



Escola Universitària d'Enginyeria  
Tècnica Industrial de Barcelona  
Consorci Escola Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

**Estudio económico**

# **“PROYECTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES DE LA COOPERATIVA AGRÍCOLA NTRA SRA DE LOS PUEYOS”**

TFG presentado para optar al título de GRADO en  
INGENIERÍA de la ENERGÍA  
por **David Alejos Lop**

Barcelona, 11 de Octubre de 2016

Director: Noelia Olmedo Torre  
Departamento de Expresión Gráfica (DEGE)  
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

# ÍNDICE ESTUDIO ECONÓMICO

Índice estudio económico.....	1
<b>Capítulo 1: Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>Capítulo 2: Estudio económico de la instalación solar fotovoltaica .....</b>	<b>4</b>
2.1. Presupuesto .....	4
2.2. Ingresos .....	5
2.3. Gastos.....	6
2.4. Rentabilidad de la instalación .....	7
2.4.1. Escenario 1 - Con cargos transitorios al autoconsumo .....	8
2.4.2. Escenario 2 - Sin cargos transitorios al autoconsumo .....	14
<b>Capítulo 3: Estudio económico de la instalación de baterías de condensadores .....</b>	<b>19</b>
3.1. Presupuesto .....	19
3.2. Ingresos y gastos .....	20
3.3. Rentabilidad de la instalación .....	20



# **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

Después de haber analizado la factura eléctrica y los consumos de la cooperativa, y haber propuesto las soluciones que se han creído oportunas, es el momento de estudiar la viabilidad económica de las mismas.

Dicho esto, se ha creído conveniente realizar el estudio económico de las 2 instalaciones propuestas: la instalación solar fotovoltaica para autoconsumo de 80 kW y la instalación de baterías de condensares para reducir el término por energía reactiva.

# **CAPÍTULO 2: ESTUDIO ECONÓMICO DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA**

## **2.1. Presupuesto**

En este apartado se realiza un presupuesto de la instalación solar fotovoltaica donde se detallan los costes unitarios y totales de cada uno de los elementos elegidos para el proyecto. En la siguiente tabla se presenta un resumen del presupuesto de la instalación.

**Tabla 1.** Presupuesto de la instalación solar fotovoltaica.

Equipo Instalado	Precio/Unidad (€)	Unidades	Precio (€)
Módulo fotovoltaico SOLARWORLD SW-235	0,47 €/Wp	83900 Wp	39.433,00
Estructura de soporte Sunfix	0,2 €/Wp	83900 Wp	16.780,00
Inversor Power Electronics Freesun LVT 80 kW	24.460,00	1	24.460,00
Caja de conexiones AMB Green Power STC8	375,00	3	1.125,00
Cable de cobre RZ1-K 0,6/1 kV unipolar 6 mm <sup>2</sup>	0,56 €/m	1350 m	756,00
Cable de cobre RZ1-K 0,6/1 kV unipolar 35 mm <sup>2</sup>	2,69 €/m	21 m	56,49
Cable de cobre RZ1-K 0,6/1 kV tetrapolar 240 mm <sup>2</sup>	105,57 €/m	230 m	24.281,10
Tubo de 225 mm <sup>2</sup> de diámetro nominal	6,54	190 m	1.242,60
Interruptor Magnetotérmico EasyPact CVS160F	964,78	1	964,78
Bloque diferencial Vigi ME para NSX160 o CVS160	816,39	1	816,39
Interruptor Seccionador Compact INS400	519,36	1	519,36
Contador Bidireccional	876,00	1	876,00
Fusibles NH 315 A y Base portafusibles	27,80	4	111,20
Piquetas	17,89	6	107,34
Construcción de la instalación	20 €/h	450 h	9.000,00
Tramitación administrativa y visado del proyecto	-	-	1.750,00
Ingeniería	20 €/h	360 h	7.200,00
IVA Normal	21%	-	27.190,64
<b>Total</b>			<b>156.669,90 €</b>

## 2.2. Ingresos

En este apartado se van a determinar los ingresos anuales que va a suponer la construcción de la instalación fotovoltaica para autoconsumo con el fin de reducir la demanda de energía eléctrica a la red.

Los ingresos se corresponderán con el ahorro en la facturación del término de energía variable de la factura eléctrica. Estos se calcularán multiplicando la producción eléctrica a través de energía solar consumida instantáneamente por el precio estimado de la energía eléctrica, más la producción eléctrica a través de energía solar excedente vendida a la red por el precio de mercado en ese momento.

A continuación se muestra la fórmula de cálculo de estos ingresos, o ahorros:

$$\text{Ingresos} = E_A \cdot t_E + E_V \cdot t_M \quad (1)$$

Donde:

- $E_A$  = energía autoconsumida (kWh).
- $t_E$  = precio del término de energía medio diurno (€/kWh)
- $E_V$  = energía excedente y vendida a la empresa distribuidora (kWh)
- $t_M$  = precio de venta de la energía a mercado (€/kWh)

## 2.3. Gastos

En este apartado se van a determinar los gastos anuales que va a suponer la construcción de la instalación fotovoltaica.

- Peaje de acceso a la red eléctrica aplicable a la energía vertida, es decir, a los excedentes anuales. Este valor es de 0,5 €/MWh según lo expuesto en la Disposición transitoria primera del Real Decreto-ley 14/2010.
- Impuesto por producción de energía eléctrica aplicable a la retribución recibida por la energía vendida a la empresa distribuidora. Este toma un valor de 7% según lo expuesto en la Ley 15/2012, y se aplicará a los ingresos por la energía excedente.
- El mantenimiento de esta instalación supondrá un gasto de 200 € a partir del tercer año de vida de la misma.
- Se realizará un seguro de 150 € anuales.

Pero esto no acaba aquí, además habrá que tener en cuenta la Disposición Transitoria Primera del RD 900/2015, que define el régimen económico transitorio de aplicación al autoconsumo. Los cargos transitorios al autoconsumo definidos en la citada disposición tienen una estructura binomial, compuesta de un término variable aplicable a la energía autoconsumida y un término fijo de potencia que se calcula en función de distintas casuísticas.

### **Cargo variable sobre el autoconsumo horario**

Aplicable a toda la energía generada y autoconsumida en la instalación, y que por tanto será la diferencia entre la energía generada y los sobrantes de generación que no se pueden autoconsumir y son vertidos a la red de distribución.

La siguiente figura muestra los valores de este cargo variable en la península:

Peaje de acceso	Cargo transitorio por energía autoconsumida (€/kWh)					
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
2.0 A (Pc ≤ 10 kW) .....	0,049033					
2.0 DHA (Pc ≤ 10 kW) .....	0,063141	0,008907				
2.0 DHS (Pc ≤ 10 kW) .....	0,063913	0,009405	0,008767			
2.1 A (10 < Pc ≤ 15 kW) .....	0,060728					
2.1 DHA (10 < Pc ≤ 15 kW) .....	0,074079	0,018282				
2.1 DHS (10 < Pc ≤ 15 kW) .....	0,074851	0,021301	0,014025			
3.0 A (Pc > 15 kW) .....	0,029399	0,019334	0,011155			
3.1A (1 kV a 36 kV) .....	0,022656	0,015100	0,014197			
6.1A (1 kV a 30 kV) .....	0,018849	0,016196	0,011534	0,012518	0,013267	0,008879
6.1B (30 kV a 36 kV) .....	0,018849	0,013890	0,010981	0,011905	0,012871	0,008627
6.2 (36 kV a 72,5 kV) .....	0,020138	0,016194	0,011691	0,011696	0,011996	0,008395
6.3 (72,5 kV a 145 kV) .....	0,022498	0,017414	0,012319	0,011824	0,011953	0,008426
6.4 (Mayor o igual a 145 kV) .....	0,018849	0,013138	0,010981	0,011104	0,011537	0,008252

**Figura 1.** Cargo variable de energía autoconsumida.

### **Cargo fijo de potencia**

Este no será aplicable a la instalación proyectada por tener menos de 100 kW y no tener baterías para la gestión de la energía. Esto se debe a los siguiente.

Según la Disposición transitoria primera del RD 900/2015, en su punto 3, el cargo fijo de potencia se aplicará sobre la diferencia entre la potencia de aplicación de cargos y la potencia a facturar a efectos de aplicación de los peajes de acceso.

En este caso, como no se va a instalar un contador en el circuito de consumo y la instalación de autoconsumo es no gestionable, según el Anexo I del RD 900/2015, la potencia de aplicación de cargos será la medida por el contador de importación/exportación de la compañía eléctrica (contador en el punto frontera).

Según define el RD 1164/2001, la potencia a efectos de los peajes de acceso es la potencia demandada al contador de la compañía.

Por tanto, este cargo fijo no será de aplicación porque las dos potencias se miden en el mismo contador y tendrán el mismo valor, entonces la diferencia será siempre 0.

## 2.4. Rentabilidad de la instalación

En este apartado se presentan los indicadores de rentabilidad del proyecto más importantes: VAN, TIR y PR. Para ello se tiene en cuenta los siguientes factores:

- La inversión se realiza con fondos propios.
- El horizonte temporal del proyecto es de 25 años, vida útil de los módulos fotovoltaicos.
- Se ha estimado una tasa de descuento o coste de capital del 3,5%.
- Se ha estimado un IPC para la actualización del coste por mantenimiento y el seguro de un 1%.

- Se ha estimado un incremento anual del precio de la electricidad de un 5%, con el que se evolucionará el precio de la energía ahorrada, el precio de la energía vendida y el cargo por autoconsumo.
- Se ha estimado el precio de venta de la electricidad a mercado en 0,04 €/kWh para el primer año de vida de la instalación.
- Para la estimación del precio de la electricidad del primer año de vida de la instalación se ha realizado una media de los precios de la factura analizada de la energía diurna, es decir, punta y llano en verano, y solo llano en invierno. Se ha utilizado un precio de 0,105876 €/kWh.
- Y por último, para aplicar el cargo transitorio por energía autoconsumida se ha realizado la media entre el precio del período 1 y el del período 2 de la Figura 1, y se ha aplicado a toda la energía autoconsumida. Se ha utilizado un precio de 0,018878 €/kWh.

Para el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) se utiliza la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{i=0}^{i=n} \frac{Q_t}{(1+k)^t} \quad (2)$$

Donde:

- $Q_t$  = flujo de caja del período t (cobros menos pagos del período t)
- n = horizonte económico del proyecto
- k = tasa de descuento o coste del capital

La tasa interna de rentabilidad (TIR) es aquella para la que el VAN se convierte en 0:

$$VAN = \sum_{i=0}^{i=n} \frac{Q_t}{(1+k)^t} = 0 \rightarrow TIR = k \quad (3)$$

El período de retorno (PR) es el período de tiempo necesario para recuperar la inversión realizada:

$$\sum_{i=0}^T Q_t = 0 \rightarrow PR = T \quad (4)$$

Para llevar a cabo el cálculo de la rentabilidad del proyecto se van a tener en cuenta 2 escenarios, uno con el peaje de autoconsumo y otro sin aplicarlo, ya que el país está en un período de incerteza política y no es seguro que el cargo por autoconsumo siga presente en un futuro próximo.

#### 2.4.1. Escenario 1 - Con cargos transitorios al autoconsumo

A continuación se presentan las tablas con los cálculos de los flujos de caja anuales y acumulados del proyecto aplicando el cargo transitorio por autoconsumo:

**Tabla 2.** Flujo de caja durante los 4 primeros años de vida de la instalación solar fotovoltaica en el escenario 1.

AÑO	0	1	2	3	4
Producción solar (kWh)	-	120000	119400	118803	118209
Energía Autoconsumida (kWh)	-	115546	115546	115546	115546
Precio Energía Ahorrada (€/kWh)	-	0,105876	0,111170	0,116728	0,122565
Energía Vendida (kWh)	-	4454	3854	3257	2663
Precio Energía a Mercado (€/kWh)	-	0,04	0,042	0,0441	0,046305
Cargo por autoconsumo (€/kWh)		0,018878	0,019822	0,020813	0,021854
Ingresos por Energía ahorrada	-	12233,53	12845,21	13487,47	14161,84
Ingresos por Energía vendida	-	178,16	161,87	143,63	123,31
Ingresos Totales (€)	-	12411,69	13007,08	13631,10	14285,15
Inversión de capital	156669,90	-	-	-	-
Impuesto producción energía eléc	-	12,47	11,33	10,05	8,63
Peaje de acceso a la red	-	2,23	1,93	1,63	1,33
Cargos por autoconsumo	-	2181,28	2290,34	2404,86	2525,10
Mantenimiento	-	-	-	200,00	202,00
Seguro	-	150,00	151,50	153,02	154,55
Gastos Totales (€)	-156669,90	-2345,98	-2455,10	-2769,56	-2891,61
Flujo de Caja (€)	-156669,90	10065,72	10551,98	10861,55	11393,54
Flujo de Caja Acumulado (€)	-156669,90	-146604,19	-136052,21	-125190,66	-113797,12

**Tabla 3.** Flujo de caja del 5º a 9º años de vida de la instalación solar fotovoltaica en el escenario 1.

AÑO	5	6	7	8	9
Producción solar (kWh)	117618	117030	116445	115862	115283
Energía Autoconsumida (kWh)	115546	115546	115546	115546	115546
Precio Energía Ahorrada (€/kWh)	0,128693	0,135127	0,141884	0,148978	0,156427
Energía Vendida (kWh)	2072	1484	899	316	0
Precio Energía a Mercado (€/kWh)	0,048620	0,051051	0,053604	0,056284	0,059098
Cargo por autoconsumo (€/kWh)	0,022946	0,024094	0,025298	0,026563	0,027891
Ingresos por Energía ahorrada	14869,93	15613,43	16394,10	17213,81	18033,38
Ingresos por Energía vendida	100,74	75,75	48,17	17,81	-
<b>Ingresos Totales (€)</b>	<b>14970,67</b>	<b>15689,18</b>	<b>16442,28</b>	<b>17231,62</b>	<b>18033,38</b>
Inversión de capital	-	-	-	-	-
Impuesto producción energía eléc	7,05	5,30	3,37	1,25	-
Peaje de acceso a la red	1,04	0,74	0,45	0,16	-
Cargos por autoconsumo	2651,36	2783,92	2923,12	3069,28	3215,41
Mantenimiento	204,02	206,06	208,12	210,20	212,30
Seguro	156,09	157,65	159,23	160,82	162,43
<b>Gastos Totales (€)</b>	<b>-3019,55</b>	<b>-3153,68</b>	<b>-3294,29</b>	<b>-3441,70</b>	<b>-3590,14</b>
<b>Flujo de Caja (€)</b>	<b>11951,12</b>	<b>12535,50</b>	<b>13147,99</b>	<b>13789,92</b>	<b>14443,24</b>
<b>Flujo de Caja Acumulado (€)</b>	<b>-101846,00</b>	<b>-89310,19</b>	<b>-76162,51</b>	<b>-62372,60</b>	<b>-47929,35</b>

**Tabla 4.** Flujo de caja del 10<sup>o</sup> a 15<sup>o</sup> años de vida de la instalación solar fotovoltaica en el escenario 1.

AÑO	10	11	12	13	14	15
Producción solar (kWh)	114707	114133	113563	112995	112430	111868
Energía Autoconsumida (kWh)	114707	114133	113563	112995	112430	111868
Precio Energía Ahorrada (€/kWh)	0,164248	0,172461	0,181084	0,190138	0,199645	0,209627
Energía Vendida (kWh)	0	0	0	0	0	0
Precio Energía a Mercado (€/kWh)	0,062053	0,065156	0,068414	0,071834	0,075426	0,079197
Cargo por autoconsumo (€/kWh)	0,029286	0,030750	0,032288	0,033902	0,035597	0,037377
Ingresos por Energía ahorrada	18840,38	19683,49	20564,32	21484,57	22446,01	23450,47
Ingresos por Energía vendida	-	-	-	-	-	-
<b>Ingresos Totales (€)</b>	<b>18840,38</b>	<b>19683,49</b>	<b>20564,32</b>	<b>21484,57</b>	<b>22446,01</b>	<b>23450,47</b>
Inversión de capital	-	-	-	-	-	-
Impuesto producción energía eléc	-	-	-	-	-	-
Peaje de acceso a la red	-	-	-	-	-	-
Cargos por autoconsumo	3359,30	3509,63	3666,68	3830,77	4002,19	4181,19
Mantenimiento	214,43	216,57	218,74	220,92	223,13	225,37
Seguro	164,05	165,69	167,35	169,02	170,71	172,42
<b>Gastos Totales (€)</b>	<b>-3737,78</b>	<b>-3891,89</b>	<b>-4052,77</b>	<b>-4220,72</b>	<b>-4396,04</b>	<b>-4579,08</b>
<b>Flujo de Caja (€)</b>	<b>15102,60</b>	<b>15791,59</b>	<b>16511,55</b>	<b>17263,86</b>	<b>18049,97</b>	<b>18871,39</b>
<b>Flujo de Caja Acumulado (€)</b>	<b>-32826,8</b>	<b>-17035,2</b>	<b>-523,6</b>	<b>16740,25</b>	<b>34790,22</b>	<b>53661,60</b>

**Tabla 5.** Flujo de caja del 16º a 20º años de vida de la instalación solar fotovoltaica en el escenario 1.

AÑO	16	17	18	19	20
Producción solar (kWh)	111308	110752	110198	109647	109099
Energía Autoconsumida (kWh)	111308	110752	110198	109647	109099
Precio Energía Ahorrada (€/kWh)	0,220108	0,231114	0,242669	0,254803	0,267543
Energía Vendida (kWh)	0	0	0	0	0
Precio Energía a Mercado (€/kWh)	0,083157	0,087315	0,091681	0,096265	0,101078
Cargo por autoconsumo (€/kWh)	0,039246	0,041208	0,043269	0,045432	0,047704
Ingresos por Energía ahorrada	24499,88	25596,25	26741,68	27938,37	29188,61
Ingresos por Energía vendida	-	-	-	-	-
<b>Ingresos Totales (€)</b>	<b>24499,88</b>	<b>25596,25</b>	<b>26741,68</b>	<b>27938,37</b>	<b>29188,61</b>
Inversión de capital	-	-	-	-	-
Impuesto producción energía eléc	-	-	-	-	-
Peaje de acceso a la red	-	-	-	-	-
Cargos por autoconsumo	4368,41	4563,13	4768,13	4981,50	5204,42
Mantenimiento	227,62	229,89	232,19	234,54	236,86
Seguro	174,15	175,89	177,65	179,42	181,22
<b>Gastos Totales (€)</b>	<b>-4770,17</b>	<b>-4969,67</b>	<b>-5177,97</b>	<b>-5395,44</b>	<b>-5622,50</b>
<b>Flujo de Caja (€)</b>	<b>19729,71</b>	<b>20626,57</b>	<b>21563,71</b>	<b>22542,93</b>	<b>23566,11</b>
<b>Flujo de Caja Acumulado (€)</b>	<b>73391,31</b>	<b>94017,88</b>	<b>115581,60</b>	<b>138124,53</b>	<b>161690,64</b>

**Tabla 6.** Flujo de caja del 21º a 25º años de vida de la instalación solar fotovoltaica en el escenario 1.

AÑO	21	22	23	24	25
Producción solar (kWh)	108553	108010	107470	106933	106398
Energía Autoconsumida (kWh)	108553	108010	107470	106933	106398
Precio Energía Ahorrada (€/kWh)	0,280920	0,294966	0,309714	0,325200	0,341460
Energía Vendida (kWh)	0	0	0	0	0
Precio Energía a Mercado (€/kWh)	0,106132	0,111439	0,117010	0,122861	0,129004
Cargo por autoconsumo (€/kWh)	0,050089	0,052593	0,055223	0,057984	0,060883
Ingresos por Energía ahorrada	30494,80	31859,44	33285,15	34774,66	36330,83
Ingresos por Energía vendida	-	-	-	-	-
<b>Ingresos Totales (€)</b>	<b>30494,80</b>	<b>31859,44</b>	<b>33285,15</b>	<b>34774,66</b>	<b>36330,83</b>
Inversión de capital	-	-	-	-	-
Impuesto producción energía eléc	-	-	-	-	-
Peaje de acceso a la red	-	-	-	-	-
Cargos por autoconsumo	5437,32	5680,64	5934,85	6200,43	6477,90
Mantenimiento	239,23	241,62	244,04	246,48	248,94
Seguro	183,03	184,86	186,71	188,57	190,46
<b>Gastos Totales (€)</b>	<b>-5859,58</b>	<b>-6107,12</b>	<b>-6365,59</b>	<b>-6635,49</b>	<b>-6917,30</b>
<b>Flujo de Caja (€)</b>	<b>24635,22</b>	<b>25752,32</b>	<b>26919,56</b>	<b>28139,18</b>	<b>29413,52</b>
<b>Flujo de Caja Acumulado (€)</b>	<b>186325,86</b>	<b>212078,19</b>	<b>238997,75</b>	<b>267136,92</b>	<b>296550,45</b>

En la tabla siguiente se pueden observar los valores de los principales indicadores de rentabilidad económica de la presente propuesta:

**Tabla 7.** Indicadores de rentabilidad de la instalación solar fotovoltaica aplicando el cargo por autoconsumo.

	Valor
VAN	115.231,67 €
TIR	8,35 %
PR	12 años

Como se puede observar en la tabla anterior, el período de retorno está por encima de los 12 años y el TIR es del 8,35%, por debajo del 10% aceptable para emprender una inversión en este tipo de proyectos. Por tanto, los indicadores de rentabilidad no aconsejan llevar a cabo esta inversión.

### 2.4.2. Escenario 2 - Sin cargos transitorios al autoconsumo

A continuación se presentan las tablas con los cálculos de los flujos de caja anuales y acumulados del proyecto sin aplicar el cargo transitorio por autoconsumo:

**Tabla 8.** Flujo de caja durante los 4 primeros años de vida de la instalación solar fotovoltaica en el escenario 2.

AÑO	0	1	2	3	4
Producción solar (kWh)	-	120000	119400	118803	118209
Energía Autoconsumida (kWh)	-	115546	115546	115546	115546
Precio Energía Ahorrada (€/kWh)	-	0,105876	0,111170	0,116728	0,122565
Energía Vendida (kWh)	-	4454	3854	3257	2663
Precio Energía a Mercado (€/kWh)	-	0,04	0,042	0,0441	0,046305
Ingresos por Energía ahorrada	-	12233,53	12845,21	13487,47	14161,84
Ingresos por Energía vendida	-	178,16	161,87	143,63	123,31
Ingresos Totales (€)	-	12411,69	13007,08	13631,10	14285,15
Inversión de capital	156669,90	-	-	-	-
Impuesto producción energía eléc	-	12,47	11,33	10,05	8,63
Peaje de acceso a la red	-	2,23	1,93	1,63	1,33
Mantenimiento	-	-	-	200,00	202,00
Seguro	-	150,00	151,50	153,02	154,55
Gastos Totales (€)	-156669,90	-164,70	-164,76	-364,70	-366,51
Flujo de Caja (€)	-156669,90	12246,99	12842,32	13266,41	13918,64
Flujo de Caja Acumulado (€)	-156669,90	-144422,91	-131580,59	-118314,19	-104395,54

**Tabla 9.** Flujo de caja del 5º a 9º años de vida de la instalación solar fotovoltaica en el escenario 2.

AÑO	5	6	7	8	9
Producción solar (kWh)	117618	117030	116445	115862	115283
Energía Autoconsumida (kWh)	115546	115546	115546	115546	115546
Precio Energía Ahorrada (€/kWh)	0,128693	0,135127	0,141884	0,148978	0,156427
Energía Vendida (kWh)	2072	1484	899	316	0
Precio Energía a Mercado (€/kWh)	0,048620	0,051051	0,053604	0,056284	0,059098
Ingresos por Energía ahorrada	14869,93	15613,43	16394,10	17213,81	18033,38
Ingresos por Energía vendida	100,74	75,75	48,17	17,81	-
Ingresos Totales (€)	14970,67	15689,18	16442,28	17231,62	18033,38
Inversión de capital	-	-	-	-	-
Impuesto producción energía eléc	7,05	5,30	3,37	1,25	-
Peaje de acceso a la red	1,04	0,74	0,45	0,16	-
Mantenimiento	204,02	206,06	208,12	210,20	212,30
Seguro	156,09	157,65	159,23	160,82	162,43
Gastos Totales (€)	-368,20	-369,76	-371,17	-372,43	-374,73
Flujo de Caja (€)	14602,47	15319,43	16071,11	16859,19	17658,65
Flujo de Caja Acumulado (€)	-89793,07	-74473,64	-58402,53	-41543,34	-23884,69

**Tabla 10.** Flujo de caja del 10º a 15º años de vida de la instalación solar fotovoltaica en el escenario 2.

AÑO	10	11	12	13	14	15
Producción solar (kWh)	114707	114133	113563	112995	112430	111868
Energía Autoconsumida (kWh)	114707	114133	113563	112995	112430	111868
Precio Energía Ahorrada (€/kWh)	0,164248	0,172461	0,181084	0,190138	0,199645	0,209627
Energía Vendida (kWh)	0	0	0	0	0	0
Precio Energía a Mercado (€/kWh)	0,062053	0,065156	0,068414	0,071834	0,075426	0,079197
Ingresos por Energía ahorrada	18840,38	19683,49	20564,32	21484,57	22446,01	23450,47
Ingresos por Energía vendida	-	-	-	-	-	-
Ingresos Totales (€)	18840,38	19683,49	20564,32	21484,57	22446,01	23450,47
Inversión de capital	-	-	-	-	-	-
Impuesto producción energía eléc	-	-	-	-	-	-
Peaje de acceso a la red	-	-	-	-	-	-
Mantenimiento	214,43	216,57	218,74	220,92	223,13	225,37
Seguro	164,05	165,69	167,35	169,02	170,71	172,42
Gastos Totales (€)	-378,48	-382,26	-386,09	-389,95	-393,85	-397,79
Flujo de Caja (€)	18461,90	19301,22	20178,23	21094,63	22052,16	23052,68
Flujo de Caja Acumulado (€)	-5422,79	13878,43	34056,66	55151,29	77203,45	100256,13

**Tabla 11.** Flujo de caja del 16º a 20º años de vida de la instalación solar fotovoltaica en el escenario 2.

AÑO	16	17	18	19	20
Producción solar (kWh)	111308	110752	110198	109647	109099
Energía Autoconsumida (kWh)	111308	110752	110198	109647	109099
Precio Energía Ahorrada (€/kWh)	0,220108	0,231114	0,242669	0,254803	0,267543
Energía Vendida (kWh)	0	0	0	0	0
Precio Energía a Mercado (€/kWh)	0,083157	0,087315	0,091681	0,096265	0,101078
Ingresos por Energía ahorrada	24499,88	25596,25	26741,68	27938,37	29188,61
Ingresos por Energía vendida	-	-	-	-	-
Ingresos Totales (€)	24499,88	25596,25	26741,68	27938,37	29188,61
Inversión de capital	-	-	-	-	-
Impuesto producción energía eléc	-	-	-	-	-
Peaje de acceso a la red	-	-	-	-	-
Mantenimiento	227,62	229,89	232,19	234,54	236,86
Seguro	174,15	175,89	177,65	179,42	181,22
Gastos Totales (€)	-401,76	-405,78	-409,84	-413,94	-418,08
Flujo de Caja (€)	24098,11	25190,46	26331,84	27524,43	28770,53
Flujo de Caja Acumulado (€)	124354,25	149544,71	175876,55	203400,98	232171,51

**Tabla 12.** Flujo de caja del 21º a 25º años de vida de la instalación solar fotovoltaica en el escenario 2.

AÑO	21	22	23	24	25
Producción solar (kWh)	108553	108010	107470	106933	106398
Energía Autoconsumida (kWh)	108553	108010	107470	106933	106398
Precio Energía Ahorrada (€/kWh)	0,280920	0,294966	0,309714	0,325200	0,341460
Energía Vendida (kWh)	0	0	0	0	0
Precio Energía a Mercado (€/kWh)	0,106132	0,111439	0,117010	0,122861	0,129004
Ingresos por Energía ahorrada	30494,80	31859,44	33285,15	34774,66	36330,83
Ingresos por Energía vendida	-	-	-	-	-
Ingresos Totales (€)	30494,80	31859,44	33285,15	34774,66	36330,83
Inversión de capital	-	-	-	-	-
Impuesto producción energía eléc	-	-	-	-	-
Peaje de acceso a la red	-	-	-	-	-
Mantenimiento	239,23	241,62	244,04	246,48	248,94
Seguro	183,03	184,86	186,71	188,57	190,46
Gastos Totales (€)	-422,26	-426,48	-430,75	-435,05	-439,40
Flujo de Caja (€)	30072,54	31432,96	32854,41	34339,61	35891,43
Flujo de Caja Acumulado (€)	262244,05	293677,02	326531,42	360871,03	396762,46

En la tabla siguiente se pueden observar los valores de los principales indicadores de rentabilidad económica de la presente propuesta:

**Tabla 13.** Indicadores de rentabilidad de la instalación solar fotovoltaica sin aplicar el cargo por autoconsumo.

	Valor
VAN	174.185,78 €
TIR	10,38 %
PR	10 años

En este escenario, el período de retorno se reduce a 10 años y el TIR es superior al 10%. Con estos valores sí que se podría llevar a cabo la inversión, y es que con los cargos transitorios por autoconsumo se ha conseguido que este tipo de inversiones reduzcan su rentabilidad un 20% y se paralice este mercado.

Además, hay que tener en cuenta que en este tipo de inversiones influyen muchas variables, el precio de la electricidad, la estimación de como evolucionarlo cada año, el tipo de financiación de la misma..., todo esto hace que los indicadores de rentabilidad varíen. Por ello, se deberá estudiar la forma de financiación óptima para que la instalación salga lo más rentable posible.

# **CAPÍTULO 3: ESTUDIO ECONÓMICO DE LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS DE CONDENSADORES**

## **3.1. Presupuesto**

En este apartado se realiza un presupuesto de la instalación de baterías de condensadores donde se detallan los costes unitarios y totales de cada uno de los elementos elegidos para el proyecto. En la siguiente tabla se presenta un resumen del presupuesto de la instalación.

**Tabla 14.** Presupuesto de la instalación de baterías de condensadores.

Equipo Instalado	Precio/Unidad (€)	Unidades	Precio (€)
VarSet Easy 7,5 kVAr 400 V 2,5 + 5 con IA cabecera	739,50	1	739,50
VarSet Easy 15 kVAr 400 V 5 + 10 con IA cabecera	765,00	1	765,00
VarSet Easy 37,5 kVAr 400 V 7,5 + 15 +15 con IA cabecera	1.275,00	2	2.550,00
Mano de obra	25 €/h	12	300,00
IVA Normal	21 %	-	914,45
<b>Total</b>			<b>5.268,95 €</b>

## 3.2. Ingresos y gastos

En este apartado se van a determinar tanto los ingresos como los gastos anuales que va a suponer la instalación de baterías de condensadores para reducir al máximo el consumo de energía reactiva.

- Los ingresos se corresponden con el término por energía reactiva de la factura eléctrica anual, que hace un total de 1299,50 €. A este valor ya se le ha aplicado el impuesto sobre la electricidad y el IVA.
- El mantenimiento de esta instalación supondrá un gasto de 100 € anuales a partir del primer año de vida de la misma.

## 3.3. Rentabilidad de la instalación

En este apartado se van a utilizar los mismos indicadores de rentabilidad que en el capítulo anterior: VAN, TIR y PR. Para ello se tiene en cuenta los siguientes factores:

- La inversión se realiza con fondos propios.
- El horizonte temporal del proyecto es de 12 años, vida útil de las baterías de condensadores.
- Se ha estimado una tasa de descuento o coste de capital del 3,5%.
- Se ha estimado un IPC para la actualización del coste por mantenimiento de un 1%.

A continuación se presentan las tablas con los cálculos de los flujos de caja anuales y acumulados del proyecto para un horizonte temporal de 12 años:

**Tabla 15.** Flujo de caja durante los 6 primeros años de vida de la instalación de baterías de condensadores.

AÑO	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos (€)	-	1299,50	1299,50	1299,50	1299,50	1299,50	1299,50
Inversión de capital (€)	5268,95	-	-	-	-	-	-
Mantenimiento (€)	-	100,00	101,00	102,01	103,03	104,06	105,10
Gastos (€)	-5268,95	-100,00	-101,00	-102,01	-103,03	-104,06	-105,10
Flujo de Caja (€)	-5268,95	1199,50	1198,50	1197,49	1196,47	1195,44	1194,40
Flujo de Caja Acumulado (€)	-5268,95	-4069,45	-2870,95	-1673,46	-476,99	718,45	1912,85

**Tabla 16.** Flujo de caja durante los 6 últimos años de la instalación de baterías de condensadores.

AÑO	7	8	9	10	11	12
Ingresos (€)	1299,50	1299,50	1299,50	1299,50	1299,50	1299,50
Inversión de capital (€)	-	-	-	-	-	-
Mantenimiento (€)	106,15	107,21	108,29	109,37	110,46	111,57
Gastos (€)	-106,15	-107,21	-108,29	-109,37	-110,46	-111,57
Flujo de Caja (€)	1193,35	1192,29	1191,21	1190,13	1189,04	1187,93
Flujo de Caja Acumulado (€)	3106,20	4298,48	5489,70	6679,83	7868,87	9056,80

En la tabla siguiente se pueden observar los valores de los principales indicadores de rentabilidad económica de la presente propuesta:

**Tabla 17.** Indicadores de rentabilidad de la instalación de baterías de condensadores.

	Valor
VAN	6059,33 €
TIR	20 %
PR	4 años

Atendiendo a los valores de los indicadores de rentabilidad obtenidos se puede concluir que es muy interesante realizar la inversión, y ya no solo por el ahorro económico, sino también para mejorar la eficiencia energética de la instalación.