



## PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN - EERR

## FOTOVOLTAICA – AUTOCONSUMO

### AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(Parque de Bomberos)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_EERR_1306_09_20160225

Elaborado por:	Revisado por:
	
Alberto Trueba Salas	Inés Simón García

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETO.....</b>	<b>1</b>
<b>3. SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>2</b>
3.1 Datos generales.....	2
3.2 Datos contractuales .....	4
3.3 Distribución de consumo y costes por períodos .....	4
3.4 Cubiertas .....	7
<b>4. PERFIL DE FUNCIONAMIENTO .....</b>	<b>8</b>
4.1 Registros trifásicos .....	8
4.2 Perfil de funcionamiento.....	9
<b>5. PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA .....</b>	<b>10</b>
5.1 Normativa vigente y modalidad de autoconsumo .....	10
5.2 Análisis de diferentes alternativas .....	12
5.3 Ubicación de módulos fotovoltaicos .....	13
5.4 Simulación .....	13
5.5 Simultaneidad Consumo – Generación FV .....	18
5.6 Autoconsumo y cobertura fotovoltaica .....	23
<b>6. ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO.....</b>	<b>24</b>
6.1 Inversión.....	24
6.2 Estudio de ahorro energético y económico .....	25

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>PARQUE DE BOMBEROS</b>	<b>1306</b>
		<b>09</b>
		<b>Rev.03</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

La Directiva 2009/28/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, fija objetivos nacionales obligatorios en relación con la cuota de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía. Se trata del compromiso 20/20/20 para: reducir un 20% en emisiones de gases de efecto invernadero, un 20% de ahorro en el consumo de energía y un 20% en producción energética mediante fuentes renovables para el año 2020.

El Ayuntamiento de Marbella consta actualmente de una infraestructura muy limitada en el campo de las energías renovables para la producción de energía de los diferentes centros (dependencias municipales, centros educativos y centros deportivos), tanto en el apartado de generación térmica (solar térmica, biomasa, etc.), como en el apartado de generación eléctrica (fotovoltaica).

Por lo tanto, para incrementar la contribución de energías renovables existente en la actualidad en el Ayuntamiento, se ha planteado la posibilidad de implantar en determinados centros una instalación de energía solar fotovoltaica de autoconsumo.

Actualmente, las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo están reguladas mediante el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre de 2015. En el apartado 5 se resumen los principales aspectos a tener en cuenta.

## 2. OBJETO

Entre los condicionantes principales que tendrían que cumplir los edificios o instalaciones para hacer viable una instalación fotovoltaica de autoconsumo que se adapte a los requisitos recogidos en el Real Decreto 900/2015, están los siguientes:

- Curva de carga del edificio continua y uniforme durante la mayor parte de los días del año. Maximizar el autoconsumo de la generación fotovoltaica.
- Espacio disponible para la ubicación de los módulos fotovoltaicos.

Por lo tanto, se ha seleccionado este centro atendiendo a estos criterios y tratando de buscar una solución optimizada, donde la mayor parte de la producción solar pueda ser aprovechada en el autoconsumo del centro.

### 3. SITUACIÓN ACTUAL

#### 3.1 Datos generales

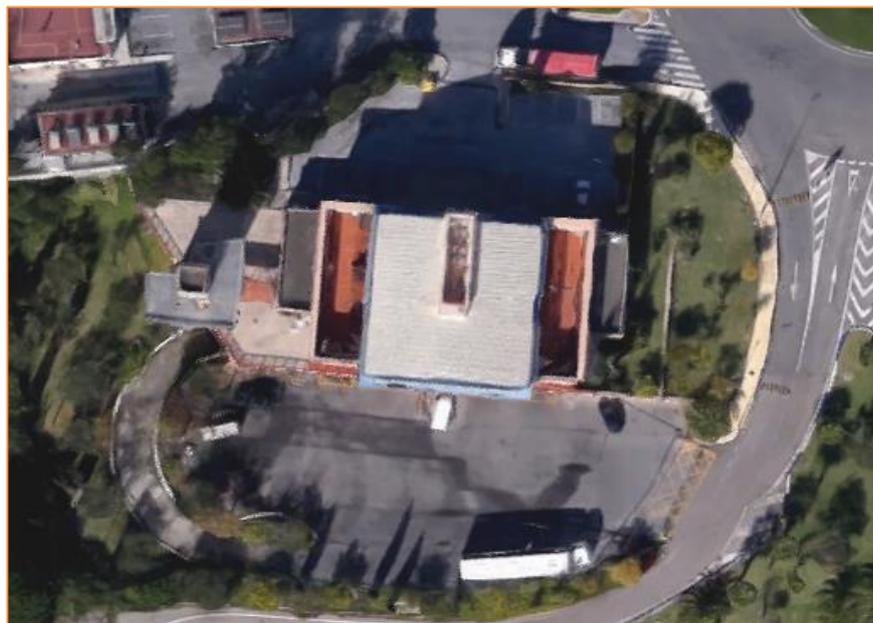
Denominación del Centro	Parque de Bomberos
Dirección	Ctra de Ojén s/n. La Cañada
Tipo de edificio	Dependencia municipal
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Rafael Hernández (Suboficial): 952 772112
Número de edificios	1

*Tabla 1 Resumen datos generales*

Las instalaciones del **Parque de Bomberos** que se han auditado se encuentran situadas en la **Carretera de Ojén** en la localidad de **Marbella**.



*Imagen 1 Vista general del Parque de Bomberos*



*Imagen 2 Vista aérea del Parque de Bomberos*

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Útil (m2)	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio Principal	5	3158,7	14	24 hr/día	2001	2014	Duchas del Aseo 2 de la Planta 1ª

*Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos*

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Intervención	9	24 hr./día	Otros
Prevención	4	7:30-14:30	Administrativo
Jefatura	1	7:30-14:30	Administrativo

*Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>PARQUE DE BOMBEROS</b>	<b>1306</b>
		<b>09</b>
		<b>Rev.03</b>

### 3.2 Datos contractuales

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

Las condiciones de contratación a fecha de febrero de 2015 se muestran a continuación:

<b>CUPS</b>	ES0031103687626001KV0F	<b>Tarifa de acceso</b>	3.0 A
<b>CONDICIONES DE CONTRATACION</b>			
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
<b>Potencia contratada (kW)</b>	80	80	80
<b>Término de potencia (€/kW año)</b>	40,728525	24,437115	16,29141
<b>Término de energía (€/kWh)</b>	0,140053	0,110182	0,075633

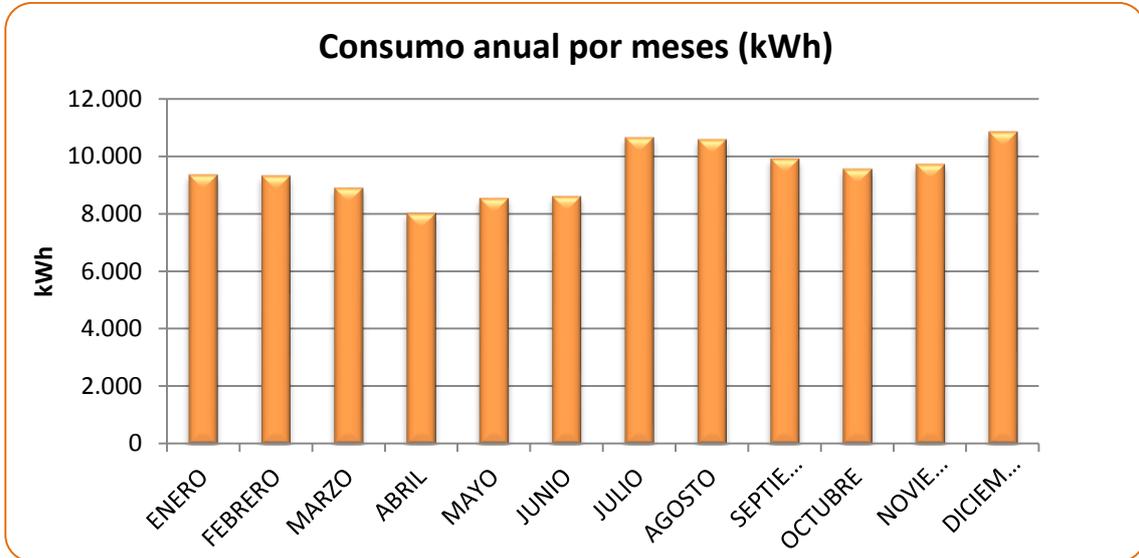
### 3.3 Distribución de consumo y costes por períodos

El periodo estudiado corresponde desde Enero de 2014 a Diciembre de 2014.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
31/12/2013	31/01/2014	2.220	4.829	2.282	32 /36 /27	0,00	1.532,51
31/01/2014	28/02/2014	1.965	4.834	2.578	32 /30 /32	0,00	1.484,45
28/02/2014	31/03/2014	1.758	4.721	2.454	28 /27 /25	0,00	1.484,08
31/03/2014	30/04/2014	1.470	4.218	2.340	31 /24 /28	0,00	1.361,77
30/04/2014	31/05/2014	1.607	4.527	2.411	26 /30 /24	0,00	1.437,86
31/05/2014	30/06/2014	1.650	4.525	2.384	36 /32 /24	0,00	1.442,90
30/06/2014	31/07/2014	2.455	5.771	2.428	47 /36 /30	0,00	1.720,79
31/07/2014	31/08/2014	2.358	6.045	2.196	38 /37 /26	0,00	1.719,92
31/08/2014	30/09/2014	2.166	5.561	2.223	37 /36 /29	0,00	1.622,47
30/09/2014	31/10/2014	1.880	5.429	2.244	28 /35 /25	0,00	1.584,72
31/10/2014	30/11/2014	2.064	5.279	2.362	27 /35 /30	0,00	1.586,48
30/11/2014	31/12/2014	2.254	6.093	2.560	31 /41 /31	0,00	1.738,36

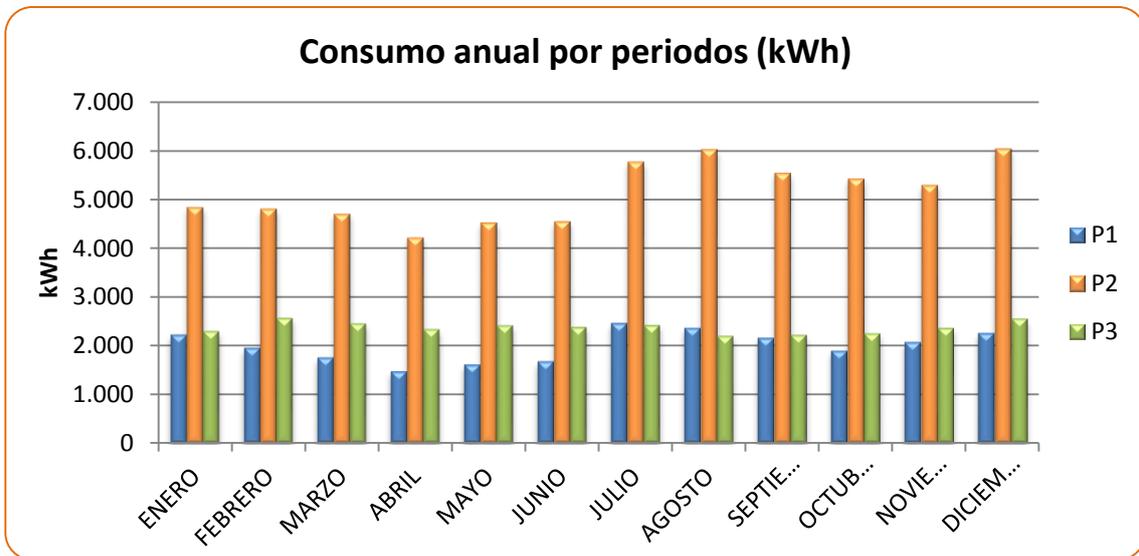
Tabla 4 Facturación eléctrica

A continuación se presentan gráficas de consumos agrupados por meses naturales



*Gráfico 1 Consumo eléctrico mensual*

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:



*Gráfico 2 Consumo eléctrico por periodos*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>PARQUE DE BOMBEROS</b>	<b>1306</b>
		<b>09</b>
		<b>Rev.03</b>

A continuación se resumen los consumos de dicho contrato de suministro:

	<b>P1 (kWh)</b>	<b>P2 (kWh)</b>	<b>P3 (kWh)</b>	<b>TOTAL (kWh)</b>
<b>Enero</b>	2.220	4.829	2.282	<b>9.331</b>
<b>Febrero</b>	1.965	4.834	2.578	<b>9.377</b>
<b>Marzo</b>	1.758	4.721	2.454	<b>8.933</b>
<b>Abril</b>	1.470	4.218	2.340	<b>8.028</b>
<b>Mayo</b>	1.607	4.527	2.411	<b>8.545</b>
<b>Junio</b>	1.650	4.525	2.384	<b>8.559</b>
<b>Julio</b>	2.455	5.771	2.428	<b>10.654</b>
<b>Agosto</b>	2.358	6.045	2.196	<b>10.599</b>
<b>Septiembre</b>	2.166	5.561	2.223	<b>9.950</b>
<b>Octubre</b>	1.880	5.429	2.244	<b>9.553</b>
<b>Noviembre</b>	2.064	5.279	2.362	<b>9.705</b>
<b>Diciembre</b>	2.254	6.093	2.560	<b>10.907</b>
<b>TOTAL</b>	<b>23.847</b>	<b>61.832</b>	<b>28.462</b>	<b>114.141</b>

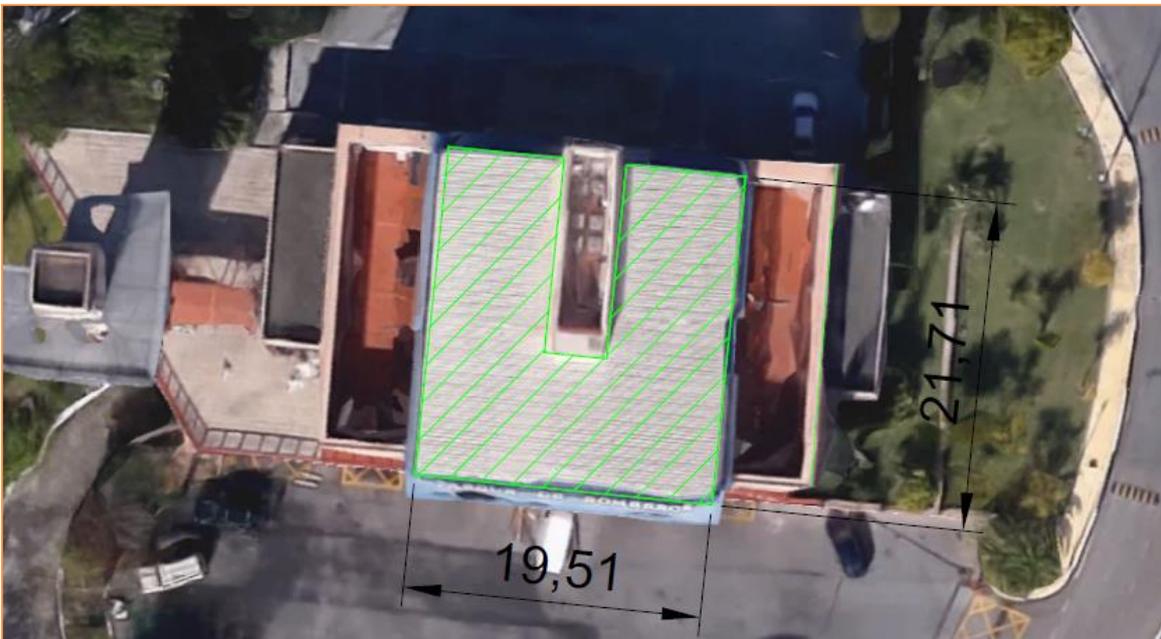
*Tabla 5 Resumen de consumo eléctrico por periodos*

### 3.4 Cubiertas

A continuación se muestran las cubiertas consideradas para la implantación de los módulos.



*Imagen 3 Cubiertas consideradas para la implantación de los módulos fotovoltaicos*



*Imagen 4 Cubiertas consideradas para la implantación de los módulos fotovoltaicos*

#### 4. PERFIL DE FUNCIONAMIENTO

##### 4.1 Registros trifásicos

A continuación se muestran los datos registrados en el analizador de redes trifásico instalado durante una semana, entre los días 29/10/2015 y el 06/11/2015, en el punto de suministro eléctrico. Se trata de una medición realizada con un periodo de 1 minuto entre registros.

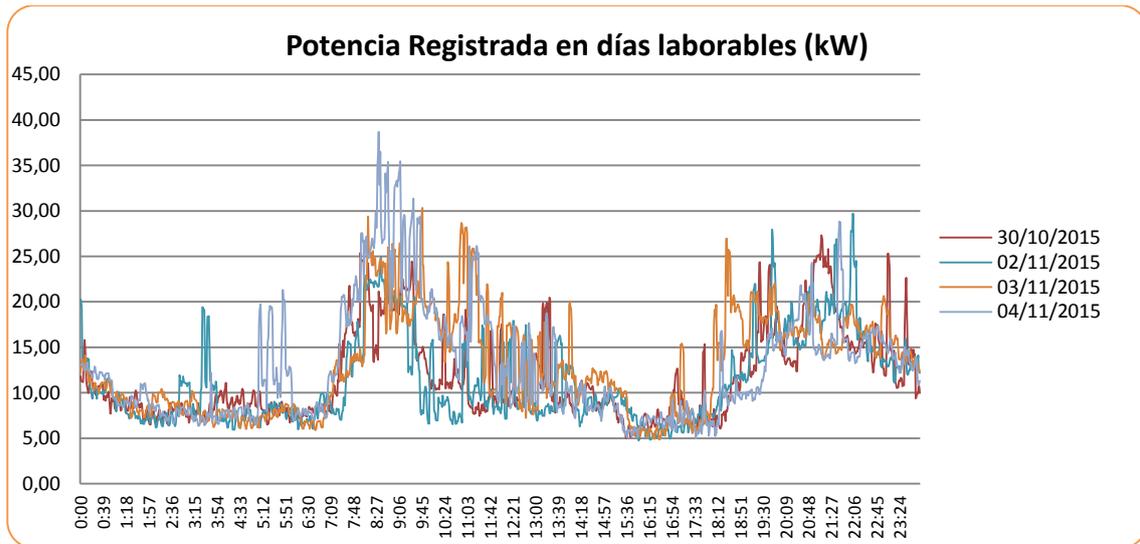


Gráfico 3 Registro trifásico – Días laborables

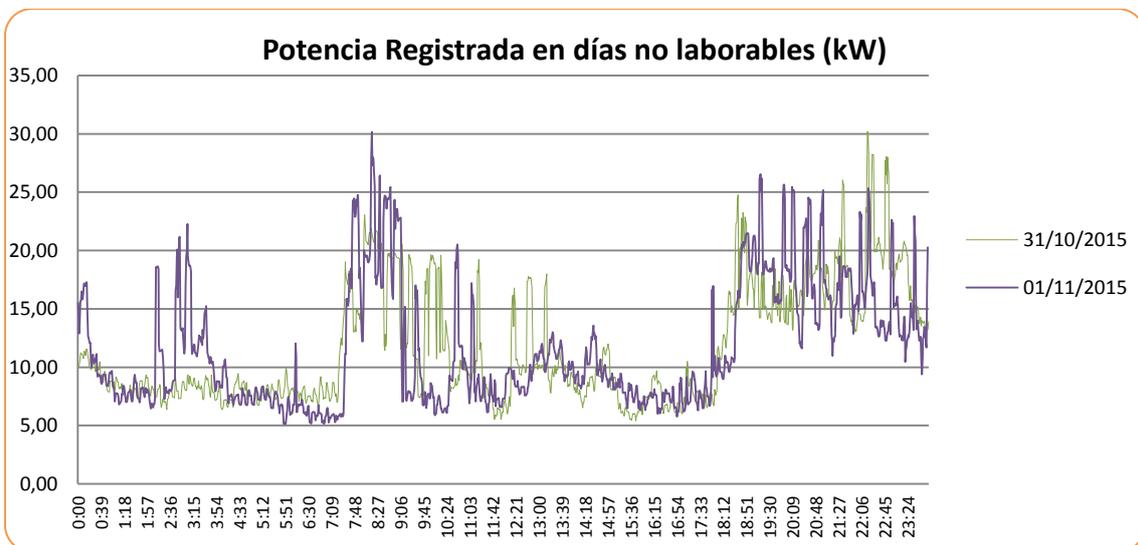


Gráfico 4 Registro trifásico – Festivos y fines de semana

Al no disponer de un año completo, se ha estimado el perfil de consumo durante los meses restantes, atendiendo a los datos registrados por el analizador de redes y mediante la utilización de la información contenida en la facturación por periodos de la tarifa 3.0 correspondiente al suministro eléctrico.

#### 4.2 Perfil de funcionamiento

A continuación se muestran los perfiles de carga por meses:

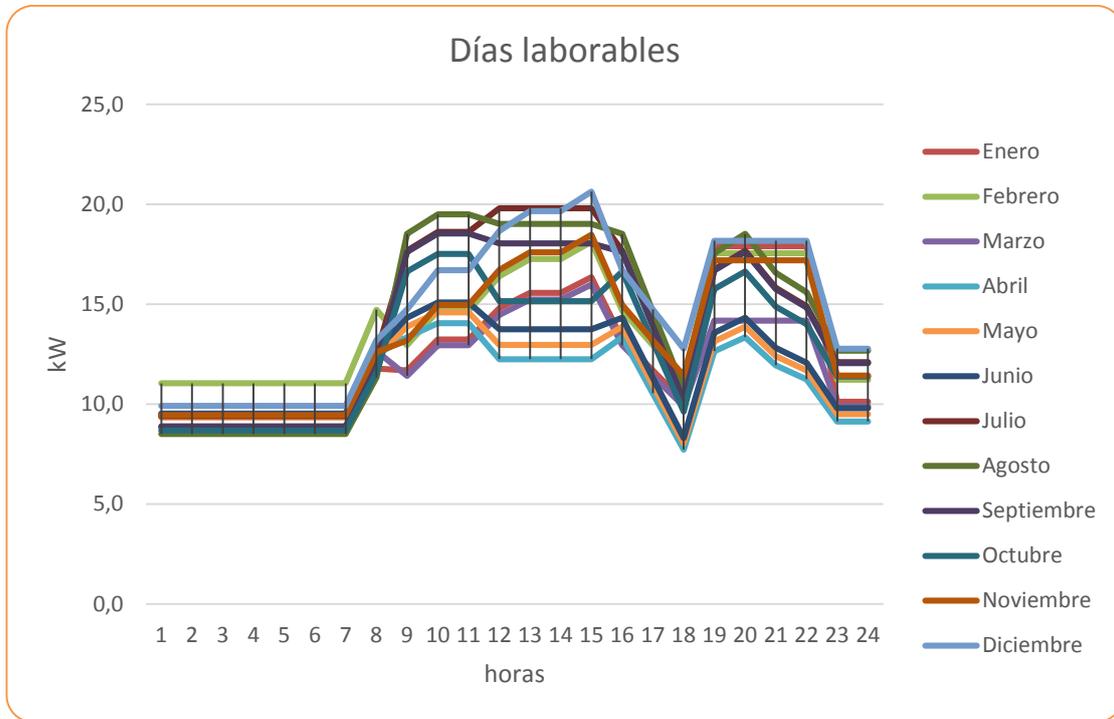


Gráfico 5 Perfil de funcionamiento – días laborables

Por lo tanto, mediante los datos disponibles de los registros trifásicos acompañados de los datos de consumo por periodos, se ha construido un perfil de funcionamiento horario, que se comparará con el perfil de producción fotovoltaica obtenido en la simulación.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>PARQUE DE BOMBEROS</b>	1306
		09
		Rev.03

## 5. PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA

### 5.1 Normativa vigente y modalidad de autoconsumo

Las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo están reguladas mediante el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre de 2015.

En función del tipo de autoconsumidores existen dos posibles modalidades:

#### Modalidad tipo 1:

- Autoconsumidores no inscritos en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica (RAIPRE).
- Autoconsumidores de hasta 100 kW de potencia contratada. La potencia máxima de la instalación será la potencia contratada en el suministro con el límite de 100 kW.
- La instalación debe cumplir con los requisitos técnicos del RD 1699/2011.
- La instalación debe cumplir con el procedimiento de conexión y acceso del RD 1699/11 (capítulo II).
- Se debe realizar un estudio de conexión y acceso a cargo del autoconsumidor (RD 1048/2014).
- Se ha de solicitar el punto de conexión a la distribuidora aun cuando no haya vertido a la red.
- Firma de contrato de acceso con la comercializadora en el que se indique la opción de autoconsumo elegida.
- La energía excedentaria cedida a la red no se retribuye y no paga el peaje a la generación.
- La energía autoconsumida paga el peaje de respaldo.

#### Modalidad tipo 2:

- Instalaciones inscritas en el RAIPRE.
- La instalación debe cumplir con los requisitos técnicos del RD1699/11 ( $P_c < 100$  kW) o del RD1955/2000 ( $P_c > 100$  kW).
- La instalación debe cumplir con el procedimiento de conexión y acceso del RD 1699/11 (capítulo II) o del RD1955/2000, en función de su potencia.
- Firma de contrato de acceso con la comercializadora en el que conste la opción de autoconsumo.
- Se debe firmar un contrato de acceso que incluya los consumos auxiliares.
- La energía excedentaria se retribuye al precio horario del mercado eléctrico y paga el peaje a la generación (0,5 €/MWh).

Para la realización de los cálculos se han tenido en cuenta los cargos por autoconsumo establecidos en el Real Decreto 900/2015, adicionales a los establecidos en la reglamentación general.

- **Cargos fijos**

Se aplicarán cargos fijos en función de la potencia, en €/kW, cuyo precio será el siguiente para cada categoría de peajes de acceso:

NT	Peaje de acceso	Cargo fijo (€/kW)					
		Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
BT	2.0 A (Pc ≤ 10 kW) . . . . .	8,989169					
	2.0 DHA (Pc ≤ 10 kW) . . . . .	8,989169					
	2.0 DHS (Pc ≤ 10 kW) . . . . .	8,989169					
	2.1 A (10 < Pc ≤ 15 kW) . . . . .	15,390453					
	2.1 DHA (10 < Pc ≤ 15 kW) . . . . .	15,390453					
	2.1 DHS (10 < Pc ≤ 15 kW) . . . . .	15,390453					
	3.0 A ( Pc > 15 kW) . . . . .	32,174358	6,403250	14,266872			
AT	3.1 A (1 kV a 36 kV) . . . . .	36,608828	7,559262	5,081433	0,000000	0,000000	0,000000
	6.1A (1 kV a 30 kV) . . . . .	22,648982	8,176720	9,919358	11,994595	14,279706	4,929022
	6.1B (30 kV a 36 kV) . . . . .	16,747077	5,223211	7,757881	9,833118	12,118229	3,942819
	6.2 ( 36 kV a 72,5 kV) . . . . .	9,451587	1,683097	4,477931	6,402663	8,074908	2,477812
	6.3 ( 72,5 kV a 145 kV) . . . . .	9,551883	2,731715	3,994851	5,520499	6,894902	1,946805
	6.4 ( Mayor o igual a 145 kV) . . . . .	3,123313	0,000000	1,811664	3,511473	4,991205	1,007911

Tabla 6 Cargos fijos por autoconsumo

Tanto para la modalidad de autoconsumo tipo 1 como para la modalidad tipo 2, la aplicación de dichos cargos fijos se realizará 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 todos los casos se considerará esta diferencia nula cuando el valor sea negativo.

- **Cargos variables**

Se aplicará un término de cargo variable, en €/kWh, que se aplicará sobre el autoconsumo horario durante el periodo transitorio y se denominará cargo transitorio por energía autoconsumida. El precio del cargo transitorio por energía autoconsumida será el siguiente para cada categoría de peajes de acceso:

- Hasta el 31 de diciembre de 2015:

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) . . . . .	0,046750					
2.0 DHA (Pc ≤ 10 kW) . . . . .	0,060789	0,008510				
2.0 DHS (Pc ≤ 10 kW) . . . . .	0,061561	0,008869	0,008449			
2.1 A (10 < Pc ≤ 15 kW) . . . . .	0,058445					
2.1 DHA (10 < Pc ≤ 15 kW) . . . . .	0,071727	0,017885				
2.1 DHS (10 < Pc ≤ 15 kW) . . . . .	0,072498	0,020765	0,013707			
3.0 A ( Pc > 15 kW) . . . . .	0,025270	0,017212	0,011127			
3.1A(1 kV a 36 kV) . . . . .	0,019485	0,013393	0,014197			
6.1A (1 kV a 30 kV) . . . . .	0,015678	0,014733	0,010559	0,011786	0,012535	0,008879
6.1B (30 kV a 36 kV) . . . . .	0,015678	0,012426	0,010005	0,011173	0,012139	0,008627
6.2 ( 36 kV a 72,5 kV) . . . . .	0,016967	0,014731	0,010716	0,010965	0,011264	0,008395
6.3 ( 72,5 kV a 145 kV) . . . . .	0,019326	0,015950	0,011343	0,011092	0,011221	0,008426
6.4 ( Mayor o igual a 145 kV) . . . . .	0,015678	0,011674	0,010005	0,010372	0,010805	0,008252

Tabla 7 Cargo transitorio por energía autoconsumida

- A partir del 1 de enero de 2016:

Peaje de acceso	Cargo transitorio por energía autoconsumida (€/kWh)					
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
2.0 A ( $P_c \leq 10$ kW) .....	0,049033					
2.0 DHA ( $P_c \leq 10$ kW) .....	0,063141	0,008907				
2.0 DHS ( $P_c \leq 10$ kW) .....	0,063913	0,009405	0,008767			
2.1 A ( $10 < P_c \leq 15$ kW) .....	0,060728					
2.1 DHA ( $10 < P_c \leq 15$ kW) .....	0,074079	0,018282				
2.1 DHS ( $10 < P_c \leq 15$ kW) .....	0,074851	0,021301	0,014025			
3.0 A ( $P_c > 15$ 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

Tabla 8 Cargo transitorio por energía autoconsumida -

En este caso, aunque se trate de una potencia contratada inferior a 100 kW, la instalación proyectada se acogerá a los requisitos de la modalidad tipo 2, ya que, en el caso de acogerse a la modalidad tipo 1, el titular de la instalación debería ser el mismo que el titular del contrato de suministro.

## 5.2 Análisis de diferentes alternativas

Se han simulado varias situaciones diferentes teniendo en cuenta el perfil de carga del centro y de acuerdo al espacio disponible en cubierta. La instalación proyectada es de 23 kWp y se acogerá a los requisitos de la modalidad tipo 2. En los siguientes apartados se expone de forma ampliada dicha propuesta.

### 5.3 Ubicación de módulos fotovoltaicos

A continuación se muestra un plano con la ubicación de los módulos fotovoltaicos.



*Imagen 5 Ubicación de los módulos en cubierta*

### 5.4 Simulación

La simulación se ha realizado mediante la aplicación de la herramienta PVsyst 6.37. A continuación se muestra el diagrama de pérdidas y los resultados de la propia simulación:

PVSYST V6.37	25/02/16	Página 1/4
--------------	----------	------------

**Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación**

<b>Proyecto :</b>		<b>MARBELLA - 09 PARQUE DE BOMBEROS</b>	
<b>Lugar geográfico</b>	<b>Marbella</b>	<b>País</b>	<b>España</b>
<b>Ubicación</b>	Latitud 36.5°N	Longitud	4.9°W
Hora definido como	Hora Legal Huso hor. UT+1	Altitud	14 m
	Albedo 0.20		
<b>Datos climatológicos:</b>	<b>Marbella</b>	Síntesis - Meteonorm 7.1 (1996-2010), Sat=92%	
<b>Variante de simulación :</b>		<b>MARBELLA - 09 PARQUE DE BOMBEROS - 23 kWp</b>	
	Fecha de simulación	24/02/16 21h08	
<b>Parámetros de la simulación</b>			
<b>2 orientations</b>	Tilts/Azimuths	22°/32° and 22°/-20°	
<b>Modelos empleados</b>	Transposición	Perez	Difuso Erbs, Meteonorm
<b>Perfil obstáculos</b>	Sin perfil de obstáculos		
<b>Sombras cercanas</b>	Sombreado lineal		
<b>Características generador FV</b>			
<b>Módulo FV</b>	Si-poly	Modelo	<b>REC 250PEI</b>
		Fabricante	REC
Número de módulos FV	En serie	23 módulos	En paralelo 4 cadenas
Nº total de módulos FV	Nº módulos	92	Pnom unitaria 250 Wp
Potencia global generador	Nominal (STC)	<b>23.00 kWp</b>	En cond. funciona. 20.75 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	627 V	I mpp 33 A
Superficie total	Superficie módulos	<b>153 m²</b>	Superf. célula 134 m²
<b>Inversor</b>			
	Modelo	<b>Sunny Tripower 20000TL-30</b>	
	Fabricante	SMA	
Características	Tensión Funciona.	320-800 V	Pnom unitaria 20.0 kWac
Banco de inversores	Nº de inversores	1 unidades	Potencia total 20 kWac
<b>Factores de pérdida Generador FV</b>			
Pérdidas por polvo y suciedad del generador		Fracción de Pérdidas	3.0 %
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	16.0 W/m²K	Uv (viento) 2.5 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	313 mOhm	Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas 0.0 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas 1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM = 1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05
<b>Necesidades de los usuarios :</b> Carga ilimitada (red)			

PVSYST V6.37

25/02/16

Página 2/4

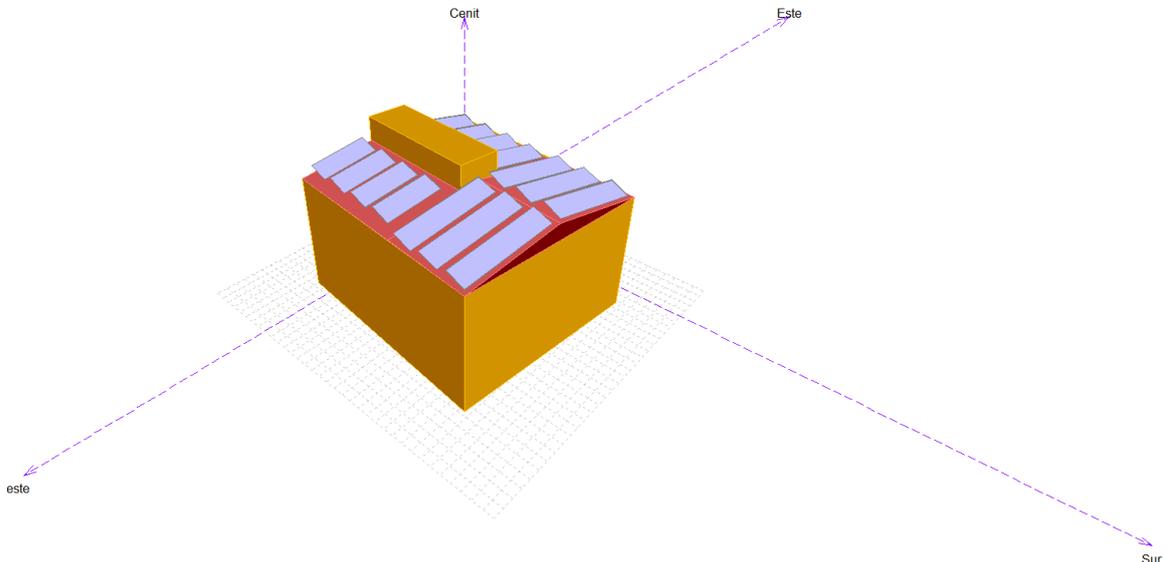
**Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano**

**Proyecto :** MARBELLA - 09 PARQUE DE BOMBEROS

**Variante de simulación :** MARBELLA - 09 PARQUE DE BOMBEROS - 23 kWp

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
<b>Sombras cercanas</b>	Sombreado lineal		
Orientación Campos FV	2 orientations	Inclinación/Acimut = 22°/32° y 22°/-20°	
Módulos FV	Modelo	REC 250PEI	Pnom 250 Wp
Generador FV	N° de módulos	92	Pnom total <b>23.00 kWp</b>
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30	20.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

**Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano**



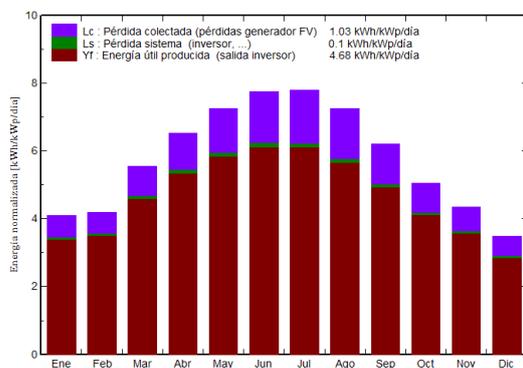
### Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

**Proyecto :** MARBELLA - 09 PARQUE DE BOMBEROS  
**Variante de simulación :** MARBELLA - 09 PARQUE DE BOMBEROS - 23 kWp

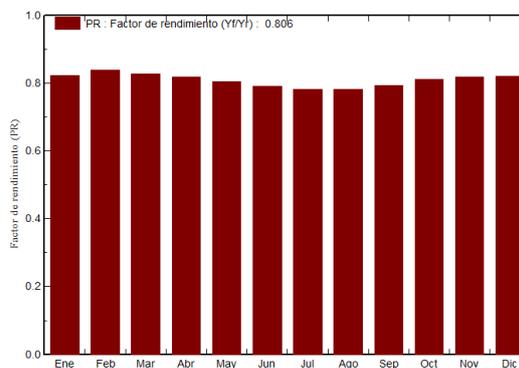
**Parámetros principales del sistema** Tipo de sistema **Conectado a la red**  
**Sombras cercanas** Sombreado lineal  
Orientación Campos FV 2 orientations Inclclinación/Acimut = 22°/32° y 22°/-20°  
Módulos FV Modelo REC 250PEI Pnom 250 Wp  
Generador FV N° de módulos 92 Pnom total **23.00 kWp**  
Inversor Modelo Sunny Tripower 20000TL-30 20.00 kW ac  
Necesidades de los usuarios Carga ilimitada (red)

**Resultados principales de la simulación**  
Producción del Sistema **Energía producida 39.29 MWh/año** Producc. específico 1708 kWh/kWp/año  
Factor de rendimiento (PR) 80.6 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 23.00 kWp



Factor de rendimiento (PR)



#### MARBELLA - 09 PARQUE DE BOMBEROS - 23 kWp Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	T Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Enero	88.7	10.86	127.5	111.9	2.464	2.415	12.64	12.38
Febrero	92.5	12.36	117.1	105.2	2.307	2.258	12.87	12.60
Marzo	147.7	14.96	172.5	155.8	3.352	3.285	12.70	12.45
Abril	183.8	16.68	195.9	178.1	3.771	3.691	12.58	12.32
Mayo	224.4	20.25	224.7	204.5	4.251	4.164	12.37	12.11
Junio	238.9	23.68	232.6	212.6	4.319	4.231	12.14	11.89
Julio	245.7	25.96	242.1	221.5	4.452	4.362	12.02	11.78
Agosto	214.8	25.92	224.7	204.9	4.121	4.038	11.99	11.75
Septiembre	164.6	22.40	186.7	169.5	3.477	3.407	12.17	11.93
Octubre	126.1	19.00	157.0	141.5	2.991	2.933	12.45	12.21
Noviembre	92.7	14.49	130.8	115.7	2.514	2.463	12.56	12.31
Diciembre	74.3	12.05	107.8	93.7	2.080	2.038	12.61	12.35
Año	1894.1	18.25	2119.4	1914.9	40.098	39.286	12.37	12.12

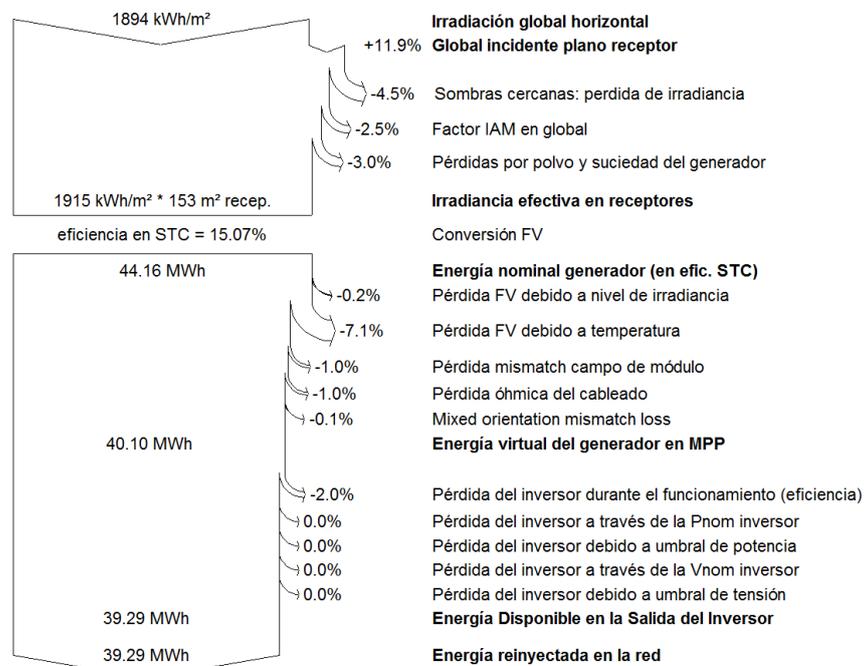
Legendas: GlobHor Irradiación global horizontal EArray Energía efectiva en la salida del generador  
T Amb Temperatura Ambiente E\_Grid Energía reinyectada en la red  
GlobInc Global incidente plano receptor EffArrR Eficiencia Esal campo/superficie bruta  
GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados EffSysR Eficiencia Esal sistema/superficie bruta

**Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas**

**Proyecto :** MARBELLA - 09 PARQUE DE BOMBEROS  
**Variante de simulación :** MARBELLA - 09 PARQUE DE BOMBEROS - 23 kWp

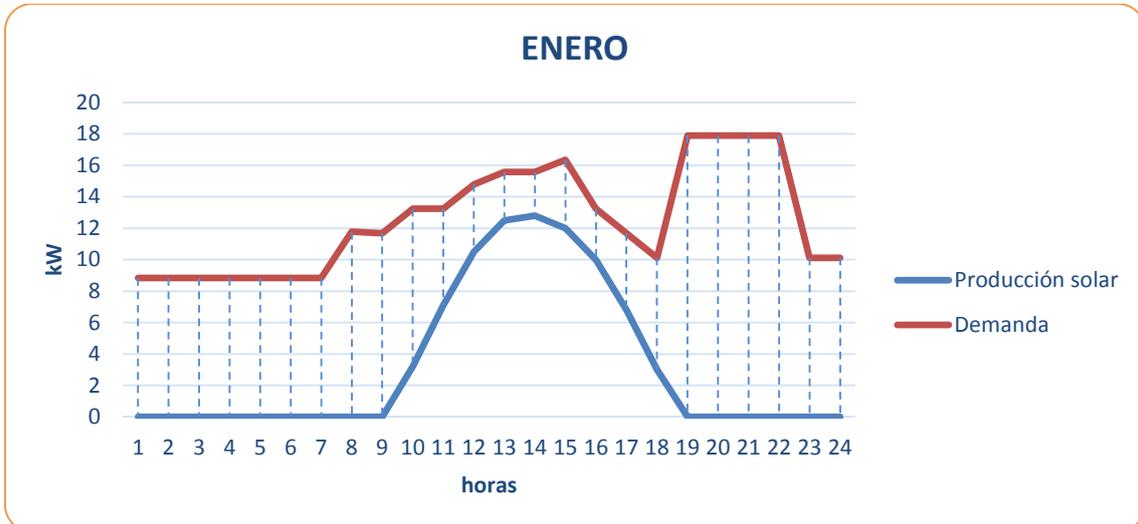
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red
<b>Sombras cercanas</b>	Sombreado lineal	
Orientación Campos FV	2 orientations	Inclinación/Acimut = 22°/32° y 22°/-20°
Módulos FV	Modelo	REC 250PEI Pnom 250 Wp
Generador FV	Nº de módulos	92 Pnom total <b>23.00 kWp</b>
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30 20.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)	

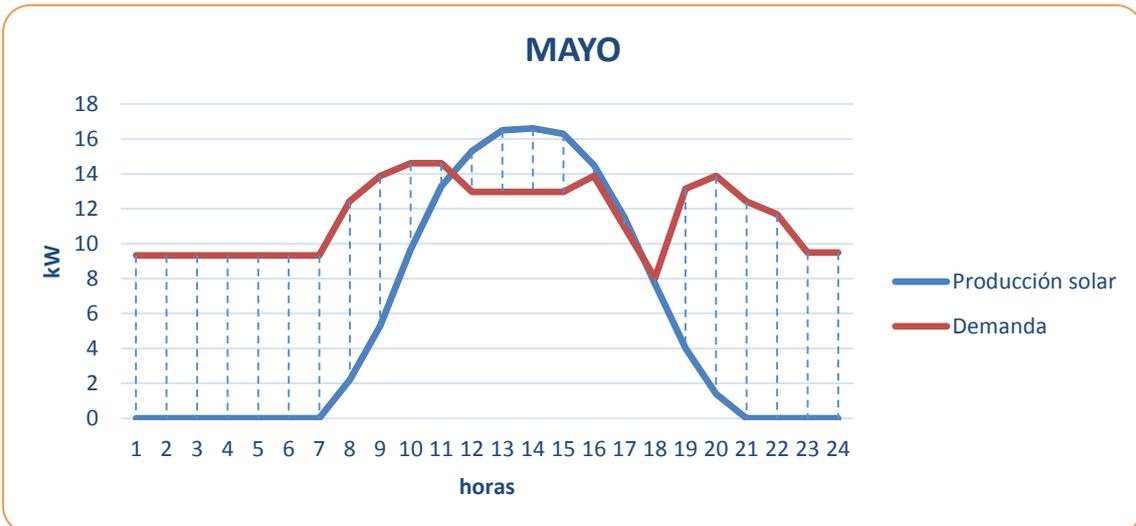
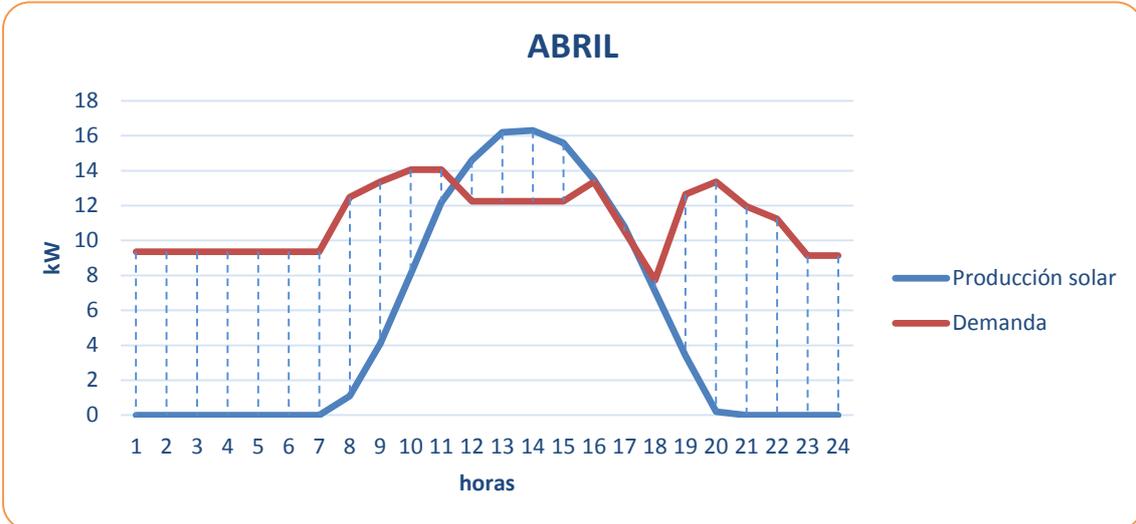
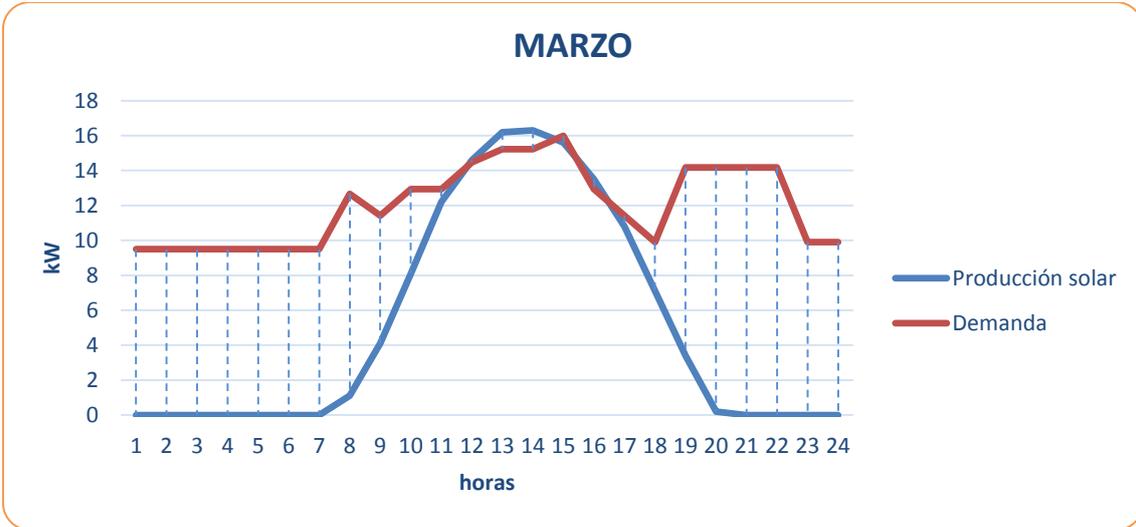
**Diagrama de pérdida durante todo el año**

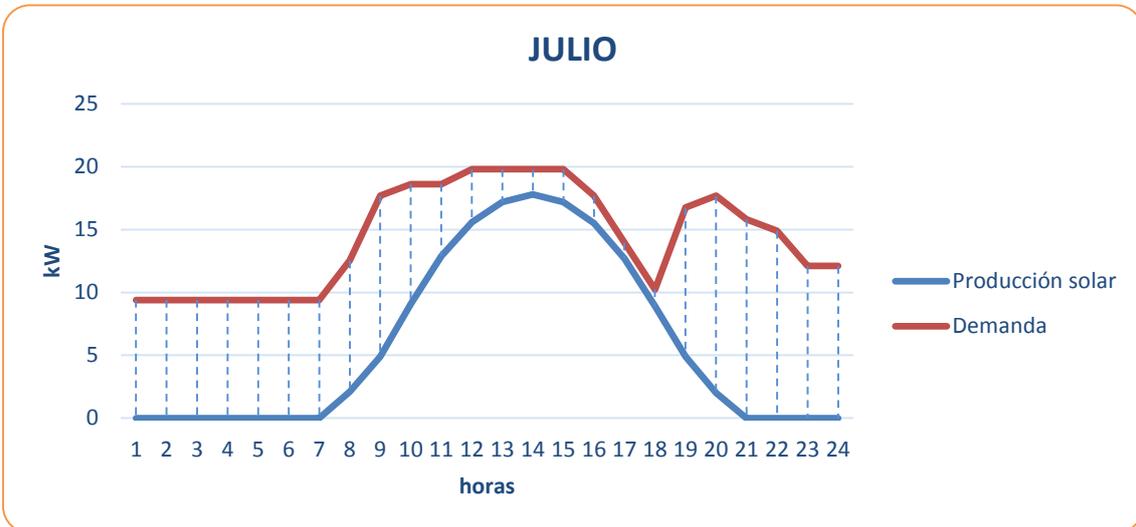
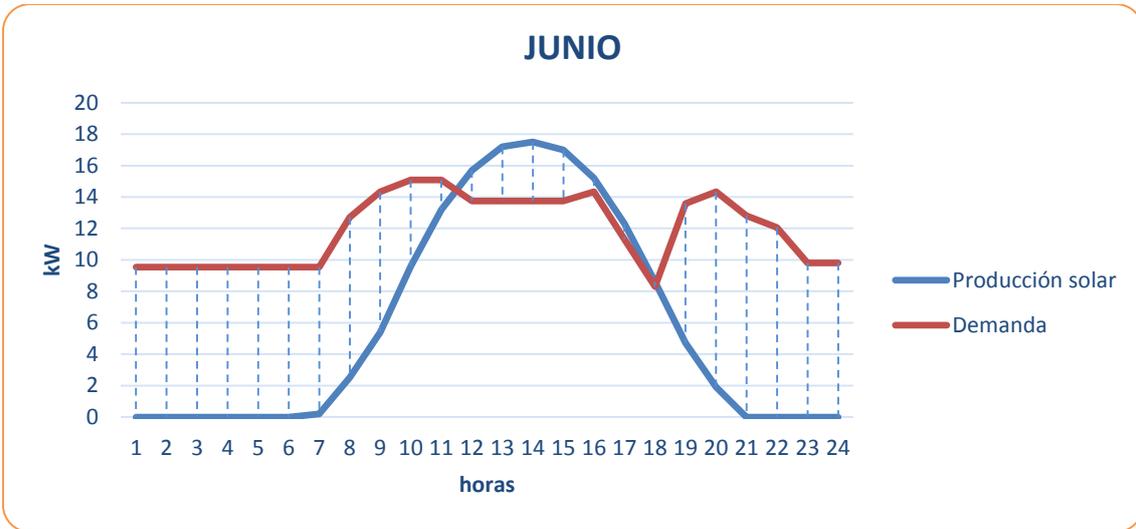


**5.5 Simultaneidad Consumo – Generación FV**

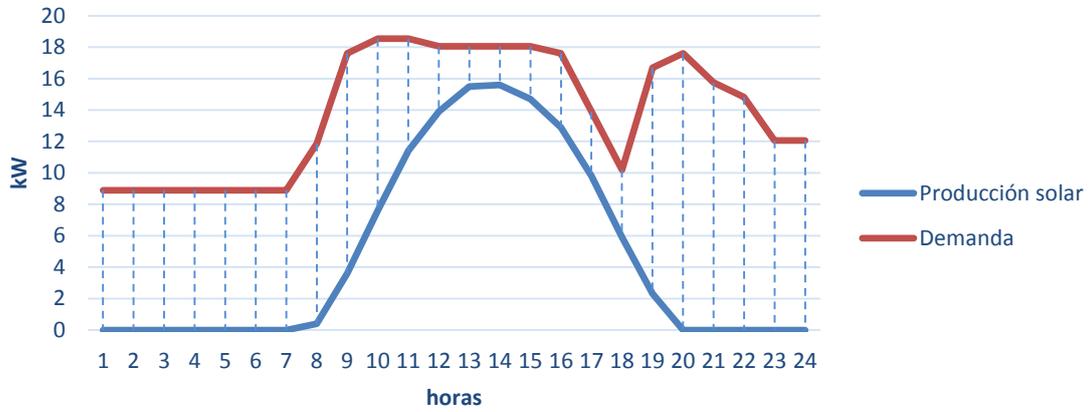
A continuación se muestra gráficamente la simultaneidad existente entre el consumo y la generación fotovoltaica durante los días lectivos:



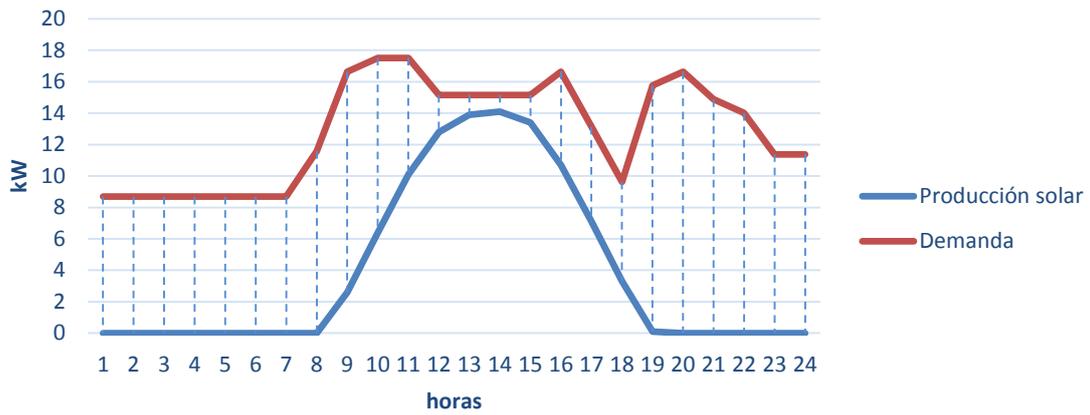




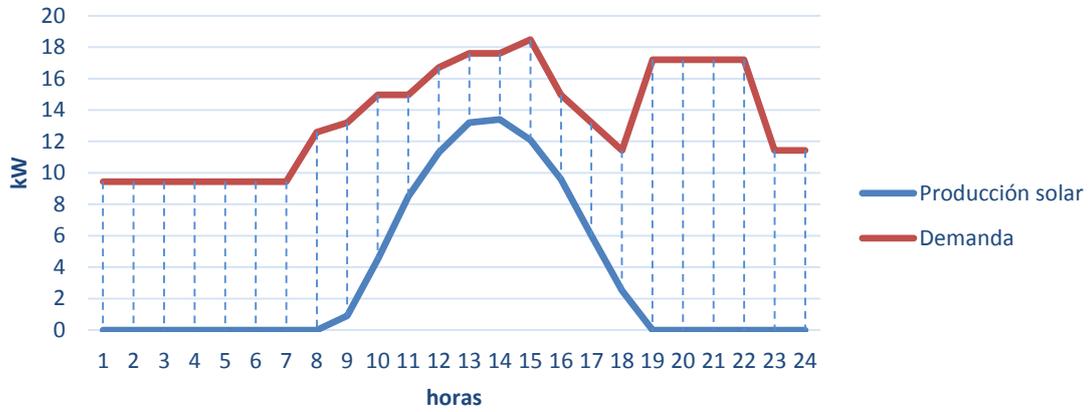
**SEPTIEMBRE**



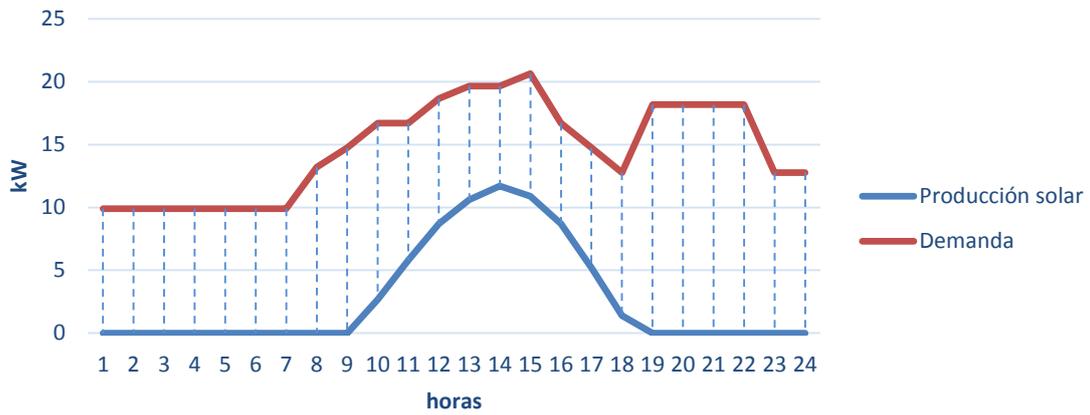
**OCTUBRE**



**NOVIEMBRE**



**DICIEMBRE**



### 5.6 Autoconsumo y cobertura fotovoltaica

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de autoconsumo y cobertura:

	Consumo actual (kWh)	Producción FV (kWh)	Autoconsumo (kWh)	Autoconsumo (%)	Inyección a red (kWh)	Inyección a red (%)	Cobertura (%)
<b>Enero</b>	9.331	2.415	2.410	99,80%	5	0,20%	25,83%
<b>Febrero</b>	9.377	2.258	2.254	99,84%	4	0,16%	24,04%
<b>Marzo</b>	8.933	3.285	3.172	96,57%	113	3,43%	35,51%
<b>Abril</b>	8.028	3.691	3.106	84,14%	585	15,86%	38,69%
<b>Mayo</b>	8.545	4.164	3.635	87,31%	528	12,69%	42,54%
<b>Junio</b>	8.559	4.231	3.786	89,50%	444	10,50%	44,24%
<b>Julio</b>	10.654	4.362	4.362	100,00%	0	0,00%	40,94%
<b>Agosto</b>	10.599	4.038	4.038	99,98%	1	0,02%	38,09%
<b>Septiembre</b>	9.950	3.407	3.404	99,91%	3	0,09%	34,21%
<b>Octubre</b>	9.553	2.933	2.895	98,69%	38	1,31%	30,30%
<b>Noviembre</b>	9.705	2.463	2.463	100,00%	0	0,00%	25,38%
<b>Diciembre</b>	10.907	2.038	2.038	100,00%	0	0,00%	18,69%
<b>TOTAL</b>	114.141,0	39.285,8	37.564,4	<b>95,62%</b>	1.721,4	<b>4,38%</b>	<b>32,91%</b>

Tabla 9 Resumen – autoconsumo y cobertura

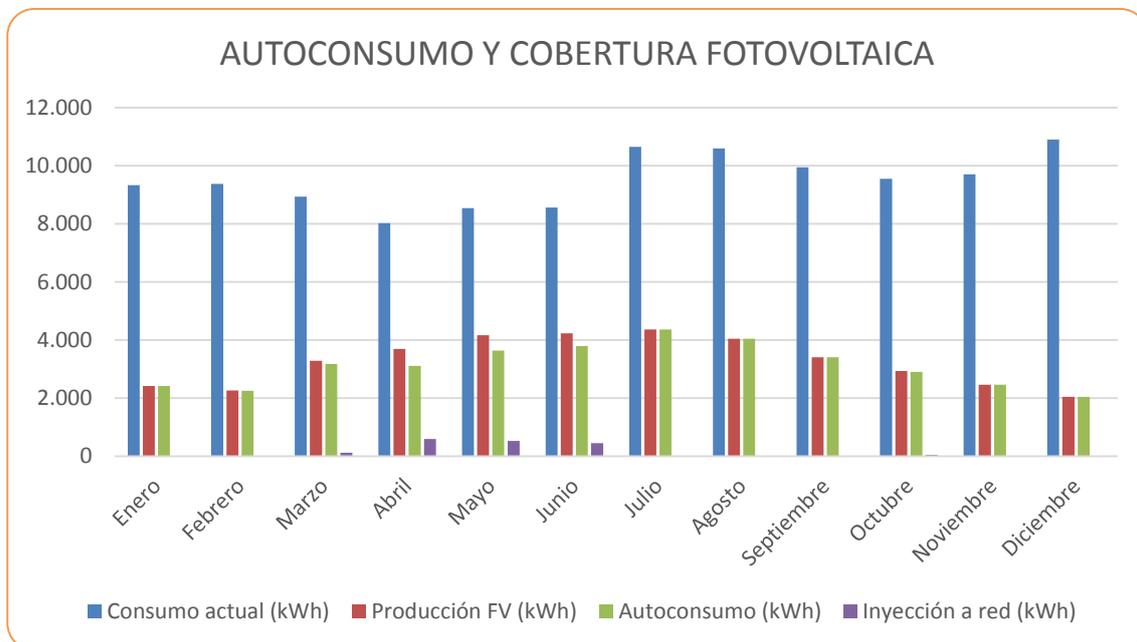


Gráfico 6 Resumen – autoconsumo y cobertura

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>PARQUE DE BOMBEROS</b>	1306
		09
		Rev.03

## 6. ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO

### 6.1 Inversión

Al tratarse de una auditoria en grado de inversión, para valorar la implantación de la instalación se ha solicitado valoración económica a los principales fabricantes e instaladoras con el fin de obtener un valor promedio realista, en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio del material como la mano de obra, ingeniería y tramitaciones, dirección de obra y puesta en marcha.

INGENIERÍA Y TRAMITACIONES	
<b>INGENIERÍA Y TRAMITACIONES</b>	* Proyecto visado y gestión de los permisos con el ayuntamiento y administración.
MATERIAL FOTOVOLTAICO	
<b>MÓDULOS FOTOVOLTAICOS</b>	* 23.000 Wp de paneles fotovoltaicos de silicio cristalino marca REC, ATERSA o similar.
<b>INVERSORES</b>	* 1 INVERSOR DE 20,0 kWn marca SMA o similar.
EJECUCIÓN OBRA	
<b>ESTRUCTURA</b>	* Suministro y montaje de estructura.
<b>MONTAJE DE MÓDULOS</b>	* Montaje de los módulos fotovoltaicos sobre la estructura.
<b>MATERIAL ELÉCTRICO</b>	* Cableado y material eléctrico necesario para la interconexión de los módulos fotovoltaicos entre sí, con inversores y hasta el punto de inyección a la red. * Caja de protecciones DC, incluidos fusibles de línea. * Caja de protecciones AC, incluidos magnetotérmico general trifásico y protecciones individuales de los inversores.
<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>	* Instalación eléctrica.
DIRECCIÓN DE OBRA Y PUESTA EN MARCHA	
<b>DIRECCIÓN DE OBRA</b>	Dirección de Obra Facultativa: * Dirección de obra visada. * Coordinación de Seguridad y Salud (libro de incidencias, acta de aprobación de PSS). * Certificado final de obra visado. * Dossier final de obra con la memoria de instalación y uso.
<b>LEGALIZACIÓN</b>	* Legalización como instalación generadora en baja tensión mediante OCA. * Entrega del proyecto a la distribuidora.
OTROS	
<b>TELEMONITORIZACIÓN</b>	* Cableado y extras para telemonitorización. * Instalación de módem para telemonitorizar la planta.
<b>SEGURIDAD E IMPREVISTOS</b>	* Partida de Seguridad y Salud. * Partida de alquiler de la maquinaria.
<b>TOTAL</b>	<b>41.340,00 €</b>

**NOTAS:**

1. Este presupuesto no incluye el coste de permiso de obras del Ayuntamiento.
2. En el momento de realizar la instalación, en función del mercado, se decidirán las marcas y modelos concretos del material, siempre con unas calidades similares o superiores a las mencionadas.
3. Los paneles fotovoltaicos tienen una garantía de producción de 25 años.

**6.2 Estudio de ahorro energético y económico**

A continuación se muestran los resultados alcanzados con la propuesta de implantación de energías renovables para generación eléctrica en el centro:

CASO: Autoconsumo Tipo 2	3.0A	
Potencia pico	23,00	kWp
Potencia nominal	20,0	kWn
Consumo anual	114.141	kWh
Gasto anual	12.934,42	€
Producción solar	39.286	kWh
Producción solar	1.708	kWh/kWp
Autoconsumo	37.564	kWh
Autoconsumo	95,62%	
Inyección a red	1.721	kWh
Cobertura	32,91%	
Ahorro de emisiones	15,68	tn CO2
Precio medio de autoconsumo	0,125748908	€/kWh
Precio medio de autoconsumo - peaje respaldo	0,102049708	€/kWh
Venta a pool	0,04994	€/kWh
Peaje a la generación	0,0005	€/kWh
Ahorro económico anual (sin respaldo)	4.808,78	€/año
Ahorro económico anual (con respaldo)	3.918,54	€/año
Inversión	41.340,00	€
Inversión	1,80	€/Wp
Amortización (sin peaje de respaldo)	8,60	años
Amortización (con peaje de respaldo)	10,55	años

Tabla 10 Situación 1: 23 kWp

Producción FV (kWh)	Autocons. (%)	Inyección a red (%)	Cobertura (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Inv. (€/Wp)	Amort. (años)	Ahorro emisiones (tn Co2)
39.286	95,62%	4,38%	32,91%	3.918,54	41.340,00	1,80	10,55	15,68

Tabla 11 Resumen de resultados

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA PARQUE DE BOMBEROS</b>	<b>1306</b>
		<b>09</b>
		<b>Rev.03</b>

Como se puede observar, la situación valorada entra dentro de los parámetros del proyecto (si el periodo de explotación se estableciera en 15 años). Los niveles de ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub> alcanzados con la aplicación de la misma son muy importantes. Por otra parte, con un mantenimiento adecuado la instalación podría alcanzar una vida útil de 40 años, asegurando unas pérdidas del rendimiento de los módulos fotovoltaicos por debajo del 20% al alcanzar el año 25 de vida útil.