% |
| Gastos generales (13%) | 5.434 | 742 | 823 | 10,92% | 13,00% |
| Beneficio industrial (6%) | 2.508 | 343 | 380 | 5,04% | 6,00% |
| Total presupuesto | 49.742 | 6.795 | 7.537 | 100,00% | |
| IVA (16%) | 7.959 | 1.087 | 1.206 | | |
| Total | 57.701 | 7.883 | 8.743 | | |

En España el I.V.A. de una instalación de este tipo es retornable el primer año (en un plazo entre seis y doce meses) y supone

⁷ Las instalaciones fotovoltaicas distinguen entre potencia nominal y potencia pico. La potencia pico es la máxima que se puede producir (la suma de las potencias de los paneles) mientras que la nominal es la máxima que se puede vender a la red, que es la del inversor. La diferencia está en que se suele colocar una potencia pico ligeramente superior a la del inversor porque experimentalmente se comprueba que prácticamente nunca todos los paneles están funcionando a pleno rendimiento, por lo que se calcula que el punto óptimo está en torno al 90% de su potencia máxima.

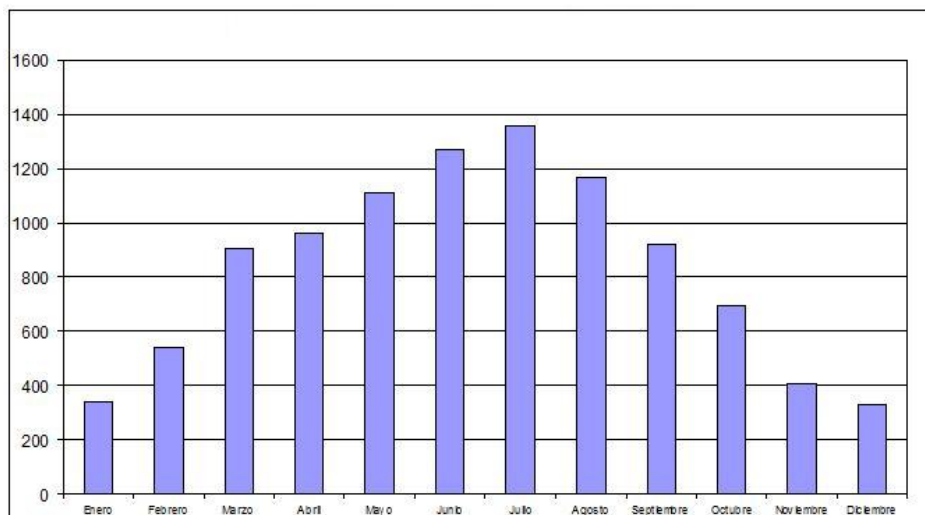
un 16% de la inversión, por lo que se deben adelantar unos 8.000 euros retornables el primer año; en el *Estudio de viabilidad* se considera que el I.V.A. se financia con un préstamo siendo el coste de éste de unos 640 €.

A continuación vamos a ver la producción eléctrica media de la instalación solar, y cómo se reparten los 10.000 kWh de producción anual cada mes.

Tabla 2: Estimación de la producción para instalación fija en kWh

| Mes | Radiación solar mensual (kW/m ²) | Producción eléctrica esperada (kWh) |
|-------------|--|-------------------------------------|
| Enero | 46,5 | 343,49 |
| Febrero | 64,4 | 541,33 |
| Marzo | 114,7 | 905,71 |
| Abril | 144 | 962,85 |
| Mayo | 179,8 | 1.110,62 |
| Junio | 210 | 1.270,42 |
| Julio | 220,1 | 1.359,56 |
| Agosto | 176,7 | 1.170,24 |
| Septiembre | 126 | 922,73 |
| Octubre | 74,4 | 691,72 |
| Noviembre | 54 | 409,21 |
| Diciembre | 43,4 | 328,88 |
| Media anual | 121,12 | 873,10 |
| Total | 1.575 | 10.016,78 |

Gráfico 1: Producción eléctrica estimada (kWh)



3. HIPÓTESIS PREVIAS AL ESTUDIO DE VIABILIDAD

Para el Estudio de Viabilidad consideramos los parámetros citados en 1. INTRODUCCIÓN: EL AVANCE DE LA ENERGÍA SOLAR EN ESPAÑA para una instalación puesta en marcha en 2007. En este momento el Real Decreto 661/2007 garantizaba un precio de 0,44038 €/kWh durante los primeros veinticinco años y 0,3523 €/kWh a partir de ese momento. Además se incluye una metodología para la actualización del precio de venta del kWh; hasta 2012 el valor de referencia establecido será el Índice de Precios de al Consumo de España menos el 0,25% y a partir de 2012 será el I.P.C. menos el 0,5%. En la Tabla 3 se puede ver cómo evolucionará el precio de venta de cada kWh durante los próximos años para las instalaciones acogidas a esta modalidad, así como la evolución de precios previstos. Para este cálculo consideramos un I.P.C. anual del 3%.

Tabla 3: Actualización del precio de cada kWh de electricidad en función de la evolución esperada del I.P.C.

| Año | Evolución precio de la electricidad (%) | Precio esperado de venta (€/kWh) |
|-----|---|----------------------------------|
| 0 | 2,75% | 0,440 |
| 1 | 2,75% | 0,452 |
| 2 | 2,75% | 0,465 |
| 3 | 2,75% | 0,478 |
| 4 | 2,75% | 0,491 |
| 5 | 2,50% | 0,503 |
| 6 | 2,50% | 0,516 |
| 7 | 2,50% | 0,529 |
| 8 | 2,50% | 0,542 |
| 9 | 2,50% | 0,555 |
| 10 | 2,50% | 0,569 |
| 11 | 2,50% | 0,583 |
| 12 | 2,50% | 0,598 |
| 13 | 2,50% | 0,613 |
| 14 | 2,50% | 0,628 |
| 15 | 2,50% | 0,644 |
| 16 | 2,50% | 0,660 |
| 17 | 2,50% | 0,677 |
| 18 | 2,50% | 0,693 |
| 19 | 2,50% | 0,711 |
| 20 | 2,50% | 0,729 |
| 21 | 2,50% | 0,747 |
| 22 | 2,50% | 0,765 |
| 23 | 2,50% | 0,785 |
| 24 | 2,50% | 0,804 |
| 25 | 2,50% | 0,824 |
| 26 | 2,50% | 0,845 |
| 27 | 2,50% | 0,866 |
| 28 | 2,50% | 0,888 |
| 29 | 2,50% | 0,910 |
| 30 | 2,50% | 0,933 |

4. ESTUDIO DE VIABILIDAD

Para realizar este estudio analizaremos dos cálculos. En primer lugar propondremos un cálculo sin considerar la existencia de impuestos, denominando a este valor *rentabilidad bruta*. En segundo lugar realizaremos el cálculo considerando que el propietario debe hacer frente al pago de los impuestos según el Impuesto de la Renta de las Personas Físicas (I.R.P.F.), considerando que es el 15% de la inversión; en el caso que el titular sea una empresa se aplicaría el impuesto de sociedades, con valor más elevado por lo que el rendimiento es menor; este segundo valor lo denominaremos *rentabilidad neta*.

Ciframos el deterioro anual de la instalación en un 0,75%, siendo esta cantidad la disminución en la generación de electricidad de cada año respecto al año anterior. Considerando este valor vemos que transcurridos treinta años el deterioro es del 80%, en ese momento consideramos que finaliza la vida útil de la instalación.

Durante los primeros diez años de vida de la instalación suponemos que se contrata un seguro, de coste unos 450 euros/año, que será actualizable según el Índice de Precios al Consumo. El mantenimiento ordinario de la instalación supone unos 100 € el primer año, que subirán un 5% en los siguientes. Se incluyen por otros gastos 150 €/año con aumento del 6% anual.

En el segundo supuesto (cálculo de la rentabilidad neta) se considera la amortización de los equipos, para este cálculo usaremos el Método de Amortización Lineal. En las tablas oficiales de amortización una instalación fotovoltaica estaría incluida en el *Grupo 151: Producción, transporte y distribución de energía eléctrica, subgrupo 11: Otras instalaciones técnicas*. En este caso tenemos un periodo de amortización máximo de 25 años aunque nosotros lo reducimos a 20 años. Se considera que transcurridos estos 20 años la instalación carecerá de valor residual. Este parámetro y los dos siguientes son sólo aplicables cuando calculamos la rentabilidad neta.

El Impuesto del Valor Añadido (I.V.A.) supone un 16% del precio de la instalación. El titular de la misma debe desembolsar esta cantidad en el momento de la compra, que será reintegrable por la Agencia Tributaria al realizar la declaración del I.R.P.F. o del Impuesto de Sociedades. Debido a que el plazo entre el desembolso y el retorno es variable (y habitualmente en torno a los 6 meses ya que se busca atrasar el pago hacia los últimos meses del año) consideramos que se solicita la

financiación a una entidad bancaria siendo el coste de nos 640 euros. Este valor se incluye entre otros costes durante el primer año.

En el capítulo de deducciones fiscales se incluyó la posibilidad de deducir el 6% del desembolso de la inversión por tratarse de una inversión que protege al medio ambiente (disposición transitoria del Real Decreto Ley 4/2004). Este Real Decreto Ley contempla la posibilidad de realizar esta deducción por parte del titular de la instalación durante los primeros diez años y mientras que el total de las deducciones esté por debajo del 35% de la base imponible. En nuestro caso consideraremos que la deducción se realizará durante los años 1, 2 y 3, por un 2% de la inversión (1.000 euros anuales); estas deducciones se incluirán en los ingresos anuales.

Tabla 4: Resumen económico de los parámetros de cálculo de rentabilidad para las instalaciones

| | |
|---|---------|
| Producción anual primer año (kWh) | 10.000 |
| Deterioro anual (%) | 0,75 |
| Coste seguro a todo riesgo (actual, en €) | 450 |
| Mantenimiento ordinario primer año (€) | 100 |
| Aumento costes de mantenimiento anuales (%) | 5% |
| Otros gastos anuales previstos sin coste de I.V.A. durante el año 1 (valor actual en €) | 150 |
| Aumento costes anuales otros gastos (%) | 6% |
| Precio de compra (€) | 50.000 |
| I.V.A. (16%) | 8.000 |
| Retención considerada I.R.P.F. (%) | 15% |
| Periodo de amortización | 20 años |
| Periodo de vida esperado para la instalación | 30 años |
| Costes de intereses por el I.V.A. (durante el año 1) | 640 € |
| Deducciones fiscales anuales (durante los años 2, 3 y 4) | 1.000 € |

5. RESULTADOS ECONÓMICOS

Sin considerar la existencia de impuestos (rentabilidad bruta) tenemos que el resultado de los parámetros económicos de cálculo es una Tasa Interna de Rendimiento de un 8,18%, un periodo de retorno de unos 12 años y un V.A.N. (Valor Activo Neto) de unos 101.700 euros. Si realizamos este cálculo considerando la existencia de impuestos la T.I.R. baja hasta un rendimiento neto del 7,93%, el periodo de retorno son 12,2 años y el V.A.N. son 89.472,17 euros. Se incluye a continuación el cuadro completo

de financiación pero si el lector desea ampliar conocimientos puede dirigirse al autor del artículo, facilitándose la hoja completa en Excell.

6. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

La producción eléctrica es de 10.000 kWh anuales y calculamos cuáles son los Gases de Efecto Invernadero que han dejado de emitirse. Suponiendo un factor de conversión por cada kWh producido de 0,34 kg de CO₂, 0,6 g de NO_x y 0,9 g de SO₂ tenemos un resultado neto de unos 3.400 kg de CO₂, 6 kg de NO_x y 9 kg de SO₂ durante el primer año; el año 30 el ahorro de emisiones será aproximadamente un 80% de esta cantidad (3.060 kg de CO₂, 5,4 kg de NO_x y 8,1 kg de SO₂). A lo largo de los treinta años de vida de la instalación el ahorro total de emisiones esperado de CO₂ es de unos 90.000 kg, 160 kg de NO_x y 240 kg de SO₂.

Tabla 5: Reducción de emisiones de gases contaminantes por la producción eléctrica de la instalación

| | Producción anual (kWh) | kg CO ₂ | kg NO _x | kg SO ₂ |
|------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Factor de conversión por kWh | 1 | 0,34 | 0,0006 | 0,0009 |
| Año 1 | 10.000 | 3.400 | 6 | 9 |
| Año 30 | 8.000 | 2.720 | 4,8 | 7,2 |
| Media | 9.000 | 3.060 | 5,4 | 8,1 |
| Total | 270.000 | 91.800 | 162 | 243 |

7. CONCLUSIONES

En cuanto a los rendimientos económicos podemos ver que estos rondan un 8% de rentabilidad anual, y un periodo de retorno de la inversión de unos doce años. Estos valores eran atractivos y sobre todo seguros; los parámetros más importantes de funcionamiento eran el precio de la prima y las horas de sol esperadas cada año. En el momento que proponemos esta inversión (año 2007) el Ministerio de Industria garantizaba un precio muy interesante para las instalaciones como la propuesta⁸; sobre las horas de sol equivalentes podemos afirmar que

⁸ Recordemos que la instalación propuesta está en funcionamiento desde 2007.

cuando el proyectista ha realizado bien sus cálculos no difieren mucho de los valores esperados, ya que hay información histórica abundante que nos facilitan una buena predicción (el error podría situarse en un margen de un 5%). Para las instalaciones que han entrado en funcionamiento después de septiembre de 2008 el mercado aún no se ha estabilizado aunque la rentabilidad seguramente será similar a las actuales.

El lector ha podido comprobar que una instalación fotovoltaica es una inversión muy interesante en España, la rentabilidad prevista y el periodo de retorno la hacen una inversión muy atractiva para aquellas personas que dispongan de los recursos económicos suficientes (unos 50.000 euros) y una parcela que cumpla los requisitos citados (orientación Sur, línea eléctrica en las proximidades, imposibilidad de vandalismo...).

BIBLIOGRAFÍA

- BLANCO SILVA, F. (2005) *A enerxía solar no século XXI*. Santiago de Compostela: Club Universitario Dínamo.
- COMISIÓN EUROPEA (1997) *Libro Blanco para una estrategia y plan de acción comunitario*. Bruselas.
- INSTITUTO ENERXÉTICO DE GALICIA Y ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA SOLAR FOTOVOLTAICA (2003) *Enerxía Solar Fotovoltaica na Comunidade Autónoma de Galicia*. Santiago de Compostela: Instituto Enerxético de Galicia (I.N.E.Ga).
- INSTITUTO ENERXÉTICO DE GALICIA Y CONSELLERÍA DE INNOVACIÓN, INDUSTRIA E COMERCIO (2003) *Programa de Fomento da Enerxía Solar en Galicia*. Santiago de Compostela: Instituto Enerxético de Galicia (I.N.E.Ga).
- JUTGLAR, L. (2004) *Energía solar*. Barcelona: Ediciones CEAC.
- NIETO, J. y J. SANTAMARTA (2004) "El impacto económico del Protocolo de Kioto en España", *Energías Renovables*, 24, pp. 17-19.
- TOBAJAS VÁZQUEZ, M. (2002) *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid: Editorial CEYSA.
- VÁZQUEZ VÁZQUEZ, M. (2005) *Atlas de Radiación Solar en Galicia*. Universidade de Vigo.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para esta instalación cito a continuación a título meramente informativo las principales normas a aplicar:

Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la producción de la electricidad generada a partir de fuentes renovables en el mercado interior de la electricidad.

Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (B.O.E. del 28 de noviembre de 1997).

Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

Real Decreto 1433/2002 de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de los consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.

Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el *Código Técnico de la Edificación*.

Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en el Régimen Especial.

Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de regulación de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010, aprobado por el Consejo de Ministros el 30 de diciembre de 1999.

Plan de Energías renovables 2005-2010, aprobado por el Consejo de Ministros el 26 de agosto de 2005 (actualización del anterior).

Orden de 28 de junio de 1991 sobre regulación de subvenciones a proyectos relativos a la utilización de las energías renovables (B.O.E. del 29 de julio de 1991).

Resolución de 26 de abril de 2007 por la que se establecen las bases reguladoras para la concesión, en régimen de concurrencia competitiva,

de las subvenciones y ayudas a proyectos de ahorro y eficiencia energética y proyectos de energías renovables correspondientes al ejercicio 2007 (D.O.Ga de 30 de marzo de 2006).

Resolución de 26 de febrero de 1988 por la que se autoriza a la Sociedad Española de Normalización AENOR, para asumir las funciones de normalización de energía solar (B.O.E. de 29 de marzo de 1988).

Resolución de 31 de mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas por la que se establecen modelos de contrato tipo y modelos de factura para instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

ANEXO I: Tabla de cálculo sin contabilizar impuestos

| Año | Evolución precio de la electricidad (%) | Precio esperado de venta (€/kWh) | Producción anual esperada (kWh) | Devaluación de la producción acumulada | Ingresos (€) | Seguro (€) | Mantenimiento (€) | Otros gastos anuales previstos (€) | Gastos anuales totales (€) | Gastos previstos (%) | Ingresos netos anuales sin impuestos (€) | VAN Acumulado |
|-----|---|----------------------------------|---------------------------------|--|--------------|------------|-------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------|--|---------------|
| 0 | 2,75% | 0,440 | | | | | | | 0 | | 0 | -50.000 |
| 1 | 2,75% | 0,452 | 10.000,00 | 0,0% | 4.524,19 | 463,50 | 105,00 | 799,00 | 1.367,50 | 0,302 | 3.156,69 | -46.843,31 |
| 2 | 2,75% | 0,465 | 9.925,00 | 0,7% | 4.613,74 | 477,41 | 110,25 | 168,54 | 756,20 | 0,164 | 3.857,54 | -42.985,77 |
| 3 | 2,75% | 0,478 | 9.850,56 | 1,5% | 4.705,06 | 491,73 | 115,76 | 178,65 | 786,14 | 0,167 | 3.918,92 | -39.066,86 |
| 4 | 2,75% | 0,491 | 9.776,68 | 2,2% | 4.798,19 | 506,48 | 121,55 | 189,37 | 817,40 | 0,170 | 3.980,79 | -35.086,07 |
| 5 | 2,50% | 0,503 | 9.703,36 | 3,0% | 4.881,26 | 521,67 | 127,63 | 200,73 | 850,04 | 0,174 | 4.031,22 | -31.054,85 |
| 6 | 2,50% | 0,516 | 9.630,58 | 3,7% | 4.965,77 | 537,32 | 134,01 | 212,78 | 884,11 | 0,178 | 4.081,65 | -26.973,19 |
| 7 | 2,50% | 0,529 | 9.558,35 | 4,4% | 5.051,73 | 553,44 | 140,71 | 225,54 | 919,70 | 0,182 | 4.132,04 | -22.841,15 |
| 8 | 2,50% | 0,542 | 9.486,67 | 5,1% | 5.139,19 | 570,05 | 147,75 | 239,08 | 956,87 | 0,186 | 4.182,32 | -18.658,83 |
| 9 | 2,50% | 0,555 | 9.415,52 | 5,8% | 5.228,17 | 587,15 | 155,13 | 253,42 | 995,70 | 0,190 | 4.232,46 | -14.426,37 |
| 10 | 2,50% | 0,569 | 9.344,90 | 6,6% | 5.318,68 | 604,76 | 162,89 | 268,63 | 1.036,28 | 0,195 | 4.282,40 | -10.143,97 |
| 11 | 2,50% | 0,583 | 9.274,81 | 7,3% | 5.410,76 | | 171,03 | 284,74 | 455,78 | 0,084 | 4.954,98 | -5.188,99 |
| 12 | 2,50% | 0,598 | 9.205,25 | 7,9% | 5.504,43 | | 179,59 | 301,83 | 481,42 | 0,087 | 5.023,02 | -165,97 |
| 13 | 2,50% | 0,613 | 9.136,21 | 8,6% | 5.599,73 | | 188,56 | 319,94 | 508,50 | 0,091 | 5.091,22 | 4.925,25 |
| 14 | 2,50% | 0,628 | 9.067,69 | 9,3% | 5.696,67 | | 197,99 | 339,14 | 537,13 | 0,094 | 5.159,54 | 10.084,79 |
| 15 | 2,50% | 0,644 | 8.999,68 | 10,0% | 5.795,30 | | 207,89 | 359,48 | 567,38 | 0,098 | 5.227,92 | 15.312,71 |
| 16 | 2,50% | 0,660 | 8.932,19 | 10,7% | 5.895,63 | | 218,29 | 381,05 | 599,34 | 0,102 | 5.296,29 | 20.609,00 |
| 17 | 2,50% | 0,677 | 8.865,19 | 11,3% | 5.997,69 | | 229,20 | 403,92 | 633,12 | 0,106 | 5.364,58 | 25.973,58 |
| 18 | 2,50% | 0,693 | 8.798,71 | 12,0% | 6.101,53 | | 240,66 | 428,15 | 668,81 | 0,110 | 5.432,72 | 31.406,29 |
| 19 | 2,50% | 0,711 | 8.732,71 | 12,7% | 6.207,16 | | 252,70 | 453,84 | 706,53 | 0,114 | 5.500,63 | 36.906,92 |
| 20 | 2,50% | 0,729 | 8.667,22 | 13,3% | 6.314,62 | | 265,33 | 481,07 | 746,40 | 0,118 | 5.568,22 | 42.475,15 |
| 21 | 2,50% | 0,747 | 8.602,22 | 14,0% | 6.423,95 | | 278,60 | 509,93 | 788,53 | 0,123 | 5.635,42 | 48.110,56 |
| 22 | 2,50% | 0,765 | 8.537,70 | 14,6% | 6.535,16 | | 292,53 | 540,53 | 833,06 | 0,127 | 5.702,10 | 53.812,66 |
| 23 | 2,50% | 0,785 | 8.473,67 | 15,3% | 6.648,30 | | 307,15 | 572,96 | 880,11 | 0,132 | 5.768,19 | 59.580,85 |
| 24 | 2,50% | 0,804 | 8.410,11 | 15,9% | 6.763,40 | | 322,51 | 607,34 | 929,85 | 0,137 | 5.833,55 | 65.414,40 |
| 25 | 2,50% | 0,824 | 8.347,04 | 16,5% | 6.880,49 | | 338,64 | 643,78 | 982,42 | 0,143 | 5.898,07 | 71.312,47 |
| 26 | 2,50% | 0,845 | 8.284,43 | 17,2% | 6.999,61 | | 355,57 | 682,41 | 1.037,97 | 0,148 | 5.961,63 | 77.274,11 |
| 27 | 2,50% | 0,866 | 8.222,30 | 17,8% | 7.120,79 | | 373,35 | 723,35 | 1.096,70 | 0,154 | 6.024,09 | 83.298,20 |
| 28 | 2,50% | 0,888 | 8.160,63 | 18,4% | 7.244,07 | | 392,01 | 766,75 | 1.158,77 | 0,160 | 6.085,30 | 89.383,50 |
| 29 | 2,50% | 0,910 | 8.099,43 | 19,0% | 7.369,48 | | 411,61 | 812,76 | 1.224,37 | 0,166 | 6.145,11 | 95.528,61 |
| 30 | 2,50% | 0,933 | 8.038,68 | 19,6% | 7.497,07 | | 432,19 | 861,52 | 1.293,72 | 0,173 | 6.203,35 | 101.731,96 |

ANEXO II: Estudio de viabilidad después de impuestos y considerando tributación 15%

| Año | Gastos establecimiento (€) | Ingresos netos electricidad (€) | Cash flow operativo (€) | Cash flow acumulado (€) | Amortización inmovilizado (€) | Beneficio antes de impuestos (B.A.T.) | I.R.P.F. (15%) | Ingreso deducciones fiscales (€) | Beneficio neto después de impuestos (€) | V.A.N. (€) |
|-----|----------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|----------------|----------------------------------|---|------------|
| 0 | -50.000 | -50.000,00 | | | | 0 | | | | -50.000,00 |
| 1 | 0 | 3.156,69 | 3.156,69 | 3.156,69 | 2.500 | 656,69 | -98,50 | 1.000,00 | 4.058,18 | -45.941,82 |
| 2 | 0 | 3.857,54 | 3.857,54 | 7.014,23 | 2.500 | 1.357,54 | -203,63 | 1.000,00 | 4.653,91 | -41.287,91 |
| 3 | 0 | 3.918,92 | 3.918,92 | 10.933,14 | 2.500 | 1.418,92 | -212,84 | 1.000,00 | 4.706,08 | -36.581,83 |
| 4 | 0 | 3.980,79 | 3.980,79 | 14.913,93 | 2.500 | 1.480,79 | -222,12 | | 3.758,67 | -32.823,16 |
| 5 | 0 | 4.031,22 | 4.031,22 | 18.945,15 | 2.500 | 1.531,22 | -229,68 | | 3.801,54 | -29.021,62 |
| 6 | 0 | 4.081,65 | 4.081,65 | 23.026,81 | 2.500 | 1.581,65 | -237,25 | | 3.844,41 | -25.177,21 |
| 7 | 0 | 4.132,04 | 4.132,04 | 27.158,85 | 2.500 | 1.632,04 | -244,81 | | 3.887,23 | -21.289,98 |
| 8 | 0 | 4.182,32 | 4.182,32 | 31.341,17 | 2.500 | 1.682,32 | -252,35 | | 3.929,98 | -17.360,01 |
| 9 | 0 | 4.232,46 | 4.232,46 | 35.573,63 | 2.500 | 1.732,46 | -259,87 | | 3.972,59 | -13.387,41 |
| 10 | 0 | 4.282,40 | 4.282,40 | 39.856,03 | 2.500 | 1.782,40 | -267,36 | | 4.015,04 | -9.372,37 |
| 11 | 0 | 4.954,98 | 4.954,98 | 44.811,01 | 2.500 | 2.454,98 | -368,25 | | 4.586,73 | -4.785,64 |
| 12 | 0 | 5.023,02 | 5.023,02 | 49.834,03 | 2.500 | 2.523,02 | -378,45 | | 4.644,56 | -141,08 |
| 13 | 0 | 5.091,22 | 5.091,22 | 54.925,25 | 2.500 | 2.591,22 | -388,68 | | 4.702,54 | 4.561,46 |
| 14 | 0 | 5.159,54 | 5.159,54 | 60.084,79 | 2.500 | 2.659,54 | -398,93 | | 4.760,61 | 9.322,07 |
| 15 | 0 | 5.227,92 | 5.227,92 | 65.312,71 | 2.500 | 2.727,92 | -409,19 | | 4.818,73 | 14.140,81 |
| 16 | 0 | 5.296,29 | 5.296,29 | 70.609,00 | 2.500 | 2.796,29 | -419,44 | | 4.876,84 | 19.017,65 |
| 17 | 0 | 5.364,58 | 5.364,58 | 75.973,58 | 2.500 | 2.864,58 | -429,69 | | 4.934,89 | 23.952,54 |
| 18 | 0 | 5.432,72 | 5.432,72 | 81.406,29 | 2.500 | 2.932,72 | -439,91 | | 4.992,81 | 28.945,35 |
| 19 | 0 | 5.500,63 | 5.500,63 | 86.906,92 | 2.500 | 3.000,63 | -450,09 | | 5.050,53 | 33.995,88 |
| 20 | 0 | 5.568,22 | 5.568,22 | 92.475,15 | 2.500 | 3.068,22 | -460,23 | | 5.107,99 | 39.103,87 |
| 21 | 0 | 5.635,42 | 5.635,42 | 98.110,56 | | 5.635,42 | -845,31 | | 4.790,10 | 43.893,98 |
| 22 | 0 | 5.702,10 | 5.702,10 | 103.812,66 | | 5.702,10 | -855,32 | | 4.846,79 | 48.740,76 |
| 23 | 0 | 5.768,19 | 5.768,19 | 109.580,85 | | 5.768,19 | -865,23 | | 4.902,96 | 53.643,72 |
| 24 | 0 | 5.833,55 | 5.833,55 | 115.414,40 | | 5.833,55 | -875,03 | | 4.958,52 | 58.602,24 |
| 25 | 0 | 5.898,07 | 5.898,07 | 121.312,47 | | 5.898,07 | -884,71 | | 5.013,36 | 63.615,60 |
| 26 | 0 | 5.961,63 | 5.961,63 | 127.274,11 | | 5.961,63 | -894,25 | | 5.067,39 | 68.682,99 |
| 27 | 0 | 6.024,09 | 6.024,09 | 133.298,20 | | 6.024,09 | -903,61 | | 5.120,48 | 73.803,47 |
| 28 | 0 | 6.085,30 | 6.085,30 | 139.383,50 | | 6.085,30 | -912,80 | | 5.172,51 | 78.975,98 |
| 29 | 0 | 6.145,11 | 6.145,11 | 145.528,61 | | 6.145,11 | -921,77 | | 5.223,34 | 84.199,32 |
| 30 | 0 | 6.203,35 | 6.203,35 | 151.731,96 | | 6.203,35 | -930,50 | | 5.272,85 | 89.472,17 |